

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΕΝΝΟΙΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ**  
**ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Διδάσκοντας Ηλεκτρικά Κυκλώματα σε μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες-  
Μελέτη μιας περίπτωσης

**ΧΑΧΟΠΟΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ**

**ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: ΒΑΒΟΥΓΥΙΟΣ ΔΙΟΝΥΣΗΣ**  
Καθηγητής, ΠΤΕΑ

**ΑΒΡΑΜΙΔΗΣ ΗΛΙΑΣ**  
Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΕΑ

**ΒΛΑΧΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ**  
Καθηγητής, ΠΤΕΑ

**ΒΟΛΟΣ 2016**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα φαινόμενα που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα πεδία των Φυσικών Επιστημών και παράλληλα, ένα από τα πιο σύνθετα και αφηρημένα για τους μαθητές όλων των βαθμίδων. Παρά το γεγονός ότι ένα πλήθος ερευνών έχει διεξαχθεί μελετώντας τις εναλλακτικές ιδέες των τυπικά αναπτυσσόμενων μαθητών σε σχέση με τα φαινόμενα αυτά καθώς και τις διδακτικές παρεμβάσεις που μπορούν να ενισχύσουν την κατανόησή τους, ένα μικρό μόνο μέρος της βιβλιογραφίας έχει αφιερωθεί στη διερεύνηση του ίδιου θέματος για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει α) τις αντιλήψεις ενός 11χρονου μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες για τα φαινόμενα που σχετίζονται με τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα και β) το βαθμό εννοιολογικής αλλαγής που μπορεί να επιφέρει μία διδακτική παρέμβαση, προσαρμοσμένη στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του. Τα ευρήματα που προέκυψαν από την αρχική συνέντευξη αξιολόγησης έδειξαν πως ο μαθητής διατηρούσε σημαντικές εναλλακτικές ιδέες σχετικά με την αναπαράσταση του ηλεκτρικού ρεύματος και το μοντέλο εξήγησης της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι αντιλήψεις αυτές εναρμονίζονται με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών, ενώ το γεγονός ότι αυτές παρέμειναν ανεπηρέαστες από τη διδασκαλία που ο μαθητής είχε παρακολουθήσει στο παρελθόν, και ήταν βασισμένη στο σχολικό εγχειρίδιο, αναδεικνύει τον ιδιαίτερα σταθερό και ανθεκτικό χαρακτήρα τους. Μετά την πραγματοποίηση της παρούσας διδακτικής παρέμβασης σημαντικές εννοιολογικές αλλαγές σημειώθηκαν, καθώς και υψηλός βαθμός κατανόησης των εννοιών που διδάχθηκαν.

## SUMMARY

The phenomena related to electricity, constitute one of the most important fields of Science Education and, at the same time, one of the most complex and abstract phenomena for the students of all levels. Although a great number of studies have been conducted, studying the typically developing students' misconceptions in relation to these phenomena, as well as the educational interventions that can improve their understanding, only a small part of the literature has been dedicated to the investigation of the same subject for students with Learning Disabilities. In this context, the aim of this study was to examine a) the alternative ideas of an 11-year-old pupil with Learning Disabilities about the phenomena related to simple electrical circuits and b) the level of conceptual change that a teaching intervention, adapted to the student's specific characteristics and needs, can produce. The findings emerging from the initial assessment interview suggested that the student held significant misconceptions about the representation of electric current and the interpretation of a simple electric circuit operation. These misconceptions are consistent with the previous research findings, and the fact that they remained unaffected by the instruction based on the science textbook that the student had attended in the past, highlights their particularly stable and durable character. Following the implementation of the current educational intervention, considerable conceptual changes were noted, alongside with high level of understanding of the concepts taught.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>5</b>
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>8</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> : ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ.....</b>	<b>8</b>
1.1 ΘΕΜΑΤΑ ΟΡΙΣΜΟΥ.....	8
1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ Μ. Δ.....	11
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.....</b>	<b>13</b>
2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.....	13
2.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ.....	14
2.2.1 Μοντέλα, Αναλογίες, Μεταφορές.....	15
2.2.2 Πειράματα.....	17
2.2.3 Εννοιολογικοί Χάρτες.....	18
2.2.4 Λογισμικά προσομοίωσης.....	19
2.3 ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ.....	20
2.4 ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ Φ. Ε. ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ Μ.Δ.....	24
2.4.1 Διδακτικές Προσεγγίσεις των Φ. Ε. και μαθητές με Μ.Δ.....	26
Α. Το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας.....	26
Β. Διδασκαλία με τη χρήση εργαστηριακών δραστηριοτήτων.....	27
i) Πειράματα Επίδειξης.....	29
ii) Το ανακαλυπτικό πρότυπο.....	29
iii) Το εποικοδομητικό πρότυπο.....	30
iv) Το ερευνητικά εξελισσόμενο πρότυπο.....	31
2.4.2 Στρατηγικές Διδασκαλίας των Φ. Ε. σε μαθητές με Μ.Δ.....	33
Α. Ενίσχυση της αναγνωστικής κατανόησης.....	33
Β. Οργάνωση πληροφοριών.....	33
Γ. Μνημονικές στρατηγικές.....	34
Δ. Υποστήριξη επαγωγικού συλλογισμού.....	35

Ε. Μεσολάβηση συμμαθητών για τη μάθηση.....	36
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> : ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.....</b>	<b>37</b>
3.1 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ.....	37
3.2 ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ.....	42
3.3 ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ.....	44
<b>ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....</b>	<b>47</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> : ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>47</b>
4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ.....	47
4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ.....	47
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ.....	50
4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΘΗΤΗ (ΣΤΟΧΟΥ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ) ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....</b>	<b>62</b>
5.1 1 <sup>Η</sup> ΦΑΣΗ: ΑΡΧΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	62
5.2 2 <sup>Η</sup> ΦΑΣΗ: ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	70
5.3 3 <sup>Η</sup> ΦΑΣΗ: ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ.....	86
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> : ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>95</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>107</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....</b>	<b>115</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανταπόκριση στις απαιτήσεις της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών αποτελεί μία πρόκληση για την πλειοψηφία των μαθητών αλλά και των εκπαιδευτικών τους. Μπορεί να αποτελέσει όμως ακόμη μεγαλύτερη πρόκληση για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, οι οποίοι αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατάκτηση και διατήρηση των γνώσεών τους, καθώς και την επίδειξη των ικανοτήτων τους (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Παρά τις δυσκολίες που θέτει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, τα σημαντικά οφέλη που παρουσιάζει παράλληλα η συγκεκριμένη γνωστική περιοχή, καθιστά επιτακτική τη διδασκαλία τους. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες να αναπτύξουν την κατανόηση τους για τον κόσμο που τους περιβάλλει, συμβάλλοντας στον επιστημονικό εγγραμματισμό τους, ενώ ταυτόχρονα μπορεί να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της αυτοεκτίμησης και της αυτονομίας τους (Bell, 2002), όπως επίσης και στην προαγωγή των συλλογιστικών τους δεξιοτήτων και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999). Ως γνωστό αντικείμενο προσφέρονται ιδιαίτερα για την εφαρμογή ενταξιακής εκπαίδευσης (Dalton et al., 1997), ενώ το γεγονός ότι στηρίζονται σε μικρότερο βαθμό στις γλωσσικές δεξιότητες των μαθητών, τις κάνει να πρωτοστατούν σε σχέση με άλλα γνωστικά αντικείμενα ως προς τις ευκαιρίες επιτυχίας και ισότιμης συμμετοχής που προσφέρουν στους μαθητές της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας (Βαβουγιός & Παντελιάδου, 2006). Έρευνες όπως εκείνη των Scruggs, Mastropieri, Bakken, & Brigham (1993) ή των Aydeniz et al. (2012) καταρρίπτουν κάποια στερεότυπα για τις δυνατότητες των μαθητών αυτών και αναδεικνύουν τη συμμετοχή των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές λαμβάνουν το κατάλληλα προσαρμοσμένο υλικό και την απαραίτητη καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, υποστηρίζοντας ότι τέτοιου είδους προσεγγίσεις μπορούν να τους βοηθήσουν να κατανοήσουν επιστημονικές έννοιες, να αναπτύξουν δεξιότητες καθώς και να αποκτήσουν θετικές στάσεις για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Στις Φυσικές Επιστήμες, λοιπόν, επικρατεί η παραδοχή πως όλοι οι μαθητές μπορούν να μάθουν, δεδομένου ότι λαμβάνουν τις κατάλληλες ευκαιρίες για μάθηση (Dalton et al., 1997).

Μία από τις σημαντικότερες θεματικές ενότητες των Φυσικών Επιστημών και ταυτόχρονα μία από τις πιο σύνθετες αποτελεί η ενότητα του ηλεκτρισμού (Mulhall et al., 2001). Ένα σημαντικό μέρος της έρευνας (Chiu & Lin, 2005; Osborne, 1983; Psillos, Koumaras & Valassiades, 1987; Shipstone, 1984) έχει επικεντρωθεί τόσο στη μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σε ένα ευρύ φάσμα ηλικιών στο πεδίο αυτό, όσο και στην ανάδειξη αποτελεσματικών διδακτικών πρακτικών που μπορούν να επιφέρουν την επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή. Η βιβλιογραφία έχει δείξει πως η πλειοψηφία των μαθητών παρουσιάζει σημαντικές εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τις έννοιες του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, οι οποίες μάλιστα μπορεί να διατηρούνται ακόμη και μετά την παροχή επίσημης διδασκαλίας (Παρασκευάς & Αλιμήσης, 2007; McDermott & Shaffer, 1992; Osborne, 1983; Shipstone, 1984). Ένας εξίσου σημαντικός αριθμός ερευνών, ωστόσο, έχει διαπιστώσει σημαντικά οφέλη στην κατανόηση των μαθητών και προτείνει αποτελεσματικές διδακτικές πρακτικές που μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να τροποποιήσουν επιτυχώς τις εναλλακτικές τους αντιλήψεις πάνω στις συγκεκριμένες έννοιες (Aydeniz, 2010; Chiu & Lin, 2005; Psillos, Koumaras & Valassiades, 1987; Ugur, Dilber, Senpolat & Duzgun, 2012).

Την ίδια στιγμή, που η μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των τυπικά αναπτυσσόμενων μαθητών και η αναζήτηση αποτελεσματικών πρακτικών διδασκαλίας, συγκεντρώνει ένα μεγάλο μέρος του ερευνητικού ενδιαφέροντος, η εξέταση του ίδιου θέματος για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, εμφανίζει ιδιαίτερα περιορισμένη ερευνητική δραστηριότητα. Προς την κατεύθυνση αυτή κινείται η παρούσα εργασία, επιδιώκοντας να εξετάσει τις εναλλακτικές ιδέες ενός μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες για τις έννοιες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, το βαθμό στον οποίο αυτές ταυτίζονται με τις ιδέες των τυπικά αναπτυσσόμενων μαθητών, όπως επίσης και την επίδραση που θα έχει σε αυτές μία διδακτική παρέμβαση, προσαρμοσμένης στις ιδιαίτερες ανάγκες και δυνατότητές του.

Η εργασία αυτή δομείται σε δύο μέρη: το θεωρητικό μέρος και το ερευνητικό μέρος. Το πρώτο μέρος διαρθρώνεται σε τρία κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο ορισμός των Μαθησιακών δυσκολιών και αναλύονται ορισμένα στοιχεία που προκύπτουν από αυτόν, ενώ γίνεται μία σύντομη

αναφορά στα βασικά χαρακτηριστικά των ατόμων που παρουσιάζουν τη συγκεκριμένη διαταραχή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, το ενδιαφέρον στρέφεται στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, επομένως γίνεται λόγος για το σκοπό της διδασκαλίας του συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου, τα διδακτικά εργαλεία που μπορούν να αξιοποιηθούν στα πλαίσιά του, καθώς και για τη φύση των εναλλακτικών ιδεών που παρουσιάζουν οι μαθητές. Ακόμη, ένα σημαντικό μέρος του κεφαλαίου έχει αφιερωθεί στην παρουσίαση των διδακτικών προσεγγίσεων αλλά και των πλεονεκτημάτων και των δυσκολιών που καθεμία από αυτές συνεπάγεται για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες καθώς και των στρατηγικών διδασκαλίας που ενδείκνυνται για αυτούς στις Φυσικές Επιστήμες.

Το τρίτο κεφάλαιο εστιάζει στις έννοιες του ηλεκτρισμού, ως γνωστικής περιοχής των Φυσικών Επιστημών και σε αυτό παρουσιάζονται τόσο τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχετικά με τις ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα, όσο και τα ευρήματα για τη διδασκαλία της συγκεκριμένης ενότητας.

Το ερευνητικό μέρος της εργασίας, αποτελείται επίσης από τρία κεφάλαια.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθεται η μεθοδολογία της έρευνας, η οποία περιλαμβάνει τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων, την επιλογή της μεθοδολογικής προσέγγισης, την περιγραφή της ερευνητικής διαδικασίας, καθώς και την παρουσίαση των χαρακτηριστικών του μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες που αποτέλεσε τη μελέτη περίπτωσης (case study).

Το πέμπτο κεφάλαιο περιλαμβάνει την ανάλυση των δεδομένων για κάθε φάση της διδακτικής παρέμβασης.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι περιορισμοί της έρευνας.

# ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>: ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

### 1.1 ΘΕΜΑΤΑ ΟΡΙΣΜΟΥ

Οι Μαθησιακές δυσκολίες έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον του εκπαιδευτικού κόσμου τα τελευταία χρόνια. Πρόκειται για την πολυπληθέστερη ομάδα ειδικών εκπαιδευτικών αναγκών και απασχολούν έντονα ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών, γονέων, εκπαιδευτικών και ερευνητών από πολλούς επιστημονικούς κλάδους (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσα, 2004).

Η ένταξη των μαθητών με όλων των ειδών τις δυσκολίες, συμπεριλαμβανομένων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες αποτελεί κεντρικό στόχο του εκπαιδευτικού συστήματος σε παγκόσμιο επίπεδο και έχει διασφαλιστεί με την εισαγωγή μεταρρυθμίσεων στο υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο το οποίο καλύπτει την εκπαιδευτική δραστηριότητα. Συγκεκριμένα, οι διατάξεις του No Child Left Behind επιδιώκουν την επίτευξη ίσων εκπαιδευτικών ευκαιριών για όλους έτσι ώστε να εξασφαλιστεί πως ένας μεγάλος αριθμός μαθητών με όλων των ειδών τις δυσκολίες, μεταξύ των οποίων και οι Μαθησιακές Δυσκολίες, θα φτάσουν σε ένα επίπεδο επάρκειας παρόμοιο με εκείνο των τυπικά αναπτυσσόμενων συμμαθητών τους (Aydeniz et al., 2012; Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Ο όρος Μαθησιακές δυσκολίες χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Samuel Kirk, το 1962 (Παντελιάδου, 2011). Έκτοτε μία πληθώρα ορισμών έχει παραχθεί, ανάλογα με την κυρίαρχη αντίληψη της κάθε εποχής για τη φύση των Μαθησιακών Δυσκολιών. Το έντονο ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας για τον τομέα αυτό έχει οδηγήσει σε μία διαρκή προσπάθεια για τη βελτίωση και προσαρμογή του ορισμού έτσι ώστε να αποσαφηνίζεται όσο το δυνατό πληρέστερα το περιεχόμενο του όρου Μαθησιακές Δυσκολίες. Πρόκειται για μία διαδικασία που ακόμη και σήμερα δεν έχει περατωθεί, ωστόσο σύμφωνα με τον ευρύτερα αποδεκτό ορισμό που διατύπωσε ο Hammill το 1990 (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσα, 2004, σελ. 23):

*«Οι Μαθησιακές Δυσκολίες είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε μια ανομοιογενή ομάδα διαταραχών οι οποίες εκδηλώνονται με σημαντικές δυσκολίες στην*



*πρόσκτηση και χρήση ικανοτήτων ακρόασης, ομιλίας, ανάγνωσης, γραφής, συλλογισμού ή μαθηματικών ικανοτήτων.*

*Οι διαταραχές αυτές είναι εγγενείς στο άτομο και αποδίδονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος και μπορεί να υπάρχουν σε όλη τη διάρκεια της ζωής. Προβλήματα σε συμπεριφορές αυτοελέγχου, κοινωνικής αντίληψης και κοινωνικής αλληλεπίδρασης μπορεί να συνυπάρχουν με τις Μαθησιακές Δυσκολίες, αλλά δεν συνιστούν από μόνα τους Μαθησιακές Δυσκολίες.*

*Αν και οι Μαθησιακές Δυσκολίες μπορεί να εμφανίζονται μαζί με άλλες καταστάσεις μειονεξίας (π.χ. αισθητηριακή βλάβη, νοητική καθυστέρηση, σοβαρή συναισθηματική διαταραχή) ή με εξωτερικές επιδράσεις, όπως οι πολιτισμικές διαφορές, η ανεπαρκής ή ακατάλληλη διδασκαλία, δεν είναι το άμεσο αποτέλεσμα αυτών των καταστάσεων ή επιδράσεων.»*

Από την ανάλυση του ορισμού προκύπτουν ορισμένα σημαντικά χαρακτηριστικά των Μαθησιακών Δυσκολιών. Συγκεκριμένα, αναγνωρίζεται ότι οι Μαθησιακές Δυσκολίες είναι μία ανομοιογενής διαταραχή, αφού, τόσο ο τρόπος που εκδηλώνονται όσο και η πιθανή αιτιολογία τους παρουσιάζουν έντονες διαφοροποιήσεις. Το γεγονός αυτό καθιστά ιδιαίτερα δύσκολη την ανεύρεση κοινών στοιχείων μεταξύ των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες και κατ' επέκταση δυσχεραίνει την ανάπτυξη μίας ενιαίας διδακτικής πρότασης που θα είναι αποτελεσματική για το σύνολο των μαθητών της συγκεκριμένης ετερογενούς πληθυσμιακής ομάδας. Ως χαρακτηριστικά των παιδιών με Μαθησιακές Δυσκολίες έχουν εντοπιστεί οι δυσκολίες αντίληψης, οι κινητικές διαταραχές, οι διαταραχές προσοχής, οι διαταραχές μνήμης, τα προβλήματα κοινωνικοσυναισθηματικής φύσης, τα προβλήματα κινήτρων και οι διαταραχές μεταγνωστικής φύσης (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσας, 2004).

Ένα ακόμη στοιχείο που αναγνωρίζεται μέσα από τον ορισμό είναι πως οι Μαθησιακές Δυσκολίες εκδηλώνονται πάντοτε με προβλήματα στη μάθηση, τα οποία οδηγούν συχνά σε σχολική αποτυχία μέχρι τον εντοπισμό της αιτιολογίας τους. Συνήθως, ένα παιδί θεωρείται υποψήφιο για ένταξη στην κατηγορία των Μαθησιακών Δυσκολιών, όταν η επίδοση του είναι τουλάχιστον κατά δύο χρόνια χαμηλότερη από το επίπεδο της σχολικής του ένταξης και των αναμενόμενων ικανοτήτων του και δυστυχώς το γεγονός αυτό συνεπάγεται πως ο εντοπισμός της συντριπτικής

πλειονηφίας των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, λαμβάνει χώρα αφού αυτοί έχουν ήδη αποτύχει στο σχολείο (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσα, 2004).

Ακόμη, μέσω του παραπάνω ορισμού αναδεικνύεται ο ενδογενής χαρακτήρας των Μαθησιακών Δυσκολιών, οι οποίες φαίνεται να έχουν τη βάση τους στην ύπαρξη μιας νευροβιολογικής δυσλειτουργίας, που έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά μέσω ερευνών στην εγκεφαλική λειτουργία ατόμων με Μαθησιακές Δυσκολίες καθώς και από έρευνες κληρονομικότητας. Αυτό συνεπάγεται τον αποκλεισμό εξωγενών παραγόντων όπως τα οικογενειακά, κοινωνικά, οικονομικά και πολιτισμικά προβλήματα ως αιτίες πρόκλησης τους. Επιπλέον, εκτός των εξωγενών παραγόντων αποκλείονται ως αιτιολογικοί, ορισμένοι άλλοι ενδογενείς παράγοντες όπως η νοητική καθυστέρηση, οι αισθητηριακές βλάβες, και οι κοινωνικοσυναισθηματικές διαταραχές. Παράγοντες όπως οι προαναφερόμενοι ενδέχεται να συνυπάρχουν και να ασκούν επίδραση, ωστόσο δεν πρέπει να είναι οι ίδιοι υπεύθυνοι για τη δημιουργία των Μαθησιακών Δυσκολιών.

Τέλος, ένα σημαντικό στοιχείο του ορισμού αναφέρεται στο διαχρονικό χαρακτήρα των Μαθησιακών Δυσκολιών. Οι Μαθησιακές Δυσκολίες, αποδεδειγμένα, ως συνθήκη δεν διορθώνονται με την πάροδο του χρόνου, αλλά ακολουθούν το άτομο σε όλη τη διάρκεια της ζωής του (Παντελιάδου, 2011).

Ο όρος «Μαθησιακές Δυσκολίες» στην πράξη χρησιμοποιείται με ιδιαίτερα ελαστικό και πολυσυλλεκτικό τρόπο, σε τέτοιο βαθμό ώστε σε πολλές περιπτώσεις να θεωρείται συνώνυμο του όρου «σχολική αποτυχία». Εν τούτοις, στη βιβλιογραφία ο όρος αυτός αναφέρεται σε μία συγκεκριμένη κατηγορία ειδικών αναγκών, τις «Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες» (Παντελιάδου, 2011) και διαχωρίζεται σαφώς από την κατηγορία των «Γενικών Μαθησιακών Δυσκολιών». Έτσι, οι Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες αναφέρονται σε μαθητές, οι οποίοι δυσκολεύονται να μάθουν ακόμη και αν δεν παρουσιάζουν κάποια αισθητηριακή ανεπάρκεια, σοβαρή νοητική υστέρηση, συναισθηματικές διαταραχές ή σοβαρές αναπτυξιακές διαταραχές. Η αιτιολογία των μαθησιακών δυσκολιών φαίνεται να σχετίζεται με μία ήπια ενδογενή διαταραχή και στην περίπτωση αυτή, ο μαθητής δυσκολεύεται να μάθει ακόμη και σε συνθήκες επαρκούς διδασκαλίας. Στην κατηγορία των Γενικών Μαθησιακών Δυσκολιών εντάσσονται παιδιά τα οποία δε μαθαίνουν σε συνθήκες στις οποίες οι ατομικές διαφορές τους αντιμετωπίζονται ανεπαρκώς. Επομένως οι δυσκολίες τους, στην περίπτωση αυτή αποτελούν κυρίως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης των ιδιαίτερων

χαρακτηριστικών τους με το περιβάλλον μάθησής τους (Πολυχρόνη, 2011). Στην παρούσα εργασία, με τον όρο Μαθησιακές Δυσκολίες θα εννοούμε αποκλειστικά τις Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες, όρος που χρησιμοποιείται και στην ελληνική πραγματικότητα σύμφωνα με τη νομοθεσία (Παντελιάδου, 2011).

## **1.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Όπως έχει γίνει αντιληπτό και από τον ορισμό, οι Μαθησιακές Δυσκολίες χαρακτηρίζονται από μεγάλη ποικιλομορφία που δεν επιτρέπει τον καθορισμό ενός κυρίαρχου προφίλ στον οποίο θα εντάσσεται κάθε μεμονωμένη περίπτωση. Αυτό σημαίνει πως κάθε μαθητής με Μαθησιακές Δυσκολίες μπορεί να παρουσιάζει όλα ή μερικά από τα χαρακτηριστικά των Μαθησιακών Δυσκολιών και μάλιστα σε διαφορετική μορφή και ένταση (Πολυχρόνη, 2011).

Παρά τη μεγάλη ανομοιογένεια των Μαθησιακών Δυσκολιών, θεωρείται χρήσιμο να γίνει μία συνοπτική αναφορά στα ενδεικτικότερα χαρακτηριστικά τους, με σκοπό την κατανόηση της συγκεκριμένης διαταραχής, δεδομένου ότι αυτή θα δώσει τις σωστές κατευθύνσεις για το σχεδιασμό των κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων (Μπότσας & Παντελιάδου, 2007).

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, όπως έχει προαναφερθεί, εντοπίζονται κυρίως στις περιοχές της αντίληψης, της προσοχής, της γλώσσας, της μνήμης, των μεταγνωστικών, αλλά και των μαθηματικών δεξιοτήτων. Αναλυτικότερα, ξεκινώντας από τις δυσκολίες στην αντίληψη, οι μαθητές που ανήκουν στη συγκεκριμένη μαθησιακή ομάδα, φαίνεται να διαφέρουν από τους τυπικούς συνομηλίκους τους όσον αφορά την οπτική και ακουστική αντίληψη και επεξεργασία. Οι δυσκολίες τους αυτές επηρεάζουν κυρίως τη διαδικασία της ανάγνωσης, ενώ ανάλογα με την περίπτωση μπορεί να προκαλέσουν δυσχέρειες και σε άλλες δεξιότητες, όπως στην αντίληψη των αντικειμένων στο χώρο, στη διάκριση των αντικειμένων με βάση κάποια χαρακτηριστικά τους, στην αποθήκευση και ανάκληση πληροφοριών που προσλήφθηκαν οπτικά ή δόθηκαν προφορικά κ.α. (Μπότσας & Παντελιάδου, 2007). Όσον αφορά, τα γλωσσικά ελλείμματα αυτά αναφέρονται κυρίως σε: α) ελλείμματα φωνολογικής επίγνωσης, δηλαδή αναγνώρισης των διακριτών μερών

του προφορικού λόγου και της ικανότητας χειρισμού τους, β) χαμηλή ταχύτητα κατονομασίας των οπτικών συμβόλων και γ) σε συνδυασμό και των δύο. Και οι τρεις περιπτώσεις συσχετίζονται αρνητικά με την αναγνωστική και ορθογραφική ικανότητα των μαθητών, ενώ οι μαθητές που κατατάσσονται στην τρίτη περίπτωση αναμένεται να παρουσιάσουν τις εντονότερες δυσκολίες.

Γενικότερα, η εμφάνιση σοβαρών Μαθησιακών Δυσκολιών στην ανάγνωση έχει συνδεθεί με την ύπαρξη προβλημάτων στον προφορικό λόγο, αναδεικνύοντας την αλληλεξάρτηση μεταξύ προφορικού και γραπτού λόγου καθώς και με τη χαμηλή επίδοση στο λεξιλόγιο και την κατανόηση της σύνταξης (Μπότσας & Παντελιάδου, 2007). Στη μνήμη, τα προβλήματα εκτείνονται σε ολόκληρο το μνημονικό μηχανισμό, ωστόσο εμφανίζονται εντονότερα στην εργαζόμενη μνήμη αλλά και στη βραχύχρονη μνήμη ιδιαίτερα όταν πρόκειται για γλωσσικές πληροφορίες (Παντελιάδου, 2011).

Επιπλέον, για τους συγκεκριμένους μαθητές σημαντικές δυσκολίες εντοπίζονται στην ακρίβεια και την ευχέρεια αποκωδικοποίησης, καθώς και στην κατανόηση και παραγωγή γραπτού λόγου. Όσον αφορά την παραγωγή γραπτού λόγου συγκεκριμένα, οι δυσκολίες είναι αρκετά έντονες στην ορθογραφία, τη στίξη, τη σύνταξη και τη χρήση του λεξιλογίου, καθώς και την οργάνωση του λόγου αλλά και την ψυχοκινητική δεξιότητα της γραφής.

Οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες επιπρόσθετα εμφανίζουν προβλήματα μεταγνωστικού τύπου, τα οποία εντοπίζονται κυρίως σε δεξιότητες αναγνώρισης των απαιτήσεων και του σχεδιασμού ενός έργου, επιλογής και εφαρμογής στρατηγικών, αλλά και παρακολούθησης της απόδοσης και αξιολόγησης των αποτελεσμάτων. Τέλος, στα μαθηματικά, σημαντικές εμφανίζονται οι δυσκολίες τους στη χρήση διαδικασιών και στην ανάκληση αριθμητικών δεδομένων (Μπότσας & Παντελιάδου, 2007) αλλά και σε πιο σύνθετες δεξιότητες, όπως η κατανόηση αφηρημένων εννοιών και η επίλυση προβλημάτων (Παντελιάδου, 2011).

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες παρόλο που εντοπίζονται κυρίως στην ανάγνωση, την κατανόηση και την παραγωγή του γραπτού λόγου, τα μαθηματικά, τη χρήση γνωστικών και μεταγνωστικών στρατηγικών και την παρακολούθηση της διδασκαλίας, επηρεάζουν έντονα και τις κοινωνικές σχέσεις των μαθητών, αλλά και τη συναισθηματική τους εξέλιξη. Δε θα πρέπει να παραλειφθεί το αυξημένο άγχος, τα μειωμένα κίνητρα και η χαμηλή

αυτοεκτίμηση που βιώνουν ως επακόλουθο των φτωχών ακαδημαϊκών τους επιδόσεων (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσας, 2004).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> : ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

### **2.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική, προκειμένου να καταστούν οι μαθητές «επιστημονικά εγγράμματοι πολίτες», σε μία εποχή, στην οποία οι επιστήμες και η τεχνολογία αποτελούν οργανικό κομμάτι του πολιτισμού, εξελίσσονται μαζί με την κοινωνία μας και την επηρεάζουν άμεσα (Χαλκιά, 2010α). Ως επιστημονικός γραμματισμός περιγράφεται ο επιστημονικός τρόπος σκέψης που ανέπτυξε ο άνθρωπος προκειμένου να ερμηνεύσει τον περίπλοκο κόσμο που τον περιβάλλει. Σύμφωνα με τη Χαλκιά (1999), οι επιστημονικές κατακτήσεις και ο επιστημονικός τρόπος σκέψης αποτελούν μία από τις σημαντικότερες πτυχές του πολιτισμού μας και κάθε πολίτης σήμερα, πρέπει να εκτεθεί σε αυτές προκειμένου να κατανοήσει το σύγχρονο πολιτισμό σε όλη την πολυπλοκότητά του. Διακρίνεται λοιπόν σαφής η ανάγκη διαμόρφωσης πολιτών, επιστημονικά και τεχνολογικά καλλιεργημένων στο σύνολό τους (Κόκκοτας, 2010), οι οποίοι:

α) Διαθέτουν βαθιά κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και αισθάνονται ικανοί να την αξιοποιήσουν για τη διαχείριση θεμάτων που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία και την επίλυση προβλημάτων που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή.

β) Υιοθετούν τη μεθοδολογία που οι επιστήμονες χρησιμοποιούν για να οικοδομούν μόνοι τους γνώση.

γ) Κατανοούν τη φύση της επιστημονικής γνώσης και τις ιστορικές και κοινωνικές της διαστάσεις, αναγνωρίζουν τόσο τις δυνατότητες όσο και τους περιορισμούς της και παρακολουθούν με κριτική ματιά την εξέλιξη επιστημονικών, τεχνολογικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών θεμάτων.

δ) Αξιοποιούν δεξιότητες και στρατηγικές όχι μόνο για να επιλύουν προβλήματα της καθημερινότητάς τους, αλλά και για να συμμετέχουν ενεργά ως πολίτες στη λήψη αποφάσεων για θέματα επιστήμης και τεχνολογίας σε πολιτικό επίπεδο, με σκοπό την προαγωγή της ευημερίας του κοινωνικού συνόλου.

γ) Αναγνωρίζουν ότι η επιστημονική γνώση είναι αποτέλεσμα συλλογικής κοινωνικής προσπάθειας.

ε) Ανταποκρίνονται με επιτυχία στις επιστημονικές και τεχνολογικές απαιτήσεις στο χώρο της δουλειάς τους και είναι ανταγωνιστικοί στην αγορά εργασίας (Κόκκοτας, 2010; Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσας, 2004; Χαλκιά, 2010α).

## **2.2 ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΣΤΙΣ Φ.Ε**

Οι Φυσικές Επιστήμες, ως διακριτό επιστημονικό πεδίο και διδακτικό αντικείμενο στο πρόγραμμα σπουδών, διαθέτει ποικίλα εκπαιδευτικά εργαλεία. Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (2010, σελ. 191) διδακτικά εργαλεία είναι όλα εκείνα τα «έξυπνα τεχνάσματα» που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας τους προκειμένου να επιτύχουν το βέλτιστο μαθησιακό αποτέλεσμα για τους μαθητές τους. Από τα πιο σημαντικά εργαλεία στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι τα μοντέλα, οι αναλογίες και οι μεταφορές, τα πειράματα, οι εννοιολογικοί χάρτες και τα λογισμικά προσομοίωσης. Φυσικά, στη σχολική πρακτική, μπορούν να αξιοποιηθούν, αναλόγως με την περίπτωση, και άλλα διδακτικά εργαλεία όπως οι ερωτήσεις, η λύση προβλημάτων, η γνωστική σύγκρουση, οι σωματικοί διάλογοι ή το παιχνίδι ρόλων (Κόκκοτας 2010), για τα συγκεκριμένα, ωστόσο, δε θα γίνει περαιτέρω αναφορά στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

### **2.2.1 ΜΟΝΤΕΛΑ, ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ**

Τα μοντέλα θεωρούνται από τα πλέον σημαντικά εργαλεία στις Φυσικές Επιστήμες. Οι άνθρωποι από τις απαρχές της επιστημονικής σκέψης προσπαθούσαν να κατανοήσουν τα φαινόμενα του κόσμου γύρω τους στηριζόμενοι στη δημιουργία

μοντέλων, ενώ οι επιστήμονες έχουν ασχοληθεί διεξοδικά με αυτά διότι συντελούν καθοριστικά στη σύλληψη, την κατασκευή ή την ανακατασκευή επιστημονικών θεωριών και στην κατανόηση των ήδη υπαρχόντων (Χαλκιά, 2010α).

Οι Minsky, 1995 (στο Χαλκιά, 2010α) ορίζουν το μοντέλο ως *οποιαδήποτε δομή την οποία χρησιμοποιεί κάθε άνθρωπος για να προσομοιώνει ή να προβλέπει τη συμπεριφορά μιας οντότητας*. Ο Coll (2006 στο Χαλκιά, 2010α) υποστηρίζει ότι τα μοντέλα χρησιμοποιούνται βασικά *α) για να αναπαραστήσουν απλούστερες μορφές αντικειμένων ή εννοιών, β) για να οπτικοποιούν φαινόμενα, γ) για να παράγουν εξηγήσεις για επιστημονικά φαινόμενα*. Μπορούμε να κατανοήσουμε πως η χρήση διδακτικών μοντέλων μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών που θα τους βοηθήσει να επεξηγήσουν με απλό τρόπο ένα φαινόμενο στους μαθητές, έτσι ώστε αυτοί να φτάσουν εύκολα στην κατανόηση του (Τσιχουρίδης, 2013).

Οι μεταφορές και οι αναλογίες αποτελούν επίσης εργαλεία σκέψης και επικοινωνίας που έχουν παίξει καθοριστικό ρόλο στην κατανόηση και την εξέλιξη της επιστήμης και φαίνεται πως συνδέονται άμεσα με τα επιστημονικά μοντέλα. Τα επιστημονικά μοντέλα προκειμένου να συλληφθούν και να κατασκευαστούν, εξαρτώνται από αναλογίες και μεταφορές. Για το λόγο αυτό, πολύ συχνά η μοντελοποίηση ερμηνεύεται ως μεταφορά και αναλογία.

Ρόλος των μεταφορών και των αναλογιών είναι να εξηγούν κάτι το μη οικείο σε σχέση με το οικείο (Τσιχουρίδης, 2013). Συγκεκριμένα σε αυτές προκειμένου, ο μαθητής να κατανοήσει μία έννοια ή κατάσταση μη γνώριμη, αυτή παραλληλίζεται ή συγκρίνεται με μια έννοια ή κατάσταση που ήδη γνωρίζει. Για να κατανοήσουμε πώς λειτουργούν, μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας μεταφορές και αναλογίες που έχουν χρησιμοποιήσει επιστήμονες στο παρελθόν. Ενδεικτικά, ο Fourier για να οικοδομήσει τη θεωρία του για την αγωγή της θερμότητας στηρίχθηκε στο ανάλογο της ροής των υγρών που ήταν γνωστή εκείνη την εποχή, ενώ ο Niels Bohr, πιο πρόσφατα, για να εξηγήσει την κίνηση των ηλεκτρονίων γύρω από τον πυρήνα, την παραλλήλισε με την κίνηση των πλανητών γύρω από τον ήλιο (Κόκκοτας 2010).

Οι δύο όροι *αναλογία* και *μεταφορά* συχνά προκαλούν σύγχυση, κυρίως λόγω της αδιάκριτης χρήσης τους στη βιβλιογραφία της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Aubusson et al., 2006). Διαφέρουν, ωστόσο, μεταξύ τους κυρίως ως προς το γεγονός

ότι η μεταφορά σημαίνει ότι κάτι *είναι* κάτι άλλο, ενώ η αναλογία σημαίνει ότι κάτι *μοιάζει* με κάτι άλλο. Στη μεταφορά, έμφαση δίνεται μόνο στις ομοιότητες μεταξύ δύο πραγμάτων, αντίθετα στην αναλογία τονίζονται τόσο οι ομοιότητες όσο και οι διαφορές τους. Έτσι, φαίνεται τελικά πως ο όρος *μεταφορά* μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε σύγκριση που περιλαμβάνει τον εντοπισμό μιας ομοιότητας μεταξύ δύο πραγμάτων, ενώ ο όρος *αναλογία* υπάρχει μία τάση να χρησιμοποιείται όταν η σύγκριση αναδεικνύει τις ομοιότητες αλλά και τις διαφορές μεταξύ τους. Με άλλα λόγια, όλες οι αναλογίες μπορούν να θεωρηθούν ως μεταφορές, όμως όλες οι μεταφορές δεν μπορούν να επεκταθούν σε αναλογίες. Παρά τις κάποιες διαφορές τους, επειδή οι δύο όροι *μεταφορά* και *αναλογία* είναι παρεμφερείς και η εμμονή στη διάκρισή τους δεν έχει καμία ουσία από παιδαγωγική άποψη, στη βιβλιογραφία υιοθετείται ως επικρατέστερος ο όρος *αναλογία*, τόσο για τις αναλογίες όσο και για τις μεταφορές (Χαλκιά, 2010α).

Οι αναλογίες μπορούν να αποτελέσουν ένα ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο, όπως άλλωστε πολλά ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν (Chiu & Lin, 2005; Harrison & Treagust, 1993; Ugur et al., 2012). Μέσω της οπτικοποίησης των αφηρημένων εννοιών-στόχων, βοηθούν τους μαθητές στην κατανόηση τους, ενώ μπορούν να συμβάλλουν και στην αύξηση των κινήτρων από πλευράς τους (Duit, 1991). Άλλοι ερευνητές όπως οι Harrison και Treagust (1993) προτείνουν πως είναι ωφέλιμες για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής, ενώ σύμφωνα με τον Κόκκοτα (2010), οι αναλογίες και οι μεταφορές βελτιώνουν την ικανότητα των ατόμων να θυμούνται, διευκολύνοντας την κωδικοποίηση και την ανάκληση των πληροφοριών από τη μνήμη.

Παρά την αναμφισβήτητη αξία των αναλογιών για την οικοδόμηση της επιδιωκόμενης επιστημονικής γνώσης, δε θα πρέπει να χρησιμοποιούνται άκριτα στη σχολική αίθουσα. Κάποιοι ερευνητές χαρακτηρίζουν τη χρήση τους στη διδασκαλία ως «*δίκοπο μαχαίρι*» (Glynn et al., 1989 στο Duit, 1991) διότι υπάρχει πάντα ο κίνδυνος να οδηγήσουν στην οικοδόμηση εναλλακτικών ιδεών στους μαθητές. Όταν ο εκπαιδευτικός εισάγει μία αναλογία, οι μαθητές χρησιμοποιούν την προηγούμενη γνώση και εμπειρία τους για να την ερμηνεύσουν, προσπαθούν δηλαδή να την εναρμονίσουν με το τρέχον γνωσιακό και εννοιολογικό τους πλαίσιο και να κατασκευάσουν το δικό τους προσωπικό νόημα (Harrison & Treagust, 2006). Το νόημα που αυτοί κατασκευάζουν είναι πολύ πιθανό να διαφέρει αισθητά από εκείνο που ο εκπαιδευτικός επιδιώκει να κατασκευάσουν.



Επομένως, για να είναι αποτελεσματική η χρήση τους και να αποφεύγονται οι παρανοήσεις, κάποιες βασικές προϋποθέσεις είναι απαραίτητο να τηρούνται. Η επιλογή της αναλογίας που θα ενταχθεί στη διδασκαλία θα πρέπει να γίνεται με βάση τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, καθώς και το βαθμό οικειότητας που παρουσιάζει ο μαθητής για τις έννοιες που χρησιμοποιούνται (πηγές και στόχοι) (Τσιχουρίδης, 2013), ενώ τέλος θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι η αναλογία μπορεί να αποδώσει μια πιστή περιγραφή των εννοιών-στόχων (Harrison & Treagust, 1993).

### **2.2.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ**

Τα πειράματα θεωρούνται από τα σημαντικότερα εκπαιδευτικά εργαλεία στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και μπορούν να αποδειχθούν πολύ χρήσιμα ιδιαίτερα για την διδασκαλία δύσκολων ή αφηρημένων εννοιών (Roth, 1994).

Μέσω της αναπαράστασης του φυσικού φαινομένου που μελετάται, το πείραμα μπορεί να συμβάλει στην κατανόηση της θεωρίας, εφόσον η ίδια συνδέεται με την πράξη, στην επίτευξη της γνωστικής σύγκρουσης, μέσω της οποίας μπορεί να επέλθει η επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή (Τσιχουρίδης, 2013), καθώς και στην ανάπτυξη των τεχνικών δεξιοτήτων των μαθητών, μεταξύ των οποίων ο χειρισμός υλικών και οργάνων, η τήρηση οδηγιών κ.α. (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000).

Το πείραμα δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας μίας ελεγχόμενης εργαστηριακής συνθήκης, στην οποία ο μαθητής διατυπώνει υποθέσεις, παρατηρεί, κάνει μετρήσεις, διαχειρίζεται τις διάφορες μεταβλητές, επεξεργάζεται δεδομένα, καταλήγοντας σε λογικά συμπεράσματα που ισχυροποιούν ή απορρίπτουν τις υποθέσεις του, βασιζόμενος στην επιστημονική μεθοδολογία, αλλά με σημαντικό βαθμό αυτονομίας (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000). Η ιδιαίτερη παιδαγωγική αξία του στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έγκειται στο γεγονός ότι εμπλέκει τους μαθητές σε μια ενεργητική εκπαιδευτική διαδικασία και όχι σε μια μετωπική και απρόσωπη διάλεξη, γεγονός που την καθιστά αποτελεσματικότερη σε σχέση με μία διδασκαλία που υιοθετεί την παραδοσιακή προσέγγιση. Άλλωστε, οι μαθητές μαθαίνουν και διατηρούν τη γνώση, όταν συμμετέχουν ενεργά στην ανακάλυψή της μέσα από δραστηριότητες όπως ο πειραματισμός. Μέσω αυτού, δίνεται στους μαθητές μία πολύ σημαντική ευκαιρία να έρθουν σε επαφή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, όπου τίποτε δε θεωρείται

δεδομένο, αντιθέτως χρειάζεται να πειραματιστούν, να διατυπώσουν λάθη και να ξαναδοκιμάσουν για να οικοδομήσουν τη γνώση (Τσιχουρίδης, 2013).

Εκτός των άλλων, τα πειράματα, προάγουν τη συνεργασία και την κοινωνικότητα, όταν πραγματοποιούνται σε ομάδες και καλλιεργούν δεξιότητες όπως επιμονή, υπομονή, ανάπτυξη πρωτοβουλιών και υπευθυνότητα. Ως εργαλεία, μπορούν να προκαλέσουν το ενδιαφέρον των μαθητών, να ενισχύσουν την ευχαρίστηση και τη δημιουργικότητα και ακόμα και εάν πρόκειται για πειράματα επίδειξης, τα οποία έχουν κατηγορηθεί για το δασκαλοκεντρικό τους χαρακτήρα (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000), εάν σχεδιαστούν κατάλληλα και πλαισιωθούν από τις απαραίτητες καθοδηγητικές ερωτήσεις, μπορούν να έχουν θετικά αποτελέσματα (Τσιχουρίδης, 2013).

