



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

ΠΑΙΔΑΓΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΛΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Π.Μ.Σ. «Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης και
Παραγωγή Διδακτικού Υλικού»

Υπεύθυνοι Καθηγητές:

**Σολομωνίδου Χριστίνα
Πολίτης Παναγιώτης
Κόλλιας Βασίλειος**

Οι ιδέες μαθητών και μαθητριών Δευτεροβάθμιας
επαγγελματικής εκπαίδευσης για κυκλώματα και
βασικές έννοιες στον ηλεκτρισμό - Μια διδακτική
παρέμβαση με χρήση ΤΠΕ σε ένα περιβάλλον
Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning)

**Παναγιώτου Δήμητρα Α06017
ΒΟΛΟΣ
2009**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7984/1
Ημερ. Εισ.: 19-01-2010
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
372.3
ΠΑΝ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....σελ. 4

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....σελ. 4

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....σελ. 5

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση.....σελ. 9

2.2 Θεωρίες μάθησης και ΤΠΕ.....σελ.12

2.3 Συνεργατική μάθηση και ΤΠΕ.....σελ.17

2.4 Ηλεκτρονική Μάθηση (e-Learning), Εξ' αποστάσεως Μάθηση (Distance Learning) και Συνδυασμένη Μορφή Μάθησης (Blended Learning).....σελ.25

2.5 Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Θεωρίες Μάθησης.....σελ.35

2.6 Η διδασκαλία και μάθηση στον Ηλεκτρισμό.....σελ.41

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Στόχοι της έρευνας.....σελ. 73

3.2 Δείγμα.....σελ. 74

3.3 Διαδικασία Διδασκαλίας και Έρευνας.....σελ. 76

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ

4.1 Αρχικό ερωτηματολόγιο - Ανάλυση απαντήσεων αρχικού ερωτηματολογίου
.....σελ. 105

4.2 Απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο - Σύγκριση με αυτές στο αρχικό.....σελ. 112

4.3 Φύλλο Παρατήρησης.....σελ. 119
4.4 Στατιστική επεξεργασία ερευνητικών δεδομένων – Διαδικασία υπολογισμού του κριτηρίου t (εξαρτημένα δείγματα).....σελ. 120

6. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....σελ. 129

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....σελ. 136

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....σελ. 146

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να ερευνηθούν οι παρανοήσεις – εναλλακτικές ιδέες των παιδιών σε βασικές έννοιες και κυκλώματα στον ηλεκτρισμό στην ειδικότητα των Ηλεκτρολόγων των Επαγγελματικών Λυκείων (ΕΠΑ.Λ.), καθώς και να ερευνηθεί το πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των ΤΠΕ για την αντιμετώπιση των παρανοήσεων στο πλαίσιο ενός εποικοδομητικού και συνεργατικού περιβάλλοντός μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL). Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση στο μάθημα «Ηλεκτροτεχνία Ι», μέσα σε ένα περιβάλλον Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning). Το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS - Learning Management System) που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Moodle. Τα δεδομένα της έρευνας προήλθαν από ένα αρχικό και ένα τελικό ερωτηματολόγιο, ένα φύλλο παρατήρησης και από συζητήσεις με τα παιδιά και με άλλους καθηγητές και καθηγήτριες. Η ερευνητική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ένας συνδυασμός ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας με στοιχεία στατιστικής ανάλυσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά άλλαξαν σε μεγάλο βαθμό τις εναλλακτικές ιδέες που είχαν για τα φυσικά φαινόμενα, κατάφεραν να εργαστούν με επιτυχία στο περιβάλλον μάθησης της διδακτικής παρέμβασης και συμμετείχαν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ακολούθησε η διατύπωση συμπερασμάτων αλλά και προτάσεων σε σχέση με την εφαρμογή τέτοιων τρόπων και πρακτικών διδασκαλίας.

ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Επαγγελματική εκπαίδευση, ΤΠΕ, προσομοιώσεις, εποικοδομητισμός, Συνεργατική Μάθησης με Υποστήριξη από Υπολογιστή (CSCL), Συνδυασμένη Μορφή Μάθησης (Blended Learning), Moodle, ηλεκτρισμός.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η αποτελεσματικότητα ενός βασικού σχεδίου για την ενσωμάτωση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη διδασκαλία βασικών εννοιών και κυκλωμάτων στον ηλεκτρισμό, μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL), το οποίο στηρίζεται στον εποικοδομητισμό.

Η προσέγγιση που ακολουθείται σε σχέση με τη υποστήριξη από υπολογιστή είναι αυτή της Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning). Το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LCMS - Learning Management System) που χρησιμοποιείται για τη διδακτική παρέμβαση είναι το Moodle.

Το πρώτο μέρος της εργασίας περιλαμβάνει το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο στηρίχτηκε η συγκεκριμένη ερευνητική προσέγγιση. Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο υλοποιήθηκε και αξιολογήθηκε η ερευνητική διαδικασία.

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να μελετηθεί το ζήτημα της διδασκαλίας κυκλωμάτων και βασικών εννοιών στον ηλεκτρισμό με τη χρήση των ΤΠΕ, καθώς και η ανάπτυξη δεξιοτήτων στην επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους, μέσα σε ένα περιβάλλον Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning) σχεδιασμένο στο Moodle, στο οποίο εφαρμόζονται οι βασικές αρχές του εποικοδομητισμού.

Στο αναλυτικό πρόγραμμα οι ενότητες οι οποίες αφορούν τις έννοιες και τα κυκλώματα (απλό κύκλωμα με έναν λαμπτήρα, αντιστάσεις σε σειρά και παράλληλα, ηλεκτρική τάση, ένταση ηλεκτρικού ρεύματος, ισοδύναμη αντίσταση, κλειστό κύκλωμα κ.α.) που αναπτύσσονται στις δραστηριότητες της διδακτικής προσέγγισης αποτελούν ένα μεγάλο κομμάτι της διδακτέας ύλης του μαθήματος της Ηλεκτροτεχνίας Ι (θεωρία και εργαστήριο). Οι γνωστικοί στόχοι της κάθε ενότητας, όπως αυτοί καθορίζονται από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, είναι στις περισσότερες περιπτώσεις αρκετά περιορισμένοι σε σχέση με τη σπουδαιότητα των εννοιών και των βασικών κυκλωμάτων που περιγράφονται, όπως περιορισμένες είναι και οι δραστηριότητες που προτείνονται από το σχολικό εγχειρίδιο.

Οι ενότητες που επιλέχθηκαν έχουν ιδιαίτερη σημασία για το μάθημα του ηλεκτρολογικού εργαστηρίου για δύο βασικούς λόγους. Ο πρώτος είναι ότι οι μαθητές είχαν, μέχρι εκείνο το σημείο, ήδη ένα σώμα γνώσεων εφόσον είχαν ήδη διδαχθεί αυτές τις ενότητες και είχαν πραγματοποιήσει μετρήσεις στο εργαστήριο. Ο δεύτερος

λόγος έχει σχέση με ότι οι ιδέες των παιδιών, όπως προκύπτει από της υπάρχουσα βιβλιογραφία, σε σχέση με τα συγκεκριμένα κυκλώματα και έννοιες διαφέρουν πολύ από το επιστημονικό μοντέλο.

Βασικός σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετηθεί το πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των ΤΠΕ για την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων κατά τη διδασκαλία βασικών κυκλωμάτων και εννοιών στον ηλεκτρισμό και να εξοικειωθούν οι μαθητές με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Για όλες τις δραστηριότητες επίσης στόχος ήταν να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τους άλλους.

Στόχοι της διδασκαλίας ήταν, μετά την πραγματοποίηση της, οι μαθητές να είναι ικανοί:

- Να αναγνωρίζουν από ποια στοιχεία αποτελείται ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και έναν λαμπτήρα και πότε αυτό είναι κλειστό.
- Να κατανοήσουν τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και να αναγνωρίζουν τα βασικά εξαρτήματα, είτε αυτά απεικονίζονται όπως είναι στην πραγματικότητα είτε με τα σχεδιαστικά τους σύμβολα.
- Να δίνουν τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και να σχεδιάζουν τη συμβατική φορά του ρεύματος σε ένα κύκλωμα.
- Να αναφέρουν ότι όταν συνδέουμε αντιστάσεις σε σειρά αυτές διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση σε όλα τα στοιχεία του.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της πηγής στις αντιστάσεις.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις παράλληλα δεν επηρεάζει τη τάση στα άκρα της κάθε αντίστασης.
- Να μετρούν με τη βοήθεια του Tina PRO την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.

- Να δίνουν μία ολιστική ερμηνεία σε σχέση με το ρεύμα, την αντίσταση και τη φωτεινότητα των λαμπτήρων όταν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και όταν είναι παράλληλα.

Στόχος επίσης ήταν να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τα άλλα άτομα.

Στη διαδικασία διδασκαλίας και έρευνας συμμετείχαν 16 μαθητές (αγόρια) της Β΄ Τάξης του 1ου ΕΠΑΛ Καρδίτσας της Δ/σης Δ.Ε. Καρδίτσας, ηλικίας από 15 έως 18 χρονών.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία τα τελευταία χρόνια εξελίσσεται ραγδαία υπό την επίδραση των ταχύτατα αναπτυσσόμενων Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (εφεξής ΤΠΕ), που προσφέρουν συνεχώς νέες δυνατότητες για την εκπαίδευση, οι οποίες πριν από λίγα χρόνια θα ήταν ασύλληπτες. Οι ΤΠΕ αποτελούν σήμερα πολυδύναμα και ισχυρά μέσα, τα οποία βοηθούν την αυτόματη επεξεργασία της πληροφορίας σε οποιαδήποτε μορφή, την ταχύτατη αναζήτηση, την αποθήκευση και διάδοση της πληροφορίας κ.λ.π. Οι υπολογιστές και οι ΤΠΕ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία διδασκαλίας και μάθησης σε μία ποικιλία γνωστικών αντικειμένων και ως ισχυρά γνωστικά ή νοητικά εργαλεία, μία διάσταση η οποία οφείλεται στις πρωτοφανείς δυνατότητες αλληλεπίδρασης μεταξύ των μέσων αυτών με το/τη χρήστη/τρια (Σολομωνίδου, 2006).

Οι λόγοι που επιβάλλουν την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία μπορούν να χωριστούν σε τρεις κύριες κατηγορίες (Δημητρακοπούλου, 2002):

- **Επιστημολογικοί λόγοι:** η χρήση των ΤΠΕ έχει αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες εργάζονται και αναπτύσσουν σήμερα τα γνωστικά τους πεδία. Το γεγονός ότι οι ίδιες οι επιστήμες έχουν εξελιχθεί, έχει ως συνέπεια την αναπροσαρμογή των προγραμμάτων σπουδών των γνωστικών αντικείμενων που διδάσκονται σήμερα στην εκπαίδευση με την ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που είναι πιο κοντά στις σημερινές επιστήμες και πιο κατάλληλες για την εκπαίδευση των μαθητών/-τριων.
- **Μαθησιακοί λόγοι:** αρκετά λογισμικά έχουν αναπτυχθεί με βασική προοπτική τη βελτίωση και υποστήριξη της διαδικασίας μάθησης. Συχνά εστιάζουν σε ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: α) ουσιαστικές ή αυθεντικές δραστηριότητες με τις οποίες μπορούν πλέον να ασχοληθούν οι μαθητές/-τριες, β) εμπάθυνση σε επιμέρους θέματα που οι μαθητές/-τριες πριν δεν είχαν τη δυνατότητα να τα προσεγγίσουν (π.χ. προσομοίωση και μοντελοποίηση ενός κόσμου μη ορατού), γ) ανάπτυξη και παροχή επιμέρους «γνωστικών εργαλείων» που υποστηρίζουν το συλλογισμό των μαθητών/-τριών αλλά και τη διαδικασία της μάθησης.

- Κοινωνικοί λόγοι. Οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται πλέον στην καθημερινή ζωή. Οι υπολογιστές στην εποχή μας «βρίσκονται παντού γύρω μας», σε κάθε είδους συσκευές και μέσα και είναι δεδομένο ότι στον 21^ο αιώνα οι υπολογιστές θα παίζουν ακόμη σημαντικότερο ρόλο στην εργασία αλλά και στην καθημερινή μας ζωή. Κατά συνέπεια, το να μάθουμε να χρησιμοποιούμε τα εργαλεία των τεχνολογιών αυτών και να τα θέτουμε στην υπηρεσία των τρεχουσών δραστηριοτήτων και αναγκών μας και να τα αξιοποιούμε για τις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων από μικρή ηλικία και με φυσικό τρόπο, χρειάζεται να ενταχθεί ανάμεσα στους πιο προφανείς στόχους των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών εκπαίδευσης.