### 2.2.3 ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Ο εννοιολογικός χάρτης μπορεί να αποτελέσει ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών που εξυπηρετεί την οργάνωση και οπτικοποίηση μεγάλου όγκου πληροφοριών για μία θεματική περιοχή, αναδεικνύει τις έννοιες- κλειδιά και κάνει ξεκάθαρη τη μεταξύ τους σχέση, συμβάλλοντας στη δημιουργία νοητικών διαδρομών, που θα οδηγήσει τους μαθητές στην οικοδόμηση συνεπών γνωσιακών σχημάτων (Χαλκιά, 2010α).

Όσον αφορά την κατασκευή του αποτελείται α) από τις έννοιες κλειδιά, τις έννοιες δηλαδή που θεωρούνται βασικές για την επιστημονική γνώση μια περιοχής και οι οποίες εσωκλείονται σε ελλείψεις ή παραλληλόγραμμα και β) τις διασυνδέσεις μεταξύ των εννοιών αυτών που σηματοδοτούνται με μία γραμμή σύνδεσης και εκφράζουν τις μεταξύ τους συσχετίσεις (Χαλκιά, 2010α).

Ο εννοιολογικός χάρτης προάγει τη μάθηση με νόημα, ερχόμενος σε αντίθεση με την αποστηθιστική μάθηση ασύνδετων πληροφοριών που θα ξεχαστούν πολύ σύντομα (Κόκκοτας, 2010). Αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο έχει οικοδομήσει τη γνώση αυτός που τον κατασκευάζει, αποκαλύπτει δηλαδή ουσιαστικά κατά πόσο ο κατασκευαστής του έχει κατακτήσει την ουσία του νοήματος και μπορεί να την αξιολογήσει αποτελεσματικά. Η ιδιότητα του αυτή τον αναδεικνύει σε αποτελεσματικό μέσο για την εξυπηρέτηση επιπλέον σκοπών, εκτός από τη χρήση του ως εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης. Έτσι, ένας εννοιολογικός χάρτης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί

και για την αξιολόγηση των μαθητών, τόσο σε επίπεδο αρχικής αξιολόγησης, ως εργαλείο ανάδειξης των προϋπαρχουσών ιδεών τους, όσο και σε επίπεδο διαμορφωτικής ή τελικής αξιολόγησης για την πληροφόρηση του εκπαιδευτικού σχετικά με το βαθμό κατάκτησης της γνώσης από τους μαθητές και την προσαρμογή της πορείας της διδασκαλίας σε αυτόν (Χαλκιά 2010α).

#### **2.2.4 ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Μία σειρά ερευνών την τελευταία δεκαετία, έχει αποκαλύψει τη χρησιμότητα του εικονικού πειραματισμού για την ενίσχυση των δεξιοτήτων των μαθητών, των στάσεων τους, καθώς και της κατανόησής τους γύρω από τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Zacharia & Olymriou, 2011).

Μέσω των προγραμμάτων προσομοίωσης, δηλαδή των προγραμμάτων που αναπαριστούν την πραγματικότητα, ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να εργάζεται όπως στο σχολικό εργαστήριο, παρατηρώντας και πραγματοποιώντας μετρήσεις από πραγματικές πειραματικές εφαρμογές. Παράλληλα, μυείται σε διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου αφού του παρέχεται η ευκαιρία να ελέγχει μεταβλητές, αλλάζοντας παραμέτρους, εισάγοντας δεδομένα και συγκρίνοντας τη σταδιακή εξέλιξη των φαινομένων σε διαφορετικές συνθήκες (Κόκκοτας, 2010).

Η ενασχόληση των μαθητών με τέτοια προγράμματα μπορεί να επιφέρει τη κινητοποίηση του ενδιαφέροντός τους και την ενίσχυση της αντίληψης τους (Τσιχουρίδης, 2013). Ακόμη μεταξύ των θετικών χαρακτηριστικών των προγραμμάτων αυτών συγκαταλέγεται η δυνατότητα διακοπής και επανάληψης των πειραμάτων, παρέχοντας την ευκαιρία στους μαθητές να επικεντρώσουν την προσοχή τους σε δεδομένες χρονικές στιγμές του πειράματος που θεωρούνται κρίσιμες για την κατανόησή του (Λεύκος, Ψύλλος, Χατζηκρανιώτης & Παπαδόπουλος, 2005), η εξοικονόμηση χρόνου, αλλά και κόστους, εφόσον δεν απαιτείται εξειδικευμένος ή ακριβός εξοπλισμός, η εξάλειψη του φόβου του λάθους, η άμβλυνση των δυσκολιών χειρισμού των οργάνων και η διευκόλυνση τη διεξαγωγής πειραμάτων που είναι δύσκολο ή επικίνδυνο να διεξαχθούν σε πραγματικές συνθήκες (Τσιχουρίδης, 2013).

Παρά τα πιθανά πλεονεκτήματα των λογισμικών προσομοίωσης, πολλοί ερευνητές αμφισβητούν την αποτελεσματικότητά τους, προβάλλοντας το πραγματικό εργαστήριο ως αναντικατάστατο περιβάλλον πειραματισμού. Το επιχείρημά τους είναι ότι τα

εικονικά εργαστήρια στερούν από τους μαθητές ευκαιρίες φυσικής διαχείρισης υλικών και συσκευών, οι οποίες είναι ουσιαστικής σημασίας για τη μάθηση (Zacharia & Olympiou, 2011).

Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν έρευνες όπως εκείνη των Zacharia & Olympiou (2011) που έδειξαν πως ο εικονικός πειραματισμός ήταν εξίσου αποτελεσματικός με τον πραγματικό πειραματισμό, τουλάχιστον στο πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας, γεγονός που αποδεικνύει ότι αυτό που είναι σημαντικό για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες δεν είναι η φυσικότητα αλλά οι σωστοί χειρισμοί, είτε αυτοί είναι εικονικοί είτε είναι πραγματικοί.

Φυσικά παρά τις ασυμφωνίες των ερευνητών, οι οποίοι υποστηρίζουν την εφαρμογή του ενός ή του άλλου τύπου πειραμάτων (εικονικού ή πραγματικού), υπάρχει, τέλος και η εκδοχή εκείνη που υποστηρίζει πως αν και οι δύο τύποι συνδυαστούν μπορούν να επιφέρουν θετικότερα αποτελέσματα από την αποκλειστική χρήση του ενός τύπου πειραμάτων (Ολυμπίου, Ζαχαρία & Παπαευριπίδου, 2007; Jaakkola & Nurmi, 2008).

### **2.3 ΟΙ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Οι μαθητές, αναπτυσσόμενοι στο φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον, προσέρχονται στην εκπαιδευτική διαδικασία με μια σειρά διαμορφωμένων ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος που τους περιβάλλει. Οι ιδέες αυτές διαμορφώνονται μέσω πολυσύνθετων άτυπων διαδικασιών μάθησης που λαμβάνουν χώρα καθώς ο μαθητής αλληλεπιδρά με την οικογένεια, με τους συνομήλικους ή δεχόμενος πληροφορίες από τα μέσα ενημέρωσης, και αποτελούν δημιούργημα όχι λανθασμένης πληροφόρησης, αλλά των αντιληπτικών μηχανισμών του μαθητή, στην προσπάθειά του να προσδώσει νόημα στα φαινόμενα του φυσικού κόσμου που υποπίπτουν στην αντίληψή του (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010).

Αν και τις περισσότερες φορές ως ερμηνευτικά σχήματα διαφωνούν με την επιστημονική γνώση, οι ιδέες των μαθητών, μπορούμε να πούμε πως αποτελούν το μόνο *ουσιαστικό και λογικά αποτελεσματικό εργαλείο* για την περιγραφή, πρόβλεψη και την ερμηνεία των φαινομένων που προκύπτουν από την άμεση εμπειρία τους μέσα στο

φυσικό αλλά και το κοινωνικό τους περιβάλλον. Με τη βοήθεια των ιδεών αυτών, οι μαθητές διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, αντιμετωπίζουν τους προβληματισμούς τους, ερμηνεύουν φαινόμενα και γενικώς οικοδομούν την προσωπική τους γνώση για τη λειτουργία του κόσμου (Βαβουγιός, 2005).

Οι ιδέες των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν αποτελέσει αντικείμενο μελέτης ενός εκτεταμένου αριθμού ερευνών τα τελευταία χρόνια (Osborne, 1983). Στη διεθνή βιβλιογραφία συναντώνται με ποικίλους όρους, όπως: *εναλλακτικές ιδέες, προαντιλήψεις, παρανοήσεις, εννοιολογικά σφάλματα, αυθόρμητες αντιλήψεις, διαισθητικές ιδέες* κ.α. (Driver et. al., 1985). Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι τα εξής (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010; Χαλκιά, 2010α; Driver et al., 1985):

- Οι εναλλακτικές ιδέες είναι βασισμένες στην αισθητηριακή αντίληψη των μαθητών. Οι μαθητές αναγνωρίζουν φαινόμενα και καταστάσεις μόνο όταν μπορούν να τα προσεγγίσουν με τις αισθήσεις τους και στηρίζουν το συλλογισμό τους μόνο σε χαρακτηριστικά που είναι άμεσα παρατηρήσιμα.
- Προέρχονται από την τάση των μαθητών να εστιάζουν την προσοχή τους μόνο σε ορισμένα χαρακτηριστικά των υπό μελέτη φαινομένων, συνήθως τα πιο εμφανή.
- Σε αρκετές περιπτώσεις προκύπτουν λόγω της εστίασης των μαθητών σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις. Για παράδειγμα, οι μαθητές αναγνωρίζουν πως σε ένα κινούμενο σώμα δρουν δυνάμεις, όμως δύσκολα δέχονται πως δρουν και σε ένα σώμα που ισορροπεί.
- Προκύπτουν από το γραμμικό, αιτιακό συλλογισμό που χρησιμοποιούν οι μαθητές, δηλαδή από την τάση τους να συνδέουν πάντα ένα αίτιο με ένα αποτέλεσμα, περιγράφοντας τις αλλαγές που συμβαίνουν ως αλυσιδωτές ακολουθίες. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των στοιχείων δεν γίνονται αντιληπτές, όπως επίσης και η αντιστρεψιμότητα των καταστάσεων.
- Προέρχονται συχνά από το γεγονός ότι οι μαθητές συγχέουν κάποιες βασικές έννοιες που για τους επιστήμονες είναι οριοθετημένες.
- Είναι εξαρτώμενες από το πλαίσιο στο οποίο συναντώνται. Αυτό σημαίνει πως οι μαθητές «ενεργοποιούν» κάθε φορά τις αντιλήψεις που αναμένεται από αυτούς ανάλογα με το πλαίσιο τοποθέτησης (π.χ. σχολική τάξη, καθημερινή ζωή) και την προβληματική κατάσταση που αντιμετωπίζουν.

Ακόμη, έχει παρατηρηθεί πως (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010; Χαλκιά, 2010α) :

- Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών χαρακτηρίζονται από παγκοσμιότητα, αφού μαθητές διαφορετικού φύλου, ηλικίας και κουλτούρας εμφανίζουν παρόμοιες εναλλακτικές ιδέες.
- Είναι σε σημαντικό βαθμό αποτέλεσμα της γλώσσας που χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή.
- Διαμορφώνονται από ιδιαίτερα μικρή ηλικία, πριν ακόμη από τη μετάβαση των μαθητών στη σχολική τους ζωή.

Το ερώτημα που τίθεται τώρα είναι: Πώς μπορούν οι ιδέες των μαθητών να τροποποιηθούν αποτελεσματικά μέσα από τη διδασκαλία ώστε να συμπίπτουν με το επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας; Σύμφωνα με τον Osborne (1983) ένα πλήθος ερευνών έχει αφιερωθεί στη μελέτη αυτού του ερωτήματος και όπως διακρίνεται με βάση τα αποτελέσματά τους, η εννοιολογική αλλαγή, η ριζική αναδόμηση δηλαδή των εννοιολογικών δομών του μαθητή (Χαλκιά, 2010α) δεν είναι πάντα εύκολο να συμβεί. Η τροποποίηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών δεν μπορεί να προέλθει απότομα και ξαφνικά, αλλά μέσα από μία αργή, βαθμιαία και επίπονη διαδικασία, η οποία μάλιστα δεν αφορά την παραδοσιακή διδασκαλία (Χαλκιά, 2010α). Γενικότερα, η ερευνητική εμπειρία έχει δείξει πως μέσα από τη διδασκαλία δύο πράγματα μπορούν να συμβούν: είτε οι ιδέες των μαθητών να παραμείνουν ανεπηρέαστες, είτε να επηρεαστούν με απρόβλεπτους τρόπους κατά το μεγαλύτερο μέρος τους (Osborne, 1983).

Παρόλο που η περίπτωση να τροποποιηθούν αποτελεσματικά, ώστε να πλησιάζουν στα επιστημονικά αποδεκτά πρότυπα είναι η απόλυτα επιθυμητή και επιδιώκεται από τους διδάσκοντες, είναι εκείνη που έχει την πλέον μικρότερη πιθανότητα να συμβεί μέσω της διδασκαλίας (Βαβουγιός, 2005). Άλλωστε, οι εναλλακτικές ιδέες, δεν είναι μεμονωμένες και αυθαίρετες κατασκευές των μαθητών αλλά αποτελούν μέρος εννοιολογικών δομών που παρέχουν μια λογική και συνεπή κατανόηση του κόσμου από τη μεριά τους (Gilbert, Osborne, Fensham, 1982; Osborne & Gilbert 1980). Το γεγονός αυτό τις «εξοπλίζει» με έναν υψηλό βαθμό συνοχής και συνέπειας που τις καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικές ως προς την αλλαγή τους, κάτω σχεδόν από κάθε μορφή διδασκαλία, παραδοσιακής είτε πειραματικής (Ψύλλος κ.α., 1993).

Οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών είναι τόσο εδραιωμένες που παρατηρείται ακόμη και το φαινόμενο οι μαθητές να αξιοποιούν τις επιστημονικές ιδέες που διδάχθηκαν για τη λύση προβλημάτων στις σχολικές εξετάσεις, ωστόσο να εξακολουθούν να εφαρμόζουν τις δικές τους αρχικές ιδέες για την ερμηνεία των φαινομένων στην καθημερινή τους ζωή. Οι ιδέες των μαθητών, πιστεύεται πως διαφοροποιούνται καθώς οι μαθητές αναπτύσσονται, ωστόσο είναι δυνατόν να παραμένουν ενεργές όχι μόνο μετά τη διδασκαλία αλλά και κατά την ενήλικη τους ζωή (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010).

Τέλος, έχει παρατηρηθεί πως οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών μπορούν να ασκήσουν μια τεράστια επίδραση σε καθετί μεταγενέστερο που αυτοί θα διδαχθούν (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010). Όπως φαίνεται, οι αντιλήψεις αυτές, αξιοποιούνται από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, έτσι ώστε οι ίδιοι να φτάσουν στην κατανόηση. Στην περίπτωση αυτή, υπάρχει ο κίνδυνος οι μαθητές να διατηρήσουν μετά τη διδασκαλία τόσο την επιστημονική εξήγηση που τους παρέχεται από το δάσκαλο, όσο και τις δικές τους αρχικές αντιλήψεις. Επομένως, το τελικό προϊόν της μάθησης, είναι πολύ πιθανόν να προέρχεται από τη «συγχώνευση» αυτών των δύο συστημάτων αντιλήψεων (Ψύλλος, 1988).

## **2.4 ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΣΕ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Οι Φυσικές Επιστήμες φαίνεται πως είναι ένα ακόμη γνωστικό πεδίο στο οποίο οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις, όσον αφορά την κατάκτηση και τη διατήρηση της γνώσης αλλά και την κατάδειξη των ικανοτήτων τους (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Έρευνες, όπως εκείνη των Carlisle & Chang (1996) υποστηρίζουν πως οι συγκεκριμένοι μαθητές αποδίδουν χαμηλότερα από τους συμμαθητές τους και εκφράζουν αμφιβολίες για την ικανότητά τους να ανταποκριθούν με επιτυχία στο συγκεκριμένο διδακτικό αντικείμενο.

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες στην κατάκτηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών, είναι άμεσο αποτέλεσμα των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Συγκεκριμένα, οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι

μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες στην κατανόηση και χρήση της γλώσσας, προφορικής και γραπτής, καθώς και τα προβλήματα μνήμης και ανάκλησης πληροφοριών, μπορούν να επιφέρουν προβλήματα στη μάθηση που προέρχεται από διαλέξεις, συζητήσεις στην τάξη, γραπτά κείμενα και παρουσιάσεις, ενώ οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν στην προφορική και γραπτή έκφραση, περιορίζουν την ικανότητά τους να αποδείξουν τη μαθησιακή τους επάρκεια. Ακόμη, δεδομένου ότι τα Μαθηματικά αποτελούν βασικό εργαλείο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, οι δυσκολίες που εμφανίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες σε βασικές μαθηματικές διεργασίες, μπορούν να καταστήσουν δύσκολη την εμπλοκή τους με αριθμητικά δεδομένα (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Οι επιστημονικές μέθοδοι που περιλαμβάνει η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, μπορούν να θέσουν κάποιες επιπρόσθετες δυσκολίες για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Συγκεκριμένα κατά τη συμμετοχή τους σε πειραματικές δραστηριότητες οι μαθητές αυτοί: δυσκολεύονται στην επεξεργασία πληροφοριών από την προϋπάρχουσα σχολική τους γνώση, η οποία μάλιστα είναι περιορισμένη (Mastropieri et al., 1996), δυσκολεύονται να διατυπώσουν ερωτήματα και υποθέσεις, δε χρησιμοποιούν ένα συστηματικό πλάνο δράσης και δυσκολεύονται να προσαρμόζουν τις στρατηγικές τους ώστε να είναι αποτελεσματικές (Dalton et al., 1997). Τείνουν να εστιάζουν σε λίγες μόνο πτυχές ενός φαινομένου και να εξάγουν συμπεράσματα βασισμένοι σχεδόν αποκλειστικά στην αισθητηριακή τους αντίληψη. Σχεδιάζουν πειράματα που νομίζουν ότι θα επιβεβαιώσουν τις αρχικές τους ιδέες και δυσκολεύονται να διατυπώσουν εναλλακτικές υποθέσεις ακόμη και όταν οι ιδέες τους δεν επιβεβαιώνονται από τα πειραματικά δεδομένα. Παρόλο που αντιλαμβάνονται την ανάγκη ελέγχου των μεταβλητών, δεν μπορούν πάντα να τον τηρήσουν στην πράξη, αλλάζοντας ταυτόχρονα πολλές μεταβλητές ενώ, πολύ δύσκολη μπορεί να αποδειχθεί για αυτούς και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Συχνά, αρνούνται να αποδεχτούν πειραματικά δεδομένα που εναντιώνονται στις δικές τους θεωρίες και τα παρερμηνεύουν, έτσι ώστε να ταιριάζουν με αυτό που οι ίδιοι πιστεύουν (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσας, 2004).

Τέλος, οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν προβλήματα συγκέντρωσης της προσοχής και προβλήματα συμπεριφοράς (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Η βιβλιογραφία αποδεικνύει πως οι συγκεκριμένοι μαθητές δυσκολεύονται με την παραμονή τους στην εργασία, με τη διαχείριση του



χρόνου και την τήρηση οδηγιών ιδιαίτερα όταν εμπλέκονται σε παραδοσιακές συνθήκες διδασκαλίας που βασίζονται σε διαλέξεις και δεν παρέχουν τις κατάλληλες τροποποιήσεις (Aydeniz et al., 2012). Συγκεντρωτικά, οι προαναφερθείσες δυσκολίες τους μπορούν να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην αυτοεικόνα τους και να συμβάλλουν στην έλλειψη κινήτρων μάθησης (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011), ενώ η μη έγκαιρη προσπάθεια κάλυψης των ιδιαίτερων μαθησιακών αναγκών τους, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τη στάση τους για το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο και να διαιωνίσει την αποτυχία τους στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών, δεδομένου ότι οι μαθητές αυτοί δεν θα έχουν το επαρκές υπόβαθρο γνώσεων για να ανταποκριθούν στις όλο και πιο σύνθετες απαιτήσεις που θέτουν οι μεγαλύτερες τάξεις (Aydeniz et al., 2012).

Παρά τις δυσκολίες που θέτει στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, κρίνεται κεντρικής σημασίας για αυτούς, διότι μπορεί να τους ωφελήσει με ποικίλους τρόπους. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να συμβάλλει στην προαγωγή των συλλογιστικών τους δεξιοτήτων και των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων καθώς και στην προετοιμασία τους για την πανεπιστημιακή τους πορεία και την επαγγελματική τους ανέλιξη, ενδεχομένως, στον τομέα των Επιστημών (Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999). Ακόμη, το πλεονέκτημα που διακρίνει το μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι πως δε βασίζεται αποκλειστικά σε γλωσσικές δεξιότητες, όπου εντοπίζονται τα κύρια προβλήματα των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, με αποτέλεσμα να τους προσφέρει σημαντικές ευκαιρίες επιτυχίας και ισότιμης συμμετοχής (Βαβουγιός & Παντελιάδου, 2006). Πολλή μεγάλη αναδεικνύεται η σημασία τους για την ένταξη των μαθητών αυτών στις γενικές τάξεις αφού ως γνωστικό αντικείμενο, προσφέρονται περισσότερο από οποιοδήποτε άλλο για την εφαρμογή ενταξιακής εκπαίδευσης (Dalton et al., 1997; Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999). Στις Φυσικές Επιστήμες, επικρατεί η παραδοχή πως όλοι οι μαθητές μπορούν να μάθουν δεδομένου ότι λαμβάνουν τις κατάλληλες ευκαιρίες για μάθηση (Dalton et al., 1997).

#### **2.4.1 ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Προκειμένου να υπερβούν τις δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, έχουν ανάγκη από ειδικά σχεδιασμένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Τα διάφορα χαρακτηριστικά των μαθητών αυτών μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετική ανταπόκριση στη διδασκαλία ανάλογα με τη διδακτική προσέγγιση που θα χρησιμοποιηθεί. Σύμφωνα με τους Scruggs & Mastropieri (1993) δύο είναι οι γενικές προσεγγίσεις που χαρακτηρίζουν το μεγαλύτερο μέρος της διδασκαλίας για τους μαθητές αυτούς, το παραδοσιακό μοντέλο της μάθησης και η μάθηση μέσω εργαστηριακών δραστηριοτήτων.

#### A. ΤΟ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Η πρώτη προσέγγιση αφορά τη μάθηση μέσω του σχολικού εγχειριδίου και είναι εκείνη που συμπίπτει με το παραδοσιακό πρότυπο διδασκαλίας. Η παραδοσιακή διδασκαλία χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '60 (Κόκκοτας, 2010), ενώ πολύ συχνά χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα, παρά τις συστάσεις που έχουν γίνει για την υιοθέτηση άλλων προσεγγίσεων.

Η προσέγγιση αυτή εστιάζει στο να μάθουν οι μαθητές τις έννοιες που γνωρίζουν οι επιστήμονες, εις βάρος συχνά των διαδικασιών που ακολουθούν οι επιστήμονες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011). Ο διδάσκοντας ξεκινάει την παράδοση περιγράφοντας ένα πείραμα. Στη συνέχεια, αφού εξηγήσει το φαινόμενο, καταλήγει στο συμπέρασμα. Με τον τρόπο αυτό όμως γίνεται σαφές ότι ο διδάσκων θεωρεί το μυαλό του παιδιού ως άδειο από οποιαδήποτε προηγούμενη γνώση ή πληροφορία και εφόσον έτσι έχουν τα πράγματα, ο μαθητής είναι ελεύθερος να καταγράψει τις επιστημονικές ιδέες όπως ακριβώς του «μεταδίδονται» από το δάσκαλο. Μία άλλη εκδοχή δέχεται την ύπαρξη εναλλακτικών ιδεών όταν ο μαθητής έρχεται στην τάξη ωστόσο θεωρεί πως οι ιδέες αυτές εύκολα θα αποβληθούν και θα αντικατασταθούν από τις επιστημονικά ορθές μέσω της διδασκαλίας. Τέλος, στη «σκληρότερη» των εκδοχών οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, που είναι και πάλι αποδεκτό ότι υπάρχουν, δε θα τροποποιηθούν κάτω από την επίδραση της διδασκαλίας. Ο μαθητής θα βρεθεί, έτσι, σε ιδιαίτερη σύγχυση, αφού στο μυαλό του πλέον θα συνυπάρχουν τόσο οι προσωπικές του απόψεις όσο και οι επιστημονικές ιδέες που ο διδάσκων του μετέδωσε (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας 2010).

Η προσέγγιση αυτή έχει δεχθεί μεγάλο μέρος κριτικής (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011) όχι τόσο λόγω της αναποτελεσματικότητάς της, καθώς η έρευνα

έχει καταγράψει κάποιες θετικές επιπτώσεις στην επίδοση των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες (Mastropieri, & Scruggs, 1992), αλλά για μερικούς άλλους ακόμη λόγους. Εκτός του ότι υποτιμά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και την ανθεκτικότητά τους, είναι εξαιρετικά δύσκολη για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, εφόσον κατά ένα μεγάλο μέρος στηρίζεται σε παραδόσεις μέσα από σχολικά εγχειρίδια και διαλέξεις του δασκάλου. Απαιτεί από αυτούς να εμπλακούν με μεγάλες ποσότητες γραπτού υλικού, στις οποίες λόγω των γραφοαναγνωστικών τους ελλειμμάτων, δεν είναι σε θέση να ανταποκριθούν (Cawley & Parmar, 2001; Mason & Hedin, 2011). Χαρακτηριστικά των εγχειριδίων, όπως η ποσότητα του νέου λεξιλογίου, η περιεκτικότητα του κειμένου και οι μέθοδοι αξιολόγησης που αυτά χρησιμοποιούν κάνουν τη διαδικασία μάθησης ακόμη πιο δυσχερή (Mastropieri & Scruggs, 1994).

## B. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Η δεύτερη προσέγγιση αφορά τη μάθηση μέσω εργαστηριακών δραστηριοτήτων. Έχει τεκμηριωθεί ερευνητικά ότι η συμμετοχή των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες αυξάνουν την κατανόηση και τη συγκράτηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών συγκριτικά με άλλες παραδοσιακές προσεγγίσεις, κειμενοκεντρικές ή που στηρίζονται σε διαλέξεις και πως κάτω από προϋποθέσεις μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικότερο μέσο διδασκαλίας για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (Scruggs, Mastropieri, Bakken, & Brigham, 1993; Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2010; Scruggs & Mastropieri, 2007). Επιπλέον, τα αποτελέσματα ερευνών όπως εκείνες των Dalton et al. (1997), Mastropieri & Scruggs & Butcher (1997) καταρρίπτουν τα στερεότυπα για τις δυνατότητες των μαθητών αυτών, καθώς υποστηρίζουν πως μία τέτοια προσέγγιση μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών τους, να τους βοηθήσει να αποκτήσουν δεξιότητες σε διαδικασίες των Φυσικών Επιστημών, αλλά και να συμβάλει στην ανάπτυξη θετικής στάσης για τη μάθηση και για τις ίδιες τις Φυσικές Επιστήμες (Mastropieri, Scruggs & Magnusen, 1999; Aydeniz et al., 2012).

Οι λόγοι που καθιστούν την εμπλοκή των μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες αποτελεσματική διδακτική προσέγγιση για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες είναι το γεγονός ότι τους δίνει τη δυνατότητα να εμπλέκονται ενεργά στη μάθησή τους και να συνδέουν αφηρημένες έννοιες με συγκεκριμένες καταστάσεις μέσω «χειροπιαστών» εμπειριών. Επιπρόσθετα, απευθύνεται σε όλες τις

αισθήσεις, στηρίζεται σε μικρότερο βαθμό στις γλωσσικές ικανότητες των μαθητών, δηλαδή σε ικανότητες ανάγνωσης, γραπτής έκφρασης και κατανόησης επιστημονικών κειμένων και, επειδή ενθαρρύνει την ομαδική εργασία, διευκολύνει την κοινωνική ένταξη και συμμετοχή των μαθητών αυτών (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσα, 2004).

Μολονότι οι διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται σε εργαστηριακές δραστηριότητες είναι γενικά αποτελεσματικές οι Scruggs, Mastropieri, Berkeley, & Graetz (2010) διαπίστωσαν ότι είναι αρκετά μεταβλητός ο τρόπος που οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες ανταποκρίνονται σε αυτού του είδους τη διδασκαλία κι αυτό γιατί η διδασκαλία με τη χρήση του εργαστηρίου μπορεί να πάρει διάφορες μορφές. Καθεμία από τις μορφές αυτές (π.χ. επίδειξη, διδασκαλία ανακαλυπτικού τύπου, εποικοδομητικού τύπου, διερεύνηση) συνεπάγεται διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Βεκύρη, 2005), αλλά και διαφορετικά πλεονεκτήματα και δυσκολίες για όλους τους μαθητές και κυρίως για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες.

#### i) Πειράματα επίδειξης

Ο πρώτος τρόπος να ενσωματωθούν οι εργαστηριακές δραστηριότητες στη διδασκαλία είναι η **επίδειξη**. Ο εκπαιδευτικός, για να εξηγήσει καλύτερα ένα φαινόμενο εκτελεί ο ίδιος ένα ή περισσότερα πειράματα στην τάξη. Οι μαθητές παρατηρούν και ίσως ορισμένοι καλούνται να διατυπώσουν παρατηρήσεις ή υποθέσεις για το τι συμβαίνει. Στην περίπτωση αυτή γίνεται φανερό πως το μοντέλο διδασκαλίας που υιοθετείται είναι και πάλι ένα «μεταδοτικό μοντέλο», επομένως οι διαπιστώσεις δε διαφέρουν πολύ από εκείνες της παραδοσιακής διδασκαλίας. Οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών αγνοούνται και πάλι, και θεωρείται πως αυτοί λαμβάνουν τη γνώση που τους μεταδίδει ο δάσκαλος, όπως ακριβώς τους τις μεταδίδει, απλά προσθέτοντας πληροφορίες στην «αποθήκη» της μνήμης τους (Barnes, 1976 στο Κόκκοτας 2010). Ωστόσο πολλές φορές υπάρχουν μεγάλες διαφορές ανάμεσα σε αυτά που θεωρεί ο δάσκαλος ότι σκέφτεται ο μαθητής και σε αυτά που στην πραγματικότητα σκέφτεται. Καθένας από τους μαθητές «βλέπει» την ίδια πειραματική δραστηριότητα να

εκτελείται και ενώ καταγράφει αυτά που προτείνει ο διδάσκων, «ερμηνεύει» το συγκεκριμένο πείραμα με τον δικό του προσωπικό τρόπο (Βαβουγιός, 2005). Η πρόκληση για το μαθητή είναι να μπορεί να αναπαράγει την πληροφορία που του μεταδίδεται ανεξαρτήτως του πώς την κατανοεί (Βεκύρη, 2005).

ii) Το ανακαλυπτικό πρότυπο

Σε μία διδασκαλία που ακολουθεί το **ανακαλυπτικό** πρότυπο, οι μαθητές καλούνται πλέον να εκτελέσουν οι ίδιοι τις εργαστηριακές ασκήσεις και να καταγράψουν τα αποτελέσματά τους. Η βασική ιδέα είναι ότι εάν στους μαθητές δοθούν τα κατάλληλα εργαλεία και τους υποβληθούν κατάλληλες καθοδηγητικές ερωτήσεις, θα μπορέσουν να «ανακαλύψουν» μόνοι τους τη γνώση. Η υπόθεση αυτή θα μπορούσε να είναι σωστή από τη στιγμή που δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να ασκηθούν προσωπικά σε επιστημονικές διαδικασίες και να εισαχθούν στον τρόπο σκέψης του επιστήμονα, ωστόσο, όπως αποδείχθηκε, η θεωρία απέχει αρκετά από την πράξη. Το γεγονός ότι οι ιδέες των μαθητών δεν λαμβάνονται υπ' όψιν και δεν αξιοποιούνται με κάποιον τρόπο κατά τη διδασκαλία, όπως ακριβώς και στις προηγούμενες προσεγγίσεις, δεν την καθιστά τόσο αποτελεσματική όσο θα αναμενόταν (Κόκκοτας 2010). Ένα πολύ θετικό στοιχείο ωστόσο της συγκεκριμένης προσέγγισης είναι πως απομακρύνεται πλέον από τη δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας, που οι προαναφερθέντες τύποι διδασκαλίας υιοθετούν και πλέον το κέντρο του ενδιαφέροντος της εκπαιδευτικής διαδικασίας στρέφεται στους μαθητές (Ελληνιάδου, 2008 στο Τσιχουρίδης, 2013).

iii) Το εποικοδομητικό πρότυπο

Η διδασκαλία **εποικοδομητικού τύπου** διαφέρει από τους προηγούμενους τύπους διδασκαλίας, ως προς το γεγονός ότι δίνει την δυνατότητα στο διδάσκοντα να εντοπίσει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να τις αξιοποιήσει στη διδασκαλία. Τα πειράματα αποτελούν το μέσο εκείνο που θα προκαλέσει εννοιολογική αλλαγή και για αυτό επιλέγονται πολύ προσεκτικά, ώστε να την επιτύχουν. Ο διδάσκων αρχικά προσανατολίζει τους μαθητές στο θέμα, περιγράφοντας ένα συγκεκριμένο πείραμα ή κάνοντας αναφορά για φαινόμενα της καθημερινής τους ζωής. Οι μαθητές στη συνέχεια χωρισμένοι σε ομάδες σκέφτονται και ερμηνεύουν με βάση τις δικές τους ιδέες και αποκαλύπτουν στο διδάσκοντα τις εντυπώσεις που τους δημιουργήθηκαν στη

φάση του προσανατολισμού. Όταν όμως, σε επόμενο στάδιο, υλοποιούν τις σκέψεις αυτές τους μέσω της κατάλληλης πειραματικής ή/ και θεωρητικής διαδικασίας προκειμένου να τις ελέγξουν, διαπιστώνουν πως το πειραματικό αποτέλεσμα που προκύπτει από την προσωπική τους δράση δε συμφωνεί με αυτό που σκέφτηκαν. Οι μαθητές βρίσκονται σε αδιέξοδο και επέρχεται έτσι μια εσωτερική γνωστική σύγκρουση, που μετά από αρκετές δοκιμές έχει ως αποτέλεσμα να μετατοπιστούν «αυτοβούλως» και «οικειοθελώς» από τις δικές τους ιδέες σε άλλες που είναι πλησιέστερες στο κυρίαρχο επιστημονικό μοντέλο (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010).

Παρ' όλα τα οφέλη που έχουν οι εργαστηριακές δραστηριότητες εποικοδομητικού τύπου, οφείλουμε να αναγνωρίσουμε ότι δεν είναι εύκολες, αλλά περιλαμβάνουν μια σειρά από διαδικασίες που θέτουν πρόσθετες απαιτήσεις σε δεξιότητες που οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες δεν έχουν ακόμη κατακτήσει, όπως το να διατυπώνουν προβλέψεις, να συλλέγουν δεδομένα με συστηματικό τρόπο και να καταλήγουν σε συμπεράσματα μέσω της αξιολόγησης των αρχικών υποθέσεων τους, αλλά και να συνεργάζονται σε ομάδες, αφού συνήθως τέτοιου είδους δραστηριότητες έχουν ομαδικό χαρακτήρα (Βεκύρη, 2005)

#### iv) Το ερευνητικά εξελισσόμενο πρότυπο

Τέλος, μία ακόμη προσέγγιση που κερδίζει έδαφος τα τελευταία χρόνια είναι το *ερευνητικά εξελισσόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο* (Καλκάνης, 2002). Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του μοντέλου αυτού είναι ότι εξυπηρετεί «την ανάπτυξη της γνώσης των διαδικασιών αντί της ανάπτυξης της γνώσης των εννοιών». Με άλλα λόγια οι μαθητές δεν καλούνται να ανακαλύψουν δεδομένες αλήθειες αλλά τη διαδικασία που θα τους οδηγήσει σε αυτές, η οποία θα είναι συστηματική και μεθοδική και θα βασίζεται σε μία λογική παρόμοια με εκείνη που ακολουθούν οι επιστήμονες στην κατασκευή της γνώσης. Η προσέγγιση αυτή ακολουθεί εν ολίγοις τα εξής στάδια: Οι μαθητές εφόσον έχουν παρατηρήσει, πληροφορηθεί, αποκαλύψει τις αρχικές ιδέες τους και προβληματιστεί γύρω από το μελετώμενο θέμα και έχουν πλέον διαμορφώσει μια ολιστική άποψη γύρω από αυτό, αντιλαμβάνονται την ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης, διατυπώνουν, ενδεχομένως, τα δικά τους ερωτήματα και υποθέσεις και σχεδιάζουν τον τρόπο με τον οποίο θα συλλέξουν δεδομένα (αναζήτηση περαιτέρω πληροφοριών, επικοινωνία με ειδικούς, και κυρίως πειραματισμός). Μετά τη συλλογή των δεδομένων

τους, τα αξιολογούν, τα συνθέτουν και καταλήγουν σε συμπεράσματα τα οποία γενικεύουν για άλλα παρόμοια φαινόμενα του φυσικού κόσμου.

Τα ερευνητικά δεδομένα είναι υπέρ της διερευνητικής προσέγγισης διδασκαλίας για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Οι Dalton, Morocco, Tivnan & Rawson-Mead (1997), για παράδειγμα συνέκριναν δύο διαφορετικές πρακτικές προσεγγίσεις για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Η μία προσέγγιση ήταν απλώς βασισμένη σε εργαστηριακά πειράματα, ενώ η άλλη προσέγγιση με την ονομασία *SIS (Supported Inquiry Science)*, εκτός από την πραγματοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων, έδινε έμφαση τόσο στον εντοπισμό και τη διδασκαλία των μαθητών μέσω των προηγούμενων εναλλακτικών τους αντιλήψεων όσο και στις διαδικασίες σκέψης που οι επιστήμονες ακολουθούν για την κατασκευή της νέας γνώσης. Οι μαθητές που συμμετείχαν στην *SIS*, τόσο οι τυπικά αναπτυσσόμενοι, όσο και εκείνοι με Μαθησιακές Δυσκολίες, κατέδειξαν καλύτερη εκμάθηση των εννοιών που διδάχθηκαν.

Και η συγκεκριμένη προσέγγιση, ωστόσο, παρά τα οφέλη που παρουσιάζει, περιλαμβάνει μια σειρά από διαδικασίες, ορισμένες εκ των οποίων είναι ιδιαίτερα απαιτητικές. Εκτός των απαιτήσεων που έθεταν οι προηγούμενες προσεγγίσεις εργαστηριακών δραστηριοτήτων, θέτουν δύο επιπλέον προκλήσεις για τους μαθητές: να διατυπώνουν τα δικά τους ερωτήματα και να σχεδιάζουν τις δικές τους παρεμβάσεις στο φυσικό κόσμο για να ελέγξουν τις υποθέσεις τους (Βεκύρη, 2005).

Όλα τα παραπάνω, υποδηλώνουν ότι παρόλο που όλες οι προσεγγίσεις που βασίζονται σε εργαστηριακές δραστηριότητες έχουν ως κέντρο τους τον πειραματισμό και την ενεργή κατασκευή της γνώσης, μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ως προς το σχεδιασμό και τη δομή των εμπειριών που προσφέρουν στους μαθητές, τη φύση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης που μεσολαβεί για τη μάθηση τους, αλλά και ως προς τις προκλήσεις που τους θέτουν. Το ερώτημα, λοιπόν, δεν είναι αν οι μαθητές θα συμμετάσχουν σε εργαστηριακές δραστηριότητες αλλά με ποιο τρόπο η διδασκαλία θα πρέπει να σχεδιαστεί και να εφαρμοστεί, έτσι ώστε όλοι οι μαθητές να ωφεληθούν, συμπεριλαμβανομένων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες. Η απλή παροχή διδασκαλίας που περιλαμβάνει πειράματα, χωρίς όμως να λαμβάνονται υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, χωρίς να τηρούνται οι σωστές αρχές σχεδιασμού και χωρίς να γίνεται χρήση των κατάλληλων στρατηγικών είναι λιγότερο πιθανό να

επιφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα για τους μαθητές (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

Διάφορες παιδαγωγικές πρακτικές όπως η αποφυγή πολλών, ασύνδετων μεταξύ τους πειραμάτων, η σύνδεση των επιμέρους διαδικασιών με το γενικό σκοπό μιας δραστηριότητας ή project, ο καθοδηγητικός ρόλος του εκπαιδευτικού στη διατύπωση ερωτημάτων, υποθέσεων και προβλέψεων πριν την πραγματοποίηση του πειράματος αλλά και στην ανάπτυξη συμπερασμάτων, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες να επωφεληθούν το μέγιστο δυνατό από τη διδασκαλία εργαστηριακών δραστηριοτήτων (Παντελιάδου, Πατσιοδήμου & Μπότσας, 2004).

#### **2.4.2 ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Ανεξάρτητα από τη διδακτική προσέγγιση που θα χρησιμοποιηθεί, ένα σημαντικό μέρος της έρευνας έχει αφιερωθεί στη μελέτη πρόσθετων στρατηγικών και προσαρμογών της διδασκαλίας που θα βοηθήσουν τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες να ξεπεράσουν τα εμπόδια στην κατανόηση και μάθηση του περιεχομένου των Φυσικών Επιστημών. Τέτοιες πρακτικές είναι οι εξής:

##### **A. Ενίσχυση της αναγνωστικής κατανόησης**

Δεδομένων των δυσκολιών των μαθητών με ΜΔ που δυσχεραίνουν την κατάκτηση της γνώσης μέσα από την ανάγνωση των σχολικών εγχειριδίων των Φυσικών Επιστημών, η διδασκαλία στρατηγικών που υποστηρίζουν την επεξεργασία κειμένου (πρόβλεψη, ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης, περίληψη, ανεύρεση της κεντρικής ιδέας) μπορούν να αποτελέσουν μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση (Βεκύρη, 2008).

Ενδεικτικά, οι Bakken, Mastropieri & Scruggs (1997) δίδαξαν επιτυχώς μαθητές με ΜΔ να διακρίνουν τα είδη των επεξηγηματικών κειμένων βάσει των χαρακτηριστικών της δομής τους και στη συνέχεια να εφαρμόζουν την κατάλληλη



στρατηγική μελέτης. Οι Mason & Hedin (2011) σε ανασκόπηση τους, πέραν της στρατηγικής διάκρισης της δομής του κειμένου, ανεύρεσης της κεντρικής ιδέας και περίληψης ανέδειξαν ως επιπλέον αποτελεσματικές στρατηγικές ανάγνωσης εκείνες που συνδυάζαν τεχνικές αυτοπαρακολούθησης της κατανόησης, καθώς και τη διδασκαλία που περιλαμβάνει συνδυασμό στοιχείων από πολλαπλές στρατηγικές (σύνδεση με την προηγούμενη γνώση- αυτό-παρακολούθηση της κατανόησης- περίληψη).

## **B. Οργάνωση πληροφοριών**

Οι κυριότερες από τις στρατηγικές οργάνωσης των πληροφοριών είναι οι οπτικές αναπαραστάσεις οργάνωσης (graphic organizers), που περιλαμβάνουν τη χρήση πινάκων, γραφημάτων, εννοιολογικών/νοηματικών χαρτών και διαγραμμάτων ροής, που μπορούν να βοηθήσουν το μαθητή να οργανώσει πληροφορίες και να αντιληφθεί τη δομή μιας παραγράφου ή μιας ενότητας (Βεκύρη, 2008).

Η έρευνα σχετικά με την ενσωμάτωση γραφικών αναπαραστάσεων και χωρικών οργανωτών σε ένα κείμενο, έχει αποφέρει θετικά αποτελέσματα όσον αφορά την κατανόηση και την ανάκληση των διδασκόμενων πληροφοριών και τη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011; Οι Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2010).

Οι οδηγοί μελέτης, αποτελούν ένα ακόμη μέσο οργάνωσης του προς εκμάθηση υλικού, το οποίο μπορεί να επιφέρει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, συγκρινόμενο με την παραδοσιακή κειμενική διδασκαλία (Lovitt & Horton, 1994). Πρόκειται για φύλλα εργασίας που ετοιμάζονται από το διδάσκοντα για την καθοδήγηση της μελέτης συγκεκριμένων εννοιών του σχολικού βιβλίου και τα οποία περιλαμβάνουν ερωτήσεις ανοικτού τύπου, ημιτελείς προτάσεις ή ημιτελή διαγράμματα και σχήματα, που ο μαθητής καλείται να απαντήσει ή να συμπληρώσει αμέσως μετά τη μελέτη ενός κειμένου. Μέσω αυτών επιτυγχάνεται η εστίαση της προσοχής του μαθητή στα κυριότερα σημεία, ενώ παράλληλα του δίνεται η ευκαιρία να αξιολογήσει την κατανόησή του (Βεκύρη, 2008).

## **Γ. Μνημονικές στρατηγικές**

Οι μνημονικές τεχνικές μπορούν να αποτελέσουν ένα εργαλείο αρκετά χρήσιμο για την προαγωγή της γρήγορης κατάκτησης και διατήρησης της ανάκλησης του νέου

λεξιλογίου, ιδιαίτερα για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011; Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

Ενδεικτικό παράδειγμα μνημονικής τεχνικής αποτελεί η μέθοδος της «λέξης-κλειδί» (*key word*) και της «αναγνωριστικής λέξης» (*pegword*) (Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

Στην πρώτη περίπτωση, για την ενίσχυση της ανάκλησης των νέων δύσκολων ή άγνωστων όρων, προάγεται η σύνδεσή των λέξεων-στόχων με άλλες λέξεις με τις οποίες μοιάζουν ακουστικά και είναι αρκετά οικείες για τους μαθητές. Στη συνέχεια, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εικόνες που αναπαριστούν τη λέξη-κλειδί να αλληλεπιδρά με τη λέξη-στόχο, ώστε να εδραιωθεί η μεταξύ τους σύνδεση τόσο ακουστικά όσο και οπτικά, και ο μαθητής να είναι σε θέση να ανακαλέσει εύκολα τη λέξη-στόχο όταν του ζητηθεί. Στη δεύτερη περίπτωση, της μεθόδου *pegword*, χρησιμοποιούνται λέξεις που παρουσιάζουν ομοιοκαταληξία με αριθμούς για την ενίσχυση της ανάκλησης αριθμητικών δεδομένων.

**Δ. Υποστήριξη του επαγωγικού συλλογισμού.** Ορισμένοι μαθητές με ΜΔ δυσκολεύονται περισσότερο, συγκριτικά με τους τυπικούς μαθητές, να συλλογιστούν επαγωγικά, δηλαδή να γενικεύσουν με βάση τις παρατηρήσεις τους, οι οποίες προέρχονται από άμεση εμπειρία (Βεκύρη, 2005). Το σκεπτικό εδώ, λοιπόν, είναι οι μαθητές, να καταλήξουν στο επιδιωκόμενο γενικό συμπέρασμα με τη συμβολή του διδάσκοντα, ο οποίος καθοδηγεί αμέσως και σαφώς τις διαδικασίες σκέψης τους. Ένα ακριβές παράδειγμα του πώς μπορεί να συμβεί αυτό έδωσαν οι Mastropieri, Scruggs & Butcher (1997), οι οποίοι διδάσκοντας για την κίνηση του εκκρεμούς, ζήτησαν από τους μαθητές να παρατηρήσουν το φαινόμενο και στη συνέχεια να δημιουργήσουν ένα γενικό κανόνα για αυτό. Αν οι μαθητές δεν μπορούσαν να καταλήξουν απευθείας στο επιθυμητό συμπέρασμα, μέσα από ένα καθοδηγητικό διάλογο με τους ερευνητές που περιελάμβανε έμμεσα ή διαβαθμισμένου επιπέδου ερωτήματα, όλο και πιο σαφή μηνύματα τους παρέχονταν, έτσι ώστε να αποσπαστεί το γενικό συμπέρασμα.

Μία άλλη εκδοχή για τον επαγωγικό συλλογισμό, σύμφωνα με τους Brigham, Scruggs & Mastropieri (2011) στηρίζεται στην κατασκευή συμπερασμάτων όχι από την παρατήρηση των φαινομένων από τους μαθητές αλλά μέσω της προϋπάρχουσας γνώσης τους. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται εδώ είναι η εξασκούμενη επέκταση (*coached elaboration*) και η καθοδηγούμενη διερεύνηση (*guided inquiry*). Σε τρεις

έρευνες που πραγματοποιήθηκαν, οι μαθητές διδάχθηκαν επιτυχώς να χρησιμοποιούν μία στρατηγική συλλογισμού για να επεξεργάζονται διάφορες δηλώσεις που τους παρέχονταν από την καθημερινή ζωή και το φυσικό κόσμο και μέσα από ένα κατάλληλα δομημένο διάλογο με τον ερευνητή, ο οποίος δρούσε καθοδηγητικά, να καταλήγουν στην εξαγωγή λογικών συμπερασμάτων.

Όπως φαίνεται, οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες μπορούν να διδαχθούν να εμπλέκονται ενεργά σε επαγωγικό συλλογισμό με την κατάλληλη καθοδήγηση. Ωστόσο, καλό είναι να επισημανθεί, πως οι προαναφερθείσες παρεμβάσεις πραγματοποιήθηκαν σε εξατομικευμένο επίπεδο και σε ένα υψηλά δομημένο πλαίσιο, γεγονός που περιορίζει τη γενικευσιμότητα των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο της γενικής τάξης ή της διδασκαλίας σε μικρές ομάδες. Συγκεκριμένα, υπάρχουν ορισμένες επιφυλάξεις σχετικά με το αν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες θα ωφεληθούν από το να ακούσουν τις εξηγήσεις που παράγουν έτοιμες οι συμμαθητές τους σε τέτοιους διαλόγους (Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011).

### **E. Μεσολάβηση συμμαθητών για τη μάθηση**

Ο ρυθμός μάθησης που παρουσιάζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες και ο βαθμός εξάσκησης που απαιτείται από αυτούς για την κατάκτηση της γνώσης, μπορεί να διαφέρει σημαντικά από εκείνο των συμμαθητών τους, γεγονός που μπορεί να αποτελέσει μία πρόκληση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο πλαίσιο της γενικής τάξης. Η απάντηση στην πρόκληση αυτή φαίνεται να είναι η αξιοποίηση δραστηριοτήτων με τη μεσολάβηση συνομηλίκων, οι οποίες ενισχύουν τη συμμετοχή του συνόλου των μαθητών στη διδασκαλία, ωστόσο παρέχουν ευκαιρίες διαφοροποιημένης εξάσκησης στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Σύμφωνα με τους Brigham, Scruggs & Mastropieri (2011), η λογική της διαφοροποίησης αυτής έγκειται στην παροχή σε όλους τους μαθητές του ίδιου διδακτικού υλικού, το οποίο όμως διαφέρει με κάποιον τρόπο. Έτσι για παράδειγμα, σε όλους τους μαθητές μπορεί να είναι διαθέσιμο υλικό στρατηγικού περιεχομένου, ωστόσο να αξιοποιείται μόνο από εκείνους που το έχουν ανάγκη.

Οι Mastropieri et al. (2006) συνδύασαν έναν άλλο τύπο διαφοροποιήσεων του προγράμματος με τη διδασκαλία μεσολάβησης συνομηλίκων, για την ενίσχυση της κατανόησης εννοιών της Φυσικής σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Στην περίπτωση αυτή οι διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν στη διαβάθμιση του επιπέδου

δυσκολίας που έθεταν οι δραστηριότητες για τους μαθητές, με τις ερωτήσεις για παράδειγμα, να κυμαίνονται σε ένα φάσμα απαντήσεων που περιελάμβανε από απαντήσεις αναγνώρισης ως παραγωγικές απαντήσεις. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως η παρέμβαση, είχε θετική επίδραση στην επίδοση των μαθητών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, η οποία μάλιστα διατηρήθηκε για ένα ικανοποιητικό χρονικό διάστημα.

Συνοψίζοντας, οι διάφορες μορφές διδασκαλίας συνομηλίκων (αλληλοδιδασκαλία, ομάδες συνεργατικής μάθησης) σε συνδυασμό με τη χρήση διαφοροποιημένου υλικού, μπορεί να αποφέρει ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα στην επίδοση των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες, τόσο στην ειδική εκπαίδευση, όσο και στο πλαίσιο της γενικής τάξης (Scruggs, Mastropieri, Berkeley & Graetz, 2009).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>: ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ**

### **3.1 ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ ΚΑΙ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΣΥΝΤΕΛΟΥΝ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ**

Ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πεδία της σχολικής επιστήμης. Ένα πλήθος ερευνών έχει επικεντρωθεί στο να αποδείξει πόσο επιτακτική είναι η ανάγκη για ουσιαστική και συστηματική διδασκαλία του ηλεκτρισμού στους μαθητές με σκοπό την εννοιολογική αλλαγή και πώς αυτή μπορεί με επιτυχία να πραγματοποιηθεί. Δύο είναι οι βασικοί λόγοι της επικέντρωσης αυτής (Duit, Jung & Von Rhoneck, 1985 στο Mulhall et al., 2001):

Αρχικά, ο ηλεκτρισμός θεωρείται ως ένα κεφάλαιο των Φυσικών Επιστημών με κεντρική σημασία σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Μπορούμε εύκολα να αντιληφθούμε τη σημασία του αν αναλογιστούμε τις απεριόριστες εφαρμογές του. Η ηλεκτροδότηση των πόλεων, η λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, τα μέσα μαζικής μεταφοράς, το Διαδίκτυο και οι τηλεπικοινωνίες γενικότερα, η λειτουργία της βιομηχανίας είναι αποτέλεσμα των γνώσεων που έχουν προκύψει από έρευνες πολλών ετών στο πεδίο του ηλεκτρισμού. Δεν υπάρχει αμφιβολία πως ο ηλεκτρισμός έχει διαμορφώσει τη σύγχρονη κοινωνία και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ζωής (Χαλκιά, 2010β).

Ο δεύτερος λόγος που υπαγορεύει τη διδασκαλία των εννοιών του ηλεκτρισμού είναι το γεγονός ότι οι έννοιες του αυτές είναι ιδιαίτερα σύνθετες και αφηρημένες, όχι μόνο για τους μαθητές όλων των βαθμίδων αλλά ακόμη και για ενήλικες. Το γεγονός ότι οι παρατηρήσεις δεν μπορούν να προέρχονται άμεσα από το φαινόμενο του ηλεκτρισμού αλλά μόνο από τις συνέπειές του, (π.χ. άναμμα του λαμπτήρα με το απλό πάτημα ενός κουμπιού, χωρίς να είμαστε σε θέση να παρακολουθήσουμε την πορεία του ρεύματος) κάνει την κατανόηση του να εξαρτάται από τη χρήση μοντέλων, αναλογιών και μεταφορών, και επομένως, αρκετά δύσκολη (Mulhall et al., 2001). Επιπλέον η κατανόηση των εννοιών του ηλεκτρισμού και της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος είναι μία σύνθετη διαδικασία που προϋποθέτει από τους μαθητές, ανάλογα με την ηλικία τους βέβαια, να έχουν κατακτήσει πρωτίστως άλλες έννοιες, για παράδειγμα να γνωρίζουν για την ατομική δομή της ύλης, καθώς και την έννοια του πεδίου (Χαλκιά 2010β).

Εκτός των παραπάνω δυσκολιών που οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν, μία ακόμη σημαντική δυσκολία έρχεται να προστεθεί και δεν είναι άλλη από τις εμπειρίες που αποκομίζουν οι μαθητές από τα ηλεκτρικά φαινόμενα στην καθημερινή τους ζωή. Οι εμπειρίες αυτές αποδεικνύονται ιδιαίτερα παραπλανητικές και συντελούν στο σχηματισμό εναλλακτικών ιδεών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Στο πεδίο του ηλεκτρισμού δεν είναι δύσκολο να κατανοήσουμε πώς οι καθημερινές εμπειρίες των μαθητών επηρεάζουν τις αντιλήψεις τους. Ως παράδειγμα μπορούμε να λάβουμε μια εμπειρία που όλοι έχουμε, και είναι ότι για να ανάψει η λάμπα ενός επιτραπέζιου φωτιστικού που έχουμε στο γραφείο μας, αρκεί να τη συνδέσουμε μέσω ενός μόνο καλωδίου στην πρίζα. Ωστόσο, αυτό μας υποβάλλει στην αίσθηση ότι ένας μόνο «αγωγός» είναι αρκετός για να μεταφέρει το ρεύμα από την πρίζα στη λάμπα. Φυσικά, τα πράγματα δεν είναι όπως φαίνονται καθώς μέσα σε αυτό το ένα καλώδιο υπάρχουν και άλλοι αγωγοί που κλείνουν το κύκλωμα. Στην περίπτωση αυτή, η αναλογία που ίσως ο μαθητής χρησιμοποιήσει αυθόρμητα για να κατανοήσει τη λειτουργία του ηλεκτρικού ρεύματος είναι εκείνη του υδραυλικού συστήματος όπου κάποιος ανοίγει τη βρύση (πατάει ένα κουμπί), και το νερό (ρεύμα) ρέει μέσα στο λάστιχο (καλώδιο), βγαίνοντας από την άλλη άκρη για να ποτίσει τα λουλούδια (για να ανάψει τη λάμπα). Η αναλογία αυτή μπορεί να φαίνεται

αποτελεσματική, ωστόσο βασίζεται σε μία μη επιστημονική ερμηνεία του φαινομένου του ηλεκτρισμού (Χαλκιά 2010β).

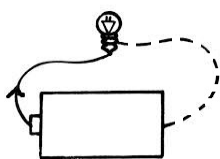
Πράγματι, οι Chiu & Lin (2005), βρήκαν ότι μερικοί μαθητές πίστευαν ότι ο ηλεκτρισμός ρέει από το ένα άκρο της μπαταρίας στο κάτω μέρος του λαμπτήρα και έτσι αυτό ανάβει. Επίσης μερικοί πίστευαν πως ένα και μόνο καλώδιο που να συνδέει τη μπαταρία και το λαμπάκι είναι αρκετό ώστε το λαμπάκι να ανάβει.

Γενικότερα, μία καλή εικόνα για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με το ηλεκτρικό κύκλωμα και τη λειτουργία του, μας προσφέρει ο Κόκκοτας (2010), ο οποίος αναφέρει ότι αυτοί θεωρούν πως το κύκλωμα αποτελείται από μια μπαταρία και έναν καταναλωτή σε αλληλεπίδραση. Σύμφωνα με τις ιδέες τους, η μπαταρία αποτελεί μία αποθήκη ηλεκτρισμού. Πιο συγκεκριμένα, η μπαταρία παίζει τον ρόλο της πηγής σε ένα κύκλωμα και σε αυτήν βρίσκεται αποθηκευμένο ρεύμα, ενέργεια, ισχύς ή ηλεκτρισμός. Οι μαθητές δε διαχωρίζουν τις έννοιες αυτές και με τον όρο *ηλεκτρισμός* θεωρούν αδιακρίτως ένα από τα παραπάνω. Ο καταναλωτής (που μπορεί να είναι μία λάμπα, ένας ηλεκτρικός κινητήρας κλπ.) δέχεται από την πηγή και καταναλώνει «κάτι», από το αποθηκευμένο στην μπαταρία, για αυτό και η μπαταρία κάποτε εξαντλείται (Borges et al., 1999). Αυτό το «κάτι» συνήθως δεν είναι υλικό σύμφωνα με τον Κόκκοτα, (2010), ωστόσο υπάρχουν έρευνες όπως εκείνη του Tiberghien (1983) που διαπίστωσαν πως παιδιά ηλικίας 8-12 ετών είχαν την τάση να πιστεύουν ότι οι μπαταρίες παρείχαν στους λαμπτήρες κάποιο είδος του υλικού.

Ο Κουμαράς (2002) αναφέρει πως ο τρόπος με τον οποίο δομούν τη σκέψη τους για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να περιγραφεί μέσω ενός αιτιακού σχήματος κατά το οποίο ενέργεια ή ρεύμα πηγαίνει από το θετικό πόλο της μπαταρίας στη λάμπα και από τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας στη λάμπα, όπου «ενώνονται» με αποτέλεσμα αυτή να ανάβει. Παρόμοια, ερευνητές όπως οι Tiberghien & Delacote, (1976 στο Shipstone, 1984) και ο Osborne (1982 στο Shipstone, 1984) διαπίστωσαν ότι μαθητές ηλικίας 8-12 ετών αντιμετώπιζαν τη λάμπα σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα ως μία τερματική συσκευή με το ρεύμα να καταλήγει σε αυτή αντί να περνάει μέσω αυτής. Για τους μαθητές, δηλαδή, υπάρχει ένας δράστης-μια αιτία (μπαταρία) που δίνει «ενέργεια» (αιτιακός διαμεσολαβητής) σε έναν παθόντα-αποτέλεσμα (λάμπα) και αυτός το καταναλώνει (Χαλκιά, 2010β).

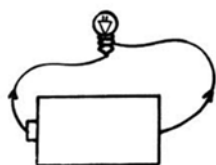
Σύμφωνα με τους Borges et al. (1999), που υποστηρίζει ότι οι μαθητές ακολουθούν ένα παρόμοιο σχήμα στις σκέψεις τους για το ηλεκτρικό ρεύμα, ο διαμεσολαβητής αυτός (που οι μαθητές ονομάζουν αδιάκριτα ηλεκτρισμό, ρεύμα ή ενέργεια) θεωρείται από αυτούς πως κινείται με μεγάλη ταχύτητα και μάλιστα σύμφωνα με έναν από τους εξής τρόπους: α) φεύγει από τον ένα πόλο της μπαταρίας και πηγαίνει στη λάμπα, β) φεύγει και από τους δύο πόλους της μπαταρίας ταυτόχρονα και πηγαίνει μέσω των δύο αγωγών στη λάμπα, γ) ο αιτιακός διαμεσολαβητής, πηγαίνει από τον ένα πόλο στη λάμπα και από εκεί στον άλλο πόλο κυκλικά, μέσω του κυκλώματος.

Γενικά, τα κύρια μοντέλα που αντιπροσωπεύουν τις ιδέες των μαθητών ηλικίας 7-18 ετών για τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος είναι τα ακόλουθα τέσσερα (Βαβουγιός, 2005; Κόκκοτας, 2010; Χαλκιά, 2010β; Chiu & Lin 2005; Osborne 1983) και έχουν πάρει τις ονομασίες τους από τον Osborne (1983).



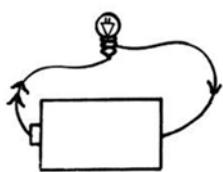
Μονοπολικό μοντέλο (Εικόνα 1): Οι μαθητές που υποστηρίζουν το συγκεκριμένο μοντέλο θεωρούν πως μόνο ένα καλώδιο είναι αρκετό για να ανάψει το λαμπάκι.

Πιστεύουν πως το ρεύμα κινείται από τον ένα πόλο της μπαταρίας στη βάση της λάμπας και εκεί καταναλώνεται πλήρως. Το δεύτερο καλώδιο σύμφωνα με αυτούς είτε δεν υπάρχει, είτε υπάρχει, όμως παίζει απλώς ένα βοηθητικό ρόλο για το κύκλωμα. Οι μαθητές αυτοί, επομένως, δεν κατέχουν την έννοια του κλειστού κυκλώματος, ενώ επιπλέον, τις περισσότερες φορές δεν αναγνωρίζουν τη διπολικότητα της μπαταρίας και της λάμπας.



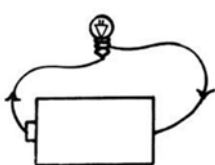
Διπολικό Μοντέλο ή Μοντέλο συγκρουόμενων ρευμάτων (Εικόνα 2): Στην περίπτωση αυτή, οι μαθητές πιστεύουν πως το ρεύμα κινείται και από τους δύο πόλους της πηγής προς το λαμπάκι, όπου κατά κάποιο τρόπο τα δύο ρεύματα συναντώνται, κάνοντας το λαμπάκι να ανάβει.

Εικόνα 2



Εικόνα 3

Μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος (Εικόνα 3): Οι μαθητές που υποστηρίζουν την ιδέα αυτή, πιστεύουν πως το ρεύμα κινείται ξεκινώντας από το θετικό πόλο της μπαταρίας και καταλήγοντας στον αρνητικό, έχουν κατακτήσει επομένως την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Ωστόσο θεωρούν πως ένα μέρος του ρεύματος «καταναλώνεται» καθώς περνά από το λαμπάκι κι έτσι, η ένταση του είναι μικρότερη στο δεξιό καλώδιο (δηλαδή μετά το λαμπάκι).



Εικόνα 4

Επιστημονικό μοντέλο (Εικόνα 4): Οι μαθητές θεωρούν πως το ρεύμα κυκλοφορεί διατηρώντας σταθερή τιμή σε όλο το κύκλωμα. Η πηγή δίνει ενέργεια στα ηλεκτρικά φορτία που διατρέχουν τα καλώδια του κυκλώματος, την οποία το λαμπάκι χρησιμοποιεί ώστε να φωτοβολεί. Το μοντέλο αυτό για να κατακτηθεί, απαιτεί ουσιαστική και συστηματική διδασκαλία και συνήθως συναντάται σε μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας.

Όσον αφορά ειδικά την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος, έχουν γίνει ήδη κάποιες αναφορές που υποδεικνύουν πως οι μαθητές δεν το αναπαριστούν ξεκάθαρα στη σκέψη τους και δεν το διαχωρίζουν από άλλες έννοιες όπως ρεύμα, ηλεκτρισμός ή ηλεκτρική ενέργεια. Σε μία μελέτη των Psillos, Koumaras & Valassiades (1987) οι ερευνητές έθεσαν την ερώτηση «τι είναι ηλεκτρικό ρεύμα;» σε μαθητές ηλικίας 14-15 ετών. Όλοι οι μαθητές ανέφεραν τις οικιακές ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό και τη λειτουργία τους ή τη χρησιμότητά τους για την ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών. Η πλειοψηφία των μαθητών (72%) συνέδεσε το «ρεύμα» με την (ηλεκτρική) «ενέργεια» που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία αυτών των αντικειμένων. Και πάλι διάφορες εκφράσεις χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές όπως το «είδος» ή η «μορφή» ενέργειας αλλά και όροι όπως «ηλεκτρισμός» ή «ηλεκτρική ενέργεια». Ένα μικρό επίσης ποσοστό μαθητών (20%) συσχέτισε το ρεύμα όχι με αυτό που είναι, αλλά με αυτό που κάνει, π.χ. ανέφεραν πως οι παραπάνω συσκευές λειτουργούν λόγω του ρεύματος. Στην ίδια ερώτηση πολλοί μαθητές ανέφεραν πως το ρεύμα παράγεται σε σταθμούς παραγωγής ενέργειας ή από καύσιμα. Να σημειωθεί, επίσης ότι και σε αυτή την έρευνα, 8 στους 10 μαθητές ανέφεραν πως το ηλεκτρικό ρεύμα είναι «αποθηκευμένο» στη μπαταρία, παρέχεται από αυτή στο κύκλωμα και είναι σταθερό.



Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως ένας πολύ σημαντικός παράγοντας στον οποίο μπορούμε να αποδώσουμε τη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων από τους μαθητές για το ηλεκτρικό ρεύμα, είναι και η γλώσσα που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή. Για παράδειγμα οι ηλεκτρικές συσκευές χαρακτηρίζονται ως «καταναλωτές ηλεκτρικού ρεύματος», η ΔΕΗ ζητάει από τους πελάτες της να περιορίσουν την «κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος» (Κόκκοτας, 2010).

### **3.2 ΕΥΡΗΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**

Γίνεται σαφές ότι οι μαθητές όταν βλέπουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που λειτουργεί και ακούν τον όρο ηλεκτρικό ρεύμα, κατασκευάζουν εύκολα ιδέες που δεν είναι σωστές από επιστημονική άποψη. Ο Osborne (1983) ανέφερε πως αυτό είναι δυνατόν να συμβεί, δηλαδή οι μαθητές να οικοδομήσουν εναλλακτικές ιδέες, ακόμη και σε πολύ μικρή ηλικία, δηλαδή πριν ακόμη διδαχθούν τις έννοιες του ηλεκτρισμού. Μάλιστα, αν οι ιδέες τους αυτές δεν τεθούν εγκαίρως υπό αμφισβήτηση, δηλαδή σε μικρή επίσης ηλικία, παρόλο που είναι υψηλό το επίπεδο αφηρημένης σκέψης που απαιτείται, οι μαθητές κινδυνεύουν να τις παγιώσουν (Osborne et al., 1982 στο Osborne, 1983).

Το ερώτημα που τίθεται τώρα είναι: Πώς μπορούν οι ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα να τροποποιηθούν αποτελεσματικά μέσα από τη διδασκαλία;

Η έρευνα αποκαλύπτει ότι πολλοί μαθητές διατηρούν τις εναλλακτικές τους ιδέες για το ηλεκτρικό κύκλωμα ακόμη και μετά τη διδασκαλία (Aydeniz, 2010). Η Flier (1994) σε μία έρευνά της σε μικρούς μαθητές (5-7 ετών) διαπίστωσε πως αυτοί, στη μεγάλη τους πλειοψηφία, διατήρησαν τις εναλλακτικές τους ιδέες τρεις μήνες μετά τη διδασκαλία για τον ηλεκτρισμό. Στην έρευνα αυτή μόνο το ένα τρίτο των μαθητών διατήρησαν τις επιστημονικά αποδεκτές απόψεις που διδάχθηκαν για το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Μία άλλη έρευνα σε μεγαλύτερης ηλικίας μαθητές (14 ετών) έδειξε πως τα θετικά αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης ήταν τόσο εφήμερα που τρεις μήνες μετά οι μαθητές αυτοί όχι μόνο είχαν επανέλθει στις προ-διδασκαλίας ιδέες τους, αλλά είχαν ανακατασκευάσει τις παρατηρήσεις που έκαναν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, έτσι ώστε τώρα να υποστηρίζουν τις προηγούμενες αντιλήψεις τους αντί να τις αμφισβητούν (Gauld 1986). Οι Osborne et al. (1981 στο Osborne et al., 1983) βρήκαν ότι παρόλο που οι περισσότεροι μαθητές είχαν τροποποιήσει τις ιδέες τους σε σχέση με το ηλεκτρικό κύκλωμα, διατήρησαν την ιδέα πως ένα μόνο καλώδιο είναι αρκετό για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε καταστάσεις όπου η διαδρομή επιστροφής του ρεύματος δεν ήταν φανερή (π.χ. σε ένα φακό), ενώ ο Osborne (1983) απέδειξε πως ακόμη και αν ένας μαθητής είναι ικανός να κατασκευάσει επιτυχώς ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα με μια μπαταρία και λαμπάκι, δε σημαίνει απαραίτητα πως θα μπορεί να εκτιμήσει πώς κυκλοφορεί το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε αυτό.

Ωστόσο υπάρχουν έρευνες με ιδιαίτερα ενθαρρυντικά αποτελέσματα όπως αυτή των Aydeniz (2010) σε μαθητές Δημοτικού (10-12 ετών), οι οποίοι αξιοποίησαν δραστηριότητες διερεύνησης (Electric Circuits KitBook) και διαπίστωσαν υψηλό βαθμό κατανόησης για τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Ακόμη οι έρευνες των Chiu & Lin (2005) σε μαθητές της ίδιας ηλικίας, αλλά και των Ugur et al. (2005) σε μαθητές Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι χρησιμοποίησαν πολλαπλές αναλογίες για τη διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, δείχνουν σημαντικά οφέλη στην κατανόηση των μαθητών και προτείνουν αποτελεσματικούς τρόπους για την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής.

Οι εναλλακτικές ιδέες για το ηλεκτρικό κύκλωμα μπορεί να είναι ακόμη πιο συχνές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, οι οποίοι συχνά δυσκολεύονται με την εκμάθηση ακαδημαϊκού περιεχομένου (Carlisle & Chang, 1996). Οι ανασκοπήσεις της βιβλιογραφίας, όμως, δείχνουν πως είναι αρκετά μικρός ο αριθμός των ερευνών παρέμβασης που έχουν στο επίκεντρό τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες στις Φυσικές Επιστήμες γενικότερα (Aydeniz et al., 2012; Brigham, Scruggs & Mastropieri, 2011) και κατ' επέκταση και στο θεματικό πεδίο του ηλεκτρισμού.

Ωστόσο, υπάρχουν θετικές ενδείξεις και για τους μαθητές αυτούς, αφού σε έρευνα των Aydeniz et al. (2012), η εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης, σε μαθητές δημοτικού με Μαθησιακές Δυσκολίες, βασισμένης σε υλικό και δραστηριότητες

διερεύνησης για το ηλεκτρικό κύκλωμα, αλλά και για τον ηλεκτρομαγνητισμό (Electric Circuits Kitbook) έδειξε πολλαπλά οφέλη για την κατανόηση και τη διατήρηση της γνώσης.

### 3.3 ΑΝΑΛΟΓΙΕΣ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Τα μοντέλα, οι μεταφορές και οι αναλογίες είναι ουσιαστικής σημασίας για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού, αναμφισβήτητα σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι σε οποιοδήποτε άλλη θεματική ενότητα των Φυσικών Επιστημών, αφού όπως έχει προαναφερθεί, οι έννοιες εδώ είναι ιδιαίτερα περίπλοκες και αφηρημένες και οι παρατηρήσεις δεν μπορούν να προέρχονται άμεσα από τα φαινόμενα αλλά μόνο από τις συνέπειες των φαινομένων (Mulhall, McKittrick & Gunstone, 2001).

Η χρήση των αναλογιών στον ηλεκτρισμό έχουν αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης έρευνας. Γενικά, ένα πλήθος αναλογιών έχει χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς για τη διδασκαλία του ηλεκτρικού ρεύματος και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Ο Τσιχουρίδης (2013) σε μία επισκόπηση της σχετικής διεθνούς βιβλιογραφίας, τις έχει καταγράψει και διακρίνει σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: α) τα μοντέλα των ρευστών, όπου συνηθέστερες είναι οι αναλογίες με το κύκλωμα του νερού, β) τα ανθρωπομορφικά μοντέλα όπου οι αναλογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν κυρίως ανθρώπους ή σωματίδια και γ) τα μηχανικά μοντέλα, όπου χρησιμοποιούνται αναλογίες όπως εκείνες του τρένου ή της αλυσίδας του ποδηλάτου.

Ο Osborne (1983) για να διδάξει τους μαθητές για το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποίησε την αναλογία της ροής του αίματος στο ανθρώπινο σώμα, όπου τα καλώδια παραλληλίστηκαν με τα αιμοφόρα αγγεία, η μπαταρία με την καρδιά κλπ. παρόλο που παραδέχεται και ο ίδιος πως η συγκεκριμένη αναλογία παρουσιάζει τη δική της επικινδυνότητα όπως και όλες οι αναλογίες.

Μία αρκετά διαδεδομένη αναλογία είναι εκείνη του ηλεκτρικού κυκλώματος με το κύκλωμα του νερού (Χαλκιά, 2010α). Για τη χρήση της αναλογίας του κυκλώματος

του νερού, ωστόσο, στη διδακτική ενότητα του ηλεκτρικού ρεύματος έχουν διατυπωθεί ορισμένες αντιρρήσεις στην ξενόγλωσση βιβλιογραφία. Αφενός η αναλογία αυτή ενδυναμώνει την εναλλακτική ιδέα των μαθητών ότι το ηλεκτρικό ρεύμα μοιάζει με ρευστό και οδηγεί σε συμπεράσματα όπως ότι το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να διαφύγει από μία μη συνδεδεμένη πρίζα ή ότι η αντίσταση οφείλεται στην τριβή ανάμεσα στα ηλεκτρόνια και το μονωτή του καλωδίου (Champagne et al., 1985 στο Harrison & Treagust, 2006). Αφετέρου οι Gentner & Gentner (1983 στο Dagher, 1997) διαπίστωσαν πως οι μαθητές που δεν ξέρουν πολλά για τις υδραυλικές αντλίες μπορεί να μην ωφεληθούν από τη χρήση της συγκεκριμένης αναλογίας όταν διδάσκονται για το ρεύμα στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Οι μαθητές μπορεί να έχουν μία στοιχειώδη οικειότητα με τις υδραυλικές αντλίες αλλά αποτυγχάνουν να καταλάβουν πώς δουλεύουν. Η οικειότητα από μόνη της μπορεί να μην είναι αρκετή, αλλά, θα πρέπει η χρησιμοποιούμενη αναλογία να είναι εύκολα προσβάσιμη για τους μαθητές.

Μία ακόμη έρευνα που απέδειξε ότι η αναλογία κυκλώματος νερού και ηλεκτρικού κυκλώματος μπορεί να μην είναι ιδιαίτερα βοηθητική για το συλλογισμό των μαθητών είναι εκείνη του Wilkinson (1973, στο Shipstone, 1985). Τα αποτελέσματα της περιγράφονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα:

Πηγή: Shipstone, 1985

<b>Απαντήσεις μαθητών</b>	<b>Ποσοστό μαθητών (%)</b>
Ο μαθητής διακρίνει και επισημαίνει τη διαφορά μεταξύ της ροής του νερού και του ηλεκτρισμού	54
Ο μαθητής υποστηρίζει πως αυτές οι ομοιότητες τον βοηθούν στην κατανόηση του ηλεκτρισμού	33
Ο μαθητής πραγματικά εμφανίζεται να χρησιμοποιεί την αναλογία όταν αντιμετωπίζει έναν προβληματισμό	27
Ο μαθητής χρησιμοποιεί την αναλογία σωστά	6

Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα είναι και η πρόταση αρκετών ερευνητών (Chiu & Lin, 2005; Duit, 1991; Harrison & Treagust, 2006; Ugur et al., 2012), οι οποίοι υποστηρίζουν πως τα ηλεκτρικά κυκλώματα προσφέρονται για τη χρήση πολλαπλών αναλογιών. Προτείνουν δηλαδή για την ίδια έννοια να χρησιμοποιούνται πολλές και

διαφορετικές αναλογίες, έτσι ώστε οι μαθητές να έχουν τη δυνατότητα να προσεγγίσουν το πρόβλημα με πολλούς τρόπους και να επιλέξουν εκείνον που είναι περισσότερο αποτελεσματικός για τους ίδιους. Οι πολλαπλές αναλογίες μπορούν να λειτουργήσουν ως «αντίδοτο» στις παρανοήσεις που προκαλούνται από τη χρήση μίας και μόνο αναλογίας (Spigo et al., 1989 στο Duit, 1991). Έτσι για τη διδασκαλία της διατήρησης του ρεύματος στο ηλεκτρικό κύκλωμα προτείνονται (Χαλκιά, 2010α):

α) Η αναλογία ηλεκτρικού κυκλώματος και τρένου όπου ένα τρένο ταξιδεύει συνεχώς σε μία κυκλική διαδρομή, γεμίζοντας με επιβάτες σε μία στάση (το ανάλογο της μπαταρίας) και αποβιβάζοντας τους σε μία άλλη (ανάλογο της λάμπας). Οι μαθητές θα πρέπει να ταυτοποιήσουν τα βαγόνια του τρένου με το ρεύμα και τους επιβάτες με την ενέργεια.

β) Η αναλογία του ηλεκτρικού κυκλώματος με την αλυσίδα ποδηλάτου όπου κατά την κίνηση, η αλυσίδα μεταφέρει ενέργεια από το μεγάλο γρανάζι (μπαταρία) στο μικρό γρανάζι (λάμπα). Οι μαθητές θα πρέπει να εστιάσουν στην ομοιότητα ανάμεσα στη συνεχή κίνηση της αλυσίδας και στο καλώδιο που μεταφέρει το συνεχές ρεύμα. Η συγκεκριμένη αναλογία χρησιμεύει για την παρουσίαση του φαινομένου της σταθερότητας του ρεύματος σε ένα κύκλωμα (Τσιχουρίδης, 2013).

γ) Η αναλογία ηλεκτρικού ρεύματος και ιμάντα μεταφοράς. Ένας κυκλικός ιμάντας μεταφοράς μέσω μίας συνεχούς κίνησης παίρνει κάρβουνο από το ανθρακωρυχείο (το ανάλογο της μπαταρίας) και το ρίχνει στα βαγόνια του τρένου (το ανάλογο του λαμπτήρα).

δ) Η αναλογία ηλεκτρικού κυκλώματος με σωματική προσομοίωση όπου οι μαθητές σχηματίζουν ένα κύκλο (το ανάλογο του κυκλώματος), ένας μαθητής παίρνει καραμέλες από τον εκπαιδευτικό (μπαταρία) και κινούμενος επί του κύκλου δίνει καραμέλες σε 3-4 μαθητές (λάμπες συνδεδεμένες σε σειρά).

Παρά τα οφέλη που μπορεί να εμφανίζει, η χρήση πολλαπλών αναλογιών μπορεί να δημιουργήσει πρόβλημα σε μία κατηγορία μαθητών που πιστεύουν πως μόνο ένας τρόπος υπάρχει για την προσέγγιση ενός προβλήματος. Οι μαθητές αυτοί, οι οποίοι τείνουν να ταυτίζουν πλήρως την αναλογία με την ερμηνεία του φαινομένου, είναι δυνατόν να μπερδευτούν από την εισαγωγή και άλλων αναλογιών και να οδηγηθούν στη δημιουργία πολλαπλών εναλλακτικών αντιλήψεων (Harrison & Treagust, 2006).

Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι όταν οι διδάσκοντες αποφασίζουν να συμπεριλάβουν αναλογίες στη διδασκαλία τους είναι σημαντικό να αναγνωρίζουν τους περιορισμούς τους, αλλά και τις πτυχές τους εκείνες που δυσκολεύουν τους μαθητές (Shipstone, 1985).

## **ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ**

### **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**

#### **4.1 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ**

Η μελέτη των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών τυπικής ανάπτυξης στον τομέα του ηλεκτρισμού, ως περιοχή έρευνας, έχει αποφέρει πλούσια βιβλιογραφία σε παγκόσμιο επίπεδο. Ωστόσο, η μελέτη των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες στο ίδιο πεδίο καθώς και των μέσων που μπορούν να οδηγήσουν στην επιτυχή τροποποίηση των αντιλήψεων αυτών, αποτελούν συγκριτικά ένα πεδίο περιορισμένης ερευνητικής δραστηριότητας.

Λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο πλαίσιο, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να απαντήσει σε δύο ερευνητικά ερωτήματα:

A) Ποιες είναι οι πρωταρχικές ιδέες ενός μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες στις έννοιες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και σε ποιο βαθμό οι ιδέες του αυτές ταυτίζονται με εκείνες που έχει αναδείξει η βιβλιογραφία για τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης;

B) Σε ποιο βαθμό η υποβολή του μαθητή σε διδακτική παρέμβαση προσαρμοσμένη στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του μπορεί να προωθήσει την εννοιολογική αλλαγή ως προς το νοητικό μοντέλο του ηλεκτρικού κυκλώματος που αυτός υιοθετεί και ως προς την κατανόηση των ιδιοτήτων που ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα παρουσιάζει;

#### **4.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ**

Η έρευνα επικεντρώθηκε στη λεπτομερή περιγραφή και ανάλυση της διαδικασίας εννοιολογικής αλλαγής μέσω μιας διδακτικής παρέμβασης σε ένα μεμονωμένο μαθητή, κινήθηκε, δηλαδή στα μεθοδολογικά πλαίσια του ποιοτικού ερευνητικού είδους της μελέτης περίπτωσης.

Η μελέτη περίπτωσης σύμφωνα με τους Cohen, Manion & Morrison (2008, σελ. 309-310) είναι *«ένα συγκεκριμένο επιστημονικό παράδειγμα που συχνά σχεδιάζεται για να σκιαγραφήσει μια γενικότερη κατάσταση, είναι η μελέτη ενός περιστατικού εν τη εξελίξει του. Το συγκεκριμένο περιστατικό είναι τμήμα ενός ευρύτερου συστήματος... Συνιστά ένα μοναδικό παράδειγμα πραγματικών προσώπων, σε πραγματικές καταστάσεις, δίνοντας τη δυνατότητα στους αναγνώστες να κατανοήσουν έννοιες πιο ξεκάθαρα έναντι μιας απλής παρουσίασης τους με αφηρημένες έννοιες, θεωρίες ή αρχές... Οι μελέτες περίπτωσης μπορούν να διεισδύσουν σε καταστάσεις με τρόπους που δεν επιδέχονται πάντα αριθμητική ανάλυση»*.

Το διακριτικό στοιχείο της μελέτης περίπτωσης είναι ότι επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση μιας μονάδας, ενός συστήματος που χαρακτηρίζεται από μια συνολικότητα ή ακεραιότητα αποτυπώνοντας τα γεγονότα, τις σχέσεις και τις άλλες παραμέτρους που αλληλεπιδρούν σε μια μοναδική περίπτωση (Sturman, 1999 στο Cohen et al., 2008). Πράγματι και ο Yin (2003, σελ. 13) ορίζει τη μελέτη περίπτωσης ως ένα εμπειρικό είδος έρευνας που *«μελετά ένα σύγχρονο φαινόμενο στο πραγματικό του πλαίσιο, ιδιαίτερα όταν τα όρια μεταξύ του φαινομένου και του πλαισίου δεν είναι σαφή»*. Το πλεονέκτημα λοιπόν της συγκεκριμένης ερευνητικής στρατηγικής είναι πως επιτρέπει την περιγραφή, κατανόηση και ανάλυση των μηχανισμών και των διαδικασιών νοηματοδότησης της κοινωνικής δράσης αποφεύγοντας το διαχωρισμό του πλαισίου από το φαινόμενο μελέτης και την απομόνωση ορισμένων μόνο παραγόντων – μεταβλητών (Ιωσηφίδης, 2008). Το γεγονός αυτό ευνοεί την επιλογή της εν λόγω στρατηγικής και για τη διεξαγωγή της παρούσας έρευνας. Εξάλλου, η παρούσα μελέτη σκοπό έχει να διερευνήσει τις εναλλακτικές ιδέες ενός μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες, οι οποίες εξ ορισμού επηρεάζονται από το πλαίσιο του μαθητή και την αλληλεπίδραση του με το κοινωνικό του περιβάλλον, έχουν επηρεαστεί από μία διδασκαλία για τα ηλεκτρικά κυκλώματα που ο μαθητής έλαβε στο παρελθόν στο πλαίσιο της φοίτησης του στο σχολείο και πρόκειται να επηρεαστούν σκοπίμως από τη διδακτική παρέμβαση που θα λάβει χώρα στα πλαίσια διεξαγωγής της παρούσας μελέτης περίπτωσης.

Ένα ακόμη στοιχείο που διακρίνει τη μελέτη περίπτωσης είναι ότι οι ερευνητές, όπως και σε άλλες ποιοτικές στρατηγικές έρευνας δεν έχουν στόχο να εξάγουν μέσω αυτής ένα καθολικό γενικεύσιμο συμπέρασμα. Τα συμπεράσματα μιας μελέτης περίπτωσης δεν είναι γενικεύσιμα με την έννοια της αντιπροσωπευτικότητας, όπου τα στοιχεία και οι ιδιαιτερότητες ενός δείγματος αντιπροσωπεύουν έναν γενικό πληθυσμό αναφοράς (στατιστική γενίκευση), αφού η περίπτωση που μελετάται δεν αποτελεί «μονάδα δειγματοληψίας» και στόχος της δεν είναι η απαρίθμηση συχνοτήτων. Αντίθετα, στόχος της μελέτης περίπτωσης είναι η γενίκευση και η επέκταση θεωρητικών θέσεων που συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση των κοινωνικών φαινομένων μέσα από την εις βάθος μελέτη τους και στην ανάδειξη διαδικασιών που θα μπορούσαν να έχουν ευρύτερη θεωρητική και αναλυτική αξία σε παρόμοιες περιπτώσεις (αναλυτική γενίκευση) (Ιωσηφίδης, 2008; Yin, 2003). Στην περίπτωση αυτή, της αναλυτικής γενίκευσης, μία προϋπάρχουσα ανεπτυγμένη θεωρία χρησιμοποιείται ως περίγραμμα, με το οποίο θα συγκριθούν τα εμπειρικά δεδομένα της μελέτης περίπτωσης και αν το υποστηρίζουν, τότε μπορεί να υποστηριχθεί πως υπάρχει η δυνατότητα αναπαραγωγής των αποτελεσμάτων. Με αυτή την έννοια, η χρήση της θεωρίας στη μελέτη περίπτωσης είναι καθοριστικής σημασίας και μπορεί να αποτελέσει το κύριο μέσο για τη γενίκευση των συμπερασμάτων της (Yin, 2003).