Προκύπτει λοιπόν από τα προηγούμενα ότι τα νέα περιβάλλοντα μάθησης με την συμβολή των ΤΠΕ διαμορφώνουν και καθορίζουν νέου τύπου δεξιότητες που πρέπει να καλλιεργήσουν οι μαθητές/ριες στα πλαίσια των σπουδών γενικής παιδείας, όπως αναζήτηση, εύρεση και αξιολόγηση της πληροφορίας, ανάλυση-σύνθεση, μοντελοποίηση λύσεων, συνεργατική επίλυση προβλημάτων, αλληλεπίδραση, δια βίου μάθηση. Κυρίως όμως, μεταβάλλουν το πώς μαθαίνουν τα παιδιά, το τι μαθαίνουν, σε ποια περιβάλλοντα και με ποιους μαθαίνουν (Τζιμογιάννης, 2005).

Επιπλέον η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ σηματοδοτεί και σημαντικές αλλαγές στα πρότυπα των διδακτικών και μαθησιακών συμπεριφορών, στην οικοδόμηση της γνώσης, στο ρόλο του/ της εκπαιδευτικού και στη σχέση εκπαιδευτικών – μαθητών/-τριών στη διαμόρφωση μοντέλων διδακτικής επικοινωνίας και κοινωνικής συνείδησης και στη διασύνδεση θεωρίας και πράξης. Οι δημιουργικές δραστηριότητες με τις ΤΠΕ και με την ενεργό συμμετοχή όλων των μαθητών/τριων μπορούν να αλλάξουν τον ρόλο του/της εκπαιδευτικού που, αντί να εξαντλείται στη διατήρηση της ησυχίας και την αντιμετώπιση των παρενεργειών της μαθησιακής αποξένωσης μπορεί να βρίσκεται στο πλευρό των μαθητών/-τριών και να παίξει έναν άλλο ρόλο, πιο προωθημένο από παιδαγωγική άποψη, πρωτόγνωρο και γι' αυτό ίσως και πιο δύσκολο (Ράπτης και Ράπτη, 2004)

Η τεράστια, όμως, ώθηση της τεχνολογίας δεν αρκεί από μόνη της για την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Για να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά στη διδακτική πράξη θα πρέπει να υπάρξει κατάλληλη σχεδίαση του μαθησιακού περιβάλλοντος με βάση τις σύγχρονες απόψεις για τη μάθηση και ερευνητικά δεδομένα

από το χώρο της διδακτικής των διαφόρων μαθημάτων, ώστε να αντιμετωπιστούν με επιτυχία οι όποιες δυσκολίες μάθησης συναντούν τα παιδιά στο σχολείο (Σολομωνίδου, 2006).

2.2 ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις κύριες ψυχολογικές θεωρίες που επηρέασαν και επηρεάζουν στον έναν ή στον άλλο βαθμό την ανάπτυξη υπολογιστικών περιβαλλόντων μάθησης: το συμπεριφορισμό, τον εποικοδομητισμό με τις διάφορες εκδοχές του και τη θεωρία της δραστηριότητας, που προέρχεται από τις κοινωνικό-πολιτισμικές θεωρίες μάθησης. Δεν πρέπει, εντούτοις, να παραγνωρίσουμε ότι πολλές εκπαιδευτικές εφαρμογές με τη χρήση της πληροφορικής έχουν κυρίως σχεδιαστεί και καθοδηγηθεί από την πρόοδο της τεχνολογίας και όχι από την πρόοδο που έχει επιτευχθεί στην ψυχολογία της μάθησης (Κόμης, Μικρόπουλος 2001).

Οι συμπεριφοριστικές προσεγγίσεις δίνουν έμφαση στην αναμετάδοση της πληροφορίας και στην τροποποίηση της συμπεριφοράς. Ο μαθητής/-τρια θα πρέπει να εργάζεται ατομικά, με το δικό του/της προσωπικό ρυθμό, να προχωρά με μικρά βήματα, με κάθε βήμα να είναι ενταγμένο σε μία διαδικασία προσεκτικά επιλεγμένη, θα πρέπει να συμμετέχει ενεργά, να απαντά σε κάθε μικρό βήμα που κάνει και να ενημερώνεται αμέσως για την ορθότητα της απάντησής του/ της (Σολομωνίδου, 2001).

Ο εποικοδομητισμός συνιστά μια ριζικά εναλλακτική πρόταση στο συμπεριφορισμό και μια διαφορετική επιστημολογική προοπτική όσον αφορά το σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή. Η βασική και γενικά αποδεκτή αρχή του είναι ότι η γνώση του κόσμου οικοδομείται από το άτομο. Το άτομο, με βάση την αλληλεπίδρασή του με τον κόσμο, οικοδομεί, ελέγχει, αναδιατάσσει τις γνωστικές του αναπαραστάσεις, οι οποίες στη συνέχεια προσδίδουν νόημα στον κόσμο.

Οι εποικοδομητικές προσεγγίσεις αναγνωρίζουν ότι τα παιδιά, πριν ακόμα πάνε στο σχολείο, διαθέτουν γνώσεις, και αυτό που χρειάζεται είναι να βοηθηθούν ώστε να οικοδομήσουν νέες γνώσεις πάνω σε αυτές που ήδη κατέχουν. Τα παιδιά, κάτω από αυτό το πρίσμα, συμμετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση των γνώσεών τους. Το πλαίσιο αυτό οδηγεί στην άποψη ότι η εκπαίδευση πρέπει να έχει ως κύριο σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές/-τριες να γεφυρώσουν το χάσμα ανάμεσα στις άτυπες και τις τυπικές γνώσεις τους. Σύμφωνα με εποικοδομητική προσέγγιση δεν μπορούμε να έχουμε άμεση ή αμερόληπτη από κάθε εξωτερική πραγματικότητα γνώση. Εμείς κατασκευάζουμε την κατανόηση που έχουμε από τις εμπειρίες μας και το είδος των εμπειριών μας επηρεάζεται πολύ από τη δική μας οπτική γωνία (Κόμης, Μικρόπουλος 2001).

Οι Driver και Bell (1986) υποστηρίζουν ότι η διαδικασία μάθησης κατά ένα μέρος αποτελεί μία διαδραστική διαδικασία, ανάμεσα στα γνωστικά σχήματα και τις εμπειρίες των μαθητών/-τριών, που οδηγεί στην αναδόμηση των γνωστικών τους σχημάτων. Η αναδόμηση και η εισαγωγή νέων πληροφοριών εξαρτάται από τα ήδη υπάρχοντα γνωστικά σχήματα. Όπως αναφέρουν επιπλέον οι Vosniadou και Brewer (1987), η οικοδόμηση της γνώσης περιλαμβάνει είτε μία αδύναμη είτε μία ριζική αναδόμηση των υπάρχουσων γνωστικών δομών. Η αδύναμη αναδόμηση σχετίζεται με την επισώρευση νέων πληροφοριών και το σχηματισμό νέων σχέσεων μεταξύ των υπάρχουσων ιδεών. Η ριζική αναδόμηση από την άλλη μεριά έχει σχέση με την αλλαγή βασικών εννοιών και δομών διαφόρων γνωστικών σχημάτων.

Η Linn (1986) αναφέρει ότι οι μαθητές/-τριες οικοδομούν γνώσεις γύρω από βασικές ιδέες οι οποίες είναι ανθεκτικές στην αλλαγή και περιφερειακές ιδέες οι οποίες αλλάζουν πιο εύκολα με την ανακάλυψη νέων δεδομένων και πληροφοριών. Οι βασικές ιδέες δηλαδή των παιδιών δίνουν ένα πλαίσιο με το οποίο ερμηνεύουν και αξιολογούν τα δεδομένα και τις πληροφορίες που δέχονται.

Η πιο βασική ικανότητα που πρέπει να διαθέτει ένας/ μία εκπαιδευτικός στα πλαίσια του εποικοδομητισμού είναι να αντιμετωπίζει μία καινούργια ή αναπάντεχη αντίδραση με γνήσιο ενδιαφέρον για να μάθει από πού προέρχεται, ποια είναι η δομή, η ιστορία της. Ο Piaget (1955) τόνισε ένα σημαντικό σημείο της προοπτικής που κάποιος έχει όταν διδάσκει έχοντας στο νου του τον εποικοδομητισμό. Έδειξε ότι ένα παιδί μπορεί να αντιληφθεί μία επιστημονική ιδέα με διαφορετικό τρόπο από έναν ενήλικα ο οποίος είναι ειδικός ή εξοικειωμένος σε σχέση με την ιδέα αυτή. Οι ιδέες των παιδιών είναι πραγματικά εναλλακτικές και δεν αντικαθίστανται από μια παρουσίαση απλά της «σωστής μεθόδου». Ο δάσκαλος/α πρέπει να βοηθάει τους μαθητές να μετασχηματίζουν τις ιδέες δείχνοντας τους άλλα πιο επαρκή μοντέλα (Confrey, 2004). Οι εναλλακτικές απόψεις των μαθητών/-τριών έχουν γενικότητα και είναι επαρκείς για να ερμηνεύσουν οι μαθητές/-τριες διάφορα φαινόμενα και συγκροτούν μία αυτοσυνεπή ως ένα βαθμό γνωστική δομή με περιορισμένη ισχύ. Αυτές οι εναλλακτικές ιδέες-απόψεις των παιδιών δεν είναι απλώς το αποτέλεσμα της κακής χρήσης λέξεων, τεχνικών κ.λπ. Μία λανθασμένη κατανόηση μπορεί να συνεισφέρει στη διαμόρφωση μιας παράδοξης αντίληψης για κάποιο φαινόμενο ή συμβάν. Για τον εποικοδομητισμό τέτοιες θεωρίες αποτελούν φυσικό επακόλουθο της καθημερινής ζωής διότι αυτός είναι

ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε τον κόσμο, προχωρούμε στη μάθηση και επικοινωνούμε με τις ιδέες μας. Κατασκευάζουμε μοντέλα για όλα τα είδη των καταστάσεων που μας επιτρέπουν να τις δομήσουμε για τον εαυτό μας. Με τον όρο μοντέλο ή σωστότερα νοητικό μοντέλο εννοούμε τα είδη των νοητικών αναπαραστάσεων που σχηματίζουν τα άτομα. Όταν ο μαθητής έχει να επιλύσει ένα πρόβλημα να απαντήσει σε μία ερώτηση, επιστρατεύει ό,τι γνώσεις διαθέτει και τις χρησιμοποιεί για την οικοδόμηση ενός νοητικού μοντέλου που περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες που χρειάζονται για την επίλυση του προβλήματος ή την απάντηση της ερώτησης (Βοσνιάδου, 1992).

Οι ιδέες των μαθητών/-τριών εξαρτώνται επιπλέον και από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κατάστασης με την οποία τίθεται το πρόβλημα μάθησης. Μία πρώτη μεταβλητή είναι το κατά πόσο η τιθέμενη κατάσταση έχει ή όχι τα χαρακτηριστικά ενός σχολικού προβλήματος. Στην περίπτωση που οι μαθητές/-τριες δεν αναγνωρίζουν ότι για την επίλυση του προβλήματος πρέπει να εφαρμοστούν οι τύποι του σχολικού εγχειριδίου, οικοδομούν τη δική τους αναπαράσταση για τη συγκεκριμένη κατάσταση και επιστρέφουν ξανά στις ιδέες που είχαν πριν από το μάθημα.

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, τις οποίες αποκαλούν και επιστήμη των μαθητών/-τριών, δεν αποτελούν συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικές κατασκευές τις οποίες χρησιμοποιούν τα παιδιά για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα. Με την έννοια αυτή, οι ιδέες των παιδιών αποτελούν αυτοδύναμα σχήματα που όμως διαφέρουν από τα επιστημονικά στο ότι ερμηνεύουν με διαφορετικό τρόπο τα φαινόμενα (Κόκκοτας, 2005).

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι διδασκαλίας εμπνευσμένες από τον εποικοδομητισμό. Οι Driver και Oldham (1986) περιγράφουν τη διδασκαλία στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού και υποστηρίζουν ότι αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια ή βήματα.

- Η φάση του προσανατολισμού. Δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες η ευκαιρία να αναπτύξουν μία αίσθηση σκοπού και κινήτρου για τη μάθηση του θέματος.
- Η φάση της ανάδειξης των ιδεών. Οι μαθητές/-τριες παρουσιάζουν τις δικές τους ιδέες σχετικά με το θέμα του μαθήματος.
- Η φάση της αναδόμησης των εννοιών. Είναι το πιο σημαντικό στάδιο της εποικοδομητικής προσέγγισης και περιλαμβάνει τα επιμέρους στάδια της

διευκρίνησης και ανταλλαγής ιδεών μεταξύ των μαθητών/-τριών, της οικοδόμησης νέων ιδεών και της αξιολόγησης τους.

- Η φάση της εφαρμογής των ιδεών. Δίνεται στους/στις μαθητές/-τριες η ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν τις ιδέες σε ποικίλες καταστάσεις.
- Η φάση της ανασκόπησης. Οι μαθητές/-τριες καλούνται να αναλογιστούν πάνω στον τρόπο που οι αρχικές ιδέες τους έχουν αλλάξει (μεταγνώση).

Ο εποικοδομητισμός συνιστά σήμερα ένα από τα κυρίαρχα μοντέλα στο σχεδιασμό σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού. Βασικός στόχος ενός τέτοιου εκπαιδευτικού λογισμικού είναι να παρέχει αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, ώστε να γεφυρώνεται το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στο σχολείο και στις δραστηριότητες έξω από αυτό. Πρέπει, επίσης, να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία. Παράλληλα, πρέπει να λαμβάνει υπόψη του το γεγονός ότι το κοινωνικό πλαίσιο και η κοινωνική αλληλεπίδραση ευνοούν τις γνωστικές κατασκευές. Στο σημείο αυτό η εποικοδομητική προσέγγιση συναντά την προσέγγιση της θεωρίας της δραστηριότητας (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

Η οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης των παιδιών πραγματοποιείται τόσο μέσω της αλληλεπίδρασης τους με τον/την εκπαιδευτικό, όσο και μέσω της αλληλεπίδρασής τους με συνομήλικα παιδιά. Κατά αυτόν τον τρόπο οι καινούργιες κατασκευές σε οποιοδήποτε πεδίο δεν είναι αυθαίρετες, αλλά οριοθετούνται από την υποχρέωση ότι αυτές πρέπει να ταιριάζουν με αυτές των άλλων μελών της μαθητικής κοινότητας. Αυτή ακριβώς η εναρμόνιση των προσωπικών ερμηνειών με τις ερμηνείες των άλλων είναι που κάνει δυνατή της επικοινωνία σε όλα τα επιστημονικά πεδία. Μέσω της επικοινωνίας αυτής γίνεται διαπραγμάτευση εννοιών και μεθόδων, οι οποίες γίνονται αποδεκτές και θεωρούνται στη συνέχεια δεδομένες από τα μέλη της μαθητικής κοινότητας. Προκύπτει λοιπόν ότι η επιστήμη με αυτή την προσέγγιση δεν είναι μόνο προσωπική οικοδόμηση αλλά είναι και μία ανθρώπινη κοινωνική δραστηριότητα (Cobb, Wood & Yackel, 2004)

Οι κοινωνικοπολιτισμικές προσεγγίσεις, όπως προκύπτει, δεν μπορούν να δουν τη μαθησιακή δραστηριότητα έξω από το κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαδραματίζεται. Οι γνωστικές διεργασίες δε νοούνται, συνεπώς, ως αυτόνομες οντότητες αλλά συστατικά ενός οργανωμένου όλου, του νου, ο οποίος

λειτουργεί και αναπτύσσεται μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικό-πολιτισμικό περιβάλλον ιστορικά προσδιορισμένο (Κόμης & Μικρόπουλος 2001).

Το θεωρητικό μοντέλο της εγκατεστημένης νόησης ή γνώσης (situated cognition) υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν αποτελεί μία ατομική λειτουργία της ανθρώπινης νόησης αλλά μία κοινωνικοπολιτισμική λειτουργία που λαμβάνει χώρα μέσω της επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους άλλους ανθρώπους. Το μοντέλο αυτό παρέχει ένα σύγχρονο πλαίσιο ερμηνείας των δυσκολιών μάθησης στο σχολικό περιβάλλον. Η γνώση δεν είναι θεωρητικά ανεξάρτητη από τις καταστάσεις μέσα στις οποίες λαμβάνει χώρα και χρησιμοποιείται (Κόμης, 2004). Σύμφωνα με τις εποικοδομητικές απόψεις η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία οικοδόμησης και όχι μία παθητική απόκτηση γνώσεων και η διδασκαλία είναι η διαδικασία υποστήριξης της γνώσης που κατασκευάζεται από τους μαθητές/-τριες και όχι η απλή μετάδοση των γνώσεων. Η αλήθεια καθορίζεται από τη βιωσιμότητα της κατανόησης των μαθητών στον πραγματικό κόσμο, όπου η βιωσιμότητα καθορίζεται από το πολιτισμικό πλαίσιο.

Στο πλαίσιο λοιπόν του εποικοδομητισμού, αναζητούνται διάφορες απόψεις σχετικά με ένα θέμα και προκαλείται η κριτική ικανότητα και η σκέψη των μαθητών/-τριών. Εξετάζεται επιπλέον η κοινωνική προέλευση των κατασκευών των μαθητών/-τριών, ενώ παράλληλα η μάθηση αναγνωρίζεται ως μία διαδικασία απεμπλοκής από το πολιτισμικό πλαίσιο. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας με εποικοδομητικές μεθόδους, όπως η μάθηση βασισμένη την επίλυση προβλήματος ή η μέθοδος project, οδηγεί στην ενεργό συμμετοχή των παιδιών στη διαδικασία μάθησης. Ο εποικοδομητισμός με τη βοήθεια και χρήση της τεχνολογίας προσφέρει στους/στις εκπαιδευτικούς την ευελιξία ώστε να εξατομικεύσουν τη διαδικασία της μάθησης για κάθε μαθητή ή μαθήτρια και να αυξήσουν τις γνωστικές και μεταγνωστικές τους διαδικασίες (Nanjappa & Grant, 2003).

2.3 ΣΥΝΕΡΓΑΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Η στρατηγική της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας βασίζεται στις θεωρητικές αρχές και διδακτικές πρακτικές του κινήματος που είναι γνωστό ως cooperative learning movement (Sharan 1994). Το κίνημα αυτό, στη σημερινή του μορφή, συνενώνει σε ενιαίο σύστημα παιδαγωγικές, διδακτικές, ψυχολογικές και κοινωνιολογικές αρχές από πολλούς χώρους (Ματσαγγούρας, 1999)

Η εργασία σε ομάδες είναι μία αποτελεσματική τεχνική για την επίτευξη διαφόρων ειδών πνευματικών και κοινωνικών στόχων στη διαδικασία της μάθησης. Είναι μία τεχνική υψηλού επιπέδου για τη μάθηση διαφόρων εννοιών, για τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και για τη βελτίωση της προφορικής γλωσσικής ικανότητας. Όσον αφορά τους κοινωνικούς στόχους, η ομαδική εργασία μπορεί να βελτιώσει τις ενδοομαδικές σχέσεις αυξάνοντας την εμπιστοσύνη και τις φιλικές σχέσεις μέσα στην ομάδα. Επιπλέον η εργασία σε ομάδες είναι μία στρατηγική με την οποία μπορούν να επιλυθούν τα εξής δύο προβλήματα που προκύπτουν μέσα σε μία τάξη: α) οι μαθητές να παραμένουν απασχολημένοι με την εργασία τους και β) η διδασκαλία να απευθύνεται σε μαθητές/-τριες με αρκετές διαφορές ως προς τις ακαδημαϊκές τους ικανότητες (Cohen, 1994).

Από πολλές έρευνες έχει προκύψει, όπως αναφέρει η Σταυρίδου (2000), ότι η συνεργατική μέθοδος βοηθάει όλα τα παιδιά και ιδιαίτερα τους/τις μαθητές/-τριες με χαμηλές επιδόσεις να αυξήσουν τις επιδόσεις τους. Επίσης συμβάλλει στη βελτίωση των επιδόσεων των κοριτσιών. Με τη συνεργατική μάθηση αυξάνεται η αυτοεκτίμηση όλων των παιδιών ενώ συγχρόνως επέρχεται βελτίωση στις κοινωνικές τους δεξιότητες καθώς και στις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση. Επίσης η κινητοποίηση και η ευχαρίστηση των παιδιών αυξάνεται και σημειώνεται μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών της ομάδας.

Ο ευρύτερος (αλλά όχι ικανοποιητικός) ορισμός για τη συνεργατική μάθηση είναι ότι είναι μία κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότεροι άνθρωποι μαθαίνουν ή προσπαθούν να μάθουν κάτι μαζί. Κάθε στοιχείο αυτού του ορισμού μπορεί να ερμηνευθεί με διαφορετικούς τρόπους. Η συνεργατική μάθηση δεν είναι ένας απλός μηχανισμός. Τα ατομικά μαθαίνουν επειδή συμμετέχουν σε δραστηριότητες (διάβασμα, κατασκευή, εκτίμηση κ.α.) οι οποίες ενεργοποιούν κάποιους μηχανισμούς μάθησης

(επαγωγή, αφαίρεση, σύνταξη κ.α.). Κατά τον ίδιο τρόπο δύο άτομα μέσα σε μία ομάδα μαθαίνουν επειδή συμμετέχουν σε δραστηριότητες που ενεργοποιούν ορισμένους μηχανισμούς μάθησης. Η διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνει τις δραστηριότητες/ μηχανισμούς που πραγματοποιούνται ατομικά, εφόσον η ατομική γνώση δεν εμποδίζεται και δεν καταστέλλεται κατά την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας. Αντιθέτως η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών/-τριών δημιουργεί επιπλέον διαδικασίες (επεξήγηση, διαφωνία, κοινή συναίνεση κ.α.), οι οποίες ενεργοποιούν επιπλέον γνωστικούς μηχανισμούς (εκμαίευση γνώσης, μείωση του γνωστικού φορτίου κ.α.). Το πεδίο της συνεργατικής μάθησης ασχολείται με αυτές ακριβώς τις δραστηριότητες και τους μηχανισμούς (Dillenbourg, 1999).

Για πολλά χρόνια οι θεωρίες για τη συνεργατική μάθηση εστίαζαν κυρίως στο πώς τα άτομα λειτουργούν μέσα σε μία ομάδα. Αυτό αντικατοπτρίζει μία κυρίαρχη θέση στη γνωστική ψυχολογία κατά τη δεκαετία του '70 και στην αρχή της δεκαετίας του '80. Η γνώση θεωρούνταν ένα προϊόν ατομικής διαδικασίας και το πλαίσιο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης θεωρούνταν περισσότερο σαν ένα υπόβαθρο της ατομικής δραστηριότητας παρά το σημείο στο οποίο θα έπρεπε να εστιάσει η έρευνα. Τελευταία όμως η ομάδα έχει γίνει το σημείο στο οποίο έχει εστιάσει η ανάλυση και η προσοχή έχει μετατοπιστεί σε ανερχόμενες κοινωνικά οικοδομημένες ιδιότητες της αλληλεπίδρασης (Dillenbourg et al., 1995).