Η μελέτη περίπτωσης, όπως και κάθε άλλη ερευνητική στρατηγική (π.χ. πείραμα, επισκόπηση, ιστορική έρευνα) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τρεις σκοπούς: είτε για να διερευνήσει, είτε για να περιγράψει, είτε για να επεξηγήσει. Μπορούν έτσι να προσδιοριστούν τρία είδη μελέτης περίπτωσης. Οι διερευνητικές μελέτες περίπτωσης επικεντρώνονται κυρίως σε καταστάσεις στις οποίες αξιολογούνται παρεμβάσεις της πραγματικής ζωής, οι οποίες δεν έχουν μία σαφή, ενιαία σειρά αποτελεσμάτων, ερευνούν κυρίως το «ποιος» ή «τι» και μπορούν να λειτουργήσουν πιλοτικά για άλλες μελέτες ή ερευνητικά ερωτήματα. Οι περιγραφικές μελέτες περίπτωσης παρέχουν αφηγηματικές περιγραφές παρεμβάσεων αλλά και του πλαισίου της πραγματικής ζωής μέσα στο οποίο αυτές προκύπτουν, ενώ οι επεξηγηματικές μελέτες περίπτωσης επεξηγούν αιτιακές συνδέσεις σε παρεμβάσεις της πραγματικής ζωής και μπορούν να συνδέσουν την εφαρμογή ενός προγράμματος με τα αποτελέσματά του, απαντώντας κυρίως σε ερωτήματα όπως το «πώς» ή το «γιατί» (Yin, 2003). Αν και τα είδη αυτά συχνά παρουσιάζουν σημαντικές περιοχές αλληλοεπικάλυψης, καθιστώντας δύσκολη την τοποθέτηση μιας έρευνας σε ένα συγκεκριμένο είδος, η παρούσα μελέτη



περίπτωσης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως διερευνητική διότι επιδιώκει κυρίως να εξετάσει «ποιες» είναι οι αρχικές ιδέες ενός μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες στις έννοιες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων αλλά και σε ποιο βαθμό αυτές μεταβλήθηκαν μέσω της διεξαγωγής μιας διδακτικής παρέμβασης.

### **4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ**

Στο σχεδιασμό της παρούσας μελέτης περίπτωσης συμπεριλήφθηκε έλεγχος των ιδεών του μαθητή για τις έννοιες των ηλεκτρικών κυκλωμάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Έτσι, η έρευνα εκτυλίχθηκε σε τρεις φάσεις (αρχική αξιολόγηση των ιδεών του μαθητή- διδακτική παρέμβαση-τελική αξιολόγηση). Όλοι οι διάλογοι που έλαβαν χώρα στη διάρκεια της μαγνητοφωνήθηκαν και αναλύθηκαν για τη σκιαγράφηση του τρόπου με τον οποίο επήλθε η εννοιολογική αλλαγή.

#### 1<sup>η</sup> Φάση- Αρχική Αξιολόγηση

Στην πρώτη φάση πραγματοποιήθηκε η χορήγηση του αρχικού ερωτηματολογίου στο μαθητή, η οποία έλαβε τη μορφή ατομικής συνέντευξης. Όλα τα ερωτήματα εκφωνούνταν στο μαθητή και οι απαντήσεις του ήταν προφορικές.

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έχει προκύψει πως ένα σημαντικό ποσοστό ερευνητών χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της ατομικής συνέντευξης ως εργαλείο για τη διερεύνηση των αρχικών ιδεών των μαθητών τυπικής ανάπτυξης στις έννοιες του ηλεκτρισμού (Johsua & Dupin, 1987; McDermott & Shaffer, 1992; Osborne, 1983; Osborne & Gilbert, 1980) σε αντίθεση με άλλους που χρησιμοποίησαν γραπτές δοκιμασίες (Chiu & Lin, 2005; Shipstone, 1984), ενώ μία ακόμη κατηγορία ερευνητών χρησιμοποίησαν συνδυασμό τόσο γραπτών και πειραματικών δοκιμασιών, όσο και συνεντεύξεων για την ανίχνευση των ιδεών των μαθητών τους (Psillos, Koumaras & Valassiades, 1987). Στην παρούσα έρευνα, κρίθηκε σκόπιμο να αξιοποιηθεί η μέθοδος της ατομικής συνέντευξης ως μέσο συλλογής των δεδομένων, καθώς θεωρήθηκε πως στην προκειμένη περίπτωση θα υπερείχε άλλων μεθόδων (π.χ. ενός τεστ ή ερωτηματολογίου που απαιτεί γραπτές απαντήσεις) για μία σειρά λόγων που παρατίθενται στο εξής.

Αρχικά, ένα από τα σημαντικότερα γνωρίσματά της ατομικής συνέντευξης είναι ότι εξαλείφει τα προβλήματα που θα μπορούσαν να προκύψουν από ελλειπίς

γραφοαναγνωστικές δεξιότητες, γεγονός που την καθιστά το αποτελεσματικότερο μέσο συλλογής δεδομένων για ένα μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες. Ένας μαθητής που ανήκει στη συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα, μέσω της μεθόδου αυτής είναι σε θέση να ξεδιπλώσει ευκολότερα τις σκέψεις του χωρίς να αναλώνεται στην επίπονη για αυτόν διαδικασία της ανάγνωσης εκφωνήσεων και παραγωγής εκτενών γραπτών απαντήσεων. Ακόμη, όπως υποστηρίζει ο Oppenheim (1992 στο Cohen, Manion & Morrison 2008), στα πλεονεκτήματα της συνέντευξης συγκαταλέγεται το γεγονός ότι κινητοποιεί περισσότερο το μαθητή, αφού αυτός λόγω των συνθηκών δε μπορεί να αγνοήσει εύκολα μια ερώτηση, δεν μπορεί να αποφύγει τη δικαιολόγηση μιας απάντησής του και φυσικά δεν μπορεί να τη «μαντέψει». Επιπλέον, η ατομική συνέντευξη διακρίνεται από μια ελαστικότητα όταν πρόκειται να συζητηθούν οι λόγοι που οδήγησαν το μαθητή να καταλήξει σε μία συγκεκριμένη απάντηση, ενώ μπορούν να αποκομιστούν περισσότερες πληροφορίες για το πόσο εμμένει σε μία απάντησή του ή αν αμφιταλαντεύεται μεταξύ δύο απαντήσεων, κάτι που δεν μπορεί να συμβεί στην περίπτωση ενός τεστ ή ερωτηματολογίου. Φυσικά, μέσω της συνέντευξης, αποφεύγεται η απλή παράθεση ορισμών από το μαθητή που μπορεί να μην έχουν κατανοηθεί, ενώ δίνεται επιπλέον η δυνατότητα μεγαλύτερης εμβάθυνσης στις απαντήσεις του. Τέλος ο μαθητής έχει την ευκαιρία να υποβάλει ο ίδιος ερωτήσεις και να ζητήσει διευκρινίσεις σε περίπτωση που δεν κατανοεί μία ερώτηση που του τέθηκε ή σε περίπτωση που διακρίνει μια ασάφεια (Osborne & Gilbert, 1980).

Παρόλα αυτά, αξίζει να σημειωθεί εδώ, πως για να είναι επιτυχής μία συνέντευξη αρκετές προϋποθέσεις πρέπει να τηρούνται (Osborne & Gilbert, 1980). Είναι απαραίτητο η ατομική συνέντευξη να διεξάγεται σε μία ευχάριστη και ασφαλή ατμόσφαιρα που δε δίνει την εντύπωση της προφορικής εξέτασης. Επιπλέον, ο ερευνητής θα πρέπει να προσπαθεί να αποσπά πληροφορίες από το μαθητή, να παρακολουθεί τα σχόλιά του, να μειώνει τη αμηχανία και τις περιόδους σιωπής, να κρατά ζωντανό το ενδιαφέρον του και να αποσαφηνίζει τη σκέψη του μαθητή, προσέχοντας ωστόσο να μην την καθοδηγεί, να μην παρέχει στοιχεία ανατροφοδότησης και να παρουσιάζει τις ερωτήσεις με τέτοια σειρά ώστε να μην επηρεάζονται οι μετέπειτα απαντήσεις του. Οι παράγοντες αυτοί ελήφθησαν υπόψη και για τη διεξαγωγή των συνεντεύξεων (τόσο της αρχικής όσο και της τελικής) που έλαβαν χώρα στην παρούσα ερευνητική μελέτη.

Η εν λόγω αρχική συνέντευξη αξιολόγησης δομήθηκε με βάση τα πρότυπα και τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών που έχουν επικεντρωθεί στη διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα. Επομένως, επιλέχθηκαν ερωτήσεις οι οποίες, όπως έχει προκύψει από τη μελέτη της βιβλιογραφίας, μπορούν να αναδείξουν με επιτυχία τις αντιλήψεις του μαθητή στο υπό μελέτη θέμα, ενώ ευρήματα που έχουν επιβεβαιωθεί από την πλειοψηφία των ερευνών εντάχθηκαν ως πιθανές απαντήσεις στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

Η συνέντευξη αυτή περιελάμβανε 11 ερωτήσεις, οι οποίες ποίκιλαν σε μορφή. Σε ορισμένες από αυτές, ο μαθητής είχε τη δυνατότητα να επιλέξει τη σωστή απάντηση μεταξύ άλλων απαντήσεων που του παρουσιάστηκαν κυρίως ως σχηματικές απεικονίσεις, άλλες ήταν ανοιχτού τύπου ερωτήσεις, ενώ μία από αυτές ζητούσε από τον ίδιο να σχεδιάσει ένα επεξηγηματικό σχήμα.

Οι πρώτες τρεις ερωτήσεις της συνέντευξης, είχαν βασικό στόχο τον προσανατολισμό του μαθητή στο θέμα που επρόκειτο να διδαχθεί. Η μία από αυτές περιελάμβανε την επίδειξη εικόνων με ηλεκτρικές συσκευές και στόχευε επιπλέον στο να διερευνήσει αν ο μαθητής αντιλαμβάνεται τις συνέπειες του ηλεκτρικού ρεύματος (π.χ. μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας σε φως, θερμότητα κλπ.).

Οι ερωτήσεις που ακολούθησαν, στόχευαν στην ανάδειξη των ιδεών/αντιλήψεων του μαθητή σχετικά με:

1. Το πώς αναπαρίσταται το ηλεκτρικό ρεύμα στη σκέψη του (ερώτηση 4: ανοικτού τύπου, βασισμένη σε ερώτηση των Psillos, Koumaras & Valassiades, 1987)
2. Το ρόλο των στοιχείων του κυκλώματος (μπαταρίας, καλωδίων - ερωτήσεις 5 και 6 αντίστοιχα, επίσης ανοικτού τύπου, βασισμένες σε ερωτήσεις που χρησιμοποίησαν οι Παρασκευάς και Αλιμήσης (2007) σε σχετικό ερωτηματολόγιό τους)
3. Το νοητικό μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος που υιοθετεί ο μαθητής (ερωτήσεις 7,8,9,10,11)

Αναλυτικότερα (για τις ερωτήσεις 7-11), η 7<sup>η</sup> ερώτηση ζητά από το μαθητή να εξηγήσει με δικά του λόγια ποια είναι η διαδικασία για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα

απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, ενώ η 8<sup>η</sup> τον καλεί να σχεδιάσει το ηλεκτρικό αυτό κύκλωμα όπως εκείνος το φαντάζεται. Η 9<sup>η</sup> ερώτηση προέρχεται από αντίστοιχη ερώτηση των Psillos, Koumaras & Valassiades (1987) και είναι πολλαπλής επιλογής. Παρουσιάζει 4 διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και προτρέπει το μαθητή να κυκλώσει εκείνους στους οποίους το λαμπάκι θα ανάψει. Σκοπός των ερωτήσεων αυτών σε συνδυασμό με τη 10<sup>η</sup> που ακολουθεί και καλεί το μαθητή να απαντήσει πόσα καλώδια χρησιμοποίησε για να ανάψει το λαμπάκι, είναι να διαπιστωθεί εάν ο μαθητής γνωρίζει ποιες είναι οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούνται όσον αφορά τη συνδεσμολογία για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και κυρίως αν υποστηρίζει την ύπαρξη δεύτερου καλωδίου, αναγνωρίζοντας παράλληλα τη χρησιμότητά του. Η 11<sup>η</sup> ερώτηση είναι πολλαπλής επιλογής και βασίστηκε στην έρευνα του Osborne (1983). Οι απαντήσεις που προσφέρονται ως πιθανές προέρχονται από την ανάλυση των τεσσάρων βασικών νοητικών μοντέλων που οικοδομούν οι μαθητές, όπως ανιχνεύθηκαν από το συγκεκριμένο ερευνητή, για την εξήγηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος (μονοπολικό, διπολικό κλπ.). Στόχος της, πέρα από το να διαπιστώσει αν ο μαθητής αντιλαμβάνεται τη χρησιμότητα του δευτέρου καλωδίου, είναι να εξετάσει την άποψή του σχετικά με τη διαδρομή που ακολουθεί το ρεύμα μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

## 2<sup>η</sup> Φάση – Διδασκαλία

Κατά τη δεύτερη φάση της έρευνας πραγματοποιήθηκε πεντάωρη εξατομικευμένη διδασκαλία (για πέντε ημέρες, μία ώρα διδασκαλίας καθημερινά), η οποία σχεδιάστηκε βάσει α) των στοιχείων που προέκυψαν από την αρχική συνέντευξη αξιολόγησης β) των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων του μαθητή και γ) των γνώσεων για τον ηλεκτρισμό που θεωρούνται απαραίτητες για την ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκει ο μαθητής. Η διδασκαλία έλαβε μέρος στο χώρο του εργαστηρίου Η/Υ του σχολείου για την εξασφάλιση της ησυχίας που απαιτούνταν για τη συγκέντρωση του μαθητή. Στόχοι της διδασκαλίας ήταν :

- 1) Να αντιληφθεί ο μαθητής την ατομική δομή του ηλεκτρικού ρεύματος.
- 2) Να διαπιστώσει πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα.

3) Να κατανοήσει ο μαθητής ότι η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων ονομάζεται ηλεκτρικό ρεύμα και να είναι σε θέση να δείξει με ποιο τρόπο κινούνται αυτά μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

4) Να συσχετίσει τα στοιχεία ενός κυκλώματος με τα αντίστοιχα σύμβολα.

5) Να κατανοήσει πως απαραίτητη προϋπόθεση για να υπάρξει ηλεκτρικό ρεύμα είναι το κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.

6) Να διαπιστώσει πειραματικά τη χρησιμότητα του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και να είναι σε θέση να αναγνωρίζει πότε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα είναι ανοιχτό και πότε είναι κλειστό.

7) Να διαπιστώσει πειραματικά ότι υπάρχουν υλικά που άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και υλικά που δεν άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα και να είναι σε θέση να εξηγήσει για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό.

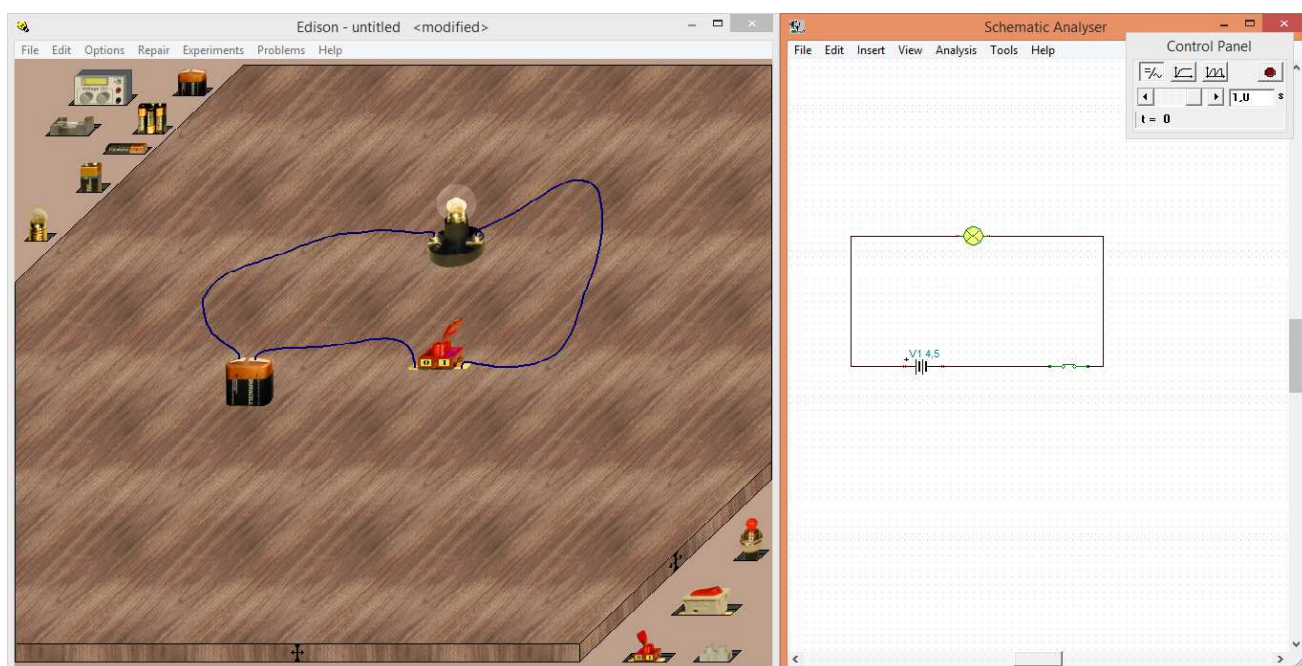
Η διδακτική παρέμβαση περιελάμβανε την πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων (συγκεκριμένα για την επίτευξη του 2<sup>ου</sup>, 5<sup>ου</sup> και 7<sup>ου</sup> στόχου) εποικοδομητικού τύπου κατά τις οποίες η διαδικασία είχε ως εξής: ο μαθητής διατύπωνε υποθέσεις, εκτελούσε τα πειράματα, αξιολογούσε τις προβλέψεις του ελέγχοντας αν συμφωνούν με τα δεδομένα που προέκυπταν και διατύπωνε τα συμπεράσματα με την καθοδήγηση της ερευνήτριας, η οποία φρόντιζε να τον επιβραβεύει για τις επιτυχείς ενέργειες και απαντήσεις του. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μπαταρία, λαμπτήρες, καλώδια, ένας αυτοσχέδιος διακόπτης καθώς και διάφορα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν για τη διάκριση των υλικών σε αγωγούς και μονωτές.

Η διδασκαλία εκτός από την πραγματοποίηση πειραμάτων, πλαισιώθηκε επίσης με την παρουσίαση εικόνων και διάφορων σχηματικών απεικονίσεων στο μαθητή με σκοπό τη διευκόλυνση της κατανόησης. Ακόμη, κατά τη διδασκαλία, και συγκεκριμένα για την επίτευξη του 3<sup>ου</sup> διδακτικού στόχου, αξιοποιήθηκε η αναλογία της αλυσίδας ποδηλάτου, η οποία ενδείκνυται από τη βιβλιογραφία για την ενίσχυση της κατανόησης της φοράς και της κίνησης του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα στο καλώδιο αλλά και για την κατανόηση της διατήρησης της τιμής του σε όλα τα σημεία του ηλεκτρικού κυκλώματος (Τσιχουρίδης, 2013; Χαλκιά, 2010α). Η συγκεκριμένη αναλογία προτιμήθηκε μεταξύ των άλλων προτεινόμενων από τη βιβλιογραφία αναλογιών (που αναφέρονται στο α' μέρος της παρούσας εργασίας) καθώς θεωρήθηκε πως χρησιμοποιεί έννοιες ιδιαίτερα απλές και οικείες για το μαθητή, που θα μπορούσαν,

μάλιστα, να κινητοποιήσουν το ενδιαφέρον του. Ωστόσο, προκειμένου και αυτή η απλή σχετικά αναλογία να προσαρμοστεί λίγο περισσότερο στις ιδιαιτερότητες του μαθητή, θεωρήθηκε σκόπιμο να παρουσιαστεί σε αυτόν σε μία ελαφρώς απλοποιημένη μορφή από εκείνη που η βιβλιογραφία προτείνει. Συγκεκριμένα, δεν έγινε ο συσχετισμός μεγάλου γραναζιού-μπαταρίας και μικρού γραναζιού- λαμπτήρα, αλλά συσχέτιστηκε μόνο η συνεχής κίνηση των ηλεκτρονίων στο καλώδιο με την συνεχή κίνηση των κρίκων της αλυσίδας.

Εκτός από τη διενέργεια πραγματικών εργαστηριακών πειραμάτων, ο μαθητής εξασκήθηκε, επίσης, στην πραγματοποίηση «εικονικών» πειραμάτων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του λογισμικού Edison 4 (Τσιχουρίδης & Βαβουγιός, 2007). Το Edison 4 είναι ένα πρόγραμμα – εργαστήριο πολυμέσων για την εξερεύνηση και τη μάθηση του ηλεκτρισμού, το οποίο:

- δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή ή τον εκπαιδευτικό να σχεδιάσει, να παρουσιάσει και να αναλύσει κυκλώματα τόσο συμβολικά όσο και με εικόνες (στο μισό της οθόνης ο μαθητής κατασκευάζει το κύκλωμά του ενώ στο άλλο μισό η συμβολική αναπαράσταση του κυκλώματος δημιουργείται αυτόματα)
- προσομοιώνει σε πολύ μεγάλο βαθμό το πραγματικό εργαστήριο και δίνει την αίσθηση στον μαθητή ότι δουλεύει στη πραγματικότητα χρησιμοποιώντας συσκευές, όργανα, καλώδια και άλλα εξαρτήματα. Ο



μαθητής μπορεί ακόμη και να ακούσει χαρακτηριστικούς ήχους, όπως το κάψιμο και σπάσιμο ενός λαμπτήρα.

➤ δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή είτε να δει έτοιμα πειράματα να δημιουργούνται μπροστά του, είτε να δημιουργήσει τα δικά του.

➤ συνοδεύεται από μια ιδιαίτερα λειτουργική διεπαφή, παρέχει στο μαθητή βοηθητικές οδηγίες και ο χειρισμός του μαθαίνεται σχετικά εύκολα.

➤ διευκολύνει την κατανόηση, κεντρίζει το ενδιαφέρον και κάνει το μάθημα ευχάριστο δίνοντας την εντύπωση στο μαθητή ότι μαθαίνει καθώς παίζει.

➤ μπορεί να αξιοποιηθεί για ποικίλους σκοπούς όπως εξάσκηση, κριτική ανάλυση, εργαστηριακή δραστηριότητα υποβοηθούμενη από Η/Υ αλλά και διδακτικό παιχνίδι.

### 3<sup>η</sup> φάση – Τελική Αξιολόγηση

Στην τρίτη φάση της έρευνας πραγματοποιήθηκε μία τελική συνέντευξη παρόμοια με την αρχική που σκοπό είχε αυτή τη φορά, αρχικά, την αποτύπωση του βαθμού εννοιολογικής αλλαγής που επιτεύχθηκε με το πέρας της διδασκαλίας, ως προς την περιγραφή και την ερμηνεία φαινομένων του ηλεκτρισμού και των ιδιοτήτων που ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα παρουσιάζει, και κατ' επέκταση την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ίδιας της διδακτικής παρέμβασης. Οι δέκα ερωτήσεις που συμπεριλήφθηκαν στη συνέντευξη ήταν όλες ανοιχτού τύπου και μόνο οι δύο από αυτές ζητούσαν συμπληρωματικά το σχεδιασμό επεξηγηματικού σχήματος. Υπήρχαν ερωτήσεις όμοιες με εκείνες της αρχικής αξιολόγησης, ωστόσο συμπεριλήφθηκαν ορισμένα επιπλέον ερωτήματα για τη διερεύνηση του βαθμού κατανόησης κάποιων εννοιών που διδάχθηκαν κατά τη φάση της παρέμβασης (π.χ. συμβολική αναπαράσταση των στοιχείων του ηλεκτρικού κυκλώματος, αγωγοί και μονωτές, ανοιχτό και κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα).

## **4.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΑΘΗΤΗ (ΣΤΟΧΟΥ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ) ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ**

Μαθητή- στόχο της παρούσας μελέτης περίπτωσης, αποτέλεσε ένας 11-χρονος μαθητής της ΣΤ' τάξης του δημοτικού, ο οποίος παρουσίαζε δυσκολίες που

προσδιορίστηκαν με βάση α) τις γνωματεύσεις του Κέντρου Διαφοροδιάγνωσης, Διάγνωσης και Υποστήριξης (ΚΕΔΔΥ) β) τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών του και του διευθυντή του σχολείου στο οποίο φοιτούσε, καθώς και γ) τις παρατηρήσεις της ερευνήτριας.

Η πρώτη γνωμάτευση για τις δυσκολίες του μαθητή ελήφθη από το ΚΕΔΔΥ όταν εκείνος φοιτούσε στη Γ' Δημοτικού, ωστόσο ποτέ δεν ολοκληρώθηκαν οι απαραίτητες ενέργειες ώστε ο ίδιος, να λάβει οποιασδήποτε μορφής υποστήριξη στο πλαίσιο του σχολείου (π.χ. φοίτηση σε τμήμα ένταξης ή παράλληλη στήριξη). Στη συγκεκριμένη γνωμάτευση γινόταν λόγος για προβλήματα λόγου και ομιλίας, γραφοαναγνωστικές δυσκολίες και εκπαιδευτικές ελλείψεις. Πιο αναλυτικά, η λογοπεδική αξιολόγησή του είχε καταδείξει διαταραχή λόγου ομιλίας σε επίπεδο προφορικής λεκτικής επικοινωνίας [φωνολογική διαταραχή: λάθη στην παραγωγή, τη χρήση, την έκφραση ή την οργάνωση του ήχου, υποκαταστάσεις ή παραλείψεις ήχων, π.χ. φάλασσα αντί θάλασσα, βλιβίο αντί βιβλίο, διαταραχή ακουστικής διαφοροποίησης ηχηρών και άηχων φωνημάτων, παραφθορά διπλών (ξ,ψ), συριστικών (σ, ζ, τσ, τζ)]. Σε επίπεδο γραφής, ανάγνωσης και οργάνωσης του γραπτού λόγου, ο μαθητής παρουσίαζε μη ικανοποιητικό οπτικογραφοκινητικό συντονισμό (με αντιστροφή φοράς χαρακτήρων και χαμηλή τριποδική λαβή γραφίδας), μη ικανοποιητικό χωρογραφικό προσανατολισμό και σοβαρή αδυναμία στην κατάκτηση μηχανισμών κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης.

Η επαναληπτική αξιολόγηση του μαθητή, παρά το γεγονός ότι είχε οριστεί εντός της αμέσως επόμενης χρονιάς, δηλαδή όταν ο μαθητής φοιτούσε στη Δ' Δημοτικού δεν πραγματοποιήθηκε, καθώς ο ίδιος δεν προσήλθε στο Κέντρο Διαφοροδιάγνωσης, Διάγνωσης και Υποστήριξης. Πραγματοποιήθηκε, ωστόσο, ένα μήνα πριν την αποφοίτησή του από την Ε' Δημοτικού.

Στη δεύτερη αυτή διάγνωση του ΚΕΔΔΥ για το μαθητή γινόταν λόγος για ειδικές δυσκολίες στη μάθηση (δυσαναγνωσία, δυσορθογραφία) καθώς και ενδείξεις για ύπαρξη ΔΕΠ-Υ. Από τη χορήγηση του ψυχομετρικού εργαλείου WISC – III προέκυψε πως το νοητικό δυναμικό του κυμαινόταν σε φυσιολογικά για την ηλικία του επίπεδα. Δεν παρατηρήθηκε στατιστική απόκλιση μεταξύ λεκτικής και πρακτικής νοημοσύνης και οι επιδόσεις του στις επιμέρους υποκλίμακες είχαν κυμανθεί κοντά του μέσου όρου. Συγκριτικά πάντα με τη δική του μέση επίδοση, κατά την αξιολόγηση, εμφάνισε



ανεπτυγμένη λογική και κριτική σκέψη, όπως επίσης ανεπτυγμένη ικανότητα οπτικής σειροθέτησης και σύγκρισης (σχέσης μέρους- όλου). Αντιθέτως κατέδειξε περιορισμένη την ακουστική βραχύχρονη μνήμη και μειωμένη ικανότητα για μαθηματικούς υπολογισμούς. Από τη λογοπεδική του αξιολόγηση διαπιστώθηκε πως ο μαθητής δεν παρουσίαζε διαταραχές λόγου-ομιλίας σε επίπεδο προφορικής λεκτικής επικοινωνίας, όμως οι δυσκολίες του ήταν ιδιαίτερα έντονες σε επίπεδο γραφής, ανάγνωσης και παραγωγής γραπτού λόγου (αντίστροφη φορά γραφής, δυσκολία κωδικοποίησης, αντικαταστάσεις και παραλείψεις γραφημάτων κ.α.)

Από την εκπαιδευτική αξιολόγηση του μαθητή διαπιστώθηκε ότι στις σχολικές δεξιότητες παρουσίαζε ανάγνωση μονότονη, κοπιώδη, συλλαβιστή με ιδιαίτερα αργή ροή, με παρατονισμούς, κομπιάσματα και λάθη φωνολογικού τύπου (προσθήκη, παραλείψεις και αντικαταστάσεις φωνημάτων και συλλαβών, ιδίως στις πολυσύλλαβες και στις λέξεις με συμφωνικά συμπλέγματα. Κατανοούσε μόνο μέσω της ακουστικής οδού και δυσκολευόταν στην περιγραφική αναδιήγηση. Στη δημιουργική γραφή εμφάνιζε επίσης αργό ρυθμό, πολλά ορθογραφικά λάθη ιστορικού, γραμματικού και φωνολογικού τύπου (προσθήκη, παραλείψεις, αντικαταστάσεις και αντιμεταθέσεις γραφημάτων και τελικού ν-ς), απουσία τονισμού, σημείων στίξης και παραγράφων, λανθασμένο διαχωρισμό λέξεων, μη χρήση αρκτικού κεφαλαίου, άστατο γραφικό χαρακτήρα (με ασυνέπεια στο μέγεθος και το σχήμα των γραφημάτων). Το λεξιλόγιό του ήταν φτωχό, ενώ το κείμενό του εμφάνιζε σημαντικές μορφοσυντακτικές ελλείψεις (ιδιαίτερα σύντομο κείμενο με απλοϊκή σύνταξη, συντακτικές ασάφειες, ελλειμματική χρήση κανόνων δομής, περιεχομένου, συνοχής, συνεκτικότητας, επιχειρηματολογίας και εκφραστικής ικανότητας).

Παρόμοια ήταν η εικόνα που σχηματίστηκε για τις δυσκολίες του μαθητή και από τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτικών του, αλλά και της ερευνήτριας. Από αυτές προέκυψε πως πράγματι στην τάξη οι δυσκολίες του ήταν τόσο έντονες, που ήταν σχεδόν αδύνατον για αυτόν να παρακολουθήσει το μάθημα. Το αναγνωστικό του επίπεδο και γενικώς οι επιδόσεις του απείχαν πλέον πολύ από εκείνες των συμμαθητών του. Την ώρα της ανάγνωσης, μετά βίας διάβαζε μία πρόταση με τη βοήθεια της εκπαιδευτικού του, ήταν ιδιαίτερα διστακτικός και συνήθως μόλις διάβαζε το μισό μίας λέξης σταματούσε και η εκπαιδευτικός του τον συμπλήρωνε.

Η γραφή του ήταν ιδιαίτερα αργή, ακανόνιστη, με ορθογραφικά λάθη ιστορικού, γραμματικού και φωνολογικού τύπου. Παρέλειπε και αντικαθιστούσε γράμματα (ενδεικτικά: ήθελε να γράψει «στο σπίτι μου» και έγραφε «στ σπιμσπι μου»), και δε χρησιμοποιούσε σχεδόν ποτέ άλλα φωνήεντα, δίψηφα ή μη, εκτός των ο, ε και ι (π.χ. έγραφε την κατάληξη –ω των ρημάτων με ο). Όταν καλούνταν να γράψει καθ' υπαγόρευση (π.χ. την ορθογραφία), καθυστερούσε σε μεγάλο βαθμό και πολύ γρήγορα παραιτούνταν από την προσπάθεια. Χρειαζόταν περίπου 15 λεπτά για τη διατύπωση μίας απλής πρότασης 5 λέξεων και μάλιστα μόνο στις ιδιαίτερα σπάνιες περιπτώσεις που η εκπαιδευτικός του είχε το χρόνο να βρίσκεται δίπλα του και να του παρέχει τη συνεχή καθοδήγησή της (η οποία συχνά χρειαζόταν να είναι καθοδήγηση γράμμα-γράμμα ή συλλαβή –συλλαβή, κάτι που δυσκόλευε και προκαλούσε σύγχυση τόσο στον ίδιο όσο και σε όλη την τάξη). Συχνά «χανόταν» και ξαναέγραφε τη φράση που μόλις είχε διατυπώσει χωρίς να το καταλάβει. Έκανε λάθη ακόμη και όταν αντέγραφε από τον πίνακα, καθυστερούσε και συνήθως δεν κατανοούσε, αλλά αντέγραφε μηχανικά και πολύ βιαστικά προκειμένου να προλάβει. Αδυνατούσε να παράγει γραπτό λόγο μόνος του, ενώ πολλές φορές, η εκπαιδευτικός αναλάμβανε να γράψει η ίδια στα τετράδιά του για να τον βοηθήσει.

Στα μαθηματικά εκτελούσε αριθμητικές πράξεις πρόσθεσης και αφαίρεσης συχνά με τη βοήθεια των δακτύλων, ενώ δυσκολευόταν στην εκτέλεση του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης, των πράξεων με δεκαδικούς αριθμούς, στον υπολογισμό κλασματικών παραστάσεων, καθώς και στην κατανόηση και επίλυση προβλημάτων. Γενικότερα, ήταν πολύ δύσκολο να ανταποκριθεί σε έννοιες που διδάσκονται στο επίπεδο της Στ' Δημοτικού (π.χ. αναλογίες, ποσοστά), και έτσι πολύ σπάνια παρακολουθούσε και συμμετείχε στο μάθημα των μαθηματικών στην τάξη.

Όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες, οι δυσκολίες του σχετίζονταν κυρίως με το γλωσσικό μέρος του μαθήματος, την έκφραση των ιδεών του, τη διάκριση των εννοιών και την απομνημόνευση της ορολογίας. Ωστόσο, το συγκεκριμένο μάθημα, σύμφωνα και με τα λεγόμενα του ίδιου του μαθητή ήταν εκείνο που προξενούσε το ενδιαφέρον του σε μεγαλύτερο βαθμό από οποιοδήποτε άλλο. Στις διδακτικές ώρες των Φυσικών Επιστημών εμφανιζόταν ιδιαίτερα πρόθυμος να συμμετάσχει στις ενεργητικές δραστηριότητες, στα πειράματα και τις συζητήσεις της τάξης.

Γενικότερα, ως μαθητής ήταν συνεργάσιμος, ευγενικός και δραστήριος, ωστόσο οι μαθησιακές δυσκολίες που αντιμετώπιζε τον επηρέαζαν σε επίπεδο κινήτρων και αυτοαποτελεσματικότητάς. Αυτό που χαρακτήριζε πλέον έντονα τη συμπεριφορά του στην τάξη ήταν η παραίτηση. Ορισμένες φορές εμφανιζόταν ιδιαίτερα ολιγομίλητος και αδυνατούσε να ανταποκριθεί ακόμη και αν του ζητούνταν να φέρει εις πέρας κάτι που ήταν εντός των δυνατοτήτων του, εκφράζοντας την πεποίθηση ότι δεν είναι ικανός. Περνούσε το περισσότερο χρόνο του, χωρίς να εμπλέκεται στη μαθησιακή διαδικασία, ενασχολούμενος με άλλες δραστηριότητες που μπορεί να έβρισκε περισσότερο ενδιαφέρουσες, ενώ σήκωνε χέρι στην τάξη μόνο για να θέσει μη σχετικές με το μάθημα ερωτήσεις. Σπάνια απαντούσε σε ερωτήματα της εκπαιδευτικού του και δυσκολευόταν ιδιαίτερα στη έκφραση των απόψεών του. Παρ' όλα αυτά, ορισμένες φορές έδειχνε απροσδόκητο ενδιαφέρον για θέματα γενικού ενδιαφέροντος που συζητούνταν στην τάξη και προσπαθούσε να συμμετάσχει στη συζήτηση (π.χ. για τα είδη των ζώων στο μάθημα φυσικής).

Η εκπαιδευτικός του επιβράβευε όλες τις προσπάθειες του, και του παρείχε περισσότερο χρόνο από τους συμμαθητές του. Το οικογενειακό του περιβάλλον ήταν επίσης αρκετά υποστηρικτικό και ευαισθητοποιημένο, ωστόσο παρατηρούνταν έντονα το φαινόμενο (σχεδόν σε καθημερινή βάση), ο μαθητής να φέρνει τις κατ' οίκον εργασίες του γραμμένες από τη μητέρα του, παρά τις επισημάνσεις της εκπαιδευτικού του, λόγω της έλλειψης χρόνου που επικαλούνταν ο ίδιος.

Στις αξιολογήσεις της τάξης, ο συγκεκριμένος μαθητής πολύ σπάνια συμμετείχε. Συνήθως, η εκπαιδευτικός του, την ώρα που οι συμμαθητές του υποβάλλονταν σε κάποια γραπτή δοκιμασία, επέλεγε μία ή δύο ασκήσεις από αυτή (τις πιο απλές και εύκολες, π.χ. μία άσκηση συμπλήρωσης κενού) τις διάβαζε σε αυτόν φωναχτά, ο ίδιος απαντούσε προφορικά και εκείνη, αφού του παρείχε την ανάλογη ανατροφοδότηση, κατέγραφε τη σωστή απάντηση. Έτσι, ο μαθητής, σχεδόν ποτέ δε λάμβανε κάποια συγκεκριμένη βαθμολόγηση στις γραπτές δοκιμασίες, ενώ και η τριμηνιαία βαθμολογία του ήταν «ενδεικτική» και όσο το δυνατόν πιο επιεικής.

Ο μαθητής είχε παρακολουθήσει στο παρελθόν, και συγκεκριμένα ένα χρόνο πριν, διδασκαλία για τις έννοιες και τα φαινόμενα που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα, στα πλαίσια της αντίστοιχης ενότητας της Φυσικής της Ε΄ Δημοτικού. Το διδακτικό μοντέλο διδασκαλίας που προτείνεται από το σχολικό

εγχειρίδιο της Ε΄ Δημοτικού «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» είναι το «ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο» (Αποστολάκης κ.ά., 2006), ωστόσο η εκπαιδευτικός του μαθητή επέλεξε να εφαρμόσει το μοντέλο της παραδοσιακής διδασκαλίας ενσωματώνοντας σε αυτό την πραγματοποίηση πειραμάτων, τα οποία η ίδια επιδείκνυε στην τάξη και οι μαθητές καλούνταν να επαναλάβουν.

Οι ιδιαίτερα χαμηλές επιδόσεις του μαθητή σε συνδυασμό με το γεγονός ότι είχε παρακολουθήσει στο παρελθόν διδασκαλία για τα ηλεκτρικά κυκλώματα, απέτρεψαν την ανεύρεση οποιουδήποτε άλλου μαθητή τυπικής ανάπτυξης, που θα μπορούσε να αποτελέσει μία ισοδύναμη και συγκρίσιμη περίπτωση και οδήγησαν στη μεμονωμένη μελέτη του. Η επιλογή ενός μαθητή τυπικής ανάπτυξης για την πραγματοποίηση της σύγκρισης, με διαφορετική σχολική προϊστορία (ο οποίος δηλαδή δε θα είχε παρακολουθήσει την ίδια διδασκαλία για τα ηλεκτρικά κυκλώματα, από την ίδια εκπαιδευτικό, στο ίδιο σχολικό πλαίσιο) και με διαφορετικές επιδόσεις από το συγκεκριμένο μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες, θα μπορούσε να επηρεάσει τα αποτελέσματα της σύγκρισης και να θέσει σε κίνδυνο την εγκυρότητα της έρευνας. Παρά το γεγονός ότι το πρώτο κριτήριο (της ίδιας σχολικής προϊστορίας) θα μπορούσε εύκολα να ικανοποιηθεί μέσω της επιλογής ενός συμμαθητή μέσα από το ίδιο τμήμα φοίτησης, η εκπλήρωση ταυτόχρονα του δεύτερου κριτηρίου (της ίδιας σχολικής επίδοσης) αποδείχθηκε ένα εγχείρημα ιδιαίτερα δύσκολο και τελικά ανέφικτο, αφού ακόμη ένας μαθητής, ο οποίος τοποθετούνταν από την εκπαιδευτικό στο κατώτερο φάσμα του μαθησιακού προφίλ της τάξης, απείχε φανερά στις επιδόσεις από τον ερευνώμενο μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> - ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

### 5.1 1<sup>Η</sup> ΦΑΣΗ- ΑΡΧΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Στην 1<sup>η</sup> φάση της έρευνας πραγματοποιήθηκε ατομική συνέντευξη αρχικής αξιολόγησης που στόχο είχε την ανάδειξη των προϋπαρχουσών ιδεών του μαθητή γύρω από το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα. Η ανίχνευση των αρχικών ιδεών των μαθητών, σύμφωνα με τις αρχές του εποικοδομητικού μοντέλου μάθησης συνιστά απαραίτητη προϋπόθεση για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό της διδασκαλίας, καθώς οι ιδέες τους αυτές μπορούν να αποβούν καθοριστικής σημασίας για την οικοδόμηση της νέας γνώσης που πρόκειται να ακολουθήσει. Εξάλλου, έχει διαπιστωθεί πως οι προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών είναι πολλές φορές αρκετά εδραιωμένες και μπορούν να διατηρηθούν ακόμη και μετά τη διδασκαλία, ενώ συχνά συνυπάρχουν με τις διδασκόμενες έννοιες, συμβάλλοντας στο τελικό προϊόν της μάθησης (Ψύλλος, 1988). Επομένως, είναι σημαντικό για τον διδάσκοντα να γνωρίζει ποιές εναλλακτικές ιδέες καλείται να αντιμετωπίσει ώστε να βοηθήσει τους μαθητές του να τις τροποποιήσουν με επιτυχία.

Οι τρεις πρώτες ερωτήσεις της συνέντευξης στόχευαν κυρίως στην εισαγωγή του μαθητή στο θέμα. Μέσω αυτών επιδιώχθηκε η ανάκληση εμπειριών από την καθημερινότητα του που συνδέονται με το φαινόμενο του ηλεκτρισμού.

#### **1<sup>η</sup> ερώτηση:**

*Ερ: Φαντάσου ότι βρίσκεσαι στην εξοχή με την παρέα σου, είναι βράδυ και ο δρόμος δεν είναι φωτισμένος, τι θα μπορούσατε να έχετε μαζί σας για να φωτίζετε το δρόμο και έτσι να περπατάτε με ασφάλεια;*

*Μαθ: Έναν φακό.*

*Ερ: Πολύ ωραία, ναι.*

Μαθ: Εεε..

Ερ: Πολύ καλά, αυτό μου φτάνει. Σε ποιες άλλες περιπτώσεις θα μπορούσες να χρησιμοποιήσεις το φακό;

Μαθ: Σε διακοπή ρεύματος... εεε, για να βρούμε κάτι σε ένα σκοτεινό σημείο που μας έχει πέσει...

### **2<sup>η</sup> -3<sup>η</sup> ερώτηση**

Η δεύτερη ερώτηση περιελάμβανε την παρουσίαση στον μαθητή εικόνων με ηλεκτρικές συσκευές. Από αυτόν ζητήθηκε κοιτάζοντας τις εικόνες να αναφέρει περιπτώσεις στις οποίες το ηλεκτρικό ρεύμα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη και στη συνέχεια να πει για κάθε μία από αυτές με ποιο τρόπο μας βοηθάει.

Ερ: Μπορείς να μου πεις σε ποιες άλλες περιπτώσεις το ηλεκτρικό ρεύμα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη; Και με ποιο τρόπο; Εδώ σου έχω φέρει και εικόνες. Ας πούμε στην πρώτη εικόνα με ποιο τρόπο μας βοηθά το ηλεκτρικό ρεύμα;

Μαθ: Μας θερμαίνει.

Ερ: Πολύ ωραία. Στη δεύτερη;

Μαθ: Στη δεύτερη; Μαγειρεύουμε με αυτό, κάνουμε κι άλλα πράγματα που μας χρησιμεύουν, που μας κάνουν την καθημερινότητά μας πιο εύκολη.

....

Ερ: Πολύ ωραία. Και στην τελευταία εικόνα;

Μαθ: Μας δροσίζει.

Από τις απαντήσεις του μαθητή φαίνεται πως ήταν ικανός να απαριθμήσει τις συνέπειες του ρεύματος, ωστόσο ο μαθητής δεν αναφέρθηκε σε μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε άλλης μορφής ενέργεια, όπως φως ή θερμότητα κλπ, όπως ίσως θα έπρεπε να κάνει. Φαίνεται να πιστεύει πως το ίδιο το ηλεκτρικό ρεύμα, μας θερμαίνει, μας δροσίζει, μας βοηθά να μαγειρεύουμε κλπ. Αυτό είναι ένα σημάδι πως ο μαθητής δεν αντιλαμβάνεται τη φύση του αλλά συγχέει την έννοια «ρεύμα» με την (ηλεκτρική) «ενέργεια» που αυτές οι συσκευές χρειάζονται για να λειτουργήσουν, κάτι που επιβεβαιώνεται και από την απάντησή του στην επόμενη ερώτηση.