Η συνεργατική μάθηση έχει γνωρίσει ιδιαίτερη διάδοση κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες οι οποίες χαρακτηρίστηκαν από πληθώρα ερευνών που αποσκοπούσαν στο να εξετάσουν την αποτελεσματικότητα και γενικότερα τη συνεισφορά της συνεργατικής μάθησης έναντι της ατομικής μάθησης. Οι ερευνητές προσπάθησαν να ελέγξουν διάφορες ανεξάρτητες μεταβλητές (π.χ. το μέγεθος, τη σύνθεση της ομάδας, τη φύση των δραστηριοτήτων, τα μέσα επικοινωνίας κ.α.). Οι μεταβλητές όμως αυτές αλληλεπέδρασαν μεταξύ τους τέτοιο τρόπο που έκανε αδύνατη την επαλήθευση των αιτιατών συνδέσεων μεταξύ των συνθηκών και των αποτελεσμάτων της συνεργασίας. Γι αυτό το λόγο η έρευνα πρόσφατα έχει μετατοπιστεί από την έρευνα για τον καθορισμό των παραμέτρων και των συνθηκών της αποτελεσματικής συνεργατικής μάθησης προς την προσπάθεια να γίνει κατανοητός ο ρόλος για τον οποίο αυτές οι μεταβλητές παίζουν έναν ενδιάμεσο ρόλο στην αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και μαθητριών (Dillenbourg et al., 1995).

Παρόλο που υπάρχει ολοένα και μεγαλύτερη συναίνεση μεταξύ των ερευνητών ως προς τη θετική επίδραση της συνεργασίας στη μάθηση, το ζήτημα των λόγων και των μηχανισμών για τους οποίους συμβαίνει αυτό αποτελεί ακόμα αντικείμενο συζήτησης. Βιβλιογραφικά μπορούμε να διακρίνουμε τις διάφορες προσεγγίσεις της συνεργατικής μάθησης σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (α) κίνητρα-παρώθηση και κοινωνική συνοχή (Slavin, 1995; 1996) και (β) γνωστικές προσεγγίσεις: κοινωνικό-εποικοδομιστική προσέγγιση (βασισμένη στη θεωρία του Piaget (1955) και στο μηχανισμό της γνωστικής σύγκρουσης) και κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση (επηρεασμένη από τη θεωρία του Vygotsky (1934) και την προσέγγιση της κοινής/ διαμοιρασμένης νόησης (shared cognition) (Dillenbourg et al., 1996).

Ο/η εκπαιδευτικός τέλος κρατάει ένα βασικό ρόλο στην επιτυχία της συνεργατικής μάθησης. Ο ρόλος είναι πιο σημαντικός όσο το μέγεθος της ομάδας αυξάνεται. Ο ρόλος αυτός συχνά αποκαλείται «διευκολυντής» (facilitator) αντί για διδάσκαλος (tutor) γιατί σκοπός είναι ο/ η εκπαιδευτικός να μη δώσει τη σωστή απάντηση ή να πει ποιο μέλος της ομάδας έχει δίκιο αλλά να επεμβαίνει στο ελάχιστο από παιδαγωγικής απόψεως, ίσως μόνο για να επαναφέρει την ομάδα προς μία παραγωγική κατεύθυνση ή για να παρακολουθήσει ποια μέλη της ομάδας έχουν μείνει έξω από την αλληλεπίδραση (Dillenbourg, 1999).

Έρευνες πάνω σε δραστηριότητες διάφορων γνωστικών αντικειμένων με τη βοήθεια του υπολογιστή, σχετικές με τη μάθηση παιδιών που εργάζονται με προσωπικό τρόπο ή συνεργάζονται σε μικρές ομάδες, έδειξαν ότι όταν οι μαθητές/-ριες συνεργάζονται μεταξύ τους σε μικρές ομάδες τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι πολύ καλύτερα και διαρκέστερα (Σολομωνίδου, 2001).

Τα τελευταία χρόνια η επικοινωνία και η συνεργασία υποστηρίζεται ολοένα και περισσότερο από τους υπολογιστές και τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές του διαδικτύου. Ο Crook (1994) σημειώνει ότι η διαπροσωπική σχέση μεταξύ των παιδιών κατά το συμβολικό παιχνίδι εξελίσσεται σε μία αμοιβαία κατανόηση και κοινή γνώση και τονίζει ότι στο συμβολικό των παιδιών, ο υλικός κόσμος παίζει κρίσιμο ρόλο στο συντονισμό των δραστηριοτήτων και στη δημιουργία ενός κοινού πλαισίου συνεργασίας. Αν και η σημασία του δεν αναδεικνύεται από άλλους/-ες ερευνητές/-τριες, ο υλικός κόσμος παίζει σπουδαίο ρόλο στις συνεργατικές διαδικασίες. Η εμπιστοσύνη μεταξύ των μετεχόντων/-ουσών, το πλούσιο υλικό από εξωτερικές πηγές

αναφοράς, όπως οι υπολογιστές και οι ιστορίες για συνεύρεση στις δραστηριότητες αποτελούν τα κύρια χαρακτηριστικά της συνεργασίας σύμφωνα με τον Cook (1998).

Η χρήση ηλεκτρονικών μέσων διαδικτυακής μάθησης έχει επεκταθεί σε μεγάλο βαθμό τη τελευταία δεκαετία, συχνά όμως πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούν την τεχνολογία που έχει προκύψει από τη χρήση των ΤΠΕ με μη αποτελεσματικές προσεγγίσεις. Η έρευνα στη μάθηση και στη διδασκαλία έχει δείξει τη σημασία που έχει για τους μαθητές η ενεργός συμμετοχή στην έκφραση και στη δοκιμή. Έρευνες έχουν δείξει επίσης τη σημασία που έχουν οι αναπαραστάσεις, όπως οι εννοιολογικοί χάρτες, οι δυναμικοί συμβολισμοί και οι προσομοιώσεις, στην οικοδόμηση της ατομικής γνώσης αλλά και για τις κοινωνικές διαδικασίες όπως είναι η συνεργασία και η επικοινωνία της γνώσης (Suthers et al, 2008).

Η συνεργατική μάθηση με υποστήριξη υπολογιστή (Computer Supported Collaborative Learning, εφεξής CSCL) είναι ένας ανερχόμενος κλάδος των επιστημών της μάθησης που ασχολείται με τη μελέτη του πώς οι άνθρωποι μπορούν να μάθουν μαζί με τη βοήθεια των υπολογιστών. Η αλληλεπίδραση της μάθησης με τη τεχνολογία προκύπτει ότι είναι μία πολύ περίπλοκη υπόθεση. Όπως και πολλά άλλα ενεργά πεδία της επιστημονικής έρευνας, έτσι και η CSCL έχει μία πολύπλοκη σχέση με τις καθιερωμένες επιστήμες, εξελίσσεται με τρόπους που είναι δύσκολο να καθοριστούν και συμπεριλαμβάνει διάφορες σημαντικές νέες προτάσεις και ερευνητικές μελέτες που πολλές φορές είναι ασύμβατες μεταξύ τους. Το πεδίο της CSCL έχει μία μακρά ιστορία όσο αφορά τις διαφορετικές απόψεις που υπάρχουν σε σχέση με το θεωρητικό πλαίσιο, τις μεθόδους και τους ορισμούς που έχουν σχέση με αυτό (Stahl et al., 2006).

Υπάρχουν πολλοί λόγοι που υπαγορεύουν τη χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Τα μέσα που υποστηρίζουν τη CSCL θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να απευθύνονται και να μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση. Μερικά βασικά σημεία που πρέπει να ληφθούν στο σχεδιασμό είναι η παροχή νέων τρόπων υποστήριξης και δόμησης της επικοινωνίας και συνεργασίας των μελών της ομάδας ώστε να προάγεται η συνεργατική μάθηση, και η παροχή πολλαπλών τρόπων με τους οποίους οι μαθητές/-τριες θα μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους χωρίς να χρειάζεται ο/η εκπαιδευτικός να διαχειρίζεται όλη την επικοινωνία ή την πρόοδο των ομάδων (Stahl, 2004).

Η δόμηση λοιπόν ενός περιβάλλοντος συνεργατικής μάθησης επιτυγχάνεται με ημιδομημένα περιβάλλοντα επικοινωνίας και με τη χρήση διαφόρων σεναρίων και δραστηριοτήτων συνεργατικής μάθησης. Ένα σενάριο συνεργασίας είναι μία σειρά από οδηγίες σχετικές με το πώς πρέπει να αλληλεπιδράσουν τα μέλη της ομάδας, πώς πρέπει να συνεργαστούν μεταξύ τους και πώς πρέπει να ολοκληρώσουν ένα έργο ή να επιλύσουν ένα πρόβλημα (Dillenbourg, 2002).

Η CSCL συνδέεται στενά με όλα τα επίπεδα της τυπικής εκπαίδευσης, από το νηπιαγωγείο μέχρι τη τριτοβάθμια εκπαίδευση καθώς και με τη μη τυπική εκπαίδευση. Τονίζεται επίσης ο τρόπος συνεργασίας των μαθητών/-τρων. Οι μαθητές/-τριες δεν δρουν ο καθένας χωριστά, αλλά η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσα από την αλληλεπίδραση, μέσα από τη διατύπωση ερωτήσεων, την ομαδική έρευνα και επιπλέον οι μαθητές μαθαίνουν διδάσκοντας ο ένας τον άλλο και παρατηρώντας τον τρόπο με τον οποίο οι άλλοι μαθαίνουν. Η υποστήριξη από τους υπολογιστές για αυτού του είδους τις συνεργασίες είναι το βασικό θέμα με το οποίο ασχολείται η CSCL. Η ενεργοποίηση και η διατήρηση της παραγωγικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό, συντονισμό, υλοποίηση μέσα στο πλαίσιο του Αναλυτικού Προγράμματος καθώς και παιδαγωγική και τεχνολογική υποστήριξη (Stahl et al., 2006).

Η έρευνα γύρω από τη CSCL εξαιτίας της κοινωνικό-εποικοδομητικής της προέλευσης συχνά εστιάζει στη συνεργατική μάθηση σε πολύπλοκα περιβάλλοντα. Τα περιβάλλοντα αυτά συχνά συμπεριλαμβάνουν έναν χώρο παρουσίασης του θέματος και ένα χώρο κοινωνικής αλληλεπίδρασης (chat, forum κ.α.). Ο χώρος στον οποίο αναπτύσσεται το θέμα (ή πρόβλημα) μπορεί να είναι ένας μικρόκοσμος, μία προσομοίωση, κείμενα, πειράματα κ.α. Η αλληλεπίδραση με ένα υπολογιστικό περιβάλλον μάθησης προσθέτει στους/στις μαθητές/-τριες ένα επιπλέον γνωστικό φορτίο (ειδικά όταν ο/η μαθητής/-τρια το χρησιμοποιεί το περιβάλλον για πρώτη φορά). Στη CSCL αυτό το επιπλέον φορτίο της αλληλεπίδρασης με τον υπολογιστή αυξάνεται με το φορτίο της κοινωνικής αλληλεπίδρασης ή το φορτίο της συνεργασίας (collaborative load: η απαίτηση να καταφέρει κάποιος να αλληλεπιδράσει με τα άλλα μέλη της ομάδας). Από τη μία μεριά αυτή η αυξανόμενη πολυπλοκότητα μπορεί να επιδράσει αρνητικά στις μαθησιακές διαδικασίες αντλώντας ένα μέρος των γνωστικών αποθεμάτων των μαθητών/-τριών. Από την άλλη μεριά, όμως, μπορεί να λειτουργήσει

θετικά. Η πολυπλοκότητα αυξάνεται στην ομαδική μάθηση γιατί ενεργοποιούνται επιπλέον γνωστικοί μηχανισμοί μέσα από τις συνεργατικές αλληλεπιδράσεις και αυτοί οι μηχανισμοί (π.χ. ερμηνείες, επιχειρήματα κ.α.) μπορεί να παράγουν να μαθησιακά αποτελέσματα που αναμένονται από τη συνεργατική μάθηση (Dillenbourg & Bétrancourt, 2006).

Η CSCL ασχολείται επίσης με τη πρόσωπο με πρόσωπο (face to face ή F2F) συνεργασία. Η μάθηση υποστηριζόμενη από υπολογιστές δεν λαμβάνει χώρα μόνο μέσω της on line επικοινωνίας, αλλά μπορεί να συμπεριλαμβάνει μία προσομοίωση, ένα επιστημονικό μοντέλο ή μία διαδραστική αναπαράσταση. Σε αυτές τις περιπτώσεις η συνεργασία εστιάζει στη δόμηση και στη διερεύνηση του μοντέλου ή της αναπαράστασης. Εναλλακτικά έτσι μία ομάδα μαθητών μπορεί να χρησιμοποιεί τον υπολογιστή για την εύρεση πληροφοριών στο διαδίκτυο και στη συνέχεια να τις οργανώνει, να τις διαπραγματεύεται και να τις παρουσιάζει συνεργατικά. Η συνεργασία λοιπόν στο πλαίσιο του CSCL μπορεί να πάρει τη μορφή της απομακρυσμένης ή της F2F αλληλεπίδρασης είτε σύγχρονα είτε ασύγχρονα (Stahl et al., 2006).