#### **4<sup>η</sup> ερώτηση**

*Ερ: Τι νομίζεις πως είναι το ηλεκτρικό ρεύμα; Με δικά σου λόγια.*

*Μαθ: Μμμ... δεν ξέρω. Είναι ένα πράγμα, να το πω έτσι, που μας εεε..., που φτιάχνουμε πράγματα και τα λειτουργεί.*

Ο μαθητής δεν αντιλαμβάνεται τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος. Μία τέτοια απάντηση ήταν πολύ πιθανό να δοθεί. Σε αντίστοιχη ερώτηση («τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;») της έρευνας των Psillos, Koumaras & Valassiades (1987) το σύνολο των μαθητών, οι οποίοι μάλιστα ήταν τυπικής ανάπτυξης και μεγαλύτερης ηλικίας (14-15 ετών) από το συγκεκριμένο μαθητή, απάντησαν αναφερόμενοι στις ηλεκτρικές συσκευές και τη λειτουργία τους ή τη χρησιμότητά τους. Το 70 % από αυτούς το συνδέσαν με την ενέργεια που απαιτούν οι συσκευές για να λειτουργήσουν, ενώ ένα ποσοστό 20 % από αυτούς συσχέτισαν το ηλεκτρικό ρεύμα όχι με αυτό που είναι, αλλά με αυτό που κάνει, π.χ. ανέφεραν πως «οι συσκευές λειτουργούν λόγω του ρεύματος». Ήταν, επομένως, αρκετά αναμενόμενο και ο μαθητής της παρούσας έρευνας να απαντήσει με παρόμοιο τρόπο, συνδέοντας δηλαδή το ηλεκτρικό ρεύμα με τη χρησιμότητά του, και όχι με αυτό που είναι (η κίνηση των ηλεκτρονίων), αλλά με αυτό που κάνει («λειτουργεί» τα πράγματα που φτιάχνουμε).

Ο μαθητής έχει διατηρήσει τις λανθασμένες αντιλήψεις του για την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος παρά το γεγονός ότι την προηγούμενη σχολική χρονιά είχε διδαχθεί τη σχετική ενότητα του ηλεκτρισμού, εντός της οποίας αναφερόταν ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η «κίνηση των ηλεκτρονίων». Οι γνώσεις, επομένως, που αποκόμισε από τη διδασκαλία του συγκεκριμένου θέματος ήταν επιφανειακές και ξεχάστηκαν σχετικά γρήγορα.

#### **5<sup>η</sup> -6<sup>η</sup> ερώτηση**

Στόχος των ερωτήσεων 5 και 6 ήταν να εξετάσουν πώς ο μαθητής αντιλαμβάνεται το ρόλο των στοιχείων του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος (μπαταρία και καλώδια).

*Ερ: Ποιος είναι κατά τη γνώμη σου, ο ρόλος της μπαταρίας σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;*

Μαθ: *Η μπαταρία κουβαλάει πάνω της τον ηλεκτρισμό, εεε όμως δεν τον κρατάει για πάντα, όσο έχει μέσα... τον κρατάει όσο έχει μέσα και μετά όταν τελειώνει, εεε... αυτό. Μετά όταν τελειώνει την ανακυκλώνουμε και την ξαναγεμίζουμε.*

....

Ερ: *Ποιος είναι κατά τη γνώμη σου ο ρόλος των καλωδίων;*

Μαθ: *Μεταφέρουν το ρεύμα.*

Είναι φανερό πως ο μαθητής θεωρεί τη μπαταρία «αποθήκη ηλεκτρισμού», ενώ ο ρόλος των καλωδίων για αυτόν είναι να «μεταφέρουν το ρεύμα». Και αυτή η απάντησή του είναι συνεπής με τις επισημάνσεις της βιβλιογραφίας και ακολουθεί το αιτιακό σχήμα, το οποίο η πλειοψηφία των μαθητών χρησιμοποιεί. Το σχήμα αυτό συνοψίζεται στο ότι η μπαταρία «δίνει» (ενέργεια, ρεύμα), τα καλώδια την μεταφέρουν στην λάμπα, η οποία τη δέχεται και ανάβει. Για τους μαθητές, δηλαδή υπάρχει ένας δράστης (μπαταρία) όπου βρίσκεται αποθηκευμένο «κάτι» (ενέργεια, ρεύμα ή ηλεκτρισμός) (μεσολαβητής) που παρέχεται σε έναν παθόντα (λάμπα) και αυτός το καταναλώνει (Κόκκοτας, 2010; Κουμαράς, 2002), για αυτό και η μπαταρία «αδειάζει» όταν το περιεχόμενό της χρησιμοποιηθεί (Borges et al.1999).

Μάλιστα διαπιστώνεται πως στις απαντήσεις του μαθητή υπάρχει μία ασυνέπεια στους όρους που χρησιμοποιεί. Αναφέρει δηλαδή πως η μπαταρία «κουβαλάει πάνω της τον ηλεκτρισμό» και αμέσως μετά πως τα καλώδια «μεταφέρουν το ρεύμα». Πράγματι, οι μαθητές, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία δε διαχωρίζουν τις έννοιες *ρεύμα*, *ενέργεια*, *ισχύς* ή *ηλεκτρισμός* και τις χρησιμοποιούν αδιακρίτως.

### **7<sup>η</sup> Ερώτηση**

Στην παρούσα ερώτηση ζητήθηκε από το μαθητή να εξηγήσει τι πρέπει να γίνει για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Να σημειωθεί πως ο μαθητής κατά την περασμένη σχολική χρονιά είχε διδαχθεί σχετικά με την κατασκευή του ηλεκτρικού κυκλώματος και τη σωστή συνδεσμολογία του, ενώ συγκεκριμένα,



σύμφωνα με τα λεγόμενα της εκπαιδευτικού του, είχε ασχοληθεί με αυτή και πειραματικά.

*Ερ: Εξήγησέ μου τώρα εσύ τι πιστεύεις πως πρέπει να γίνει, ποια είναι η διαδικασία για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;*

*Μαθ: Εεε...*

*Ερ: Ποια είναι η διαδικασία;*

*Μαθ: Να... να φτιάξουμε δηλαδή με τη μπαταρία κάτι που να ανάβει το λαμπάκι;*

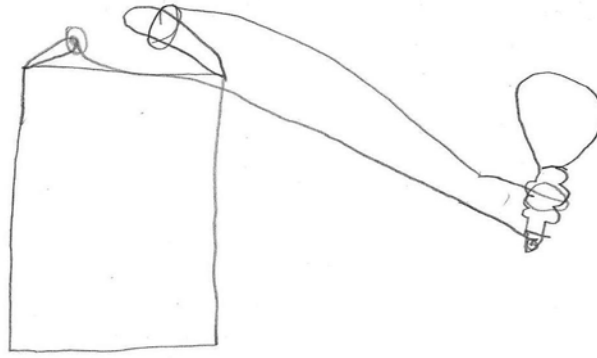
*Ερ: Ναι, ναι.*

*Μαθ: Το είχαμε κάνει αυτό. Εε, βάζουμε εδώ στους δύο πόλους δύο σύρματα έτσι και τα ενώνουμε με το λαμπάκι, και τους δύο πόλους που έχει το λαμπάκι και ανάβει.*

Ο μαθητής φαίνεται πως έχει κατακτήσει τις προϋποθέσεις που απαιτούνται για να ανάψει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, γνωρίζει δηλαδή πως για να συμβεί αυτό είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν και οι δύο πόλοι της μπαταρίας αλλά και οι δύο επαφές του λαμπτήρα. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνεται και από τις απαντήσεις του στις δύο ερωτήσεις που ακολουθούν.

### **8<sup>η</sup> Ερώτηση**

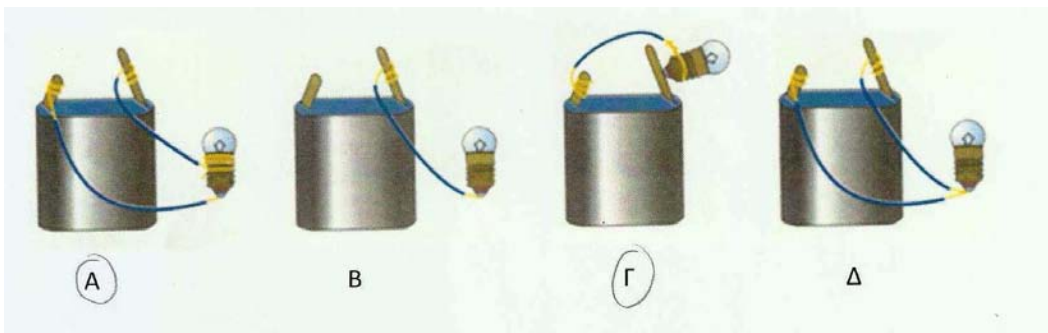
Ο μαθητής κλήθηκε εδώ να ζωγραφίσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, στο οποίο ανάβει ο λαμπτήρας, όπως εκείνος το φαντάζεται. Χωρίς να δυσκολευτεί ιδιαίτερα, σχεδίασε το ηλεκτρικό κύκλωμα ως εξής:



Ο μαθητής φαίνεται πως κατά το σχεδιασμό της σύνδεσης, υιοθέτησε το αποδεκτό επιστημονικά διπολικό μοντέλο του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος, που περιλαμβάνει μπαταρία, λαμπάκι και δύο καλώδια, τα οποία συνδέουν τους δύο πόλους της μπαταρίας με τους δύο πόλους της λάμπας.

### **9<sup>η</sup> Ερώτηση**

Στην ερώτηση αυτή παρουσιάστηκαν τέσσερις εικόνες κυκλωμάτων στο μαθητή και του ζητήθηκε να επιλέξει μεταξύ αυτών τις εικόνες εκείνες στις οποίες το λαμπάκι θα άναβε. Ο μαθητής και σε αυτή την περίπτωση πολύ γρήγορα και αποφασιστικά κατέδειξε με επιτυχία τα σχήματα εκείνα στα οποία η συνδεσμολογία θα είχε ως αποτέλεσμα το άναμμα της λάμπας. Χαρακτηριστικά ανέφερε πως θυμάται αυτή τη δραστηριότητα από τη διδασκαλία της περσινής χρονιάς.



### **10<sup>η</sup> Ερώτηση**

Σκοπός της συγκεκριμένης ερώτησης ήταν να διαπιστωθεί αν ο μαθητής υποστηρίζει την ύπαρξη δεύτερου καλωδίου στο ηλεκτρικό κύκλωμα και κυρίως αν αναγνωρίζει τη χρησιμότητά του.

Ερ: Πόσα καλώδια χρησιμοποίησες για να ανάψει το λαμπάκι;

Μαθ: Εεε, ή ένα ή δύο;

Ερ: Γιατί; Γιατί χρησιμοποίησες δύο στην πρώτη περίπτωση;

Μαθ: Εεε... Γιατί μου ήρθε πρώτο. Σαν ιδέα....

Ο μαθητής επηρεασμένος από το σχήμα Γ της προηγούμενης εικόνας (όπου χρησιμοποιείται ένα καλώδιο για να ανάψει το λαμπάκι, καθώς ο δεύτερος πόλος της μπαταρίας ακουμπά απευθείας πάνω στην επαφή του λαμπτήρα) απαντά πως χρειάζονται ένα ή δύο καλώδια. Όσον αφορά την απάντηση του για το ένα καλώδιο, σε καμία περίπτωση δεν μπορούμε να πούμε πως υιοθετεί το μονοπολικό μοντέλο του ηλεκτρικού κυκλώματος καθώς έχει αποδείξει από τις προηγούμενες απαντήσεις του πως υποστηρίζει τη χρήση και των δύο πόλων της μπαταρίας αλλά και των δύο επαφών του λαμπτήρα. Όσον αφορά την απάντησή του για τα δύο καλώδια, δέχεται πως το δεύτερο καλώδιο χρειάζεται ορισμένες φορές, ωστόσο δεν είναι σε θέση να υποστηρίξει τη χρησιμότητά του.

### **11<sup>η</sup> Ερώτηση**

Στην ερώτηση αυτή παρουσιάστηκαν οι απόψεις τεσσάρων άλλων μαθητών που προσπαθούσαν να εξηγήσουν πώς χρησιμοποιείται το δεύτερο καλώδιο και πώς κατ' επέκταση κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι απόψεις αυτές (βλ. Παράρτημα) που συνοδεύονταν και από τις αντίστοιχες σχηματικές απεικονίσεις, αντιπροσώπευαν τα τέσσερα νοητικά μοντέλα του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος που υιοθετούνται από τους μαθητές σύμφωνα με προηγούμενες έρευνες όπως εκείνη του Osborne (1983) (τα μοντέλα αυτά περιγράφονται στην ενότητα 3.1). Στη συνέχεια, ζητήθηκε από το μαθητή να αναφέρει με ποια άποψη από αυτές συμφωνεί.

Ο μαθητής, χωρίς να προβεί σε περαιτέρω σχολιασμούς, επέλεξε την άποψη εκείνη που αντιστοιχούσε στο μοντέλο των **συγκρουόμενων ρευμάτων**, θεωρούσε δηλαδή πως το ρεύμα φτάνει και με τα δύο καλώδια στο λαμπάκι, όπου και καταναλώνεται όλο.

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Από την συνέντευξη αρχικής αξιολόγησης, η γενική εικόνα που σχηματίστηκε για τις αντιλήψεις του μαθητή γύρω από το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα, συνοψίζεται στο ότι ο μαθητής ήταν μεν σε θέση να αναγνωρίσει αλλά και να σχεδιάσει ο ίδιος τη σωστή συνδεσμολογία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, ωστόσο η διδασκαλία του ηλεκτρισμού στην Ε' Δημοτικού δεν επηρέασε το ίδιο αποτελεσματικά ορισμένες άλλες εναλλακτικές του απόψεις γύρω από αυτό, αφού ο μαθητής εξακολούθησε να τις υποστηρίζει ένα χρόνο μετά.

Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε πως ο μαθητής δεν είχε εσωτερικεύσει τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος, αφού όταν ρωτήθηκε δεν ανέφερε τι είναι (η κίνηση των ηλεκτρονίων), παρά αναφέρθηκε στο τι κάνει («λειτουργεί τα πράγματα που φτιάχνουμε»). Επίσης παρουσίασε εναλλακτικές αντιλήψεις όσον αφορά το ρόλο των στοιχείων του ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι αντιλήψεις του αυτές αντικατοπτρίζουν τα ευρήματα της βιβλιογραφίας που θέλουν την πλειοψηφία των μαθητών να πιστεύουν πως στη μπαταρία είναι «αποθηκευμένος» ηλεκτρισμός (ή ρεύμα, ενέργεια κλπ., όροι που δε διακρίνονται από τους μαθητές) τον οποίο τα καλώδια μεταφέρουν στον καταναλωτή, αυτός το καταναλώνει και η μπαταρία αδειάζει.

Επιπλέον ο μαθητής παρά το γεγονός ότι μπόρεσε να αναγνωρίσει και να σχεδιάσει ο ίδιος τη σωστή συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος, παρουσίασε εναλλακτικές ιδέες όσον αφορά την εξήγηση της λειτουργίας του, αφού οι αντιλήψεις του δεν ακολουθούσαν το επιστημονικό πρότυπο, αλλά ήταν σύμφωνες με το εναλλακτικό νοητικό μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων.

Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τα προϋπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα. Ο Osborne (1983) χαρακτηριστικά, απέδειξε πως όταν ένας μαθητής είναι σε θέση να κατασκευάσει επιτυχώς ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, δε σημαίνει απαραίτητα πως θα μπορεί να εκτιμήσει τον τρόπο που κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε αυτό. Τα αποτελέσματα της ίδια έρευνας έδειξαν πως η πλειοψηφία των μαθητών υιοθετούσε το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων για να εξηγήσει τη λειτουργία του. Αλλά και στον ελληνικό χώρο, σε μελέτη που πραγματοποίησαν οι Παρασκευάς & Αλιμήσης (2007) σε 249 μαθητές της Στ' Δημοτικού, οι οποίοι επίσης είχαν διδαχθεί στο παρελθόν την ενότητα του ηλεκτρισμού, διαπίστωσαν πως παρά το γεγονός ότι το 72% των μαθητών αναγνώριζαν σωστά το κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, επιλέγοντας τη

σωστή συνδεσμολογία και το 60% μπορούσαν να σχεδιάσουν μόνοι τους τη σωστή σύνδεση, μόνο το 19% των μαθητών μπορούσε να δώσει μία εξήγηση για τη λειτουργία του σύμφωνη με το επιστημονικό πρότυπο. Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων ήταν εκείνο που συγκέντρωσε τις περισσότερες επιλογές και σε αυτή την περίπτωση.

Συμπερασματικά, η διδασκαλία του ηλεκτρισμού στην Ε' Δημοτικού, η οποία ήταν βασισμένη κατά κύριο λόγο στο σχολικό εγχειρίδιο και ενσωμάτωνε την πραγματοποίηση πειραμάτων, δε φαίνεται να απέδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα για το συγκεκριμένο μαθητή, αφού ο ίδιος, ένα χρόνο αργότερα συνεχίζει να υποστηρίζει εναλλακτικές αντιλήψεις για την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος και τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος, οι οποίες παρέμειναν σε σημαντικό βαθμό ανεπηρέαστες από τη διδασκαλία.

## **5.2 2<sup>Η</sup> ΦΑΣΗ- ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ**

Στη δεύτερη φάση της έρευνας πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση, με στόχο την αποδόμηση των εναλλακτικών ιδεών του μαθητή που ανιχνεύθηκαν κατά την πρώτη φάση και την υιοθέτηση της επιστημονικά ορθής άποψης για τη λειτουργία του κυκλώματος.

Η διδακτική παρέμβαση διήρκησε πέντε διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε σε εξατομικευμένο επίπεδο, στο πλαίσιο του σχολικού προγράμματος, με τη συμφωνία του εκπαιδευτικού του μαθητή. Να σημειωθεί πως αυτός ο διδακτικός χρόνος των πέντε ωρών που χρησιμοποιήθηκε για την ολοκλήρωση των διδακτικών στόχων δεν ήταν αυστηρά καθορισμένος εξ' αρχής, αλλά καθορίστηκε στην πορεία με βάση τους ρυθμούς πρόσληψης της νέας γνώσης που παρουσίασε ο μαθητής. Μία αναλυτική περιγραφή των όσων εκτυλίχθηκαν κατά τη διάρκεια των διδακτικών αυτών ωρών παρατίθεται στη συνέχεια.

### 1<sup>η</sup> διδακτική ώρα

Πρώτος στόχος που τέθηκε προς επίτευξη ήταν η κατανόηση από πλευράς του μαθητή της ατομικής δομής του ηλεκτρικού ρεύματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικές σχηματικές απεικονίσεις που περιελάμβαναν όλα τα στοιχεία που κρίθηκαν απαραίτητα να συγκρατήσει ο μαθητής (βλ. Παράρτημα)

Αρχικά αναφέρθηκε σε αυτόν πως κάθε σώμα γύρω μας, συμπεριλαμβανομένων και των καλωδίων του ηλεκτρικού κυκλώματος αποτελούνται από εκατομμύρια μικρά σωματίδια, τα άτομα. Με τη βοήθεια της σχηματικής απεικόνισης του ατόμου έγινε λόγος για τα ακόμη μικρότερα σωματίδια που τα άτομα περιλαμβάνουν (πρωτόνια, ηλεκτρόνια κλπ.) αλλά και για το φορτίο που καθένα από αυτά «κουβαλάει».

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε συζήτηση σχετικά με το τι συμβαίνει όταν σε κάποια σώματα, τα ηλεκτρόνια μπορούν να ξεφύγουν από την έλξη του πυρήνα και να κινηθούν ελεύθερα, η οποία κατέληξε μετά από λίγο με τη βοήθεια μίας ακόμη σχηματικής αναπαράστασης, στο τι ακριβώς είναι το ηλεκτρικό ρεύμα.

Λίγο πριν το τέλος της διδακτικής ώρας πραγματοποιήθηκε μία απλή δραστηριότητα με σκοπό την ανακεφαλαίωση αλλά και τον έλεγχο της κατανόησης. Από το μαθητή ζητήθηκε να σχεδιάσει ο ίδιος ένα άτομο, και στη συνέχεια με βάση το σχέδιο που κατασκεύασε να απαντήσει σε ερωτήσεις όπως ποιο είναι το φορτίο των σωματιδίων που σχεδίασε, μετά την πρόσθεση ή την αφαίρεση ηλεκτρονίων από το άτομο πώς θα είναι αυτό φορτισμένο, τι είναι τα ελεύθερα ηλεκτρόνια και τελικά τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα. Ο μαθητής ανταποκρίθηκε με επιτυχία στη συζήτηση γύρω από όλες τις έννοιες και ήταν περισσότερο άνετος και ομιλητικός από ότι στην αρχή της διδακτικής ώρας. Η μόνη έννοια που έδειξε να τον δυσκολεύει ήταν η έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία θεωρείται και η πλέον απαιτητική, γι' αυτό και χρειάστηκε να επαναληφθεί.

*Ερ : Οποιοδήποτε σώμα γύρω μας από τι αποτελείται;*

*Μαθ : Από άτομα.*

*Ερ: Άτομα. Τα άτομα από τι αποτελούνται;*

*Μαθ: Από τον πυρήνα... Και γύρω γύρω από τα ηλεκτρόνια και μέσα στον πυρήνα υπάρχουν τα πρωτόνια και τα νετρόνια.*

*Ερ: Πάρα πολύ ωραία! Μπορείς να μου φτιάξεις εσύ στο χαρτί ένα άτομο;*

...

*Ερ: Άρα τι φορτίο έχουν τα ηλεκτρόνια;*

*Μαθ: Έχουν αρνητικό που είναι αυτό εδώ. (Ο μαθητής τοποθετεί τα + και – στο σχέδιο που έφτιαξε)*

*Ερ: Μπράβο.*

Μαθ: *Και θετικό που είναι τα πρωτόνια.*

Ερ: *Πολύ ωραία Ν. Και έχουμε πει ότι σε ένα άτομο όσα ηλεκτρόνια υπάρχουν – για παράδειγμα σε αυτή την εικόνα υπάρχουν δύο ηλεκτρόνια – υπάρχουν και τόσα πρωτόνια, έτσι ώστε το άτομο να είναι ηλεκτρικά ουδέτερο.*

Μαθ: *Άμα υπάρχει και ένα τρίτο ηλεκτρόνιο, τότε θα 'ναι το άτομο πιο πολύ αρνητικό.*

Ερ: *Μπράβο. Για βάλε ένα ακόμη εδώ ηλεκτρόνιο (Ο μαθητής σχεδιάζει ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο στο άτομο). Αυτό σημαίνει ότι κάποιο ηλεκτρόνιο από κάπου έχει φύγει κι έχει έρθει εδώ. Έτσι δεν είναι; Γιατί έχουμε πει ότι αυτά τα ηλεκτρόνια σε κάποια υλικά, όχι σε όλα, είναι ελεύθερα και μπορούν να κινούνται από ένα άτομο σε ένα άλλο και ακόμη και από ένα αντικείμενο σε ένα άλλο. Ωραία. Άρα εδώ που έφτιαξες άλλο ένα ηλεκτρόνιο, το άτομό σου είναι φορτισμένο;*

Μ: *Αρνητικά.*

Ε: *Αρνητικά. Ενώ... Πάμε να σβήσουμε τώρα το ηλεκτρόνιο.... Τώρα που έχει φύγει ένα ηλεκτρόνιο και έχει μείνει μόνο το ένα; (Μιλούμε για το άτομο με δύο ηλεκτρόνια που είναι ουδέτερο και έφυγε ένα ηλεκτρόνιο οπότε υπερτερεί το θετικό φορτίο. Δηλαδή ξεκινώντας από την αρχή με το άτομο με δύο πρωτόνια και δύο ηλεκτρόνια αφαιρούμε ένα ηλεκτρόνιο)*

Μ: *Είναι περισσότερο θετικό.*

Ε: *Έχει θετικό φορτίο.*

...

Ερ: *Οπότε είπαμε ότι αυτά τα ηλεκτρόνια πώς ονομάζονται; Που μπορούν να κινηθούν από το ένα άτομο σε ένα άλλο;*

Μαθ: *Ηλεκτρόνια.*

Ερ: *Τι ηλεκτρόνια;*

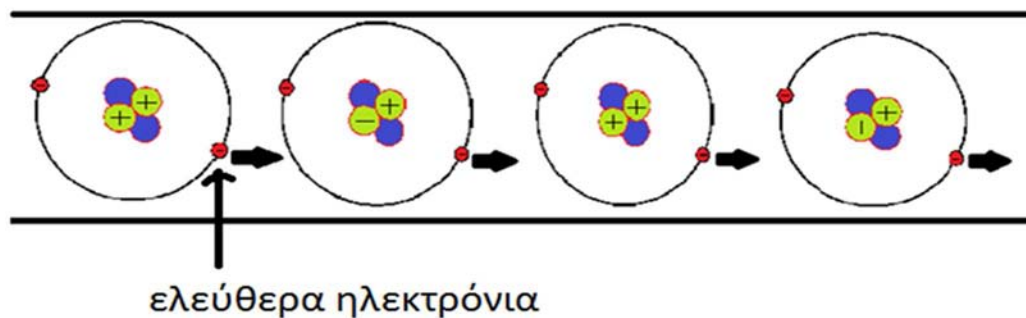
Μαθ: *Ελεύθερα ηλεκτρόνια.*

Ερ: *Ελεύθερα ηλεκτρόνια. Πολύ ωραία. Οπότε...*

Μαθ: *Οπότε γύρω από ένα ηλεκτρόνιο....*

Ερ: Περίμενε. Ας το ξαναπούμε λοιπόν... Σε κάποια σώματα αυτά τα ηλεκτρόνια θα κινούνται γύρω γύρω από τον πυρήνα, και σε κάποια άλλα, μπορούν να φύγουν και να πάνε στα διπλανά τους άτομα, να κινηθούν δηλαδή μέσα στο σώμα, να κινηθούν μέσα στο αντικείμενο αυτό (δείχνοντας την Εικόνα 5). Εντάξει Ν.;

Μαθ: Ναι.



Εικόνα 5

Ερ: Πολύ ωραία. Και όταν έχουμε μία ηλεκτρική πηγή – συνήθως μία μπαταρία, έτσι; - αυτά τα ελεύθερα ηλεκτρόνια τι τα αναγκάζει να κάνουν;

Μαθ: Τα... εε... (δείχνει με το χέρι κίνηση σε μια κατεύθυνση)

Ερ: Να κινούνται όλα προς μία;

Μαθ: Κατεύθυνση.

## 2<sup>η</sup> διδακτική ώρα

Στόχος της δεύτερης διδακτικής ώρας ήταν να διαπιστώσει ο μαθητής πειραματικά το σωστό τρόπο σύνδεσης ενός λαμπτήρα με τους πόλους μιας μπαταρίας σε ένα κύκλωμα αλλά μιας και ο μαθητής έδειξε στην αρχική αξιολόγηση να έχει κατακτήσει ήδη αυτό το στόχο, μεγαλύτερη βαρύτητα δόθηκε στο να εμπεδώσει ο μαθητής, αυτό που διδάχθηκε και στην προηγούμενη διδακτική ώρα, δηλαδή ότι η κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων, όταν βρίσκονται εντός του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργεί η πηγή, ονομάζεται ηλεκτρικό ρεύμα και κυρίως στο να κατανοήσει με ποιο τρόπο κινούνται αυτά σε κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα.



Η διδασκαλία ξεκίνησε με μία ανακεφαλαίωση των όσων προηγήθηκαν και στη συνέχεια έγινε λόγος για το ηλεκτρικό κύκλωμα και τα στοιχεία που το αποτελούν. Παρουσιάστηκαν οκτώ διαφορετικοί τύποι σύνδεσης σε εικόνες (βλ. Παράρτημα), καθώς και τα απαραίτητα υλικά (μπαταρία, καλώδια, λαμπάκι) και ο μαθητής κλήθηκε να κατασκευάσει το ηλεκτρικό κύκλωμα ελέγχοντας σε ποιες περιπτώσεις θα ανάψει το λαμπάκι. Πολύ εύκολα διατύπωσε τις προβλέψεις του, οι οποίες μάλιστα ήταν σωστές (αφού όπως διαπιστώθηκε και από την αρχική αξιολόγηση, μπορούσε να διακρίνει τη σωστή συνδεσμολογία). Ακόμη κι έτσι όμως του ζητήθηκε να επιβεβαιώσει και πειραματικά τις προβλέψεις του για κάθε ένα από τα οκτώ σχέδια που του παρουσιάστηκαν, διατυπώνοντας παράλληλα σύντομα σχόλια για το λόγο που πίστευε πως θα άναβε ή όχι το λαμπάκι.

Ερ: *Θέλεις να δοκιμάσουμε;... Για πες μου όμως πρώτα σε ποιο νομίζεις εσύ ότι θα ανάψει το λαμπάκι;*

Μαθ: *Θα ανάψει σε αυτό..., σε αυτό..., σε αυτό (δείχνει τα κυκλώματα που θεωρεί ότι θα ανάψει η λάμπα)*

Ερ: *Κύκλωσέ τα και πάμε να δούμε αν ισχύουν.. Θες να το δοκιμάσεις εσύ ο ίδιος; Να δούμε μας τα είπες καλά;... Δοκίμασε πρώτα το νούμερο ένα όπως το βλέπεις. Ανάβει;... Όχι.*

Μαθ: *Το νούμερο δύο.*

Ερ: *Το νούμερο δύο.... Όχι.*

...

Ερ: *Για να δοκιμάσουμε το νούμερο πέντε.... Ανάβει και το πέντε όπως είπες. Πάμε στο νούμερο έξι.*

Μαθ: *Αποκλείεται να ανάβει...*

Ερ: *... Γιατί Ν. πιστεύεις ότι δε θ' ανάψει σ' αυτό;*

Μαθ: *Γιατί πρέπει να είναι και στους δύο πόλους. Εδώ είναι στον ένα...*

Ο μαθητής, μετά από αυτή την πειραματική δραστηριότητα, με την κατάλληλη καθοδήγηση εύκολα κατέληξε στο συμπέρασμα για τη σωστή συνδεσμολογία αλλά και τη σχεδίασε. Ήταν επομένως σε θέση να αναφέρει πως για να ανάψει το λαμπάκι σε

ένα ηλεκτρικό κύκλωμα απαιτείται να χρησιμοποιούνται και οι δύο πόλοι της μπαταρίας αλλά και οι δύο επαφές του λαμπτήρα.

Το αμέσως επόμενο ζητούμενο από αυτόν ήταν να παράγει μια εξήγηση για τη σύνδεση αυτή. Επομένως τέθηκε το ερώτημα: «Γιατί άραγε να συνδέουμε έτσι το ηλεκτρικό μας κύκλωμα και πώς τελικά φθάνει το ρεύμα στο λαμπάκι;» Για να κατανοήσει ο μαθητής ολοκληρωμένα τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος, την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά και την πορεία που αυτό ακολουθεί μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα, χρησιμοποιήθηκαν σχηματικές απεικονίσεις ενώ εισήχθη και η αναλογία της αλυσίδας του ποδηλάτου. Με τη χρήση των εργαλείων αυτών επιδιώχθηκε η πρόκληση γνωστικής σύγκρουσης που θα οδηγούσε το μαθητή στην εγκατάλειψη του νοητικού μοντέλου των συγκρουόμενων ρευμάτων που διαπιστώθηκε πως υιοθετούσε κατά την αρχική αξιολόγηση και την εσωτερίκευση του επιστημονικού μοντέλου λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος.

Ερ:... *Είπαμε πως μέσα σε κάθε σώμα υπάρχουν εκατομμύρια μικροσκοπικά άτομα... και άρα αφού υπάρχουν άτομα, υπάρχουν και ηλεκτρόνια. Μέσα στο καλώδιο, λοιπόν, υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια, ούτως ή άλλως (δείχνοντας την Εικόνα 5 που χρησιμοποιήθηκε και την προηγούμενη διδακτική ώρα). Επομένως μία μπαταρία δε δημιουργεί ηλεκτρόνια.... αλλά τα ωθεί, τα βάζει σε κίνηση – τι σημαίνει ωθεί;*

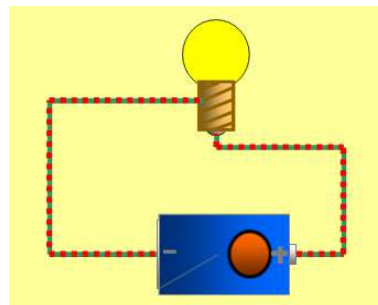
Μαθ: *Σπρώχνει.*

Ερ: *Αναγκάζει να κινηθούν τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που υπάρχουν ήδη μέσα στο καλώδιο. Τα αναγκάζει να κινηθούν. Βλέπεις τα ηλεκτρόνια εδώ (Εικόνα 6) ... η μπαταρία τα αναγκάζει να κινηθούν με τον τρόπο που βλέπεις εδώ (Εικόνα 7)*

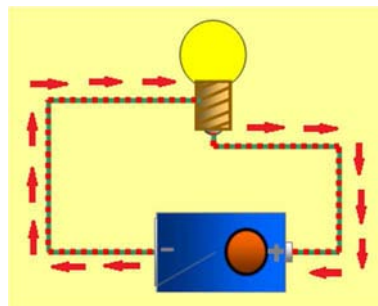
Μαθ: *Και ανάβει το λαμπάκι.*

Ερ: *Πολύ ωραία.*

Μαθ: *Έτσι (ο μαθητής δείχνει με το χέρι του την κυκλική κίνηση πάνω στην εικόνα 7)*



Εικόνα 6



Ερ: Ξεκινούν από τον ένα πόλο της μπαταρίας, περνούν από το λαμπάκι, το κάνουν να φωτίζει και συνεχίζουν την πορεία τους.

**Εικόνα 7**

Μαθ: Άρα τα σπρώχνει από εδώ.. (τώρα δείχνει την πορεία του ηλεκτρικού ρεύματος και πάνω στο πραγματικό κύκλωμα που έχει κατασκευάσει).

Ερ: Πολύ ωραία..

Μαθ: Μέσα στο ...

Ερ: Περνούν από το λαμπάκι και συνεχίζουν. Να 'το. Και συνεχίζουν την πορεία τους προς το άλλο καλώδιο μέχρι τον άλλο πόλο της μπαταρίας.

Μαθ: Και ξανασυνεχίζεται αυτό απ' την άλλη.

Ερ: Πάρα πολύ ωραία. Και η μπαταρία συνέχεια τα αναγκάζει να κινηθούν. Αυτή είναι η δουλειά της. Κατάλαβες Ν. γιατί αυτό που μου είχες απαντήσει τις προάλλες, ότι ξεκινάνε και από τους δύο πόλους, γιατί είναι λάθος; Άρα ξεκινά από τον ένα πόλο το ρεύμα, φτάνει εδώ και συνεχίζει την πορεία του. Μπορείς να φανταστείς ότι τα ηλεκτρόνια κινούνται μέσα στο καλώδιο όπως οι κρίκοι της αλυσίδας του ποδηλάτου σου. Μόλις ξεκινήσει ο ένας κρίκος να κινείται...

Μαθ: Κινούνται όλοι.

Ερ: Έτσι ξεκινούν και οι άλλοι προς την ίδια κατεύθυνση. Έτσι, μόλις ξεκινά το ένα ηλεκτρόνιο να κινείται, ξεκινούν και όλα τα υπόλοιπα προς την ίδια κατεύθυνση.

Μαθ: Είναι σαν αλυσίδα.

Ερ: Πολύ ωραία. Εντάξει;

Μαθ: Ναι.

....

Θεωρώντας πως ο στόχος που είχε τεθεί επιτεύχθηκε σε ικανοποιητικό βαθμό, και εφόσον ακόμη ο διδακτικός χρόνος δεν είχε τελειώσει, η διδασκαλία προχώρησε προς επίτευξη του επόμενου στόχου, που αφορούσε το συμβολισμό του ηλεκτρικού κυκλώματος. Ο μαθητής παρόλο που αρχικά δήλωσε πως δε θυμόταν τα σύμβολα που εκφράζουν κάθε στοιχείο του ηλεκτρικού κυκλώματος, κατάφερε μέσω της

κατάλληλης καθοδήγησης να ανταποκριθεί με επιτυχία στη δραστηριότητα αντιστοίχισης στοιχείων –συμβόλων (βλ. Παράρτημα). Για την αξιολόγησή του, όσον αφορά την κατάκτηση του συγκεκριμένου στόχου, ζητήθηκε από τον ίδιο να σχεδιάσει μόνος του ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τη χρήση συμβόλων.

### 3<sup>η</sup> διδακτική ώρα

Βασικός στόχος της 3<sup>ης</sup> διδακτικής ώρας ήταν να διαπιστώσει ο μαθητής πειραματικά τη χρησιμότητα του διακόπτη σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, να είναι σε θέση να αναγνωρίζει πότε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα είναι κλειστό και πότε είναι ανοιχτό και αναλόγως να κρίνει εάν σε αυτό υπάρχει ή όχι ηλεκτρικό ρεύμα. Ο μαθητής με τη βοήθεια του αντίστοιχου φύλλου εργασίας (βλ. Παράρτημα) κλήθηκε να κατασκευάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με διακόπτη και έπειτα να παρατηρήσει τι συμβαίνει όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός και τι συμβαίνει όταν ο διακόπτης είναι κλειστός.

Στη συνέχεια, ο ανοιχτός διακόπτης συσχετίστηκε με το ανοιχτό κύκλωμα και ο κλειστός διακόπτης με το κλειστό κύκλωμα.

*Ερ: Όσο περίεργο κι αν μας ακούγεται, κλειστό λέμε το κύκλωμα, το οποίο έχει όλα τα στοιχεία του ενωμένα και επιτρέπει στο ηλεκτρικό ρεύμα να κυκλοφορεί. Ανοιχτό είναι το κύκλωμα όταν κάποιο από τα μέρη του δεν είναι συνδεδεμένο με τα υπόλοιπα.*

...

*Ερ: ..Επομένως ανοιχτό κύκλωμα έχουμε όταν ο διακόπτης είναι...*

*Μαθ: Ανοιχτός, εεε κλειστός.*

*Ερ: Όχι. Τι είναι εδώ ο διακόπτης;*

*Μαθ: Ανοιχτός.*

*Ερ: Ανοιχτό κύκλωμα σημαίνει ανοιχτός διακόπτης. Το λαμπάκι ανάβει ή δεν ανάβει;*

*Μαθ: Δεν ανάβει.*

*Ερ: Το λαμπάκι δεν ανάβει στο ανοιχτό κύκλωμα.*

Μαθ: *Ενώ στο κλειστό κύκλωμα ανάβει.*

Ερ: *Στο κλειστό κύκλωμα ανάβει.*

Εν τέλει, μέσω καθοδηγούμενης συζήτησης, κατά την οποία πραγματοποιήθηκε σύνδεση των πειραματικών δεδομένων με την προηγούμενη γνώση (ότι το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η κίνηση των ηλεκτρονίων) εκμαιεύθηκαν τα συμπεράσματα γύρω από τη χρησιμότητα του διακόπτη και την προϋπόθεση του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος για την ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος.

Ερ: *... Επομένως τι κάνει ο διακόπτης;*

Μαθ: *Ο διακόπτης όταν είναι...*

Ερ: *Όταν θέλουμε να διακόψουμε εύκολα την κίνηση των ηλεκτρονίων ανοίγουμε το διακόπτη.*

Μαθ: *Εδώ είναι ανοιχτό το κύκλωμα. Κι εδώ είναι κλειστό κύκλωμα (ανοίγοντας και κλείνοντας αντίστοιχα το διακόπτη στο ηλεκτρικό κύκλωμα που έχει κατασκευάσει)*

Ερ: *Κλειστό κύκλωμα. Πάρα πολύ ωραία. Άρα στο ανοιχτό κύκλωμα...*

Μαθ: *Δεν κινούνται (τα ηλεκτρόνια)*

Ερ: *Κι έτσι δεν ανάβει το...*

Μαθ: *Δεν ανάβει το λαμπάκι.*

Ερ: *Μπράβο δεν κινούνται τα ηλεκτρόνια. Ενώ στο κλειστό κύκλωμα;*

Μαθ: *Κινούνται.*

Ερ: *Κινούνται. Ωραία. Γιατί βλέπεις πως εδώ... στο ανοιχτό κύκλωμα (ανοίγοντας το διακόπτη), ο κύκλος έχει ανοίξει, κάποιο τμήμα δεν είναι συνδεδεμένο με όλα τα άλλα, ενώ εδώ (κλείνοντας το διακόπτη) είναι όλα συνδεδεμένα μεταξύ τους.*

...

Ερ: *Για να το θυμάσαι αυτό μπορείς να πεις ότι αν ο κύκλος δεν κλείσει, ρεύμα δε θα κυκλοφορήσει. Είναι εύκολο αυτό;*

Μαθ: *Ναι.*

Ερ: *Αν ο κύκλος δεν κλείσει, ρεύμα δε θα κυκλοφορήσει...*

Η κατανόηση του μαθητή ελέγχθηκε μέσω δύο δραστηριοτήτων, ο ρόλος των οποίων ήταν διττός: Αφενός να διαπιστωθεί εάν ο μαθητής αναγνωρίζει τότε ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό ή κλειστό, συνδέοντας παράλληλα αυτήν την ιδιότητα με την ύπαρξη ή όχι ηλεκτρικού ρεύματος και αφετέρου να εξασκηθεί περαιτέρω στο συμβολισμό των στοιχείων του ηλεκτρικού κυκλώματος (εφόσον στα σύμβολα που διδάχθηκε προστέθηκε και εκείνο του διακόπτη). Συγκεκριμένα, στην πρώτη δραστηριότητα από αυτές παρουσιάστηκε ένα κύκλωμα με διακόπτη στο μαθητή και ζητήθηκε από αυτόν αφού το χαρακτηρίσει ως ανοιχτό ή κλειστό να το σχεδιάσει με τη χρήση συμβόλων. Στη δεύτερη δραστηριότητα, παρουσιάστηκαν πέντε περιπτώσεις κυκλωμάτων και ο μαθητής κλήθηκε να αναγνωρίσει αυτές στις οποίες το λαμπάκι θα άναβε και να αιτιολογήσει την απάντησή του. Και στις δύο δραστηριότητες ο μαθητής ανταποκρίθηκε με επιτυχία.

Στη συνέχεια μετά από μία σύντομη ανακεφαλαίωση όλων των εννοιών που διδάχτηκαν, ο μαθητής εξασκήθηκε στην κατασκευή ηλεκτρικών κυκλωμάτων στον Η/Υ μέσω του προγράμματος Edison 4. Συγκεκριμένα αφού ήρθε σε πρώτη επαφή με το εικονικό εργαστήριο και έμαθε πώς να χειρίζεται τα εργαλεία του, πραγματοποιώντας δοκιμές, κλήθηκε να κατασκευάσει αρχικά ένα απλό κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα και στη συνέχεια ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με διακόπτη. Ο μαθητής σχολίαζε τα αποτελέσματα των ενεργειών του, π.χ. άναμμα ή σβήσιμο του λαμπτήρα και τους ήχους που άκουγε, ενώ παράλληλα παρατηρούσε στο άλλο μισό της οθόνης τη συμβολική αναπαράσταση του κυκλώματος του που σχηματιζόταν αυτόματα. Η δυνατότητα του λογισμικού να προσομοιώνει σε υψηλό βαθμό το πραγματικό εργαστήριο αλλά και η ποικιλία των εξαρτημάτων που παρείχε, ενθουσίασε τόσο το μαθητή, που προθυμοποιήθηκε να συνεχίσει τους πειραματισμούς του και πέραν των ζητούμενων, παρά το γεγονός ότι δεν ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσει όλα τα εξαρτήματα που θα ήθελε, λόγω του ότι το λογισμικό απευθύνεται και σε μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας (ακόμη και λυκείου). Έτσι ο μαθητής επιδόθηκε στην επινόηση ποικίλων τρόπων σύνδεσης για το ηλεκτρικό κύκλωμα. Κατασκεύασε κυκλώματα χρησιμοποιώντας περισσότερα λαμπάκια, περισσότερα καλώδια, διακόπτες, ακόμη και

μπαταρίες. Αξίζει να σημειωθεί πως σε κάποια από τις δοκιμές του, ο μαθητής χρησιμοποίησε μπαταρία υψηλότερης τάσης από εκείνη που χρειαζόταν, με αποτέλεσμα το λαμπάκι να καεί και να σπάσει. Ο μαθητής παρατήρησε πως η μπαταρία ανέγραφε ένα «μεγαλύτερο νούμερο». Αυτό που επιδιώχθηκε τότε να γίνει ήταν να δοθεί μία απάντηση στο μαθητή η οποία αφενός θα παρείχε την εξήγηση του φαινομένου που παρατηρήθηκε, αφετέρου θα ενίσχυε την κατανόησή του γύρω από τη μπαταρία και το ρόλο της, όμως όλα αυτά χωρίς να γίνει οποιαδήποτε αναφορά σε έννοιες που δεν αρμόζουν στην ηλικία του (όπως η έννοια της τάσης) για την αποφυγή συγχύσεων. Έτσι η εξήγηση που δόθηκε στο μαθητή για το κάψιμο του λαμπτήρα ήταν ότι η μπαταρία που διάλεξε έδινε περισσότερη «ενέργεια», ή με πιο απλά λόγια, ανάγκαζε τα ηλεκτρόνια να κινούνται με μεγαλύτερο ρυθμό από αυτόν που το λαμπάκι μπορεί να αντέξει.