Βασικός σκοπός της συνεργατικής μάθησης με υποστήριξη υπολογιστή είναι η αποτελεσματική υπολογιστική υποστήριξη μαθητών στο να μαθαίνουν μαζί. Η συνεργατική μάθηση με υποστήριξη υπολογιστή μπορεί να αναλυθεί σε τρεις βασικές συνιστώσες: (α) μάθηση, (β) συνεργασία και (γ) τεχνολογία (Καρασσαβίδης & Κόμης, 2008).

Η συνεργατική μάθηση αφορά από τη μία μεριά το μαθητή χωριστά ως μέλος μιας ομάδας και από την άλλη μεριά σχετίζεται με φαινόμενα όπως η δημιουργία από κοινού νοημάτων και η οικοδόμηση κοινών εννοιών και έργων τα οποία μπορούν να γίνουν κατανοητά μέσα από ομαδικές διαδικασίες. Σε παλαιότερες έρευνες που αφορούσαν τη μάθηση σε ομάδες, η μάθηση θεωρούνταν μία θεμελιωδώς ατομική διαδικασία. Το γεγονός ότι τα άτομα εργάζονταν σε ομάδες αντιμετωπιζόνταν ως μια μεταβλητή του πλαισίου που επηρέαζε την ατομική μάθηση. Σε αντίθεση στη CSCL η μάθηση αναγνωρίζεται επιπλέον ως μία ομαδική διαδικασία, και αυτό είναι που κάνει τη CSCL μεθοδολογικά μοναδική (Stahl et al., 2006).

Από τη μια μεριά, κατά τη διάρκεια της συνεργασίας ο κύριος παράγοντας δεν είναι ούτε το κάθε μέλος-άτομο μιας ομάδας, ούτε μόνο η ομάδα σαν σύνολο. Και οι δύο αυτοί παράγοντες είναι σημαντικοί, όπως εξίσου σημαντική είναι και η κοινότητα που

σχηματίζεται από άτομα και ομάδες που συνεργάζονται με ποικίλους τρόπους. Από την άλλη μεριά, σε μια μαθησιακή διαδικασία (τουλάχιστον στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης), δεν εμπλέκονται μόνο οι εκπαιδευόμενοι αλλά και οι εκπαιδευτικοί. Η μαθητοκεντρική προσέγγιση σχεδιασμού που κυριαρχεί κατά την τελευταία δεκαετία, αν και έχει επηρεάσει θετικά τους σχεδιαστές εστιάζοντας αρχικά στο άτομο, βγάζει έξω από τον κύκλο τους υπόλοιπους εμπλεκόμενους, που μπορεί, υπό τη θεώρηση του καταναμεμημένου γινώσκειν να σχηματίζουν ένα ή περισσότερα γνωστικά συστήματα (Dillenbourg, 1996). Συνεπώς, στις μέρες μας, όλοι οι εμπλεκόμενοι στη διαδικασία είναι σημαντικοί, και μπορεί να χρειάζονται να έχουν συγκεκριμένα εργαλεία στη διάθεσή τους. Έτσι, θεωρείται αναγκαίο να λάβουμε υπόψη μας: (α) το άτομο, (β) κάθε συγκεκριμένη ομάδα, (γ) όλη τη μαθησιακή κοινότητα που έχει σχηματιστεί, καθώς επίσης και (δ) τους/τις εκπαιδευτικούς (Δημητρακοπούλου & Πέτρου, 2008)

Η ανάπτυξη των συνεργατικών περιβαλλόντων μάθησης περιλαμβάνει μια σειρά από σχεδιαστικές αποφάσεις αναφορικά με την υποστήριξη των λειτουργιών που είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική συνεργασία. Οι λειτουργίες αυτές είναι φυσικό να περιλαμβάνουν την υποστήριξη του/της εκπαιδευόμενου/-ης και του/της εκπαιδευτικού (εφόσον πλέον ο ρόλος τους είναι διαφορετικός απ' ότι στην "παραδοσιακή" μάθηση), την υποστήριξη των λειτουργιών που είναι απαραίτητες για τη διαχείριση της κοινότητας συνεργασίας, την ενημέρωση σχετικά με τον κοινό χώρο εργασίας, καθώς και την υποστήριξη του διαλόγου και των δράσεων που είναι απαραίτητες για τη συνεργασία.

Η τεχνολογική πλευρά με την οποία ασχολείται η CSCL εστιάζει στο σχεδιασμό και τη μελέτη θεμελιωδών κοινωνικών τεχνολογιών. Αυτό σημαίνει ότι η τεχνολογία είναι σχεδιασμένη ειδικά ώστε να ενθαρρύνει την κοινωνική δράση, η οποία στηρίζει την ομαδική μάθηση και οδηγεί στην ατομική μάθηση (Stahl et al., 2006). Ιδανικά, κάθε εμπλεκόμενος και κάθε γνωστικό σύστημα χρειάζεται μερικά βασικά εργαλεία, προκειμένου να εκπληρωθούν οι παρακάτω πέντε κύριες υπηρεσίες που επιτρέπουν και υποστηρίζουν τη συνεργασία, στοχεύοντας στη μαθησιακή πρόοδο: (α) υπηρεσίες δράσης και διαλόγων, που οδηγούν σε εργαλεία δράσης ή παραγωγής κειμένου, καθώς και σε εργαλεία διαλόγου, (β) υπηρεσίες διαχείρισης μαθήματος, που οδηγούν σε εργαλεία διαχείρισης υλικού, σχηματισμού ομάδων, κλπ, (γ) υπηρεσίες ενημέρωσης

κοινού χώρου εργασίας, που οδηγούν σε λειτουργίες που σχετίζονται με την άμεση ενημέρωση του κοινού χώρου εργασίας, καθώς και μια ευρύτερη ενημέρωση όλων των γεγονότων που συμβαίνουν στην ευρύτερη μαθησιακή κοινότητα, (δ) εργαλεία ανάλυσης και μετα-ανάλυσης, τα οποία υποστηρίζουν αυτο-ρύθμιση και μεταγνώση για τους εκπαιδευόμενους, καθώς επίσης και εργαλεία εκπαιδευτικών για επίβλεψη και ανάλυση των συνεργατικών αλληλεπιδράσεων, τόσο on-line όσο και offline, και (ε) υπηρεσίες συμβουλών και βοήθειας, που οδηγούν σε απλά συστήματα βοήθειας ή πιο προηγμένα συμβουλευτικά συστήματα για εκπαιδευόμενους και εκπαιδευτικούς (Δημητρακοπούλου & Πέτρου, 2008)

2.4 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ (e-Learning), ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΜΑΘΗΣΗ (Distance Learning) ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ ΜΑΘΗΣΗΣ (Blended Learning)

2.4.1 ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ (e-Learning)

Η Ηλεκτρονική Μάθηση (e-Learning) μπορεί να οριστεί ως μία διαδικασία μάθησης η οποία πραγματοποιείται με τη βοήθεια υπολογιστή και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (Clark & Mayer, 2003):

- Συμπεριλαμβάνει περιεχόμενο σχετικό με τους στόχους της μάθησης.
- Χρησιμοποιεί μεθόδους διδασκαλίας που βοηθούν τη μάθηση.
- Χρησιμοποιεί στοιχεία διαφόρων μέσων, όπως εικόνες, κείμενα, video, animation κ.α.
- Οικοδομεί νέα γνώση και δεξιότητες που σχετίζονται με προσωπικούς στόχους μάθησης ή με τη βελτίωση της απόδοσης ενός οργανισμού.

Τα μαθήματα λοιπόν Ηλεκτρονικής Μάθησης συμπεριλαμβάνουν τόσο το περιεχόμενο όσο και τις διδακτικές μεθόδους που βοηθούν τους μαθητές και τις μαθήτριες να μάθουν. Στον όρο λοιπόν e-Learning το "e" αναφέρεται στο "πώς", δηλαδή το μάθημα είναι ψηφιοποιημένο και μπορεί να αποθηκευθεί σε ηλεκτρονική μορφή και το "learning" αναφέρεται στο "τι", το μάθημα δηλαδή συμπεριλαμβάνει περιεχόμενο και διάφορους τρόπους που βοηθούν τους μαθητές και τις μαθήτριες να μάθουν και το "γιατί" εφόσον ο σκοπός είναι η επίτευξη προσωπικών στόχων μάθησης (Clark & Mayer, 2003).

Διαφορετικά μπορούμε να πούμε ότι η Ηλεκτρονική μάθηση (e-Learning) είναι οποιαδήποτε μορφή διδασκαλίας στην οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών - μαθητών και μαθητών - διδασκόντων γίνεται με τη βοήθεια κάποιου δικτύου υπολογιστών. Ηλεκτρονική Μάθηση δεν περιορίζεται μόνο στην απόκτηση δεξιοτήτων ΤΠΕ. Καλύπτει ένα ευρύ σύνολο εφαρμογών και διεργασιών, όπως την on-line, web-based, computer-based μάθηση, εικονικές τάξεις (virtual classrooms) και συνεργασία με ψηφιακά μέσα. Μπορεί να συμπεριλαμβάνει πολλά είδη ή υβριδική χρήση μεθοδολογιών (χρήση λογισμικού, internet, cd-rom ή οποιουδήποτε άλλου ηλεκτρονικού ή αλληλεπιδραστικού μέσου).

Η Ηλεκτρονική Μάθηση έχει διανύσει διάφορα τεχνολογικά και παιδαγωγικά εξελικτικά στάδια: από το πρώιμο στάδιο, κατά το οποίο κυρίαρχο ρόλο διαδραμάτισε ο εκπαιδευτής, και το στάδιο της μαθητοκεντρικής προσέγγισης, φτάσαμε σήμερα να διανύουμε την περίοδο που χαρακτηρίζεται από την ομαδική και συνεργατική μάθηση (Ζγούβα, 2006).

Ο τομέας της Ηλεκτρονικής Μάθησης συνδυάζει και αξιοποιεί μία πληθώρα τεχνολογιών, ενώ παράλληλα ωθεί σημαντικά την ανάπτυξη καινούργιων. Οι τεχνολογίες αυτές ποικίλλουν τόσο ως προς την πολυπλοκότητα όσο και ως προς τις απαιτήσεις σε υπολογιστική ισχύ και σε ταχύτητα μεταγωγής δεδομένων (πιο απλά, “bandwidth”, όπως συνηθίζεται να αναφέρεται). Η Ηλεκτρονική Μάθηση, στην πιο απλή μορφή της, συνίσταται από μία συλλογή κειμένων, συνήθως σε html μορφή, στα οποία μπορεί να ανατρέξει ο/η χρήστης/ρια. Η μορφή αυτή δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις από πλευράς επεξεργαστικής ισχύος και χρησιμοποιείται πλέον μόνο σε ειδικές περιπτώσεις. Οι αμέσως πιο εξελιγμένες μορφές ακολουθούν το ίδιο μοτίβο, διαφοροποιούνται όμως ως προς τη μορφή του διδακτικού υλικού, το οποίο μπορεί να έχει τη μορφή streaming ή compressed video και audio, multimedia παρουσιάσεων, java applets ή και shockwave flash κ.λπ. Η τάση που επικρατεί σήμερα σε επαγγελματικό επίπεδο, τόσο από πλευράς παροχής υπηρεσιών όσο και από πλευράς ανάπτυξης τεχνολογιών, συγκλίνει προς τη χρήση ειδικών client – server προγραμμάτων, τα οποία είναι σε θέση να διαχειρίζονται πληθώρα τύπων αρχείων σε ένα κατανεμημένο περιβάλλον εργασίας. Τα προγράμματα αυτά αποτελούν ουσιαστικά «εικονικές» τάξεις.