#### 4<sup>η</sup> διδακτική ώρα

Στόχος της τέταρτης διδακτικής ώρας ήταν να διαπιστώσει πειραματικά ο μαθητής ότι τα υλικά διακρίνονται σε αγωγούς και μονωτές και να είναι σε θέση να εξηγήσει για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό. Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία μικρή εισαγωγή για τις έννοιες του αγωγού και του μονωτή, με τη βοήθεια εικόνων (βλ. Παράρτημα).

Ερ: *Θυμάσαι Ν. τους φίλους μας τα ελεύθερα ηλεκτρόνια; Που τα βάζουμε σε κίνηση με μία ηλεκτρική πηγή;*

Μαθ: *Ναι.*

Ερ: *Ωστε να δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα; Αυτά τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δεν κινούνται με την ίδια ευκολία σε όλα τα υλικά...*

Μαθ: *Μόνο σε μερικά υλικά μπορούν να κινηθούν... μέσα τους.*

Ερ: *Μπράβο ναι σε κάποια υλικά. Η κυκλοφορία του ηλεκτρικού ρεύματος σε άλλα είναι πιο εύκολη και σε άλλα είναι πιο δύσκολη. Τα υλικά μέσα από τα οποία κυκλοφορεί εύκολα το ηλεκτρικό ρεύμα, ξέρεις πώς ονομάζονται;*

Μαθ: *Εεε... αγωγοί...*

Ερ: Μπράβο! Εδώ μας έχει μια εικόνα. Στη χώρα των αγωγών είμαστε ελεύθερα, λένε τα ηλεκτρόνια. Μπορούν να κινηθούν άνετα... Στους μονωτές; Τα ηλεκτρόνια λένε: Δεν είσαι ελεύθερος να πας όπου θες...

Ακολούθησε πειραματική δραστηριότητα βασισμένη σε φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα) η οποία ξεκίνησε με την κατασκευή ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και τον έλεγχο της κατανόησης των εννοιών που διδάχτηκαν στο μαθητή την προηγούμενη διδακτική ώρα (περί ανοιχτού, δηλαδή, και κλειστού κυκλώματος).

Η πειραματική δραστηριότητα συνεχίστηκε με τη δοκιμή παρεμβολής διαφόρων υλικών στο ηλεκτρικό κύκλωμα για τη διάκριση τους σε αγωγούς και μονωτές. Ο μαθητής διατύπωνε τις προβλέψεις του για κάθε υλικό και στη συνέχεια επιβεβαίωνε πειραματικά. Οι προβλέψεις του ήταν σωστές για την πλειοψηφία των υλικών (πλην του γραφίτη και του γυαλιού)

Ερ: ...Πάμε να ακουμπήσουμε τις άκρες Α και Β στα αντικείμενα που βλέπεις στον παρακάτω πίνακα. Με ποια υλικά ανάβει το λαμπάκι; Πάμε να δοκιμάσουμε με τη σειρά που έχει εδώ τα υλικά. Ποιο βλέπεις πρώτα;

Μαθ: Το κέρμα...

Ερ: Το κέρμα. Θ' ανάψει;

Μαθ: .... Άναψε...

Ερ: Ωραία.

Μαθ:..... Το λαμπάκι δεν ανάβει εδώ (αναφέρεται στο επόμενο υλικό)

Ερ: Στο μολύβι δεν ανάβει;

Μαθ: Όχι.

Ερ: Προσοχή! Το μολύβι είναι ζυσμένο κι απ' τις δύο πλευρές.

Μαθ: Α ναι!

...

Ερ: Το βλέπεις; Το είδες τώρα; Τι κάνει με το γραφίτη; Αα! Ανάβει ή δεν ανάβει;

Μαθ: Ανάβει.

Ερ: Ανάβει πολύ λίγο.

Μαθ: Μόνο όταν το ζύνω.. (εννοεί το τρίβω)



Ερ: *Ανάβει λίγο λοιπόν. Άρα στο γραφίτη μπορούν να κινηθούν μεν τα ηλεκτρόνια μέσα του αλλά όχι τόσο εύκολα όσο στο νόμισμα.*

.....

Ερ:... *Χαρτί, ένα χαρτονόμισμα. Τι λες θ' ανάψει;*

Μαθ: *Όχι... όχι γιατί το χαρτί είναι από ξύλο.*

Ερ: *Καλή παρατήρηση.*

Μαθ: *Να άμα βάλετε εδώ τώρα αυτό (ο μαθητής δείχνει το ξύλο) δε θ' ανάψει.*

Ερ: *Για να δοκιμάσουμε αυτό, το ξύλο...*

Μαθ: *Δε θα ανάβει.*

Ερ: .... *Όχι.... Άρα με ξύλο, δεν ανάβει.*

...

Ερ: ... *Γυαλί. Με το γυαλί τι λες;*

Μαθ: *Μμμ... νομίζω ναι. Νομίζω κιόλας.... Όχι.*

Ο μαθητής στη συνέχεια χώρισε τα υλικά σε δύο κατηγορίες. Για να μη χρειαστεί να τα καταγράψει, τοποθέτησε τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν σε δύο μεγάλους κύκλους, από τους οποίους ο ένας αντιπροσώπευε τους αγωγούς και ο άλλος τους μονωτές. Αφού έγινε αναφορά και για την κατηγορία στην οποία ανήκει το ανθρώπινο σώμα, πραγματοποιήθηκε μία ακόμη δραστηριότητα για την αξιολόγηση της κατανόησης του μαθητή. Σε αυτή παρουσιάστηκαν εικόνες (βλ. Παράρτημα) στις οποίες ο μαθητής έπρεπε να διακρίνει και πάλι τα υλικά σε αγωγούς και μονωτές, σημειώνοντας ένα Α ή ένα Μ αντίστοιχα, ενώ δόθηκε η ευκαιρία να αναφερθεί πως κάθε υλικό γύρω μας που είναι αγωγός, περιβάλλεται από κάποιο μονωτή, για την προστασία μας.

### 5<sup>η</sup> διδακτική ώρα

Η πέμπτη και τελευταία διδακτική ώρα είχε επαναληπτικό χαρακτήρα. Έτσι χορηγήθηκε στο μαθητή ένα επαναληπτικό φύλλο εργασίας με έξι δραστηριότητες που σκοπό είχαν την ανακεφαλαίωση όλων των εννοιών που διδάχθηκαν και τον εντοπισμό σημείων που πιθανώς χρειάζεται να υπενθυμιστούν στο μαθητή.

Η 1<sup>η</sup> δραστηριότητα είχε ως εξής:

Ερ: ... Έχω κατασκευάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία, λαμπάκι και καλώδια. Όμως το λαμπάκι δεν ανάβει. Ποιες μπορεί να είναι οι αιτίες οι αιτίες του προβλήματος;... Τι μπορεί να φταίει;

Μαθ: Μπορεί να μην έχετε καλά τους δύο πόλους.

Ερ: Πολύ ωραία! Μπορεί να μην είναι καλά συνδεδεμένοι οι δύο πόλοι.

Μαθ: Γιατί πρέπει να 'ναι έτσι οι πόλοι. Να ακουμπάει στο ένα σίδηρο...

Ερ: Οι δύο επαφές εσύ εννοείς τώρα.

Μαθ: Οι δύο επαφές.

Ερ: Μπράβο. Άρα μπορεί κάποιος από τους πόλους να μην έχει συνδεθεί καλά ή κάποια από τις επαφές να μην έχει συνδεθεί καλά.

Μαθ: Ναι. Μπορεί να μην είναι συνδεδεμένες οι δύο επαφές. Πρέπει να 'ναι και οι... και... ε... τα καλώδια και στις δύο επαφές και στους δύο πόλους.

Ερ: Ωραία... Έτσι και κάτι έχει γίνει λάθος σε αυτό δεν ανάβει το λαμπάκι... Άλλος λόγος; Μπορείς να σκεφτείς;

Μαθ: Εεε μπορεί η μπαταρία να έχει... (Κατεβάζει το χέρι του προς τα κάτω σαν κάτι να μειώνεται)

Ερ: Εξασθενίσει;

Μαθ: Εξασθενίσει.

Ερ: Δεύτερος λόγος να έχει εξασθενίσει η μπαταρία...

Μαθ: Ή μπορεί μέσα απ' το καλώδιο, μέσα απ' το καουτσούκ να έχει κοπεί.

Ερ: Είπες να έχει κοπεί το καλώδιο. Εννοείς να έχει κοπεί το μέσα του καλωδίου..

Μαθ: Ναι ο χαλκός.

Ερ: Μπράβο... Κι άλλος ένας λόγος, νομίζω ότι υπάρχει σοβαρός.

Μαθ: Να έχει καεί το λαμπάκι!

Ερ: Τέταρτον να έχει καεί το λαμπάκι. Ωραία Ν...

Στη 2<sup>η</sup> δραστηριότητα παρουσιάστηκαν στο μαθητή τέσσερα υλικά (μπαταρία, μονωτική ταινία, λαμπάκι και καλώδια) και του ζητήθηκε να χρησιμοποιήσει όποια θέλει από αυτά για να ανάψει το λαμπάκι. Ο μαθητής επέλεξε σωστά τα υλικά και κατασκεύασε σωστά το ηλεκτρικό κύκλωμα χωρίς καμία δυσκολία. Στη συνέχεια κλήθηκε να δείξει με ένα σχέδιο το κύκλωμα που κατασκεύασε.

Ακόμη ζητήθηκε από το μαθητή να δείξει με βελάκια πώς πιστεύει ότι κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο σχέδιο που μόλις ζωγράφισε. Ο μαθητής έδειξε σωστά την κυκλική πορεία του ρεύματος, ωστόσο χρειάστηκε να γίνει μία μικρή διευκρίνιση:

*Ερ: Πολύ σωστά θυμάσαι ότι το ρεύμα κινείται από τον ένα πόλο της μπαταρίας, περνά από το λαμπάκι και συνεχίζει μέχρι τον άλλο πόλο της μπαταρίας. Όμως μμμ... το πιο σωστό θα ήταν να ξεκινήσεις από το πλην...*

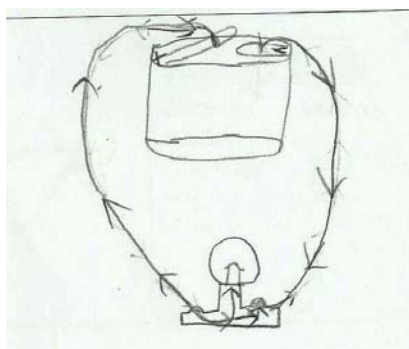
*Μαθ: Ωχ το ξέχασα.*

*Ερ: Και να πας προς το συν.*

*Μαθ: Δε θυμόμουν μόνο αυτό, αν ξεκινούσε...*

*Ερ: Απ' το πλην ή απ' το συν, ναι... Αυτό συμβαίνει γιατί τα ηλεκτρόνια είναι αυτά που κινούνται άρα λογικό είναι να ξεκινούν από το πλην.*

Το σχέδιο του μαθητή διαμορφώθηκε ως εξής (Εικόνα 8):



**Εικόνα 8**

Στη συγκεκριμένη δραστηριότητα έγινε λόγος και για το ρόλο της μπαταρίας, όπου χρειάστηκαν κάποιες υπενθυμίσεις.

Ερ:... *Και ποιος είπαμε ότι είναι ο ρόλος της μπαταρίας; Ας το θυμηθούμε κι αυτό εδώ... Τι κάνει η μπαταρία;*

Μαθ: *Η μπαταρία;*

Ερ: *Ναι.*

Μαθ: *Κουβαλάει τα ηλεκτρόνια.*

Ερ: *Δεν κουβαλάει ηλεκτρόνια, τι είπαμε ότι κάνει;*

Μαθ: *Εεε...*

Ερ: *Ωθεί, είχαμε πει αυτή τη λέξη.*

Μαθ: *Α ναι!..*

Ερ: *Ωθεί....*

Μαθ: *Παιρ... Έρχονται τα ηλεκτρόνια.... (ο μαθητής δείχνει την κυκλική κίνηση των ηλεκτρονίων μέσα στο κύκλωμα με το δάχτυλό του)*

Ερ: *Υπάρχουν ήδη τα ηλεκτρόνια μέσα στο καλώδιο τα ελεύθερα...*

Μαθ: *Ναι! Και και... έρχονται...*

Ερ: *Η μπαταρία τα; ... Ωθεί και τ' αναγκάζει να κινηθούν.*

Μαθ: *Α ναι ναι ναι! Αυτό το θυμήθηκα!*

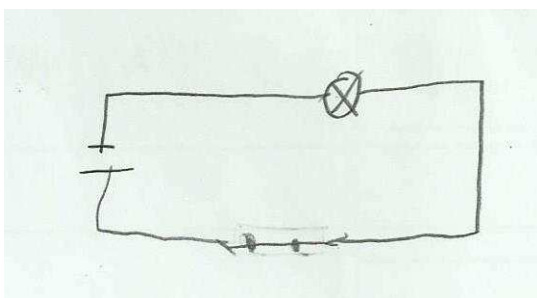
Ερ: *Και τα ηλεκτρόνια κινούνται ακριβώς όπως .... η αλυσίδα του ποδηλάτου σου. Οι κρίκοι βλέπεις;*

Μαθ: *Ναι.*

Ερ: *Απ' το πλην στο συν.*

Μαθ: *Εντάξει.*

Στην **3<sup>η</sup> δραστηριότητα** ο μαθητής κλήθηκε να σχεδιάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τη χρήση συμβόλων αυτή τη φορά (Εικόνα 9).



Εικόνα 9

Στην **4<sup>η</sup> δραστηριότητα** παρουσιάστηκαν στο μαθητή τρία ζεύγη εικόνων ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Σε κάθε ζεύγος ζητήθηκε να χρωματίσει κίτρινο το λαμπάκι που θα άναβε και να εξηγήσει το λόγο που στην άλλη περίπτωση δεν άναβε (βλ. Παράρτημα). Ο μαθητής ανταποκρίθηκε με επιτυχία στην άσκηση, παρέχοντας σαφείς δικαιολογήσεις για τις απαντήσεις του. Στο τέλος διατύπωσε και το συμπέρασμα σχετικά με το πότε ανάβει το λαμπάκι σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

Η **5<sup>η</sup> δραστηριότητα** ήταν μία άσκηση σωστού-λάθους ενώ η **6η δραστηριότητα** ζητούσε από το μαθητή να αναγνωρίσει τους αγωγούς σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα που του παρουσιάστηκε και στη συνέχεια να αναφέρει δύο δικούς του μονωτές. Ο μαθητής ανταποκρίθηκε με επιτυχία και στις δύο δραστηριότητες, χωρίς να παρουσιάσει δυσκολίες.

### 5.3 3<sup>Η</sup> ΦΑΣΗ- ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Με την ολοκλήρωση της πεντάωρης διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε η τελική συνέντευξη αξιολόγησης που αποσκοπούσε στην αποτύπωση του βαθμού εννοιολογικής αλλαγής που επιτεύχθηκε από το μαθητή. Ορισμένες ερωτήσεις ήταν όμοιες με εκείνες της αρχικής αξιολόγησης, ωστόσο συμπεριλήφθηκαν ορισμένα ερωτήματα για τη διερεύνηση του βαθμού κατανόησης κάποιων επιπλέον εννοιών που διδάχθηκαν κατά τη φάση της παρέμβασης (π.χ. συμβολική αναπαράσταση των στοιχείων του ηλεκτρικού κυκλώματος, αγωγοί και μονωτές, ανοιχτό και κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα). Οι ερωτήσεις ήταν όλες ανοιχτού τύπου και μόνο οι δύο από αυτές ζητούσαν το σχεδιασμό επεξηγηματικού σχήματος.

### **1<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: *Πώς ονομάζονται τα μικρά σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα υλικά γύρω μας;*

Μαθ: *Από άτομα, που... που είναι από τον πυρήνα, γύρω- γύρω είναι τα ηλεκτρόνια και μέσα στον πυρήνα είναι τα πρωτόνια και τα νετρόνια..*

### **2<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: *Τι φορτίο έχει το καθένα από αυτά;*

Μαθ: *Τα ηλεκτρόνια έχουν αρνητικό φορτίο, τα πρωτόνια έχουν θετικό φορτίο και τα νετρόνια δεν κουβαλάνε κανένα φορτίο.*

Οι πρώτες δύο ερωτήσεις της τελικής συνέντευξης αξιολόγησης στόχευαν στο να αναδείξουν εάν ο μαθητής είχε εσωτερικεύσει μετά τη διδακτική παρέμβαση την ατομική δομή της ύλης, πράγμα που φαίνεται ότι συνέβη αφού ο μαθητής χωρίς δυσκολία ανέφερε τα σωματίδια που την αποτελούν αλλά και το ηλεκτρικό φορτίο που χαρακτηρίζει καθένα από αυτά.

### **3<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: *Τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;*

Μαθ: *Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι η προς μία κατεύθυνση κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα σε ένα εε.. ηλεκτρικό κύκλωμα.*

Από την απάντηση του μαθητή διαπιστώνεται πως επετεύχθη η επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή γύρω από την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος μετά το πέρας της παρέμβασης. Ο μαθητής έδειξε να έχει αντιληφθεί την ατομική δομή του αφού χαρακτηριστικά ανέφερε πως ηλεκτρικό ρεύμα είναι «η προς μία κατεύθυνση κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων». Στην ίδια ερώτηση της αρχικής συνέντευξης αξιολόγησης δεν είχε δώσει μία σαφή απάντηση για το τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, αφού για να εξηγήσει τι είναι, προσπάθησε να εκφραστεί μέσω του τι κάνει («λειτουργεί τα πράγματα που φτιάχνουμε»). Αντίθετα εδώ η αντίληψη του διατυπώθηκε σαφώς και ήταν σύμφωνη με την επιστημονική αντίληψη.

#### 4<sup>η</sup> Ερώτηση

Ερ: Πώς πρέπει να συνδέσουμε ένα λαμπάκι σε μία μπαταρία για να φωτοβολεί;

Μαθ: Πρέπει να είναι... η..

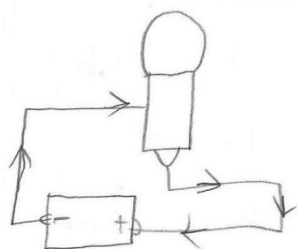
Ερ: Θες να μου το ζωγραφίσεις; Κι αν μπορείς να μου το περιγράψεις κιόλας...

Μαθ: Είναι η μπαταρία που πρέπει να έχουμε... πρώτα τα υλικά!

Ερ: Ναι.

Μαθ: Δύο καλώδια, ή ένα. Απλώς θα το κάνω τώρα με δύο... Και το λαμπάκι.

Ο μαθητής σχεδίασε τη συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο (Εικόνα 10) (τα βελάκια που φαίνονται στο σχέδιο προστέθηκαν στην επόμενη ερώτηση):



**Εικόνα 10**

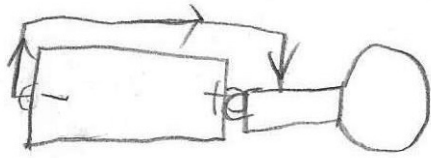
Ο μαθητής ήδη από την αρχική αξιολόγηση είχε δείξει πως υποστήριζε το συγκεκριμένο σωστό τρόπο σύνδεσης για το ηλεκτρικό κύκλωμα, τον οποίο και διατήρησε. Παρόλα αυτά, ένα από τα λεγόμενά του («δύο καλώδια ή ένα») οδήγησε στο να ζητηθούν περαιτέρω διευκρινίσεις για να επιβεβαιωθεί πως οι αντιλήψεις του μετά διδασκαλίας δεν σχετίζονται με το μονοπολικό μοντέλο.

Ερ: Ν. μου είπες «εμείς τώρα θα το κάνουμε με δύο». Όταν είπες «θα το κάνουμε με ένα» τι εννοούσες; Πώς θα το έκανες με ένα καλώδιο;

Μαθ: Θέλετε να το κάνω και με ένα;

Ερ: *Ναι, καν' το εδώ δίπλα, έξω απ' το κενό.*

Μαθ: *Θα το κάνω... Θα το έκανα έτσι... Έτσι.* (Εικόνα 11) (και πάλι τα βελάκια που διακρίνονται στο σχέδιο προστέθηκαν στην επόμενη ερώτηση):



**Εικόνα 11**

Ο μαθητής προφανώς επηρεασμένος από τη δραστηριότητα της διδακτικής παρέμβασης στην οποία δοκίμασε διάφορες μορφές συνδεσμολογίας για το ηλεκτρικό κύκλωμα, θέλησε να προτείνει έναν ακόμη διαφορετικό τρόπο σύνδεσης κατά τον οποίο δε χρησιμοποιείται δεύτερο καλώδιο αλλά ο δεύτερος πόλος της μπαταρίας έρχεται σε επαφή απευθείας με το δεύτερο πόλο του λαμπτήρα. Ο τρόπος αυτός σύνδεσης είναι αποδεκτός αφού υποστηρίζει την έννοια του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος στο οποίο χρησιμοποιούνται και οι δύο πόλοι της μπαταρίας αλλά και οι δύο επαφές από το λαμπάκι. Επομένως φαίνεται πως οι απόψεις του μαθητή για τη συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος, οι οποίες ήταν παρόμοιες και στην αρχική αξιολόγηση, εδραιώθηκαν ή και ενισχύθηκαν στην αντίληψη του μαθητή μετά τη διδακτική παρέμβαση.

### **5<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: *Στη ζωγραφιά που έφτιαξες, δείξε με βελάκια πώς κυκλοφορεί το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα στα καλώδια.*

...

Ερ: *Μπορείς και στο άλλο; ... Ωραία.*

Ο μαθητής τοποθέτησε τα βελάκια στα δύο ηλεκτρικά κυκλώματα που κατασκεύασε στην προηγούμενη ερώτηση με τον τρόπο που φαίνεται παραπάνω (Εικόνα 10 & 11).

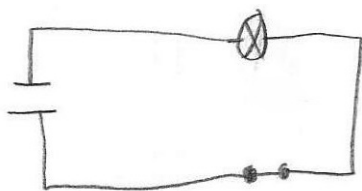


Ο μαθητής, ο οποίος πριν τη διδακτική παρέμβαση υποστήριζε το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, γίνεται φανερό πως μετά τη διδακτική παρέμβαση τροποποίησε τις αντιλήψεις του, υιοθετώντας το επιστημονικά σωστό μοντέλο του κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος, σύμφωνα με το οποίο το ηλεκτρικό ρεύμα διατρέχει το κύκλωμα κυκλικά χωρίς να μεταβάλλεται η τιμή του. Η διδασκαλία, και συγκεκριμένα, το διδακτικό εργαλείο της αναλογίας που χρησιμοποιήθηκε εδώ, φαίνεται πως απέφερε θετικά αποτελέσματα ως προς την επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής.

### **6<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: Πώς σχεδιάζουμε εύκολα ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τη χρήση συμβόλων;

Ο μαθητής κατασκεύασε το παρακάτω σχέδιο (Εικόνα 12).



Εικόνα 12

Μέσω αυτού καταδεικνύεται πως κατέκτησε σε ικανοποιητικό βαθμό τη συμβολική αναπαράσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος.

### **7<sup>η</sup> ερώτηση**

Ερ: Ερώτηση επτά. Ποια σώματα ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές;

Μαθ: Μμμ... μονωτής είναι το ξύλο, το δερ... όχι! Το ξύλο, το ύφασμα...

Ερ: Αα άρα εσύ μου δίνεις παραδείγματα τώρα. Όμως αν σε ρωτήσω τι είναι μονωτής, τι θα μου πεις;

Μαθ: Μονωτές;

Ερ: Ναι...

Μαθ: Είναι ένα... Είναι τα σώματα... που διώχνουνε...ε τα ελευθ....

Ερ: Οι μονωτές, για σκέψου. Είναι πιο εύκολο απ' ό τι νομίζεις...

Μαθ: Οι αγωγοί είναι πιο εύκολοι.

Ερ: Για πες τους αγωγούς πρώτα.

Μαθ: Οι αγωγοί είναι τα υλικά... που μπορούνε.. τα ελεύθερα ηλεκτρόνια να κινηθούν μέσα τους.

Ερ: Ενώ οι μονωτές;

Μαθ: Ενώ οι μονωτές κάνουν το αντίθετο.

Ερ: Δηλαδή;

Μαθ: Δεν αφήνουν τα ηλεκτρόνια να κινηθούν μέσα τους.

Ερ: Μπράβο. Δεν αφήνουν...

Μαθ: Δεν αφήνουν το ηλεκτρικό ρεύμα, δεν αφήνουν τα ηλεκτρόνια να περάσουν από μέσα τους..

Ερ: Να κινηθούν τόσο εύκολα μέσα τους...

Ο μαθητής παρά το γεγονός ότι αρχικά δυσκολεύτηκε ελαφρώς στην έκφραση των ιδεών του, κατάφερε να εξηγήσει ποιος είναι ο λόγος που τα διάφορα υλικά παρουσιάζουν την ιδιότητα του αγωγού ή του μονωτή αλλά και να αναφέρει σχετικά παραδείγματα.

Παρόμοια ερώτηση με αυτή δεν υπήρξε στην αρχική συνέντευξη αξιολόγησης για να πραγματοποιηθεί η σύγκριση των απαντήσεων πριν και μετά τη διδασκαλία, παρόλα αυτά κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας όταν πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή του μαθητή στη συγκεκριμένη διδακτική ενότητα διαπιστώθηκε πως μπορούσε να διακρίνει μερικά υλικά στις δύο κατηγορίες, ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας στην Ε' Δημοτικού, αλλά όχι όλα σωστά, ενώ επίσης δεν ήταν σε θέση να εξηγήσει τη διαφορά στη συμπεριφορά του αγωγού και του μονωτή. Έτσι συμπεραίνεται πως η παρούσα διδακτική παρέμβαση επέδρασε θετικά στην κατάκτηση των συγκεκριμένων εννοιών.

### **8<sup>η</sup> Ερώτηση**

Ερ: Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός ή μονωτής;

Μαθ: Αγωγός.

Ο μαθητής με σιγουριά απάντησε σωστά πως το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός.

### **9<sup>η</sup> ερώτηση**

Ερ: Πότε ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό και πότε είναι κλειστό;

Μαθ: Όταν είναι ανοιχτό ένα κύκλωμα, είναι κλειστό.

Ερ: Περίμενε, όταν είναι ανοιχτό ένα κύκλωμα...

Μαθ: Όταν ανάβει το λαμπάκι; Όταν είναι ανοιχτό ένα κύκλωμα ο διακόπτης θα είναι κλει... όταν θα είναι ανοιχτό ..., όταν δε θα ανάβει το λαμπάκι;

Ερ: Περίμενε.

Μαθ: Αχ...

Ερ: Σε ρωτάω εγώ πότε ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό;

Μαθ: Ανοιχτό θα είναι το κύκλωμα που ο διακόπτης θα είναι κλει... ανοιχτός! Και κλειστό το κύκλωμα, θα 'ναι ο διακόπτης που είναι κλειστός.

Ερ: Ναι. Άρα όταν είναι ανοιχτό το κύκλωμα, ανάβει το λαμπάκι;

Μαθ: Όχι.

Ερ: Όχι. Γιατί ο διακόπτης... είναι, είπαμε, όταν είναι ανοιχτό το κύκλωμα...

Μαθ: Όταν είναι ανοιχτό...

Ερ: Ο διακόπτης είναι...

Μαθ: Όταν είναι ανοιχτό, όταν είναι ανοιχτός ο διακόπτης, τότε θα είναι κλειστό το λαμπάκι και όταν θα είναι κλειστός ο διακόπτης θα 'ναι ανοιχτό το λαμπάκι.

Ερ: Μπράβο. Πολύ ωραία γιατί όταν είναι ανοιχτό το κύκλωμα, σημαίνει ότι κάποιο από τα στοιχεία του δεν έχει συνδεθεί σωστά, ενώ όταν είναι κλειστό, σημαίνει ότι ο κύκλος έχει κλείσει άρα ρεύμα θα κυκλοφορήσει...

Ο μαθητής αρχικά αυθόρμητα απάντησε πως όταν είναι ανοιχτό το κύκλωμα είναι κλειστό, εννοώντας προφανώς πως είναι κλειστό το λαμπάκι. Όταν ωστόσο κλήθηκε να διευκρινίσει την απάντησή του, φάνηκε να μπαίνει σε σκέψεις για τον όρο «ανοιχτό» κύκλωμα. Το ανοιχτό κύκλωμα δεν το συνέδεσε επιτυχώς με τον ανοιχτό διακόπτη και θεώρησε προς στιγμήν πως ανοιχτό κύκλωμα είναι αυτό στο οποίο είναι «ανοιχτό» το λαμπάκι («Όταν ανάβει το λαμπάκι; Όταν είναι ανοιχτό ένα κύκλωμα ο διακόπτης θα είναι κλει...»). Στη συνέχεια, ωστόσο όταν παρακινήθηκε να κάνει τη σύνδεση αυτή, ανοιχτού διακόπτη-ανοιχτού κυκλώματος, έδειξε να ανακαλεί ότι ανοιχτό κύκλωμα σημαίνει ανοιχτός διακόπτης και πως έχει κατανοήσει ότι για να ανάψει το λαμπάκι πρέπει να είναι κλειστός ο διακόπτης, άρα όλα τα στοιχεία του κυκλώματος να είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους.

Να σημειωθεί πως σε δραστηριότητες της προτελευταίας και τελευταίας διδακτικής ώρας ο μαθητής ήταν σε θέση να αναγνωρίζει με μεγάλη άνεση πότε ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό και πότε είναι κλειστό και να υποστηρίζει αντιστοίχως τη φωτοβολία ή όχι της λάμπας όταν παρουσιάζονταν σε αυτόν εικόνες κυκλωμάτων. Επομένως ίσως οι παρούσες συγχύσεις να οφείλονται εν μέρει και στο υψηλό επίπεδο δυσκολίας που έθετε η ερώτηση για το μαθητή αφού στην προκειμένη περίπτωση κλήθηκε να απαντήσει σε μία ανοιχτή ερώτηση διατυπώνοντας ο ίδιος χωρίς βοήθεια τι είναι ανοιχτό και τι κλειστό κύκλωμα και όχι να το αναγνωρίσει.

Η λεκτική σύγχυση σχετικά με το «ανοιχτό – κλειστό» κύκλωμα ή διακόπτη είναι ένα φαινόμενο που συναντάται σε αρκετούς μαθητές, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία. Το φαινόμενο αυτό αποδεικνύει ότι η καθημερινή-πρακτική γνώση, τους επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό, αφού είναι ιδιαίτερα λειτουργική, βοηθώντας τους να δίνουν ικανοποιητικές, από τη δική τους σκοπιά, εξηγήσεις στο πλαίσιο της καθημερινής τους ζωής (άνοιγμα του διακόπτη- άναμμα της λάμπας, κλείσιμο του διακόπτη-σβήσιμο της λάμπας). Παρ' όλα αυτά, η επιστημονική χρήση των όρων «ανοίγω – κλείνω» το διακόπτη έρχεται σε αντίθεση ως προς το νόημα και το περιεχόμενο με την καθημερινή χρήση, γεγονός που δυσκολεύει τους μαθητές στη διαδικασία μάθησης του «ανοιχτού - κλειστού» κυκλώματος με τη χρήση του διακόπτη, γι' αυτό και συνεχίζουν να τη χρησιμοποιούν, χωρίς να μπορούν να προβούν στη σύνδεση των δύο αυτών ειδών γνώσης (Χρηστίδου, 2001). Μία τέτοια σύγχυση παρατηρήθηκε και στο μαθητή της συγκεκριμένης έρευνας, η οποία φάνηκε πως δεν ξεπεράστηκε πλήρως μέσω της

διδασκαλίας παρέμβασης, αφού ο μαθητής, εδώ, στην τελική συνέντευξη αξιολόγησης χρειάστηκε μία μικρή βοήθεια για να ξεκαθαρίσει τη σκέψη του.

Οι διαπιστώσεις αυτές φάνηκαν να επιβεβαιώνονται και από τις απαντήσεις του μαθητή στην επόμενη ερώτηση.

### **10<sup>η</sup> Ερώτηση**

*Ερ: Τι είναι ο διακόπτης;*

*Μαθ: Είναι... ένα πράγμα που όταν είναι ανοιχτός, το ηλεκτρικό κύκλωμα, όταν είναι ανοιχτός ο διακόπτης τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να κινηθούν άρα δεν θα είναι ανοιχτό το κύκλωμα. Άρα...*

*Ερ: Δε θα είναι;...*

*Μαθ: Αναμμένο το λαμπάκι.*

*Ερ: Α αυτό εννοείς, ναι.*

*Μαθ: Όταν θα 'ναι όμως κλειστός ο διακόπτης, τότε θα αρχίσουν να μετακινούνται τα ηλεκτρόνια και θ' ανάψει το λαμπάκι.*

Κι εδώ έγινε αντιληπτή μία μικρή σύγχυση γύρω από τον όρο «ανοιχτό κύκλωμα». Ο μαθητής και πάλι ταύτισε το ανοιχτό κύκλωμα με το «ανοιχτό» λαμπάκι. Παρόλα αυτά αντιλαμβανόταν και ήταν σε θέση να εξηγήσει γιατί όταν είναι ανοιχτός ο διακόπτης (δηλαδή όλα τα στοιχεία του κυκλώματος δεν είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους), δεν υπάρχει ρεύμα («όταν είναι ανοιχτός ο διακόπτης τα ηλεκτρόνια δεν μπορούν να κινηθούν άρα δεν θα είναι ανοιχτό το κύκλωμα»)

Αυτό σημαίνει πως στο συγκεκριμένο σημείο η διδασκαλία πέτυχε εν μέρει το στόχο της. Ο μαθητής δυσκολεύτηκε στο χειρισμό των όρων ανοιχτό και κλειστό κύκλωμα, δεν είχε εσωτερικεύσει δηλαδή την ορολογία που χρησιμοποιείται κάθε φορά για να εκφράσει το ανοιχτό και κλειστό κύκλωμα, ωστόσο είχε κατανοήσει πως για να υπάρξει ρεύμα σε ένα κύκλωμα θα πρέπει ο διακόπτης να είναι κλειστός – όλα τα στοιχεία του να είναι συνδεδεμένα.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, το τελικό ερωτηματολόγιο ανέδειξε ένα σημαντικό βαθμό εννοιολογικής αλλαγής εκ μέρους του μαθητή.

Η ανάλυση των απαντήσεων του κατέδειξε αρχικά πως ο μαθητής εσωτερίκευσε την ατομική δομή της ύλης, αφού ήταν σε θέση να αναφέρει τα σωματίδια που την αποτελούν αλλά και το φορτίο που χαρακτηρίζει καθένα από αυτά. Στη συνέχεια έδειξε πως σημαντική εννοιολογική αλλαγή επιτεύχθηκε ως προς την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο μαθητής, ενώ στην αρχική αξιολόγηση, δεν μπόρεσε με ακρίβεια να απαντήσει σχετικά με το «τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα», αλλά αναφέρθηκε στο τι κάνει αυτό, μετά την παρέμβαση ήταν σε θέση να αναφέρει πως πρόκειται για την «κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων», αποδεικνύοντας πως αντιλαμβάνεται την ατομική φύση του.

Ως προς τη συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος δε σημειώθηκε κάποια ιδιαίτερη αλλαγή καθώς ο μαθητής ήδη πριν την παρέμβαση ήταν σε θέση να αναγνωρίζει και να σχεδιάζει ο ίδιος τη σωστή σύνδεση. Ωστόσο, η σημαντικότερη εννοιολογική αλλαγή που επιτεύχθηκε μέσω της παρέμβασης, ήταν εκείνη που αφορούσε την εξήγηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος. Ο μαθητής που κατά την αρχική αξιολόγηση υποστήριζε το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, εγκατέλειψε τις αντιλήψεις του αυτές μέσω της διδασκαλίας, οικοδομώντας το επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας.

Επιπλέον μετά τη διδακτική παρέμβαση ο μαθητής συσχέτισε επιτυχώς τα στοιχεία του ηλεκτρικού κυκλώματος με τη συμβολική τους αναπαράσταση, ενώ έδειξε πως κατανοεί ορισμένες ιδιότητες του ηλεκτρικού ρεύματος συσχετίζοντάς τες με την ατομική φύση του. Έτσι ήταν σε θέση να ερμηνεύει γιατί τα υλικά παρουσιάζουν την ιδιότητα του αγωγού και του μονωτή αλλά και να εξηγεί γιατί προϋπόθεση για την ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα είναι ο κλειστός διακόπτης.

Σε γενικές γραμμές η διδακτική παρέμβαση ήταν ωφέλιμη για το μαθητή και μπορεί να υποστηριχθεί ότι ο βαθμός στον οποίο επιτεύχθη η εννοιολογική αλλαγή ήταν ιδιαίτερα σημαντικός, εάν μάλιστα ληφθεί υπόψη και το υψηλό επίπεδο δυσκολίας, το οποίο έθετε η εξέταση εννοιών και φαινομένων που δεν είναι άμεσα αντιληπτά και οικεία για το μαθητή (π.χ. η φύση του ηλεκτρικού ρεύματος).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup> - ΣΥΖΗΤΗΣΗ- ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Οι έννοιες που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα πεδία της σχολικής επιστήμης και ταυτόχρονα, ένα από τα πιο δύσκολα και αφηρημένα για τους μαθητές όλων των βαθμίδων. Το γεγονός ότι οι παρατηρήσεις δεν μπορούν να προέρχονται άμεσα από το φαινόμενο του ηλεκτρισμού αλλά μόνο από τις συνέπειές του (π.χ. άναμμα του λαμπτήρα με το απλό πάτημα ενός κουμπιού, χωρίς να είμαστε σε θέση να παρακολουθήσουμε την πορεία του ρεύματος) προάγει το σχηματισμό ποικίλων εναλλακτικών ιδεών στους μαθητές, ενώ κάνει την κατανόηση των φαινομένων να εξαρτάται από τη χρήση μοντέλων, αναλογιών και μεταφορών, και συνεπώς, αρκετά σύνθετη (Mulhall et al., 2001).

Στόχοι της παρούσας εργασίας ήταν α) να αναδειχθούν οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις ενός μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες γύρω από τα φαινόμενα που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα και τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος και β) να εξεταστεί ο βαθμός εννοιολογικής αλλαγής που μπορεί να επιφέρει στις αντιλήψεις αυτές, μία διδακτική παρέμβαση βασισμένη στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητές του μαθητή αυτού. Ο μαθητής φοιτούσε στη ΣΤ΄ τάξη του Δημοτικού, και είχε διδαχθεί κατά την προηγούμενη σχολική χρονιά τη σχετική ενότητα του ηλεκτρισμού από το σχολικό εγχειρίδιο των Φυσικών Επιστημών «Ερευνώ και Ανακαλύπτω». Αν και το μοντέλο διδασκαλίας που προτείνεται από το συγκεκριμένο εγχειρίδιο είναι το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας (Αποστολάκης κ.α., 2006) η εκπαιδευτικός του είχε επιλέξει να εφαρμόσει το μοντέλο της παραδοσιακής διδασκαλίας, ενσωματώνοντας σε αυτό την πραγματοποίηση πειραμάτων, τα οποία η ίδια επιδείκνυε στη τάξη και οι μαθητές επαναλάμβαναν.

Η ανάδειξη των αρχικών ιδεών του μαθητή πραγματοποιήθηκε μέσω της χορήγησης του αρχικού ερωτηματολογίου, η οποία έλαβε τη μορφή ατομικής συνέντευξης, αφού όλα τα ερωτήματα εκφωνούνταν στο μαθητή και οι απαντήσεις του ήταν προφορικές με σκοπό την εξάλειψη των προβλημάτων που θα προέκυπταν από τις έντονες γραφοαναγνωστικές του δυσκολίες. Η συνέντευξη περιελάμβανε 11 ερωτήσεις διαφορετικού τύπου (πολλαπλής επιλογής, ανοιχτές ερωτήσεις, σχεδιασμός

επεξηγηματικού σχήματος), οι οποίες επιλέχθηκαν με βάση τα πρότυπα και τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί σε μαθητές για τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα των Φυσικών Επιστημών.

Η αρχική αυτή συνέντευξη αξιολόγησης ανέδειξε έναν αριθμό εναλλακτικών αντιλήψεων του μαθητή για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και το ηλεκτρικό ρεύμα. Από τις απαντήσεις του έγινε φανερό ότι δεν είχε κατανοήσει πλήρως τις παραπάνω έννοιες παρά τη διδασκαλία της προηγούμενης χρονιάς, γεγονός που αναδεικνύει τον ιδιαίτερα σταθερό και ανθεκτικό χαρακτήρα των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. Η εννοιολογική αλλαγή, όπως έχει υποστηριχθεί άλλωστε, είναι μία μακρόχρονη και βραδεία διαδικασία, που πολλές φορές υπερβαίνει τις συνήθεις σχολικές βραχύχρονες διαδικασίες μάθησης (Χατζηνικήτα και Χρηστίδου, 2001).

Έτσι, κατά την αρχική συνέντευξη αξιολόγησης διαπιστώθηκε πως ο μαθητής δεν είχε εσωτερικεύσει τη φύση του ηλεκτρικού ρεύματος, αφού όταν υποβλήθηκε σε αυτόν η αντίστοιχη ερώτηση, δεν έδωσε μία σαφή απάντηση σχετικά με το τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα (η κίνηση των ηλεκτρονίων), αλλά αναφέρθηκε στο τι κάνει το ηλεκτρικό ρεύμα («λειτουργεί τα πράγματα που φτιάχνουμε»). Η άποψή του αυτή συνάδει με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών όπως εκείνη των Chiu & Lin (2005) ή των Psillos, Koumaras & Valassiades (1987). Στη δεύτερη έρευνα συγκεκριμένα, η πλειοψηφία των μαθητών έδειξαν πως δεν αναπαριστούσαν την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος ξεκάθαρα στη σκέψη τους και χρησιμοποιούσαν τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών για να την εξηγήσουν. Συγκεκριμένα, ένα ποσοστό μαθητών (20%) συσχέτισε το ρεύμα όχι με αυτό που είναι, αλλά με αυτό που κάνει, π.χ. ανέφεραν πως οι ηλεκτρικές συσκευές λειτουργούν λόγω του ρεύματος.

Επίσης αναδείχθηκαν εναλλακτικές αντιλήψεις του μαθητή όσον αφορά το ρόλο των στοιχείων του ηλεκτρικού κυκλώματος. Οι αντιλήψεις του αυτές αντικατοπτρίζουν τα ευρήματα της βιβλιογραφίας σύμφωνα με τα οποία η πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί τη μπαταρία μία «αποθήκη» ηλεκτρισμού (ή ρεύματος, ενέργειας κλπ., όροι που χρησιμοποιούνται αδιακρίτως από τους μαθητές) τον οποίο τα καλώδια μεταφέρουν στον καταναλωτή και αυτός το καταναλώνει (Κόκκοτας, 2010; Κουμαράς, 2002), για αυτό και η μπαταρία «αδειάζει» (Borges et al.1999).

Όσον αφορά τη σωστή συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος, ο μαθητής στην αρχική συνέντευξη αξιολόγησης ήταν σε θέση να την αναγνωρίζει και να τη



σχεδιάζει ο ίδιος, ως αποτέλεσμα της περσινής διδασκαλίας, υιοθετώντας την επιστημονικά παραδεκτή άποψη που θέλει την ύπαρξη δύο πόλων τόσο στην μπαταρία όσο και στο λαμπτήρα και τα καλώδια να είναι συνδεδεμένα με τους δύο πόλους της μπαταρίας και τις δύο επαφές του λαμπτήρα. Ωστόσο εμφάνισε σημαντικές εναλλακτικές ιδέες όσον αφορά την εξήγηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος, αφού δεν ακολουθούσε το επιστημονικό πρότυπο ερμηνείας για τον τρόπο που κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε αυτό, αλλά υποστήριζε το εναλλακτικό μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, όπως άλλωστε και η πλειοψηφία των μαθητών σε προηγούμενες έρευνες (Παρασκευάς & Αλιμήσης, 2007; Osborne, 1983). Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει τα προϋπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα, σύμφωνα με τα οποία ακόμη και αν ένας μαθητής είναι σε θέση να κατασκευάζει επιτυχώς ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, δε σημαίνει απαραίτητα πως θα μπορεί να εκτιμήσει τον τρόπο που κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα σε αυτό (Osborne, 1983).