Κάθε είδους διδασκαλία, ηλεκτρονική ή μη, ασχολείται με κάποιο γνωστικό αντικείμενο και περιλαμβάνει κάποιο διδακτικό περιεχόμενο (content) ή, πιο απλά, κάποια διδακτέα ύλη. Το περιεχόμενο αυτό πρέπει προφανώς να παραδίδεται με κάποιον τρόπο στο μαθητή. Υπεισέρεχεται συνεπώς η έννοια της μετάδοσης ή αλλιώς διανομής της διδακτέας ύλης, η οποία περιλαμβάνει τόσο τη μέθοδο διδασκαλίας όσο και τα μέσα (στην περίπτωσή μας τις τεχνολογίες) που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτόν (Ζήβελδης, 2004).

Τα τελευταία χρόνια έχουν κάνει την εμφάνισή τους μια σειρά από περιβάλλοντα-συστήματα τα οποία ανήκουν στη γενική κατηγορία των Συστημάτων Διαχείρισης Περιεχομένου (CMS-Content Management Systems) (π.χ. ILS: Integrated Learning

Systems, KMS: Knowledge Management Systems, LMS: Learning Management Systems). Ο όρος e-learning αναφέρεται στα παραπάνω συστήματα και δηλώνει οποιαδήποτε μορφή διδασκαλίας-μάθησης η οποία πραγματοποιείται διαμέσου των τεχνολογιών του υπολογιστή και του διαδικτύου. Η ηλεκτρονική μάθηση υλοποιείται μέσω των Συστημάτων Διαχείρισης Μάθησης (LMS). Ένα τέτοιο περιβάλλον περιλαμβάνει μεταξύ άλλων συστατικά-υπηρεσίες που αφορούν: (α) τον χρήστη: πιστοποίηση, ομάδες, προφίλ, παραμετροποίηση, προσωποποιημένη θέαση, (β) το μάθημα/ γνωστικό αντικείμενο: χρονοδιάγραμμα, συναντήσεις, διδακτικό-μαθησιακό υλικό, διαφάνειες, εργασίες, εξετάσεις, βαθμολογία, (γ) την επικοινωνία: ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, βήμα συζήτησης, δωμάτια συζήτησης, (δ) τα νέα: υπενθυμίσεις, ειδοποιήσεις, πίνακας ανακοινώσεων και (ε) τα εργαλεία: κοινή χρήση φακέλων-αρχείων, σύνδεσμοι, βιβλίο διευθύνσεων, πλοήγηση, αναζήτηση, ημερολόγιο κ.α. Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (LMS-Learning Management Systems) (CMS) που είναι σήμερα διαθέσιμα είναι το Moodle, OpenCourse, Whiteboard, Claroline, Classroom Online (e-Class) κ.α. Κοινά στοιχεία όλων αυτών των συστημάτων είναι ότι είναι ελεύθερα λογισμικά ανοιχτού κώδικα, έχουν αναπτυχθεί μέσα από πρωτοβουλία ενός ατόμου ή μικρής ομάδας ατόμων ενώ απέκτησαν στη συνέχεια δυναμική και οι σχεδιαστές-χρήστες τους οργανώθηκαν σε διαδικτυακή κοινότητα. Κάποια από τα συστήματα αυτά έχουν υιοθετηθεί από μεγαλύτερη κοινότητα σχεδιαστών, προγραμματιστών και χρηστών οπότε έχουν δοκιμαστεί περισσότερο σε πολύ διαφορετικές συνθήκες με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο ασφαλή και αξιόπιστα αποτελώντας παράλληλα πιο πλήρεις λύσεις (Καρασαββίδης, 2003).

2.4.2 ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΜΑΘΗΣΗ (Distance Learning)

Η συνεργατική μάθηση ως διδακτική μεθοδολογία προϋπήρχε των υπολογιστών, και βασίζεται σε ιδέες παιδαγωγών όπως ο Dewey, ή ψυχολόγων όπως ο Bruner και ο Vygotsky, έχει όμως γνωρίσει ιδιαίτερη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, λόγω της αυξανόμενης επιρροής που ασκούν σήμερα οι κοινωνικοπολιτισμικές θεωρίες και ο κοινωνικός εποικοδομισμός στη διδακτική και στην εκπαιδευτική πρακτική. Η CSCCL αποκτά ωστόσο νέες μορφές με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογικών περιβαλλόντων, στόχος των οποίων είναι η διαμεσολάβηση της επικοινωνίας και η υποστήριξη της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μέσω υπολογιστών. Οι συνεργατικές διαδικασίες πλέον

καθίστανται εφικτές μέσω δικτυακών περιβαλλόντων συνεργατικής μάθησης που αφορούν την κατανεμημένη και από απόσταση μάθηση (Κόμης, Αβούρης & Κατσάνος, 2008).

Η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση (distance education), ως μεθοδολογία και ως εκπαιδευτική πρακτική, υπάρχει περισσότερο από έναν αιώνα, και στόχος της είναι η εξ' αποστάσεως μάθηση με χρήση τεχνικών εξ' αποστάσεως διδασκαλίας. Η εκπαίδευση αυτή, απόρροια της βιομηχανικής επανάστασης και της εξέλιξης της τεχνολογίας, των μεταφορών και των τηλεπικοινωνιών, ξεκίνησε από τα πανεπιστήμια της Αυστραλίας και της Νέας Ζηλανδίας, τα οποία προσέφεραν προγράμματα εκπαίδευσης από απόσταση ήδη από το 1890. Η πιο αναγνωρισμένη προσπάθεια στην Ευρώπη υπήρξε η ίδρυση του "Ανοικτού Πανεπιστημίου" (Open University) στην Αγγλία το 1970. Ανοικτά Πανεπιστήμια έχουν ιδρυθεί σε όλο τον κόσμο, και εδώ και μερικά χρόνια και στην Ελλάδα (Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο). Βασικό χαρακτηριστικό της είναι η εκπαίδευση από απόσταση, συνήθως στο σπίτι ή σε κάποια τοποθεσία εκτός του εκπαιδευτικού ιδρύματος που την προσφέρει. Η διαπροσωπική επικοινωνία της συμβατικής εκπαίδευσης υποκαθίσταται στην εξ' αποστάσεως εκπαίδευση από μορφές επικοινωνίας με χρήση των τεχνολογιών. Η εξ' αποστάσεως εκπαίδευση έχει αλλάξει ριζικά, χάρη στη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των υπολογιστών και των τηλεπικοινωνιών. Εκτός του παραδοσιακού έντυπου εκπαιδευτικού υλικού, χρησιμοποιεί πλέον όλο και περισσότερο τις τεχνικές της "ηλεκτρονικής" εκπαίδευσης, που βασίζεται στα πολυμέσα και στο διαδίκτυο. Οι σύγχρονες μορφές εξ' αποστάσεως εκπαίδευσης συνιστούν ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα παροχής εκπαίδευσης με χρήση προηγμένων δικτυακών υπηρεσιών, επιτρέποντας στους οργανισμούς πρακτικά να προσφέρουν εκπαίδευση σε χρήστες που βρίσκονται σε οποιοδήποτε μέρος στον κόσμο (Κόμης et al, 2008).

Η εκπαίδευση από απόσταση κατοχυρώνεται τις τελευταίες δεκαετίες ως μια αξιόπιστη εναλλακτική λύση απέναντι στην παραδοσιακή εκπαίδευση μέσα στις τάξεις και η εκπαιδευτική τεχνολογία μπορεί να συμβάλει ώστε η ποιότητα και αποτελεσματικότητα να αυξηθεί ακόμη περισσότερο. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών της πληροφορίας και των επικοινωνιών για τη δημοσίευση και διανομή του εκπαιδευτικού υλικού αυξάνεται σημαντικά τα τελευταία χρόνια και δημιουργεί νέες ευκαιρίες για μάθηση, όχι μόνο

στην εξ αποστάσεως αλλά και στη συμβατική εκπαίδευση (Παπαδάκης & Χατζηλάκος, 2004).

Η μεγάλη αποδοχή και χρήση του διαδικτύου σε συνδυασμό με την ολοένα και αυξανόμενη ευρυζωνική πρόσβαση από μεγάλα τμήματα του πληθυσμού αποτελούν ένα ακόμη ισχυρό εργαλείο για τη διδασκαλία και τη μάθηση από απόσταση. Η τάση της εποχής, ωθούμενη από τις ευρυζωνικές συνδέσεις και την αύξηση της χρήσης Η/Υ / οικογένεια, είναι οι περισσότερες e-learning εφαρμογές να είναι web-enabled, ώστε να είναι προσβάσιμες από παντού, οποιαδήποτε στιγμή (Μαυραντζάς, Παρασκευάς & Πεππές, 2007)

Μερικά από τα προβλήματα που έχουν διαπιστωθεί σε σχετικές έρευνες για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση είναι η απομόνωση των εκπαιδευομένων, η παθητικότητα, η έλλειψη βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων για τις νέες τεχνολογίες τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους εκπαιδευόμενους, οι περιορισμοί που επιβάλλουν οι τεχνολογικές υποδομές. Η απουσία φυσικής επαφής δημιουργεί την ανάγκη για νέες δομές και μέσα υποστήριξης από τους φορείς που παρέχουν εξ αποστάσεως εκπαίδευση είτε στο σύνολό της είτε σε μία υβριδική μορφή (δηλ. συνδυασμό της δια ζώσης και της εξ αποστάσεως) (Παπαδάκης & Χατζηλάκος, 2004).

Η πλήρης εκμετάλλευση των δυνατοτήτων που προσφέρει η τεχνολογία σήμερα στην εκπαίδευση απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό συνεπικουρούμενο από συγκεκριμένες εκπαιδευτικές στρατηγικές. Πολλές φορές παρουσιάζεται η τάση για χρήση της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία μόνο και μόνο για λόγους «τεχνολατρίας» χωρίς να συνοδεύεται από τον απαραίτητο σχεδιασμό και υποστήριξη. Η εκπαίδευση από απόσταση έχει εξελιχθεί, από απλή εκπαίδευση μέσω αλληλογραφίας σε μια πολύπλοκη αλληλεπιδραστική διαδικασία που εμπλέκει μαθητές/-τριες και εκπαιδευτικούς σε ένα συνεχή διάλογο. Παρά την ώθηση που έδωσαν οι τεχνολογίες διαδικτύου, η εκπαίδευση από απόσταση δεν έχει ακόμα επιβεβαιώσει τις τόσο αισιόδοξες προβλέψεις (Κωνσταντοπούλου & Ευαγγελάτος, 2003).

Σήμερα έχει γίνει αντιληπτό ότι για να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία στην εκπαίδευση χρειάζεται ακόμα περισσότερη προσπάθεια και απαιτείται σωστός σχεδιασμός και χάραξη εκπαιδευτικών στρατηγικών, και σε καμία περίπτωση αυτό δεν μπορεί να γίνει αυτόματα εγκαταλείποντας το παραδοσιακό μοντέλο εκπαίδευσης.

2.4.3 ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ ΜΟΡΦΗ ΜΑΘΗΣΗΣ (Blended Learning)

Υπάρχουν πολλοί ορισμοί σχετικοί με τη Συνδυασμένη Μορφή Μάθησης ή Μικτού Τύπου Μάθηση (Blended Learning, εφεξής ΣΜΜ). Οι τρεις ορισμοί που χρησιμοποιούνται πιο συχνά, όπως αναφέρουν οι Graham, Allen και Ure (2003), είναι οι εξής:

- ΣΜΜ (blended learning) = συνδυασμός τρόπων διδασκαλίας ή απόδοσης του περιεχομένου (Bersin et al., 2003; Orey 2002).
- ΣΜΜ (blended learning) = συνδυασμός μεθόδων διδασκαλίας (Driscoll, 2002; House, 2002; Rossett, 2002).
- ΣΜΜ (blended learning) = συνδυασμός on line (διαδικτυακής) και πρόσωπο με πρόσωπο (Face to Face ή F2F) διδασκαλίας (Reay, 2001; Rooney, 2003; Sands, 2002; Young, 2002)

Οι δύο πρώτοι ορισμοί αντικατοπτρίζουν τις δύο διαφορετικές θέσεις στο ζήτημα 'αν το μέσο που χρησιμοποιείται ή μέθοδος έχει τη μεγαλύτερη επιρροή στη διαδικασία της μάθησης'. Και οι δύο αυτές θέσεις όμως, ορίζουν τη ΣΜΜ με τέτοια ευρύτητα που κατά αυτό τον τρόπο σε αυτή υπάγονται ουσιαστικά όλα τα συστήματα μάθησης. Ο τρίτος ορισμός με μεγαλύτερη ακρίβεια, αλλά και με βάση την ιστορική προέλευση του όρου, αποδίδει πιο σωστά το τι είναι η ΣΜΜ (Graham, 2006).

Ο όρος ΣΜΜ χρησιμοποιείται πολύ συχνά τελευταία τόσο σε ακαδημαϊκούς όσο και σε εταιρικούς κύκλους. Η ΣΜΜ αποτελεί στην ουσία μία σύγκλιση των δύο βασικών περιβαλλόντων μάθησης. Από τη μια μεριά έχουμε το παραδοσιακό πρόσωπο με πρόσωπο περιβάλλον μάθησης το οποίο υπάρχει εδώ και αιώνες και από την άλλη μεριά έχουμε on line περιβάλλοντα μάθησης υποβοηθούμενα από υπολογιστή (Computer Mediated), τα οποία έχουν εξελιχθεί και επεκταθεί τα τελευταία χρόνια σε μεγάλο βαθμό καθώς η τεχνολογία έχει βοηθήσει πολύ στην αύξηση των δυνατοτήτων επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης (Rovai & Jordan, 2004).

Στο παρελθόν αυτά τα δύο περιβάλλοντα μάθησης εφαρμόζονταν χωριστά το ένα από το άλλο επειδή χρησιμοποιούσαν διαφορετικούς συνδυασμούς μέσων/ μεθόδων και απευθύνονταν στις ανάγκες διαφορετικού κοινού. Για παράδειγμα, η παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλία τυπικά λαμβάνει χώρα σε ένα καθοδηγούμενο από το δάσκαλο περιβάλλον με απ' ευθείας αλληλεπίδραση ατόμου προς άτομο. Από την άλλη μεριά τα συστήματα εξ' αποστάσεως μάθησης δίνουν έμφαση στη μάθηση με

προσωπικό ρυθμό και στην αλληλεπίδραση πάνω στο υλικό μάθησης. Η πρώτη γενιά των προγραμμάτων ηλεκτρονικής μάθησης (e-learning) έδινε έμφαση στην παρουσίαση εκπαιδευτικού περιεχομένου στο διαδίκτυο στη δεύτερη φάση των προγραμμάτων της ηλεκτρονικής μάθησης αυξανόμενος αριθμός σχεδιαστών και ερευνητών πειραματίζεται πλέον με μοντέλα ΣΜΜ τα οποία συνδυάζουν διάφορους τρόπους παρουσίασης (Singh, 2003).

Υπάρχουν πολλοί λόγοι για τους οποίους κάποιος θα διάλεγε να σχεδιάσει ή να χρησιμοποιήσει ένα περιβάλλον ΣΜΜ όπως: α) οι πολλές επιλογές από παιδαγωγικής πλευράς, β) η πρόσβαση στη γνώση, γ) η κοινωνική αλληλεπίδραση, δ) ο προσωπικός παράγοντας, ε) η αποτελεσματική μείωση του κόστους και στ) η ευκολία στην επανάληψη του υλικού μάθησης.

Έχει επίσης διαπιστωθεί από διάφορες έρευνες ότι οι άνθρωποι επιλέγουν την ΣΜΜ για τρεις κυρίως λόγους:

- *Τη βελτιωμένη παιδαγωγική προσέγγιση*

Ένας από τους πιο βασικούς λόγους για τους οποίους η προσέγγιση της ΣΜΜ είναι πιο αποτελεσματική είναι οι ευρύτατες παιδαγωγικές πρακτικές που διαθέτει. Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με το παραδοσιακό πρότυπο στη διδασκαλία και στη μάθηση στηρίζονται κυρίως σε στρατηγικές μετάδοσης της γνώσης και όχι σε στρατηγικές αλληλεπίδρασης. Αντίστοιχα σε προγράμματα εξ' αποστάσεως μάθησης συχνά εμφανίζεται ένας μεγάλος όγκος πληροφοριών, διαθέσιμος στους/στις μαθητές/-τριες για να τον μελετήσουν από μόνοι τους. Τα προγράμματα ΣΜΜ έρχονται να δώσουν τη λύση στις δύο ακραίες περιπτώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως αυξάνοντας ταυτόχρονα το επίπεδο των ενεργών στρατηγικών μάθησης, αλλά και των στρατηγικών πρόσωπο με πρόσωπο με απεριόριστους δυνατούς συνδυασμούς.

- *Την αυξημένη δυνατότητα πρόσβασης και προσαρμογής*

Είναι ένας βασικός παράγοντας που επηρεάζει την ανάπτυξη των περιβαλλόντων μάθησης υποβοηθούμενα από υπολογιστή. Πολλοί/-ές μαθητές/-τριες θέλουν τη διευκόλυνση που προσφέρει ένα περιβάλλον μάθησης υποβοηθούμενο από υπολογιστή αλλά τη ίδια στιγμή δε θέλουν να θυσιάσουν την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ανθρώπινη επαφή που έχουν συνηθίσει σε μία τάξη με την πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγιση. Η μέθοδος της ΣΜΜ μπορεί να χρησιμοποιηθεί

για να επιφέρει μία ισορροπία μεταξύ των δυνατοτήτων μάθησης που υπάρχουν με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και των εμπειριών ανθρώπινης επαφής και αλληλεπίδρασης.

- *Τη μείωση του κόστους*

Είναι ένας βασικός στόχος για τα συστήματα ΣΜΜ, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε ένα μεγάλο, ευρέως διασπαρμένο κοινό μέσα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα με συστηματική, συνεπή και ημι-προσωπική παροχή τους προς μάθηση υλικού (Graham, 2006).

Ένα από τα πιο σημαντικά σημεία στο οποίο πρέπει να εστιάσουμε, σε σχέση με τα διαφορετικά μοντέλα της ΣΜΜ είναι ότι αυτά αναπτύσσονται με μία ποικιλία διαφορετικών επιπέδων οργάνωσης. Υπάρχουν τέσσερα βασικά επίπεδα, στα οποία η φάση του συνδυασμού των μεθόδων (blending) καθορίζεται είτε από τον μαθητή, είτε από τον σχεδιαστή ή το/ τη δάσκαλο/-α.:

1) Συνδυασμός των μεθόδων (blending) στο επίπεδο της δραστηριότητας

Έχουμε αυτόν τον τρόπο ΣΜΜ όταν μία μαθησιακή δραστηριότητα συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγισης και στοιχεία ενός on line περιβάλλοντος μάθησης.

2) Συνδυασμός των μεθόδων (blending) στο επίπεδο μίας ενότητας ή μίας σειράς μαθημάτων

Με αυτό τον τρόπο οργάνωσης που είναι και ο πιο συνηθισμένος έχουμε ένα συνδυασμό δραστηριοτήτων αμιγώς πρόσωπο με πρόσωπο και on line. Σε κάποιες προσεγγίσεις αυτού του είδους οι διαφορετικού τύπου δραστηριότητες χρονικά επικαλύπτουν η μία την άλλη, ενώ σε άλλες υπάρχουν χωριστά χρονικά διαστήματα στα οποία αναπτύσσεται το κάθε είδος.

3) Συνδυασμός των μεθόδων (blending) στο επίπεδο ολόκληρου προγράμματος

Σε αυτό τον τρόπο οργάνωσης των μαθημάτων οι συμμετέχοντες επιλέγουν on line μαθήματα ή μαθήματα πρόσωπο με πρόσωπο είτε από μόνοι τους είτε ο συνδυασμός είναι προκαθορισμένος από το πρόγραμμα.

4) Συνδυασμός των μεθόδων (blending) στο επίπεδο ενός εκπαιδευτικού ιδρύματος

Πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα και εταιρίες έχουν οργανώσει κατά τέτοιο τρόπο τα μαθήματα που προσφέρουν ώστε αυτά να συμπεριλαμβάνουν διδασκαλίες πρόσωπο

με πρόσωπο στην αρχή και στο τέλος μίας σειράς μαθημάτων και on line διδασκαλίες στα ενδιάμεσα μαθήματα (Graham, 2006).

Όσο αφορά της σχεδίαση συστημάτων ΣΜΜ υπάρχουν έξι βασικά ζητήματα στα οποία πρέπει αναφερθούμε (Choy et al., 2007):

- *Ο ρόλος της ανθρώπινης, πρόσωπο με πρόσωπο, αλληλεπίδρασης*

Πρέπει κατά τη σχεδίαση να αναζητηθούν οι συνθήκες υπό τις οποίες η ανθρώπινη αλληλεπίδραση είναι σημαντική στη διαδικασία της μάθησης και στην ικανοποίηση που αντλεί από αυτή ο μαθητής. Από πολλούς ερευνητές έχει παρατηρηθεί ότι οι μαθητές/-τριες προτιμούν τις πρόσωπο με πρόσωπο ζωντανές εμπειρίες της ΣΜΜ και δίνουν συνήθως σε αυτές μεγαλύτερη σημασία και έμφαση.

- *Ο ρόλος των επιλογών του μαθητή/ της αυτορύθμισης*

Δηλαδή με ποιο τρόπο επιλέγουν οι μαθητές/-τριες ανάμεσα στους τρόπους ΣΜΜ. Τα διαδικτυακά στοιχεία μάθησης απαιτούν συχνά ανεπτυγμένες ικανότητες αυτοπειθαρχίας και αυτορύθμισης από τους μαθητές. Στόχος των ερευνητών λοιπόν είναι να σχεδιάσουν και να αναπτύξουν περιβάλλοντα ΣΜΜ που θα στηρίζουν την αυξανόμενη ωριμότητα και τις ικανότητες του/της μαθητή/-τριας για αυτορύθμιση.

- *Μοντέλα υποστήριξης και επιμόρφωσης/ εκπαίδευσης*

Είναι πολλά τα ζητήματα που προκύπτουν από την εκπαίδευση και την υποστήριξη που πρέπει να υπάρχει σε περιβάλλοντα ΣΜΜ, όπως: ο αυξημένος χρόνος προετοιμασίας, η απόκτηση τέτοιων ικανοτήτων από τους /τις μαθητές/-τριες ώστε να μπορούν να λειτουργούν με επιτυχία τόσο σε περιβάλλοντα διδασκαλίας πρόσωπο με πρόσωπο όσο και σε περιβάλλοντα υποβοηθούμενα από υπολογιστή, η αλλαγή της υπάρχουσας κουλτούρας σε σχέση με την οργάνωση των μαθημάτων και η ανάγκη στήριξης και επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, ώστε να μπορέσουν να εξελιχθούν σε επαγγελματικό επίπεδο και να μπορέσουν να διδάσκουν είτε διαδικτυακά είτε πρόσωπο με πρόσωπο.

- *Το ψηφιακό χάσμα*

Το χάσμα που υπάρχει σε σχέση με τις διαθέσιμες ΤΠΕ στα άτομα και στην κοινωνία γενικότερα στα δύο άκρα του κοινωνικό-οικονομικού φάσματος είναι ακόμα πολύ μεγάλο στη σημερινή πραγματικότητα. Από το παραπάνω γεγονός προκύπτει ότι η ηλεκτρονική μάθηση συχνά θεωρείται ως μία προσέγγιση η οποία

ωφελεί αυτούς που είναι σε πλεονεκτική θέση. Από την άλλη μεριά όμως η ηλεκτρονική μάθηση μπορεί επίσης να θεωρηθεί σαν μία στρατηγική που μπορεί να μορφώσει και να εκπαιδεύσει ένα μεγάλο αριθμό πληθυσμού, εξαιτίας του χαμηλού κόστους και της δυνατότητας διανομής σε μεγάλο εύρος. Υπάρχει λοιπόν το ερώτημα αν τα μοντέλα ΣΜΜ που θα αναπτυχθούν μπορούν να είναι προσιτά και ταυτόχρονα να απευθύνονται στις ανάγκες διαφορετικών πληθυσμών με διαφορετικές κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες σε όλο τον κόσμο.

- *Η πολιτιστική προσαρμογή*

Ένα από τα χαρακτηριστικά της ηλεκτρονικής μάθησης είναι ότι δίνει τη δυνατότητα της γρήγορης διανομής του διαμορφωμένου μαθησιακού υλικού. Υπάρχει όμως η ανάγκη να τροποποιηθεί αυτό το υλικό κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πολιτισμικά σχετικό προς το εκάστοτε κοινό στο οποίο απευθύνεται.