Επιπλέον με το ίδιο εύρημα επιβεβαιώνεται η άποψη ότι οι μαθητές σκέπτονται σε δύο επίπεδα σχετικά με τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος (Χρηστίδου, 2001; Κουμαράς, 2002): αρχικά, με βάση το πρακτικοβιωματικό-εξωσχολικό επίπεδο, σύμφωνα με το οποίο θεωρούν ότι «κάτι» (ρεύμα, ενέργεια) πηγαίνει από τον θετικό πόλο της μπαταρίας στο λαμπτήρα και από τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας στο λαμπτήρα, όπου «ενώνονται» με αποτέλεσμα αυτός να ανάβει και έπειτα με βάση το επιστημονικό-σχολικό επίπεδο, σύμφωνα με το οποίο είναι απαραίτητο να υπάρχουν η μπαταρία, τα δύο καλώδια και η λάμπα συνδεδεμένα κατάλληλα μεταξύ τους για να λειτουργήσει το ηλεκτρικό κύκλωμα. Οι μαθητές όμως, δεν φαίνεται να καταφέρνουν να συνδέσουν τους δύο αυτούς τύπους γνώσης.

Συνοψίζοντας, ως προς το 1<sup>ο</sup> ερευνητικό ερώτημα, διαπιστώθηκε μέσω της αρχικής συνέντευξης αξιολόγησης πως ο μαθητής κατείχε ένα σημαντικό αριθμό εναλλακτικών αντιλήψεων, που συμφωνούν σε μεγάλο βαθμό με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας για τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης (εφόσον η αντίστοιχη ερευνητική δραστηριότητα για την ομάδα των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες κρίνεται ιδιαίτερα περιορισμένη). Σκοπός του παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) είναι να δείξει συνοπτικά πως κάθε μία από τις εναλλακτικές ιδέες του μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες ταυτίζεται με τις αντίστοιχες ιδέες που έχουν ανιχνευθεί σε μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Οι ιδέες αυτές του μαθητή μάλιστα φαίνεται πως δεν ξεπεράστηκαν παρά τη διδασκαλία την οποία παρακολούθησε στην Ε' Δημοτικού.

Πίνακας 1

Ιδέες μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες	Έρευνα/ βιβλιογραφική πηγή στην οποία εντοπίζονται οι αντίστοιχες ιδέες των μαθητών τυπικής ανάπτυξης
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασαφής απάντηση για την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος (το ηλεκτρικό ρεύμα ως ένα «λειτουργικό υλικό»)</li> <li>• η μπαταρία ως «αποθήκη» ηλεκτρισμού τον οποίο τα καλώδια μεταφέρουν στον καταναλωτή και αυτός το καταναλώνει</li> <li>• η μπαταρία «αδειάζει»</li> <li>• αδυναμία εξήγησης της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος παρά το γεγονός ότι ήξερε να εφαρμόζει τη σωστή συνδεσμολογία</li> <li>• υιοθέτηση μοντέλου συγκρουόμενων ρευμάτων</li> </ul>	<p>Chiu &amp; Lin (2005); Psillos et al. (1987)</p> <p>Κόκκοτας (2010); Κουμαράς, (2002)</p> <p>Borges et al. (1999)</p> <p>Παρασκευάς &amp; Αλιμήσης (2007); Osborne (1983)</p> <p>Παρασκευάς &amp; Αλιμήσης, (2007); Osborne (1983); Psillos et al., (1987)</p>

Αξίζει να σημειωθεί ωστόσο πως το γεγονός ότι ο μαθητής εμφάνισε τις συγκεκριμένες εναλλακτικές ιδέες παρά τη διδασκαλία που παρακολούθησε στο παρελθόν, οι οποίες μάλιστα ταυτίζονται σε τόσο μεγάλο βαθμό με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τυπικής ανάπτυξης, ενδεχομένως να μην οφείλεται στις Μαθησιακές του Δυσκολίες, αλλά σε ορισμένους άλλους παράγοντες, όπως για παράδειγμα την ελλιπή διδασκαλία που παρακολούθησε. Πιθανώς ένας μαθητής τυπικής ανάπτυξης που είχε παρακολουθήσει την ίδια διδασκαλία στην Ε' Δημοτικού να διατηρούσε τις εναλλακτικές ιδέες του μετά από αυτή με παρόμοιο τρόπο. Στη συγκεκριμένη περίπτωση για να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα, θα ήταν απαραίτητη η σύγκριση των εναλλακτικών ιδεών του μαθητή με τις εναλλακτικές ιδέες ενός μαθητή τυπικής ανάπτυξης με παρόμοιες επιδόσεις, που θα είχε παρακολουθήσει την ίδια παραδοσιακή διδασκαλία στο παρελθόν, από την ίδια εκπαιδευτικό και στο

ίδιο πλαίσιο. Ένας μαθητής, ωστόσο που να πληροί όλα αυτά τα κριτήρια δεν ήταν δυνατόν να βρεθεί.

Ακόμη, από την ίδια διαπίστωση, της μεγάλης δηλαδή ταύτισης των εναλλακτικών ιδεών του ερευνώμενου μαθητή με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών τυπικής ανάπτυξης, μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα πως στο σχηματισμό των ιδεών του έχουν επιδράσει οι ίδιοι παράγοντες και με τον ίδιο τρόπο που επιδρούν στους μαθητές τυπικής ανάπτυξης (π.χ. κοινωνικό περιβάλλον, αισθητηριακή αντίληψη του μαθητή, περιορισμένη εστίαση κλπ.)

Η παρέμβαση που ακολούθησε την αρχική συνέντευξη αξιολόγησης σχεδιάστηκε βάσει α) των στοιχείων που προέκυψαν από την αρχική αξιολόγηση β) των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων του μαθητή γ) των επιθυμητών στόχων προς κατάκτηση, οι οποίοι διαμορφώθηκαν λαμβάνοντας υπόψη και την ηλικιακή ομάδα στην οποία ανήκει ο μαθητής. Η παρέμβαση διήρκεσε 5 διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε σε εξατομικευμένο επίπεδο. Στηρίχτηκε στην πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων εποικοδομητικού τύπου κατά τις οποίες ο μαθητής αρχικά διατύπωνε υποθέσεις, στη συνέχεια εκτελούσε τα πειράματα, αξιολογούσε τις προβλέψεις του ελέγχοντας αν συμφωνούν με τα δεδομένα που προέκυπταν και τέλος διατύπωνε τα συμπεράσματα του, στα πλαίσια της ανάλογης καθοδήγησης και επιβράβευσης. Επιπλέον, για τη διευκόλυνση της εννοιολογικής αλλαγής όσον αφορά την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος και της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος έγινε χρήση μίας αναλογίας και συγκεκριμένα της αναλογίας της αλυσίδας του ποδηλάτου, η οποία ενδείκνυται από τη βιβλιογραφία για το σκοπό αυτό. Συμπληρωματικά, για την εξάσκηση του μαθητή αξιοποιήθηκε το λογισμικό προσομοίωσης «Edison 4», στο οποίο ο μαθητής έμαθε να κατασκευάζει απλά εικονικά ηλεκτρικά κυκλώματα, ενώ τέλος η διδασκαλία υποστηρίχθηκε από τη χρήση ποικίλων εικόνων και σχεδιαγραμμάτων για την ενίσχυση της κατανόησης των διδασκόμενων εννοιών.

Με το πέρας της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε η τελική συνέντευξη αξιολόγησης του μαθητή με στόχο την αποτύπωση του βαθμού εννοιολογικής αλλαγής που επετεύχθη. Σε αυτή συμπεριλήφθηκαν 10 ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, από τις οποίες, οι δύο ζητούσαν συμπληρωματικά το σχεδιασμό επεξηγηματικού σχήματος.

Η ανάλυση των απαντήσεων του μαθητή έδειξαν πως η διδακτική παρέμβαση επέφερε σημαντικές μεταβολές στις αρχικές του ιδέες. Μία από τις πιο σημαντικές εννοιολογικές μεταβολές που σημειώθηκαν ήταν εκείνη που αφορούσε την έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Ο μαθητής σε αντίθεση με τη συνέντευξη αρχικής αξιολόγησης όπου έδωσε μία αόριστη απάντηση, ήταν πλέον σε θέση να αναφέρει πως ηλεκτρικό ρεύμα είναι η «*προς μία κατεύθυνση κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων*».

Όσον αφορά τις αντιλήψεις του μαθητή γύρω από τη συνδεσμολογία του ηλεκτρικού κυκλώματος δε σημειώθηκε κάποια αλλαγή καθώς ο μαθητής ήδη πριν την παρέμβαση υιοθετούσε το σωστό τρόπο σύνδεσης, ωστόσο μπορεί να υποστηριχθεί πως μέσω της διδασκαλίας εδραιώθηκαν ή και ενισχύθηκαν οι σωστές αντιλήψεις του.

Μία ακόμη σημαντική εννοιολογική μεταβολή που επετεύχθη αφορούσε την εξήγηση την οποία έδινε ο μαθητής για τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος. Ενώ στην αρχική αξιολόγηση υποστήριξε το εναλλακτικό νοητικό μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, μετά την πραγματοποίηση της παρέμβασης εγκατέλειψε τις προηγούμενες αντιλήψεις του, υιοθετώντας το επιστημονικό μοντέλο εξήγησης. Επομένως, φαίνεται πως η αναλογία της αλυσίδας του ποδηλάτου που χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την επίτευξη της εννοιολογικής αυτής αλλαγής, πέτυχε το σκοπό της.

Ακόμη, εκτός των μεταβολών που πραγματοποιήθηκαν στις αρχικές αντιλήψεις του μαθητή, μέσω της τελικής συνέντευξης αξιολόγησης ελέγχθηκε ο βαθμός κατανόησης κάποιων εννοιών που διδάχθηκαν κατά τη φάση της παρέμβασης. Έτσι προέκυψε πως ο μαθητής, μέσω αυτής, κατέκτησε επιτυχώς τη συμβολική αναπαράσταση του ηλεκτρικού κυκλώματος, ενώ έδειξε πως κατανοεί ορισμένες ιδιότητες του ηλεκτρικού ρεύματος συσχετίζοντάς τες με την ατομική φύση του. Ήταν σε θέση να διακρίνει τα υλικά σε αγωγούς και μονωτές και να ερμηνεύει γιατί παρουσιάζουν τη συγκεκριμένη ιδιότητα (αναφέροντας για παράδειγμα πως στους αγωγούς «τα ηλεκτρόνια μπορούν να κινηθούν μέσα τους» ενώ οι μονωτές «δεν αφήνουν τα ηλεκτρόνια να κινηθούν μέσα τους») αλλά και να εξηγήσει γιατί προϋπόθεση για την ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα είναι ο κλειστός διακόπτης (γιατί «θα αρχίσουν να μετακινούνται τα ηλεκτρόνια και θα ανάψει το λαμπάκι»). Η μόνη ίσως δυσκολία που φάνηκε να μην ξεπεράστηκε τελικά μέσω της διδακτικής παρέμβασης ήταν η λεκτική σύγχυση που μπορεί να προκαλέσει στο μαθητή, και

γενικότερα στους μαθητές σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η επιστημονική χρήση των όρων «ανοιχτό – κλειστό» κύκλωμα, η οποία έρχεται σε αντίθεση ως προς το περιεχόμενο και το νόημα με τη χρήση των όρων από τους μαθητές στο πλαίσιο της καθημερινής τους ζωής (ανοίγω το διακόπτη-ανάβει η λάμπα, κλείνω το διακόπτη-σβήνει η λάμπα) (Χρηστίδου, 2001).

Ως προς το 2ο ερευνητικό ερώτημα, επομένως, τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης, η οποία ήταν προσαρμοσμένη στις ιδιαίτερες ανάγκες και δυνατότητες του μαθητή με Μαθησιακές Δυσκολίες, είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικά. Οι εναλλακτικές αντιλήψεις που σημειώθηκαν στην αρχική συνέντευξη αξιολόγησης, αποδομήθηκαν στην πλειοψηφία τους, δίνοντας τη θέση τους σε νέες ιδέες που συμβαδίζουν με τις επιστημονικά αποδεκτές και ο μαθητής βελτίωσε την εννοιολογική κατανόησή του γύρω από τα φαινόμενα που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα και το ηλεκτρικό κύκλωμα (οι αλλαγές στις ιδέες του μαθητή αποτυπώνονται συνοπτικά στον Πίνακα 2). Το γεγονός αυτό οφείλεται ενδεχομένως στις προσεγγίσεις, στα μέσα και τις στρατηγικές διδασκαλίας που αξιοποιήθηκαν και οι οποίες ξέφευγαν από τη καθιερωμένη, παραδοσιακή διδασκαλία που βασίζεται στο σχολικό εγχειρίδιο και η οποία δεν απέδωσε τα αναμενόμενα αποτελέσματα για το μαθητή στην Ε' Δημοτικού.

Πίνακας 2

<b>Πριν τη διδακτική παρέμβαση</b>	<b>Μετά τη διδακτική παρέμβαση</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Το ηλεκτρικό ρεύμα</u>: «είναι ένα πράγμα... που φτιάχνουμε πράγματα και τα λειτουργεί»</li> <li>• <u>Συνδεσμολογία ηλεκτρικού κυκλώματος</u> κατασκευάστηκε και απεικονίστηκε με βάση το επιστημονικό πρότυπο</li> <li>• <u>Ερμηνευτικό μοντέλο λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος</u>: συγκρουόμενων ρευμάτων</li> <li>• <u>Ο ρόλος της μπαταρίας</u>: «κουβαλάει πάνω της τον ηλεκτρισμό, τελειώνει και την ζαναγεμίζουμε»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Το ηλεκτρικό ρεύμα</u>: «είναι η προς μία κατεύθυνση κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων μέσα σε ένα... ηλεκτρικό κύκλωμα»</li> <li>• <u>Συνδεσμολογία ηλεκτρικού κυκλώματος</u>: κατασκευάστηκε και απεικονίστηκε με βάση το επιστημονικό πρότυπο και εμπλουτίστηκε</li> <li>• <u>Επιστημονικό ερμηνευτικό μοντέλο λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος</u></li> <li>• <u>Ο ρόλος της μπαταρίας</u>: «κουβαλάει τα ηλεκτρόνια»</li> </ul>

Πράγματι, η προσέγγιση της παραδοσιακής διδασκαλίας, αν και μπορεί να επιφέρει κάποιες θετικές επιπτώσεις στην επίδοση των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες στις Φυσικές Επιστήμες, σύμφωνα με τους Mastropieri & Scruggs (1992) παρουσιάζει κάποια σημαντικά μειονεκτήματα. Αφενός, ορισμένες φορές δεν δίνει την προσοχή που αρμόζει στις αρχικές ιδέες των μαθητών και την ανθεκτικότητά τους, θεωρώντας το μυαλό των μαθητών «άγραφο χαρτί» (Κόκκοτας, 2010) όπου ο μαθητής μπορεί να εγγράψει οτιδήποτε του μεταδίδει ο δάσκαλος όπως ακριβώς του το μεταδίδει. Αφετέρου είναι εξαιρετικά δύσκολη για τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, εφόσον απαιτεί από αυτούς να εμπλακούν με μεγάλες ποσότητες γραπτού υλικού, στις οποίες λόγω των γραφοαναγνωστικών τους ελλειμμάτων, δυσκολεύονται να ανταποκριθούν (Cawley & Parmar, 2001). Εκτός αυτού, η συγκεκριμένη παραδοσιακή διδασκαλία που είχε παρακολουθήσει ο μαθητής στην Ε' Δημοτικού περιελάμβανε στοιχεία, όπως η χρήση της αναλογίας του κυκλώματος του νερού για την εξήγηση της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος, που κρίνονται ως δύσκολα για τους μαθητές από τη βιβλιογραφία [Wilkinson (1973) στο Shipstone, 1985].

Αντιθέτως, οι εργαστηριακές δραστηριότητες εποικοδομητικού τύπου που έλαβαν χώρα στην παρούσα διδακτική παρέμβαση και η χρήση άλλων στρατηγικών και μέσων, όπως η οπτικοποίηση των φαινομένων μέσω εικόνων και σχεδιαγραμμάτων, η αναλογία της αλυσίδας του ποδηλάτου που χρησιμοποιήθηκε για την κατανόηση της κίνησης των ηλεκτρονίων μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα, καθώς και η χρήση του λογισμικού προσομοίωσης Edison 4 μπορούν να έχουν θετικό αντίκτυπο στην επίτευξη της επιθυμητής εννοιολογικής αλλαγής. Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει συνοπτικά τα μέσα με τα οποία επιτεύχθηκε η εννοιολογική κατανόηση για κάθε έναν από τους διδακτικούς στόχους της παρέμβασης.

Πίνακας 3

<b>Στόχοι που σχετίζονται με:</b>	<b>Μέσα διδασκαλίας</b>
Έννοια ηλεκτρικού ρεύματος	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διδασκαλία για την ατομική δομή της ύλης</li> <li>• σχηματικές απεικονίσεις</li> <li>• αναλογία αλυσίδας ποδηλάτου</li> </ul>

Συνδεσμολογία ηλεκτρικού κυκλώματος	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πραγματοποίηση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων (με τη βοήθεια του λογισμικού Edison 4)</li> </ul>
Μοντέλο εξήγησης της λειτουργίας του ηλεκτρικού κυκλώματος	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Αναλογία της αλυσίδας ποδηλάτου</li> <li>• πολλαπλές σχηματικές απεικονίσεις</li> </ul>
Αγωγοί και μονωτές	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Διδασκαλία για την ατομική φύση του ηλεκτρικού ρεύματος</li> <li>• πραγματοποίηση πειραματικής δραστηριότητας</li> <li>• σχηματικές απεικονίσεις</li> </ul>
Λειτουργία διακόπτη	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πειραματική δραστηριότητα</li> <li>• διδασκαλία για την ατομική φύση του ηλεκτρικού ρεύματος</li> </ul>

Αξίζει να σημειωθεί πως οι στρατηγικές αυτές και τα μέσα, απέφεραν θετικά αποτελέσματα όχι μόνο όσον αφορά τις γνώσεις που απέκτησε ο μαθητής, αλλά συνετέλεσαν και στη βελτίωση της αυτοπεποίθησης του, καθώς και την αύξηση των κινήτρων του για ενεργό συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία. Ο μαθητής, στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης και ιδιαίτερα όταν εκείνη πλησίαζε στο τέλος της, συχνά διατύπωνε θετικά σχόλια για τη διαδικασία της εξατομικευμένης διδασκαλίας, καθώς και για τις δραστηριότητες στις οποίες συμμετείχε, που περιόριζαν όσο ήταν δυνατόν την εμπλοκή του με εκτενή γραπτά κείμενα. Τέλος, αξιοσημείωτη είναι και η ιδιαίτερη ευχαρίστηση που έδειξε να λαμβάνει από την ενασχόλησή του με το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε.

#### Περιορισμοί της έρευνας

Μέσω της παρούσας εργασίας, επιχειρήθηκε να δοθούν απαντήσεις σε ερωτήματα που αφορούν, αρχικά, τις εναλλακτικές αντιλήψεις που μπορεί να παρουσιάζει ένας μαθητής με Μαθησιακές Δυσκολίες αναφορικά με τα φαινόμενα που σχετίζονται με το ηλεκτρικό ρεύμα, και έπειτα την ανεύρεση αποτελεσματικών πρακτικών διδασκαλίας που μπορούν να επιφέρουν την επιθυμητή εννοιολογική αλλαγή για το μαθητή αυτό. Αν και η συγκεκριμένη έρευνα ανέδειξε ορισμένα σημαντικά ευρήματα επιτυγχάνοντας σε ένα σημαντικό βαθμό το σκοπό της, είναι αναγκαίο, στο σημείο

αυτό, να σημειωθούν ορισμένοι περιοριστικοί παράγοντες που διέπουν τα αποτελέσματά της.

Αρχικά, όπως σε κάθε ερευνητικό σχέδιο μελέτης περίπτωσης, η δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Αυτό σημαίνει πως οι εναλλακτικές ιδέες του μαθητή που μελετήθηκε δεν «ισχύουν» για όλους τους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες, και πως ενδεχομένως η εφαρμογή της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης δε θα ήταν εξίσου αποτελεσματική για όλους τους μαθητές που ανήκουν στο συγκεκριμένο πληθυσμό. Άλλωστε σκοπός μίας μελέτης περίπτωσης δεν είναι η στατιστική γενίκευση των συμπερασμάτων της (Yin, 2003). Αντιθέτως, η παρούσα έρευνα επιχείρησε να αναδείξει και να επισημάνει ποιες θα μπορούσαν να είναι οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αυτών υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες και να προτείνει ορισμένους τρόπους με τους οποίους οι εναλλακτικές ιδέες μπορούν να τροποποιηθούν αποτελεσματικά. Τα συμπεράσματά της μπορούν να αποτελέσουν βάση για το σχηματισμό θεωρήσεων, τις οποίες η πραγματοποίηση μελλοντικών ερευνών ικανοποιητικού ερευνητικού δείγματος, σε πληθυσμούς με ίδια χαρακτηριστικά, μπορούν να υποστηρίξουν ή να αμφισβητήσουν, οδηγώντας στο σχηματισμό μιας ευρύτερης θεωρίας.

Επιπρόσθετα, ένα ζήτημα που προκύπτει στις μελέτες περίπτωσης που εξετάζουν συνήθως αλλαγές, όπως και η παρούσα έρευνα που εξετάζει τις αλλαγές στις ιδέες του μαθητή, είναι εκείνο της εγκυρότητας δομής (Yin, 2003). Οι διάφοροι τύποι αλλαγών που εξετάζονται ενδέχεται να μην είναι πάντοτε σαφώς μετρήσιμοι και τα γεγονότα που συνιστούν στην πραγματικότητα την «αλλαγή» αυτή, να μην είναι σαφώς καθορισμένα. Το γεγονός αυτό ενέχει τον κίνδυνο οι καταγεγραμμένες αλλαγές να μην αποτελούν πράγματι σημαντικά γεγονότα αλλά να βασίζονται στις «υποκειμενικές» κρίσεις του ερευνητή. Στη συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης το μόνο μέσο-μέτρο που χρησιμοποιήθηκε για την αποτύπωση της αλλαγής ήταν μία «αλυσίδα» αποδεικτικών στοιχείων (οι καταγεγραμμένες συνομιλίες του μαθητή με την ερευνήτρια και οι σχηματικές απεικονίσεις που ο ίδιος κατασκεύασε καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας), η οποία αποδεικνύει πώς τροποποιήθηκαν οι αρχικές ιδέες του μαθητή και σε ποιο βαθμό επιτεύχθηκαν οι στόχοι της παρέμβασης.

Ένας ακόμη παράγοντας που μπορεί ενδεχομένως να αποτελέσει απειλή για την εγκυρότητα της έρευνας εντοπίζεται στο γεγονός ότι δεν πραγματοποιήθηκε σύγκριση



των ιδεών και των επιδόσεων του μαθητή με σημείο αναφοράς τις Μαθησιακές Δυσκολίες που αυτός παρουσίαζε, δηλαδή δε διερευνήθηκαν οι αντίστοιχες ιδέες και η αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης για έναν μαθητή τυπικής ανάπτυξης. Η πραγματοποίηση της σύγκρισης αυτής ωστόσο απαιτούσε την ανεύρεση ενός μαθητή τυπικής ανάπτυξης με το ίδιο σχολικό υπόβαθρο (που θα είχε παρακολουθήσει την ίδια παραδοσιακή διδασκαλία στην Ε' Δημοτικού, από την ίδια εκπαιδευτικό κλπ.) και με παρόμοιες σχολικές επιδόσεις, κριτήρια που δεν ήταν εφικτό να ικανοποιηθούν. Επομένως η πραγματοποίηση μίας τέτοιου τύπου σύγκρισης για την εξέταση τυχόν διαφορών μεταξύ μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες και μαθητών τυπικής ανάπτυξης, καθίσταται αναγκαίο να αποτελέσει μελλοντικό αντικείμενο έρευνας.

Ένας ακόμη περιορισμός έγκειται στο γεγονός ότι στην παρούσα έρευνα η διδακτική παρέμβαση εφαρμόστηκε εκτός της γενικής τάξης και συγκεκριμένα σε εξατομικευμένο επίπεδο. Το γεγονός αυτό αποτρέπει τη γενίκευση των συμπερασμάτων στο πλαίσιο της γενικής τάξης εφόσον είναι αμφίβολο αν η πραγματοποίηση της συγκεκριμένης παρέμβασης δίχως τον ατομικό της χαρακτήρα θα μπορούσε να επιφέρει παρόμοια αποτελέσματα. Περαιτέρω διερεύνηση της εφαρμογής της συγκεκριμένης διδασκαλίας εντός της γενικής τάξης για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες καθίσταται απαραίτητη για την ασφαλή εξαγωγή συμπερασμάτων.

Τέλος, στη συγκεκριμένη μελέτη δεν εξετάστηκε ο βαθμός διατήρησης της γνώσης που κατακτήθηκε από το μαθητή σε βάθος χρόνου. Είναι πιθανόν ο μαθητής έπειτα από κάποιο χρονικό διάστημα από τη διδασκαλία να κατέφυγε ξανά στις προϋπάρχουσες αντιλήψεις του δεδομένης μάλιστα της ανθεκτικότητας των αρχικών ιδεών των μαθητών, η οποία επισημαίνεται και από τη βιβλιογραφία (Ψύλλος, 1988).

Συμπερασματικά, τα ευρήματα που παρουσιάζονται εδώ θα πρέπει να εξεταστούν υπό το φως των προαναφερθέντων περιορισμών. Μελλοντικές ερευνητικές μελέτες που θα αξιοποιούν μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων και θα ελέγχουν πιο αποτελεσματικά τους περιοριστικούς παράγοντες που επισημάνθηκαν, αναμένεται να προσδώσουν έναν επιπλέον βαθμό εγκυρότητας στα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αποστολάκης, Ε., Παναγοπούλου, Ε., Σάββας, Σ., Τσαγλιώτης, Ν., Μακρή, Β., Πανταζής, Γ., Πετρέα, Κ., Σωτηρίου, Σ., Τόλιας, Β., Τσαγκογέωργα, Α. Καλκάνης, Γ.Κ. (2006). *Ερευνώ και Ανακαλύπτω, Βιβλίο για το Δάσκαλο*, ΟΕΔΒ, Αθήνα.
- Βαβουγιός, Δ. (2005). *Επιστήμη των Παιδιών. Μάθημα 4-Διδασκαλία-Μάθηση Φυσικών Επιστημών και παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες*.
- Βαβουγιός, Δ., & Παντελιάδου, Σ. (2006). Ανάλυση Διαφοροποιημένης διδασκαλίας Φυσικών Επιστημών σε μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. Στο Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), «*Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Μέθοδοι και Τεχνολογίες Μάθησης*». *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ* (σ.727-733). Νέες Τεχνολογίες, Βόλος
- Βεκύρη, Ι. (2005). Συμμετοχή των μαθητών με ΜΔ σε εργαστηριακές δραστηριότητες. Στο: Κύκλος Εξειδίκευσης στις Φυσικές Επιστήμες, Επιμόρφωση και Εξειδίκευση Εκπαιδευτικών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στις Δυσκολίες Μάθησης.
- Βεκύρη, Ι. (2008). Ενίσχυση της κατανόησης στις φυσικές επιστήμες. Στο Σ. Παντελιάδου, Φ. Αντωνίου (Επιμ.), *Διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές για μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες*. Γράφημα, Βόλος.
- Ιωσηφίδης, Θ. (2008). *Ποιοτικές μέθοδοι έρευνας στις κοινωνικές επιστήμες*. Κριτική, Αθήνα.
- Καλκάνης, Γ.Θ. (2002). *Εκπαιδευτική Τεχνολογία Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες*, σ. 20-29, Αυτοέκδοση ISBN 960-90946-4-3
- Κόκκοτας, Π., (2010). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος II*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.

- Κόκκοτας, Π., & Βλάχος, Ι. (2000). Ο ρόλος του πειράματος στην επιστήμη και στη διδασκαλία – μάθηση. Στο Π. Κόκκοτας (Επιμ.), *Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες – Σύγχρονοι Προβληματισμοί*. Αθήνα: Τυπωθήτω.
- Κουμαράς, Π. (2002). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Χριστοδουλίδη, Θεσσαλονίκη.
- Λεύκος, Ι., Ψύλλος, Δ., Χατζηκρανιώτης, Ε. & Παπαδόπουλος, Α. (2005). Μια πρόταση για την εργαστηριακή υποστήριξη της διδασκαλίας της θερμικής ακτινοβολίας με συνδυασμένη χρήση εργαλείων Τ.Π.Ε., *3ο Συνέδριο στη Σύρο – ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, (σ. 372-382).
- Μπότσας, Γ., & Παντελιάδου Σ. (2007). Χαρακτηριστικά παιδιών και εφήβων με Μαθησιακές Δυσκολίες. Στο Σ. Παντελιάδου, Γ. Μπότσας (Επιμ.), *Μαθησιακές Δυσκολίες: Βασικές έννοιες και χαρακτηριστικά*. Γράφημα, Βόλος.
- Ολυμπίου, Γ., Ζαχαρία, Ζ., & Παπαευριπίδου, Μ. (2007). Διερεύνηση της βελτίωσης της εννοιολογικής κατανόησης προπτυχιακών φοιτητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία μέσα από εικονικά και πραγματικά περιβάλλοντα πειραματισμού. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος, Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση»*, 5(Γ), (σ. 1059- 1068).
- Παντελιάδου, Σ. (2011). *Μαθησιακές Δυσκολίες και Εκπαιδευτική Πράξη: Τι & Γιατί*. Πεδίο, Αθήνα.
- Παντελιάδου, Σ., Πατσιοδήμου, Α., & Μπότσας, Γ. (2004). *Οι Μαθησιακές Δυσκολίες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση*. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ – ΥΠ.Ε.Π.Θ. Βόλος.
- Παρασκευάς, Π., Αλιμήσης, Δ. (2007). Έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού Σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. «*Οι Φυσικές Επιστήμες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*». *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Τεύχος Α΄, (σ. 192 - 201).
- Πολυχρόνη, Φ. (2011). *Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες*. Πεδίο, Αθήνα.

- Τσιχουρίδης, Χ. (2013) *Μελέτη σύγχρονων προσεγγίσεων στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού*. Διδακτορική Διατριβή. Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Τσιχουρίδης, Χ. & Βαβουγιός, Δ. (2007). Το λογισμικό μέσα από τα μάτια των μαθητών και των μαθητριών – Αξιολογώντας εκπαιδευτικό λογισμικό διδασκαλίας ηλεκτρικών κυκλωμάτων. «*Διδασκαλία της Φυσικής με Νέες Τεχνολογίες*». Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Τεύχος Γ', (σ. 1104-1113)
- Χαλκιά, Κ., (1999). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Τεχνολογίας*. Τυπωθήτω, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ., (2010α). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Α' Τόμος*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- Χαλκιά, Κ., (2010β). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις. Β' Τόμος*. Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα.
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικοβιωματική γνώση των μαθητών: Γενικά χαρακτηριστικά. Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, τόμος Β', ΕΑΠ, Πάτρα.
- Χρηστίδου, Β. (2001). Ηλεκτρισμός. Στο Β. Κουλαϊδής (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, τόμος Β', ΕΑΠ, Πάτρα.
- Ψύλλος, Δ. (1988). Οι επιπτώσεις των ιδεών των μαθητών στο σχεδιασμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Εργασία για το διεθνές workshop Διδακτικής της Φυσικής – Ρόδος, Μάρτιος, 1988
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., & Καριώτογλου, Π. (1993). *Επικοινωνία της Γνώσης στην Τάξη με Συνέρευνα Δασκάλου και Μαθητή*. Σύγχρονη Εκπαίδευση, τεύχος 70.

- Aubusson, P.J., Harrison, A.G., & Ritchie, S.M. (2006). Metaphor and Analogy. In P.J. Aubusson, A.G. Harrison & S.M. Ritchie (Eds.) *Metaphor and Analogy in Science Education* (1-9). Springer.
- Aydeniz, M. (2010). Measuring the impact of electric circuits KitBook on elementary school children's conceptual understanding of simple electric circuits. *Electronic Journal of Science Education*, 14(2), 1-29.
- Aydeniz, M., Cihak D., Graham S., & Retinger L., (2012). Using Inquiry-Based Instruction for Teaching Science to Students with Learning Disabilities. *International Journal of Special Education*, 27 (2), 189-206.
- Bell, D. (2002). Making Science inclusive: providing effective learning opportunities for children with learning difficulties. *Support for learning*, 17(4), 156-161
- Brigham, F., Scruggs, T., & Mastropieri, M. (2011). Science Education and Students with Learning Disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 223-232.
- Bakken, J., Mastropieri, M., & Scruggs, T. (1997). Reading comprehension of expository science material and students with learning disabilities: a comparison of strategies. *The Journal Of Special Education*, 31(3), 300-324.
- Borges, A.T., & Gilbert, J. (1999). Mental models of electricity. *International Journal Of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Carlisle, J., & Chang, V. (1996). Evaluation of academic capabilities in science by students with and without learning disabilities and their teachers. *Journal of Special Education*, 30(1), 18-34.
- Cawley, J. F., & Parmar, R. S. (2001). Literacy proficiency and science for students with learning disabilities. *Reading and Writing Quarterly: Overcoming Learning Difficulties*, 17, 105–125.
- Chiu, M., & Lin, J. (2005). Promoting fourth graders' conceptual change of their understanding of electric current via multiple analogies. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(4), 429-464.

- Cohen, L., Manion, L. & Keith, M. (2008). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Μεταίχμιο, Αθήνα.
- Dagher, Z. (1997). The case for analogies in teaching science for understanding. In J. Mintzes, J. Wandersee, & J. Novak (Eds.), *Teaching science for understanding* (195–211). San Diego: Academic Press.
- Dalton, B., Morocco, C., Tivnan, T., & Rawson Mead, P. (1997). Supported Inquiry Science: Teaching for Conceptual Change in Urban and Suburban Science Classrooms. *Journal Of Learning Disabilities*, 30(6), 670-684.
- Driver, P., Guesnee, E. & Tiberghien, A. (1985). *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. Αθήνα: Τροχαλία.
- Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 75, 649–672.
- Fleer, M. (1994). Determining children's understanding of electricity. *Journal of Educational Research*, 87(4), 249-254.
- Gauld, C. (1986). Models, meters and memory. *Research in Science Education*, 16, 49–54.
- Gilbert, J., Osborne, R., Fensham, P. (1982). Children's Science and its Consequences for Teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Harrison, G.A., & Treagust, F.D. (1993). Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics, *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 1291-1307.
- Harrison A.G. & Treagust D.F. (2006). Teaching and learning with analogies. In P.J. Aubusson, A.G. Harrison & S.M. Ritchie (Eds.), *Metaphor and Analogy in Science Education* (11-24). Springer.
- Jaakkola, T., & Nurmi, S., (2008), Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271-283.

- Joshua, S., & Dupin, J. (1987). Taking Into Account Student Conceptions in Instructional Strategy: An Example in Physics. *Cognition And Instruction*, 4(2), 117-135.
- Lovitt, T. C., & Horton, S. V. (1994). Strategies for Adapting Science Textbooks for Youth with Learning Disabilities. *Remedial and Special Education*, 15(2), 105-116.
- Mason, L. H., & Hedin, L. R. (2011). Reading Science Text: Challenges for Students with Learning Disabilities and Considerations for Teachers. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 214–222.
- Mastropieri, M. A. & Scruggs, T. E. (1992). Science for students with disabilities. A review of the research. *Review of Educational Research*, 62, 377-411.
- Mastropieri, M. A., & Scruggs, T. E. (1994). Text-based vs. activities oriented science curriculum: Implications for students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 15, 72–85.
- Mastropieri, M., Scruggs, T., Norland, J., Berkeley, S., McDuffie, K., Halloran-Tornquist, E. & Connors, N. (2006). Differentiated Curriculum Enhancement in Inclusive Middle School Science: Effects on Classroom and High-Stakes Tests. *The Journal of Special Education*, 40(3), 130-137.
- Mastropieri, M., & Scruggs, T. (2010). *The inclusive classroom: Strategies for effective differentiated instruction* (4thed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill
- Mastropieri, M., Scruggs, T., Bakken, J., & Whedon, C., (1996), Reading Comprehension: A synthesis of research in learning disabilities. In T. Scruggs & M. Mastropieri (Eds.), *Advances in Learning and Behavioral Disabilities* (201-227).
- Mastropieri, M., Scruggs, T. & Butcher, K. (1997). How effective is Inquiry Learning for students with Mild Disabilities? *The Journal of Special Education*, 31(2), 199-211

- Mastropieri, M., Scruggs, T., & Magnusen, M. (1999). Activities-Oriented Science Instruction for Students with Disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 22(4), 240-249.
- McDermott, L., & Shaffer, P., (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.
- Mulhall P., McKittrick B. & Gunstone R. (2001). A Perspective on the Resolution of Confusions in the Teaching of Electricity. *Research in Science Education*, 31, 575-587.
- Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. *Research In Science & Technological Education* , 1(1), 73-82.
- Osborne, R. & Gilbert, J. (1980) A method for Investigating Concept Understanding in Science. *European Journal of Science Education*, 2(3), 311-321.
- Psillos, D., Koumaras, P., & Valassiades, O. (1987). Pupils' Representations of Electric Current before, during and after Instruction on DC Circuits. *Research In Science & Technological Education*, 5(2), 185-199.
- Roth W.M. (1994). Experimenting in a Constructivist High School Physics Laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2), 197-223.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1993). Current approaches to science education: Implications for mainstream instruction of students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 14, 15–24.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2007). Science learning in special education: The case for constructed versus instructed learning. *Exceptionality*, 15, 57-74.
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., Bakken, J. P., & Brigham, F. J. (1993). Reading versus doing: The relative effects of textbook-based and inquiry-oriented approaches to science learning in special education classrooms. *The Journal of Special Education*, 27(1), 1-15.



- Scruggs, T., Mastropieri, M., Berkeley, S. & Graetz, J. (2010). Do Special Education Interventions Improve Learning of Secondary Content? A Meta-Analysis. *Remedial and Special Education*, 31(6), 437-449.
- Shipstone, D. (1984). A study of children's understanding of electricity in simple DC circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198.
- Shipstone, D. (1985). Electricity in Simple Circuits. In R. Driver, E., Guesne & A. Tiberghien (Eds.) *Children's Ideas in Science* (p.p. 33-51). Philadelphia: Open University Press.
- Tiberghien, A. (1983). Critical review of research concerning the meaning of electric circuits for students aged 8 to 20 years. In *Research on Physics Education, Proceedings of the First International Workshop, June 23–July 13*.
- Ugur, G., Dilber, R., Senpolat, Y. & Duzgun B. (2012). The effects of analogy on students' understanding of direct current circuits and attitudes towards physics lessons. *European Journal Of Educational Research*, 1(3), 211-223.
- Yin, R. (2003). *Case study research: Design and Methods* (3rded). Calif.: Sage Publications.
- Zacharia, Z.C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning & Instruction*, 21 (3), pp. 317-331.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1) Φαντάσου ότι βρίσκεσαι στην εξοχή με την παρέα σου, είναι βράδυ και ο δρόμος δεν είναι φωτισμένος. Τι θα μπορούσατε να έχετε μαζί σας για να φωτίζετε το δρόμο και έτσι να περπατάτε με ασφάλεια;

2) Μπορείς να αναφέρεις περιπτώσεις στις οποίες το ηλεκτρικό ρεύμα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη;



3) Σε καθεμία από τις περιπτώσεις που απεικονίζονται παραπάνω με ποιο τρόπο μας βοηθάει;

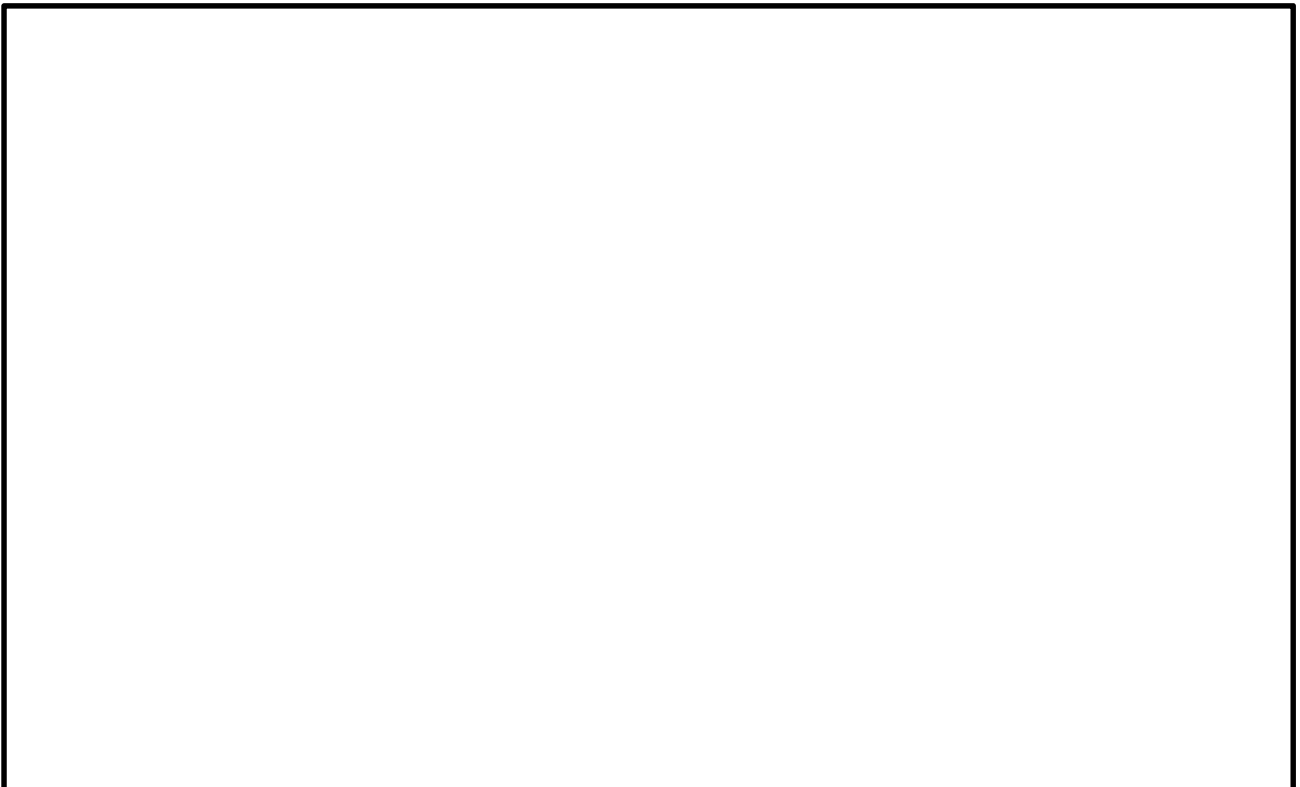
4) Τι νομίζεις πως είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;

5) Ποιος είναι κατά τη γνώμη σου ο ρόλος της μπαταρίας σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

6) Ποιος κατά τη γνώμη σου ο ρόλος των καλωδίων;

7) Εξήγησε τι πιστεύεις πως πρέπει να γίνει (ποια είναι η διαδικασία) για να ανάψει το λαμπάκι ενός ηλεκτρικού κυκλώματος.

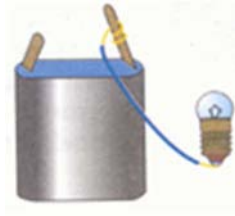
8) Ζωγράφισε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα όπως το φαντάζεσαι.



9) Στα παρακάτω σχήματα κύκλωσε τα γράμματα στις περιπτώσεις που νομίζεις ότι το λαμπάκι θα ανάψει. (Μπορείς να κυκλώσεις περισσότερα από ένα)



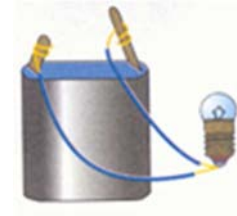
A



B



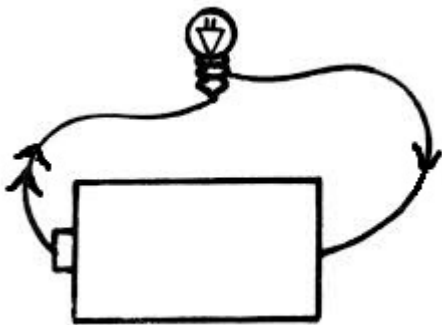
Γ



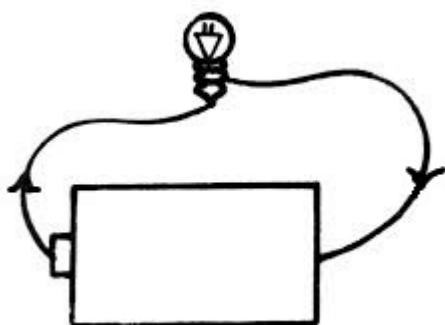
Δ

10) Πόσα καλώδια χρησιμοποίησες για να ανάψει το λαμπάκι;  
Γιατί;

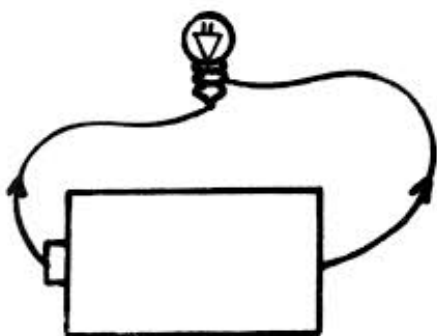
11) Όταν ρωτήθηκαν τα παιδιά μίας τάξης για το θέμα αυτό, απάντησαν:



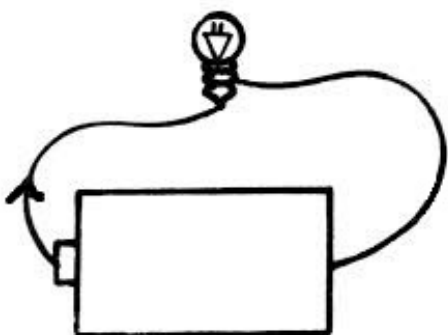
Χρήστος: Το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, ένα μέρος του καταναλώνεται για να ανάψει το λαμπάκι και όσο απομένει επιστρέφει στη μπαταρία.



Γεωργία: Δε συμφωνώ! Εγώ νομίζω ότι το ρεύμα είναι ίδιο και στα δύο καλώδια.



Γιάννης: Εγώ πιστεύω ότι το ρεύμα φτάνει στο λαμπάκι και με τα δύο καλώδια, όπου και καταναλώνεται όλο.



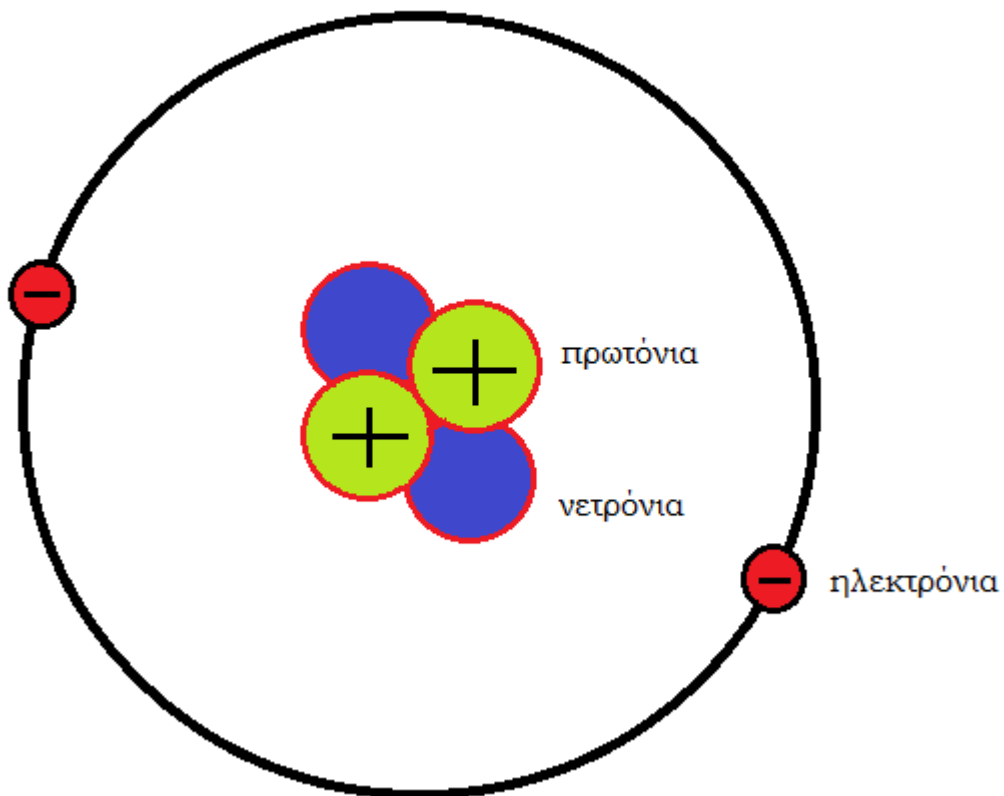
Μαρία: Εγώ πιστεύω πως το ρεύμα φτάνει με το πρώτο καλώδιο στο λαμπάκι, όπου και καταναλώνεται όλο. Το δεύτερο καλώδιο δε χρειάζεται. Ίσως είναι χρήσιμο σε περίπτωση που χαλάσει το πρώτο.

Εσύ συμφωνείς με κάποια από αυτές τις απόψεις; Ποια διαδρομή ακολουθεί το ρεύμα μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα κατά τη γνώμη σου;

## ΥΛΙΚΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΩΝ

### ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ- ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Κάθε σώμα στερεό, υγρό ή αέριο, αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, τα **άτομα**. Τα άτομα αποτελούνται από τον πυρήνα και τα ηλεκτρόνια, τα οποία κινούνται γύρω από αυτόν. Στον πυρήνα του ατόμου, βρίσκονται τα πρωτόνια και τα νετρόνια.



Οι φίλοι μας τα ηλεκτρόνια κουβαλούν ένα φορτίο. Ένα ηλεκτρικό φορτίο. Το ίδιο συμβαίνει και με τα πρωτόνια.

Όμως τι είναι το **ηλεκτρικό φορτίο**;

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι μια ιδιότητα που υπάρχει σ' αυτά τα σωματίδια και προκαλεί διάφορες αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Το φορτίο των πρωτονίων το θεωρούμε **θετικό (+)**

Το φορτίο των ηλεκτρονίων το θεωρούμε **αρνητικό (-)**

Νομίζω πως  
έχω ένα  
φορτίο!  
Είμαι  
θετικός!!!

Πρωτόνιο



Ηλεκτρόνιο



Κι εγώ έχω.  
Είμαι  
αρνητικός...

Ένα σώμα στον συνηθισμένο κόσμο που ζούμε έχει ίσο αριθμό πρωτονίων και ηλεκτρονίων. Είναι όπως λέμε ηλεκτρικά ουδέτερο.

Σε ορισμένα υλικά, κάποια από τα ηλεκτρόνια τα οποία κινούνται γύρω από συγκεκριμένο πυρήνα, μπορούν σε κάποιες περιπτώσεις να ξεφύγουν από την έλξη του πυρήνα και να κινηθούν από το ένα άτομο στο άλλο.

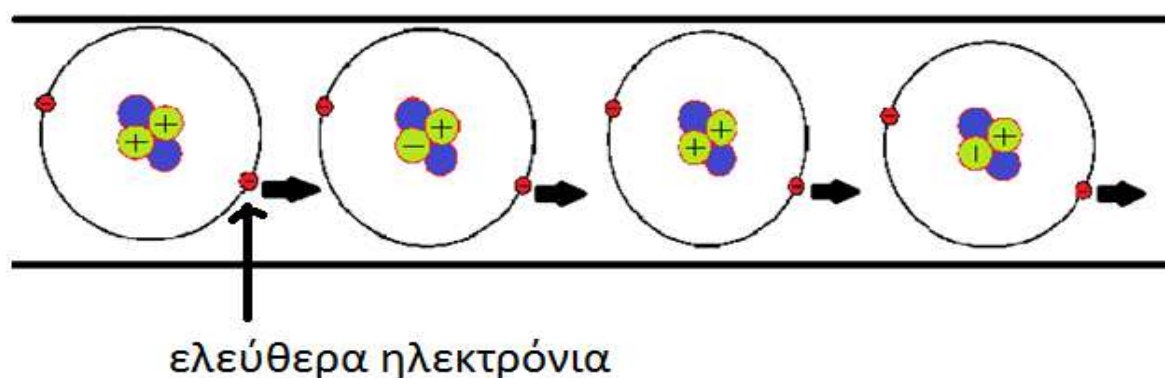
Μπορούν επίσης τα ηλεκτρόνια να κινηθούν από ένα σώμα σε ένα άλλο. Στις περιπτώσεις αυτές μπορούν να δημιουργηθούν σώματα που έχουν περισσότερα ηλεκτρόνια και άλλα που έχουν λιγότερα.

Έτσι, όταν ένα σώμα έχει πιο πολλά ηλεκτρόνια, λέμε ότι είναι φορτισμένο αρνητικά, ενώ αν του λείπουν ηλεκτρόνια, λέμε ότι είναι φορτισμένο θετικά (έχει περισσότερα πρωτόνια).

Τα ηλεκτρόνια τα οποία μπορούν να κινηθούν στο εσωτερικό ενός σώματος ξεφεύγοντας από την έλξη του πυρήνα, τα ονομάζουμε **ελεύθερα** ηλεκτρόνια .

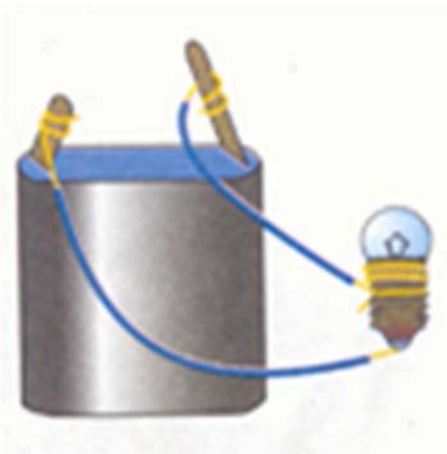
Σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα η πηγή είναι η αιτία που **αναγκάζει τα** ηλεκτρόνια να **κινούνται**, προς μία κατεύθυνση.

**Ηλεκτρικό ρεύμα:** Η **προσανατολισμένη κίνηση/κυκλοφορία** των **ελεύθερων ηλεκτρονίων** σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.





## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΚΥΚΛΩΜΑ



Η λέξη «κύκλωμα» ανήκει στην οικογένεια της λέξης «κύκλος».

Αυτό μας κάνει να σκεφτούμε πως πρόκειται για κάτι, που τα στοιχεία του είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους με έναν τρόπο που θυμίζει κύκλο.

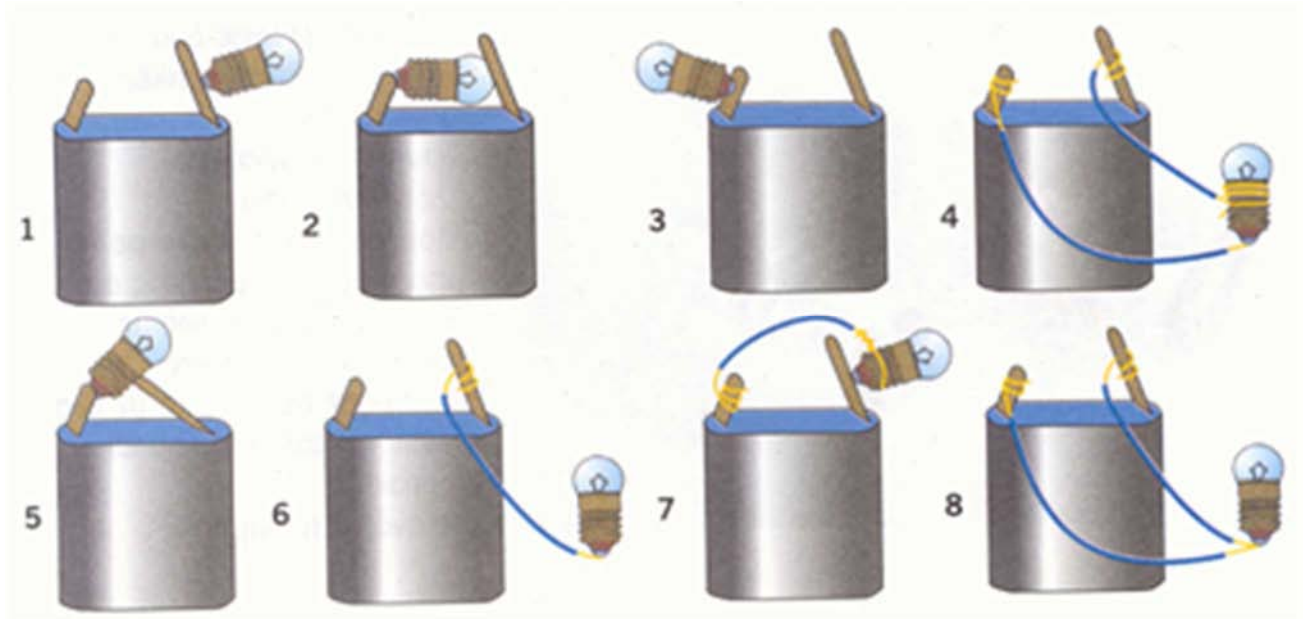
**Κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα:** μία διάταξη που αποτελείται από κάποια στοιχεία, τα οποία όταν είναι ενωμένα μεταξύ τους, επιτρέπουν την κυκλοφορία του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα σε αυτά.

### ❖ Δραστηριότητα 1η

Ας δοκιμάσουμε να ανάψουμε ένα λαμπάκι. Θα χρειαστούμε:

- μία ηλεκτρική πηγή (μπαταρία),
- δύο καλώδια
- ένα λαμπάκι

Με τα υλικά αυτά δοκιμάζουμε με ποιον από τους 8 τρόπους σύνδεσης θα ανάψει το λαμπάκι.



Τι παρατηρείς;

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

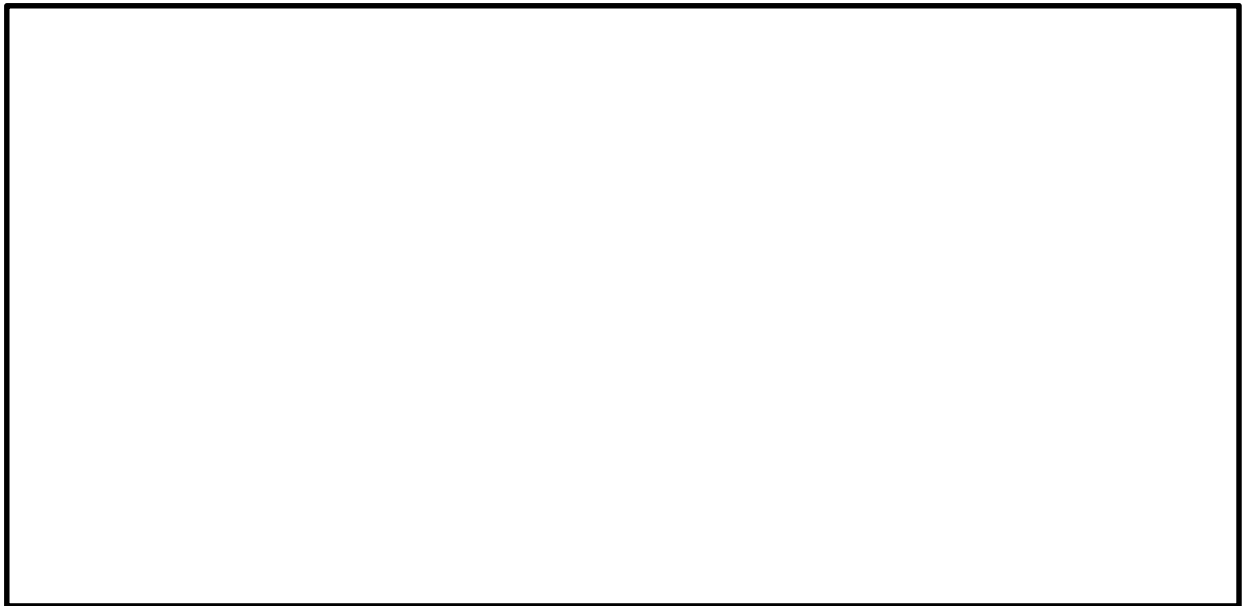
Χρησιμοποίησε τις παρακάτω λέξεις και γράψε το συμπέρασμα: Λαμπάκι, επαφή, ανάβει, μπαταρία, πόλος, καλώδιο.

**ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**

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

❖ **Δραστηριότητα 2η**

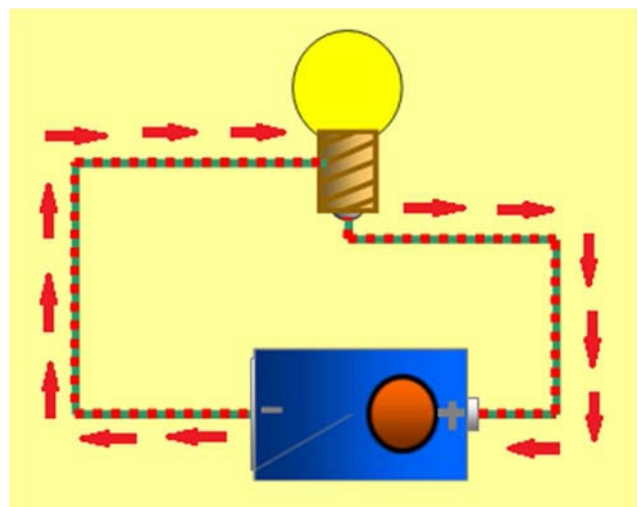
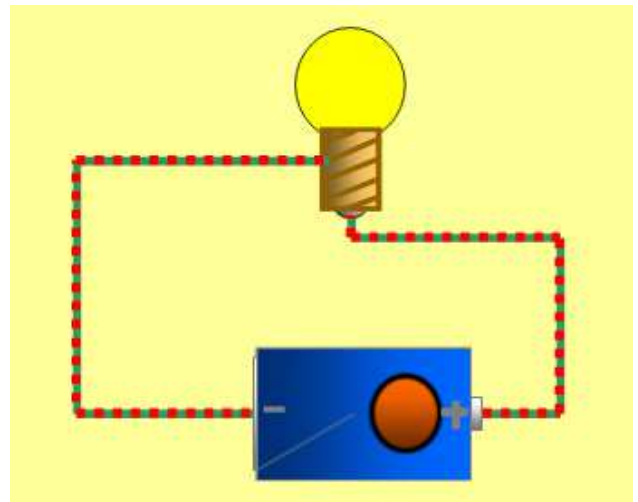
Σχεδιάσε μία μπαταρία κι ένα λαμπάκι. Σχεδιάσε ακόμη δύο καλώδια, που να συνδέουν τη μπαταρία με το λαμπάκι, έτσι ώστε αυτό να φωτίζει.



**Προσοχή!!**

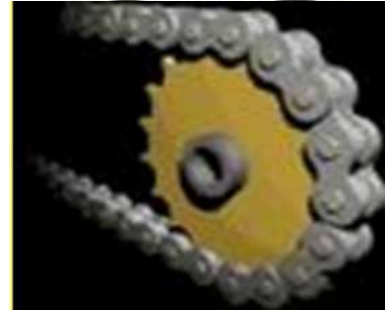
**Μέσα στο καλώδιο υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια.**

**Μια μπαταρία, δε δημιουργεί ηλεκτρόνια! Απλώς «ωθεί» τα ελεύθερα ηλεκτρόνια που υπάρχουν ήδη στο καλώδιο ώστε να κινηθούν.**



**Έτσι μέσα στο καλώδιο κινούνται ελεύθερα ηλεκτρόνια!**

Τα ηλεκτρόνια κινούνται μέσα στα καλώδια όπως οι κρίκοι της αλυσίδας του ποδηλάτου σου! Μόλις ξεκινήσει ο ένας κρίκος να κινείται, ξεκινούν και όλοι οι άλλοι προς την ίδια κατεύθυνση! Με τον ίδιο τρόπο, μόλις ξεκινήσει ένα ηλεκτρόνιο να κινείται, ξεκινούν να κινούνται και όλα τα άλλα προς την ίδια κατεύθυνση!



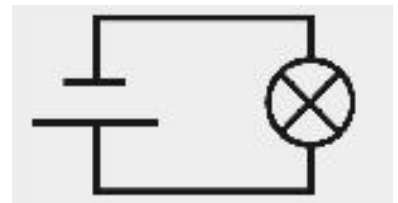
## ΣΥΜΒΟΛΙΚΗ ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΝΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ

Μερικές φορές για να σχεδιάσουμε πιο εύκολα τα ηλεκτρικά κυκλώματα χρησιμοποιούμε σύμβολα.

### ❖ Δραστηριότητα 1η

Σύνδεσε το κάθε μέρος του κυκλώματος με το σύμβολο του.

1. Λάμπα



2. Καλώδιο



3. Μπαταρία

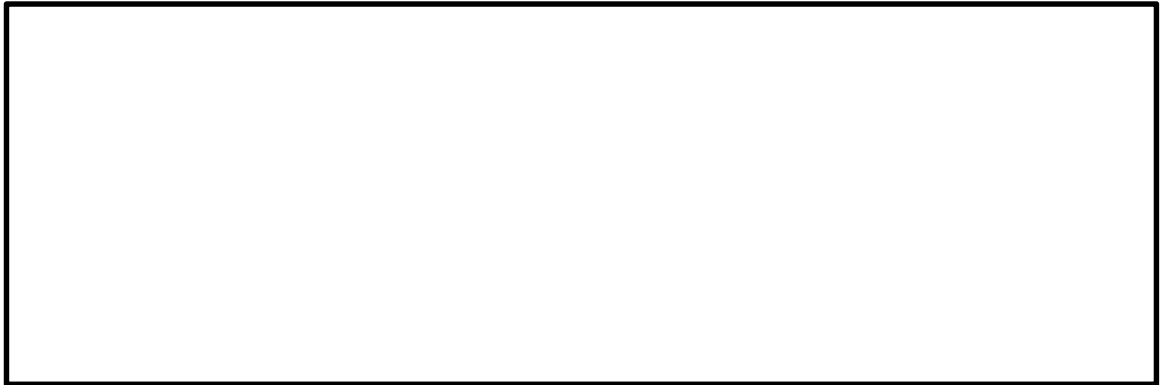


4. Κλειστό Ηλεκτρικό Κύκλωμα



## ❖ Δραστηριότητα 2η

Μπορείς να σχεδιάσεις ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χρησιμοποιώντας σύμβολα;



### ΑΝΟΙΧΤΟ – ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ – Ο ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ

Ως τώρα έχουμε γνωρίσει τα βασικά στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, που είναι η μπαταρία, τα καλώδια και το λαμπάκι. Ωστόσο τι άλλο θα μπορούσαμε να συμπεριλάβουμε στο ηλεκτρικό κύκλωμα αν θέλουμε να διακόψουμε εύκολα την κίνηση των ηλεκτρονίων στο κύκλωμα; Το **διακόπτη** φυσικά.



## ❖ Δραστηριότητα 1η

Ας κατασκευάσουμε ένα κύκλωμα με διακόπτη, σαν κι αυτόν που βλέπουμε στην εικόνα. Θα χρειαστούμε:

- Μπαταρία
- Λαμπάκι
- Καλώδιο
- Ξύλο



- Πινέζες
- Συνδετήρας

Ποια διαφορά παρατηρείς όταν ο διακόπτης είναι :

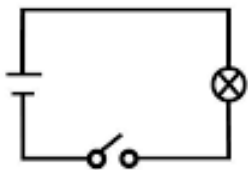


**ανοιχτός**

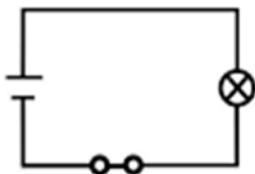


**κλειστός**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ**



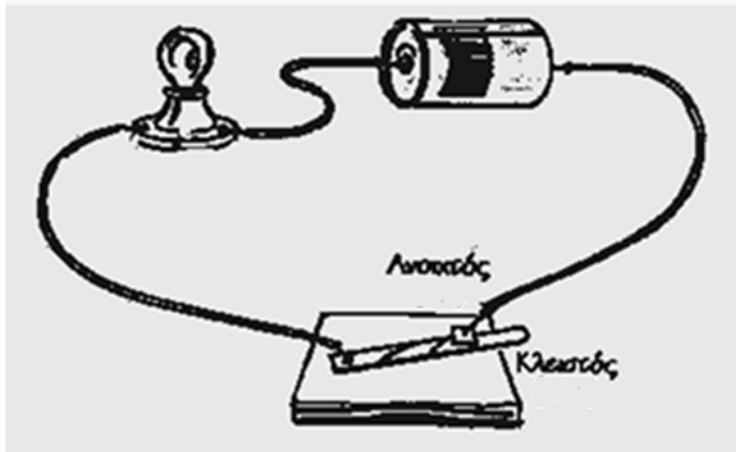
**Ανοιχτό κύκλωμα:**.....



**Κλειστό κύκλωμα:**.....

### **❖ Δραστηριότητα 2<sup>η</sup>:**

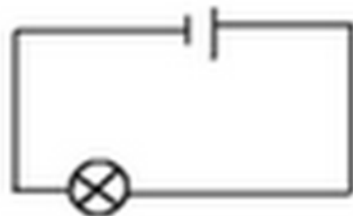
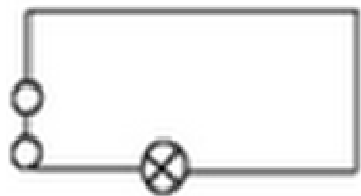
Τώρα που έμαθες πώς συμβολίζεται και ο διακόπτης, μπορείς να σχεδιάσεις το παρακάτω ηλεκτρικό κύκλωμα χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα σύμβολα;

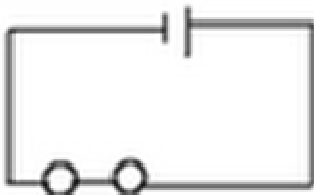
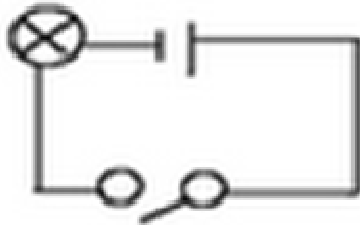
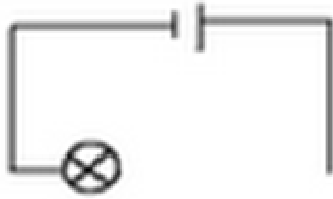


❖ **Δραστηριότητα 3<sup>η</sup>:**

Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες.

Ανάβει ή δεν ανάβει το λαμπάκι; Αν όχι, γιατί;





### Ανακεφαλαίωση

- **Τι κινείται ελεύθερα μέσα στο κύκλωμα;**  
Ηλεκτρόνια!
- **Και πώς χαρακτηρίζουμε την κίνηση αυτή όταν υπάρχει μπαταρία/ ηλεκτρική πηγή;**  
Ως ηλεκτρικό ρεύμα.
- **Πότε υπάρχει ρεύμα μέσα στο ηλεκτρικό κύκλωμα ;**  
Μόνο όταν όλα τα απαραίτητα στοιχεία του είναι ενωμένα κατάλληλα μεταξύ τους (Θυμήσου: να σχηματίζουν ένα κύκλο).
- **Πότε λέμε ότι ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό και πότε κλειστό;**  
Όσο περίεργο και αν μας ακούγεται, κλειστό λέμε το κύκλωμα το οποίο έχει όλα τα στοιχεία του ενωμένα και επιτρέπει στο ηλεκτρικό ρεύμα να κυκλοφορεί.



## ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΜΟΝΩΤΕΣ

Θυμάσαι τους φίλους μας τα ελεύθερα ηλεκτρόνια, που τα βάζουμε σε κίνηση με μια ηλεκτρική πηγή, ώστε να δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα;

Αυτά τα ελεύθερα ηλεκτρόνια δεν κινούνται με την ίδια ευκολία σε όλα τα υλικά. Η κυκλοφορία του ηλεκτρικού ρεύματος σε άλλα υλικά είναι ευκολότερη και σε άλλα δυσκολότερη.

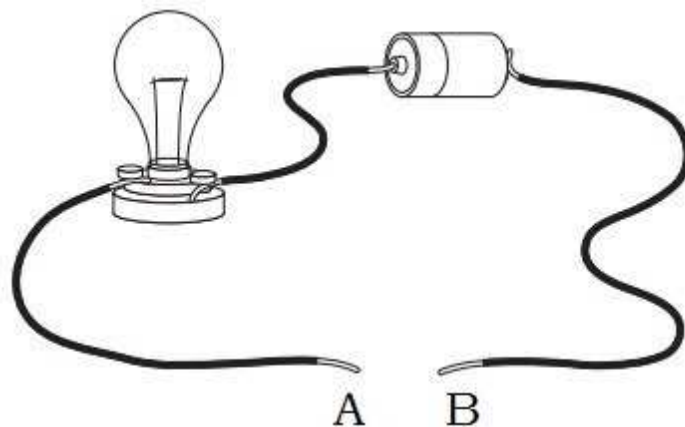
Τα υλικά, μέσα από τα οποία κυκλοφορεί εύκολα το ηλεκτρικό ρεύμα, ονομάζονται **αγωγοί**.

Τα υλικά μέσα από τα οποία δεν είναι δυνατή η κυκλοφορία του ηλεκτρικού ρεύματος ονομάζονται **μονωτές**.



❖ **Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>:**

Ας κατασκευάσουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της εικόνας:



Θα χρειαστούμε:

- τρία καλώδια
- μία μπαταρία
- ένα λαμπάκι.

Όταν κρατάμε τις άκρες A και B των καλωδίων έτσι ώστε να μην ακουμπούν μεταξύ τους, ανάβει το λαμπάκι; Γιατί;

Τώρα ας ακουμπήσουμε μεταξύ τους τις δύο άκρες A και B. Τι παρατηρείς; Γιατί συμβαίνει αυτό κατά τη γνώμη σου;

Ακούμπησε τις άκρες A και B στα αντικείμενα που βλέπεις στον παρακάτω πίνακα. Με ποια υλικά ανάβει το λαμπάκι;

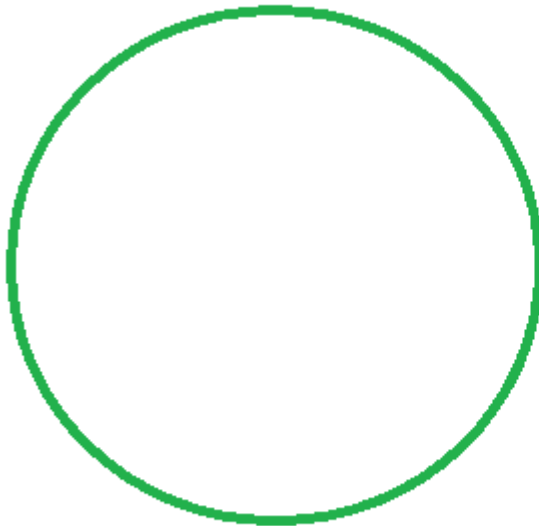
Αντικείμενο	Υλικό	Το λαμπάκι	Το λαμπάκι δεν ανάβει
	κράμα χαλκού		
	γραφίτης		
	ατσάλι		
	χαρτί		
	καουτσούκ		
	πλαστικό		
	γυαλί		
	ξύλο		
	σίδηρος		
	αλουμίνιο		
	ύφασμα		

Παρατήρησε τον πίνακα. Ποια κατηγορία υλικών επιτρέπει στο ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει;

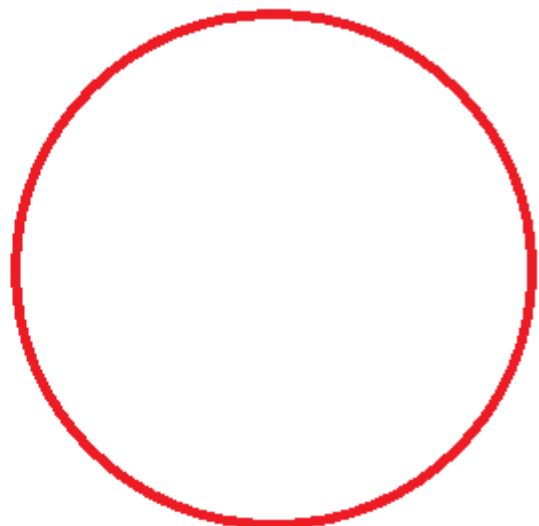
.....

.....  
.....  
Τώρα χώρισε τα υλικά του πίνακα σε δύο κατηγορίες.

Αγωγοί



Μονωτές



Τα υλικά που αφήνουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από μέσα τους ονομάζονται **αγωγοί**.

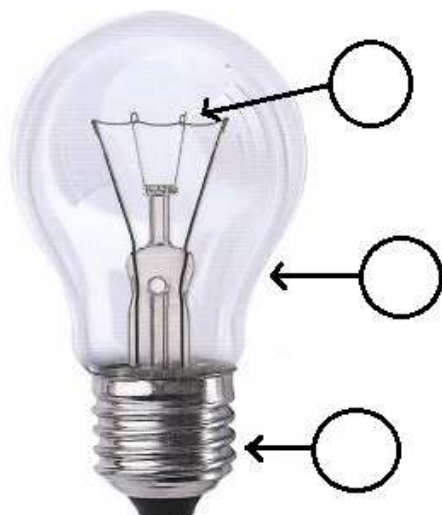
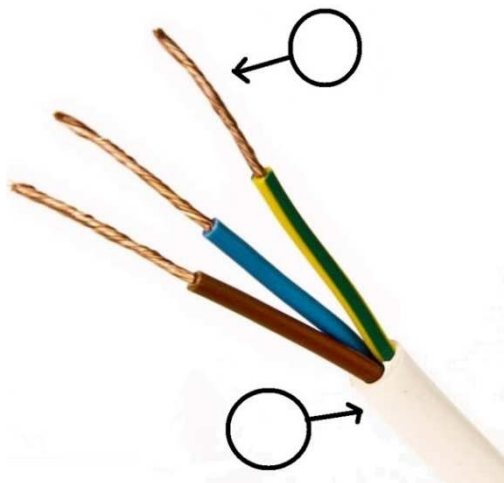
Τα υλικά που δεν αφήνουν το ηλεκτρικό ρεύμα να περάσει από μέσα τους ονομάζονται **μονωτές**.

- Γνωρίζεις τι συμβαίνει με το ανθρώπινο σώμα; Είναι αγωγός ή μονωτής;



**Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος. Η κυκλοφορία του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το σώμα μας είναι πολύ επικίνδυνη, γι' αυτό πρέπει να χειριζόμαστε με ιδιαίτερη προσοχή τις ηλεκτρικές συσκευές.**

δειχνουν αγωγούς και Μ στα κυκλάκια που δείχνουν μονωτες.



## ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΙΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

### ❖ Δραστηριότητα 1<sup>η</sup>:

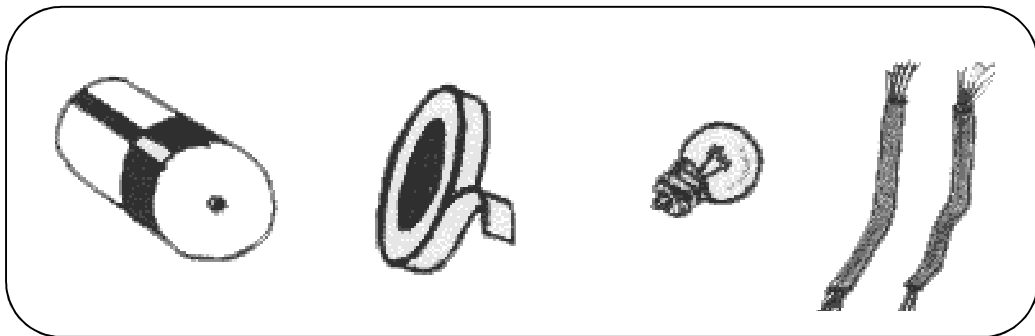
Έχω κατασκευάσει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με μπαταρία, λαμπάκι και καλώδια, όμως το λαμπάκι δεν ανάβει. Ποιες μπορεί να είναι οι αιτίες του προβλήματος;

---

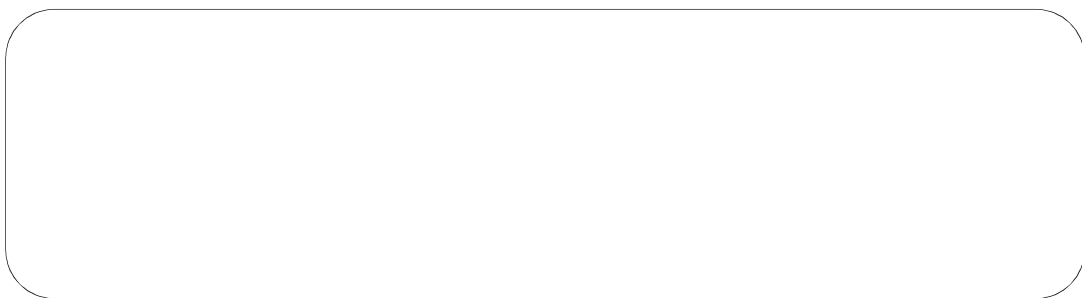
---

❖ **Δραστηριότητα 2<sup>η</sup> :**

Προσπάθησε να ανάψεις το λαμπάκι χρησιμοποιώντας όποιο από τα παρακάτω υλικά θέλεις. Μπορείς να δοκιμάσεις διάφορους τρόπους.



Μπορείς να δείξεις με ένα σχέδιο πώς σύνδεσες τα υλικά σου για να ανάψει το λαμπάκι;



Δείξε τώρα με βελάκια πώς πιστεύεις ότι κινείται το ηλεκτρικό ρεύμα στο σχέδιο που μόλις ζωγράφισες.

❖ **Δραστηριότητα 3<sup>η</sup> :**

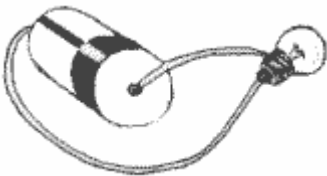

Υπάρχει κάποιος ευκολότερος τρόπος για να σχεδιάσουμε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα; Μπορείς να σχεδιάσεις ένα χρησιμοποιώντας σύμβολα;



❖ **Δραστηριότητα 4<sup>η</sup>:**

Σύνδεσε τα υλικά και με τους δύο τρόπους που δείχνει κάθε εικόνα.

Στη μία περίπτωση το λαμπάκι θα **ανάψει**. Χρωμάτισε το λαμπάκι που ανάβει με **κίτρινο** χρώμα.

Σκέψου το λόγο που **δεν άναψε** το λαμπάκι στην άλλη περίπτωση και συμπλήρωσε την πρόταση παρακάτω.

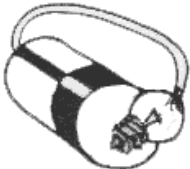

	<p>Στην περίπτωση <input type="radio"/> δεν άναψε το λαμπάκι, γιατί .....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
A		B

	<p>Στην περίπτωση <input type="radio"/> δεν άναψε το λαμπάκι, γιατί .....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
---	---	---



A

B

Στην περίπτωση    
 δεν άναψε το λαμπάκι,   
 γιατί .....

.....

.....

.....

.....

A B

Μελέτησε προσεκτικά όλες τις περιπτώσεις που άναψε το λαμπάκι και δώσε μια απάντηση στην ερώτηση.

Μπορείς να χρησιμοποιήσεις τις παρακάτω λέξεις :

**λαμπάκι    επαφή    ανάβει    μπαταρία    πόλος    καλώδιο**

Πότε ανάβει το λαμπάκι;

Το λαμπάκι ανάβει όταν .....

.....

.....

❖ **Δραστηριότητα 5<sup>η</sup> :**

Είναι οι παρακάτω προτάσεις σωστές ή λάθος;

Τα ηλεκτρόνια έχουν θετικό φορτίο.

Σ      Λ

Τα ελεύθερα ηλεκτρόνια μπορούν να κινούνται από το ένα άτομο στο άλλο.

Σ      Λ

Το ηλεκτρικό ρεύμα κυκλοφορεί εύκολα στους μονωτές.

Σ      Λ

Οι μπαταρίες σε ένα κύκλωμα δημιουργούν ελεύθερα ηλεκτρόνια.

Σ      Λ

Ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζουμε την προσανατολισμένη κίνηση των ελεύθερων ηλεκτρονίων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.

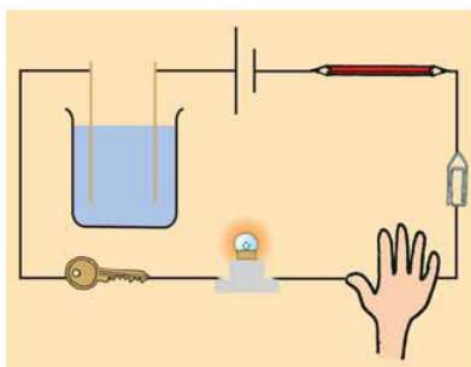
Σ      Λ

Το πλαστικό είναι μονωτής.

Σ      Λ

#### ❖ Δραστηριότητα 6<sup>η</sup> :

Μπορείς να σημειώσεις όλους τους αγωγούς στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα που βλέπουμε στην εικόνα;



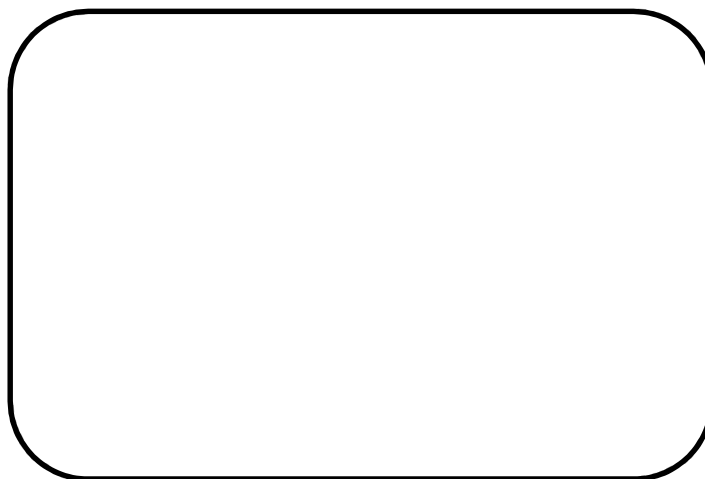
Μπορείς να αναφέρεις δύο μονωτές;

### ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

1. Πώς ονομάζονται τα μικρά σωματίδια από τα οποία αποτελούνται τα υλικά γύρω μας;
2. Τι φορτίο έχει το καθένα;

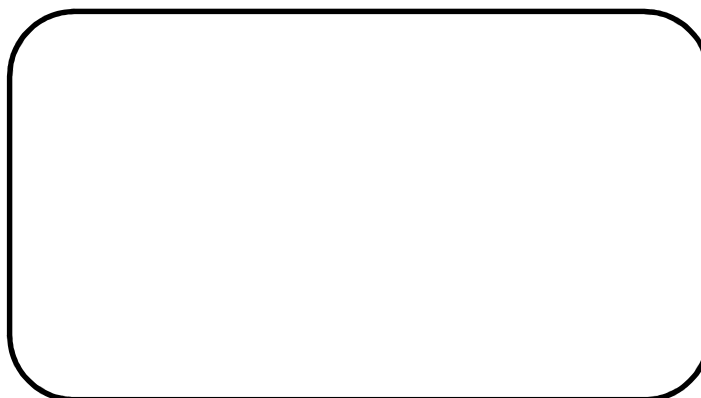
3. Τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;

4. Πώς πρέπει να συνδέσουμε ένα λαμπάκι σε μια μπαταρία, για να φωτοβολεί; (Ζωγραφική και Κατασκευή ηλεκτρικού κυκλώματος)



5. Στη ζωγραφιά που έφτιαξες δείξε με βελάκια πώς κυκλοφορεί το ηλεκτρικό ρεύμα μέσα στο καλώδιο.

6. Πώς σχεδιάζουμε εύκολα ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με τη χρήση συμβόλων;



7. Ποια σώματα ονομάζουμε αγωγούς και ποια μονωτές; Δώσε παραδείγματα.

8. Το ανθρώπινο σώμα είναι αγωγός ή μονωτής;
9. Πότε ένα κύκλωμα είναι ανοιχτό και πότε είναι κλειστό;
10. Τι είναι ο διακόπτης;