- *Ισορροπία μεταξύ καινοτομίας και υλοποίησης*

Στη σχεδίαση εκπαιδευτικών προγραμμάτων υπάρχει μία διαρκής αντίθεση ανάμεσα στην καινοτομία και την υλοποίηση. Από τη μία μεριά υπάρχει η ανάγκη να βλέπουμε μπροστά στις δυνατότητες που η νέες τεχνολογίες παρέχουν και από την άλλη μεριά υπάρχει η ανάγκη να παραχθούν λύσεις οι οποίες θα είναι οικονομικές και αποδοτικές. Εξαιτίας όμως της διαρκώς μεταβαλλόμενης φύσης της τεχνολογίας, το να βρεθεί μία κατάλληλη ισορροπία ανάμεσα στην καινοτομία και στην παραγωγή είναι μία από τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν αυτοί που σχεδιάζουν συστήματα ΣΜΜ.

Ζούμε σε έναν κόσμο, στον οποίο η τεχνολογική καινοτομία πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα και οι ψηφιακές τεχνολογίες γίνονται, με αυξανόμενο ρυθμό, ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινής μας ζωής. Οι τεχνολογικές καινοτομίες επιπλέον αυξάνουν το εύρος των πιθανών επιλογών που έχουμε σε σχέση με τη διδασκαλία και τη μάθηση. Είτε αν ενδιαφερόμαστε πρωτίστως να δημιουργήσουμε πιο αποτελεσματικές εμπειρίες μάθησης, αυξανόμενη δυνατότητα πρόσβασης και τροποποίησης, είτε προσπαθούμε να μειώσουμε το κόστος της μάθησης, είναι πολύ πιθανό ότι το σύστημα που θα μας φέρει να βέλτιστα αποτελέσματα είναι αυτό της ΣΜΜ. Υπάρχει επίσης η πρόβλεψη ότι τα μελλοντικά συστήματα μάθησης δε θα διαχωρίζονται μεταξύ τους σε σχέση με το να χρησιμοποιούν το σύστημα της ΣΜΜ αλλά θα διαχωρίζονται από το πώς το χρησιμοποιούν (Graham, 2006).

2.5 ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΕΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Οι καινοτομικές προσεγγίσεις στο χώρο της εκπαίδευσης προσδιορίζουν τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών όχι απλά ως μία εκπαίδευση ή κατάρτιση στις φυσικές επιστήμες, που θα πρέπει να είναι, αλλά και ως εκπαίδευση για τις φυσικές επιστήμες. Οι μαθητές/-τριες που έχουν παρακολουθήσει μαθήματα των φυσικών επιστημών πρέπει να εκτιμούν την ποικιλία των επιστημονικών μεθόδων αλλά και των περιορισμών που προκύπτουν από αυτές (Matthews, 1994).

Μεγάλο μέρος της ευθύνης για την ύπαρξη δυσκολιών στην κατανόηση των επιστημονικών απόψεων αποδίδεται στη δημιουργία, εκ μέρους των μαθητών/ριών, εναλλακτικών τρόπων ερμηνείας των φυσικών φαινομένων, γνωστών ως «παρανοήσεων» (misconceptions/preconceptions). Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια έχει προκύψει ότι κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών τα παιδιά χρησιμοποιήσουν διάφορα εναλλακτικά νοητικά μοντέλα τα οποία σε πολλές περιπτώσεις διαφέρουν από τα επιστημονικά νοητικά μοντέλα που είναι βασικά για την κατανόηση και την αποτελεσματική μάθηση. Αυτά τα «εναλλακτικά πλαίσια», ένας όρος που έχει χρησιμοποιηθεί από την Driver (1978), μερικές φορές δημιουργούνται από τα παιδιά ως αποτέλεσμα των καθημερινών τους εμπειριών και προηγούνται της επίσημης διδασκαλίας πάνω στο συγκεκριμένο θέμα. Έχει διαπιστωθεί επιπλέον, ότι αυτά είναι πολύ ανθεκτικά στο να εξαλειφθούν από συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας.

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, το πιο εμφανές χαρακτηριστικό της έρευνας πάνω στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες είναι η εκτενής μελέτη αυτών των εναλλακτικών ιδεών που έχουν τα παιδιά (Driver & Oldham, Duit, Osborne κ.α.) Οι περισσότερες μελέτες έχουν εστιάσει, σύμφωνα με τις εποικοδομητικές θεωρίες μάθησης, στην ανάγκη να κατανοηθεί η φύση των ιδεών και των πεποιθήσεων που έχουν οι μαθητές/-τριες όλων των ηλικιών σε σχέση με τις φυσικές επιστήμες. Τέλος έχουν γίνει προσπάθειες ώστε να χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα των ερευνών αυτών για να βελτιωθεί η εντός της τάξεως διδασκαλία (Mulhall, McKittrick, Gunstone, 2001).

Ο Licht (1991) αναφέρει επιπλέον ότι οι μαθητές/-τριες δεν κάνουν περιστασιακά λάθη, αλλά οι διαισθητικές τους ιδέες και οι ερμηνείες που δίνουν σε φυσικά φαινόμενα ακολουθούν συγκεκριμένα μοντέλα. Η ακρίβεια με την οποία μπορούν να χαρακτηριστούν αυτά τα μοντέλα αυξάνεται όσο προχωράμε προς τις τελευταίες τάξεις

της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι μαθητές/-τριες των μεγαλύτερων τάξεων χρησιμοποιούν αυτά τα μοντέλα και τις εναλλακτικές τους ιδέες με μεγαλύτερη συνέπεια από ότι οι μαθητές/-τριες των κατώτερων βαθμίδων. Το γεγονός αυτό δικαιολογεί το γιατί οι μαθητές/-τριες των ανώτερων βαθμίδων της εκπαίδευσης είναι πιο ανοιχτοί/-ές απέναντι σε εννοιολογικές συγκρούσεις και σε αναπαραστάσεις που σκοπό έχουν να επισημάνουν και να αποκαλύψουν το κενό που υπάρχει ανάμεσα στις δικές τους ιδέες και στο επιστημονικό μοντέλο ερμηνείας των φαινομένων. Προκύπτει επίσης ότι οι μαθητές/-τριες που χρησιμοποιούν την υποθετικό-επαγωγική λογική και χρησιμοποιούν τις εναλλακτικές τους ιδέες σε διαφορετικά πλαίσια έχουν ήδη αποκτήσει τα απαραίτητα ερμηνευτικά εργαλεία για να αποδεχτούν τις επιστημονικές έννοιες. Κατά αυτόν τον τρόπο μία εναλλακτική ιδέα μπορεί να αντιμετωπιστεί ως ένα ενδιάμεσο στάδιο προς την κατανόηση μιας επιστημονικής ιδέας.

Τα ευρήματα που έχουν προκύψει από μελέτες πάνω στις ερμηνείες που δίνουν τα παιδιά στις λέξεις και στην αντίληψη που έχουν για τον κόσμο (τα οποία και μεταφέρουν μαζί τους στα μαθήματα των φυσικών επιστημών) υποδεικνύουν σύμφωνα με τον Osborne (1983) τα εξής:

- Τα παιδιά έχουν «ισχυρές» πεποιθήσεις για μια ποικιλία θεμάτων σχετικών με τις φυσικές επιστήμες πριν την επίσημη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.
- Οι ιδέες αυτές των παιδιών μπορούν να παραμείνουν είτε ανεπηρέαστες ή επηρεάζονται με απρόσμενους τρόπους από την επίσημη διδασκαλία.

Αυτά τα ευρήματα οδηγούν στην ερώτηση «Πώς οι ιδέες των παιδιών μπορούν να τροποποιηθούν αποτελεσματικά με τη βοήθεια της διδασκαλίας;» Ακόμα και αν κατανοήσουμε τις ιδέες των μαθητών/-τριών, διάφορες ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι δεν είναι εύκολο οι ιδέες αυτές να αλλάξουν αποτελεσματικά. Οι μελέτες αυτές βέβαια τονίζουν τη σημασία που έχει να συζητάμε μαζί τους σχετικά με τις ιδέες που έχουν για διάφορα φυσικά φαινόμενα και να τους προτείνουμε την επιστημονική άποψη σαν μία πιθανή και χρήσιμη εναλλακτική λύση.

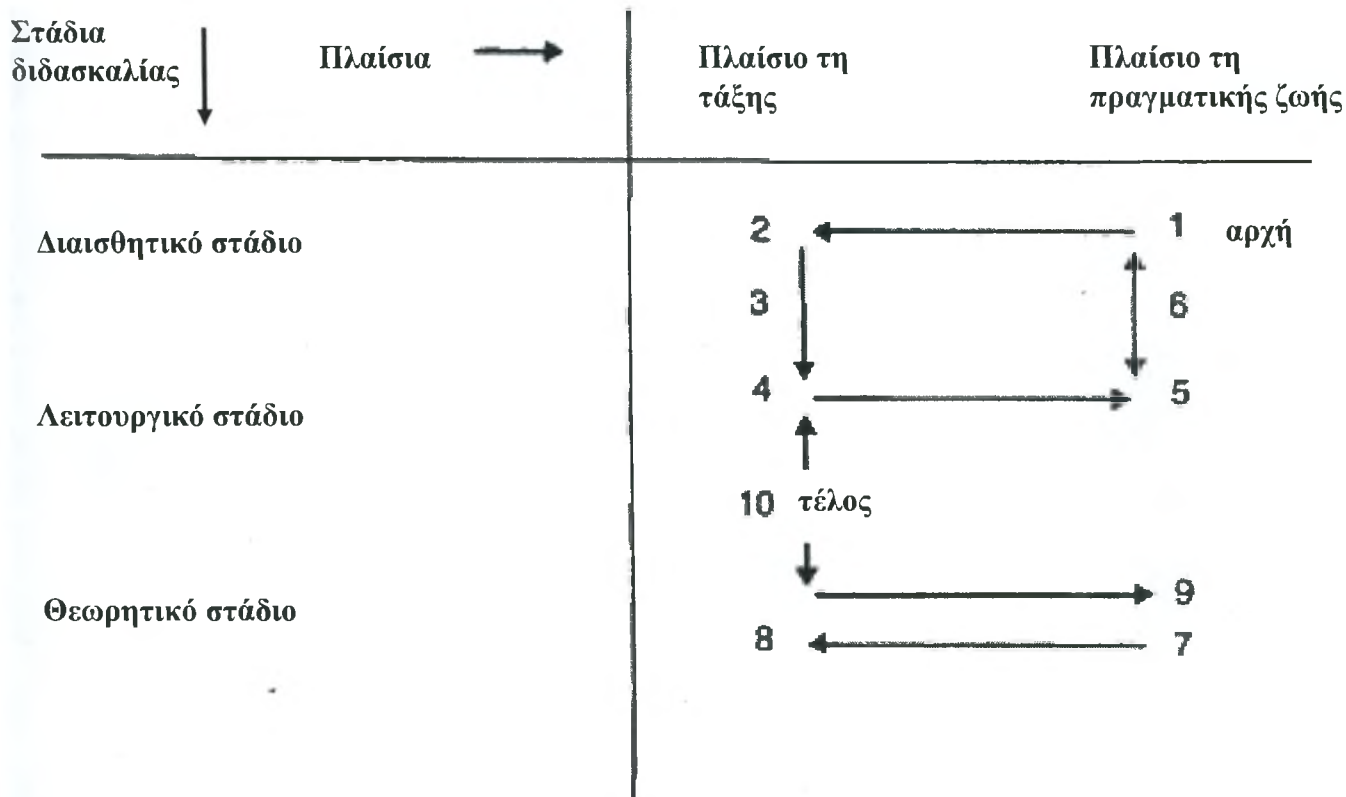
Ένα άλλο μέρος της ευθύνης για την ύπαρξη δυσκολιών στην κατανόηση των επιστημονικών απόψεων αποδίδεται στην αδρανή γνώση (Γρηγοριάδου, 2002). Χαρακτηρίζει τους/τις μαθητές/-τριες που έχουν μια επιφανειακή κατανόηση των επιστημονικών θέσεων. Οι μαθητές/-τριες αυτοί/-ες αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις τους με παραγωγικό τρόπο για την επίλυση ασκήσεων ακόμη και ελάχιστα

διαφορετικών από εκείνες που έχουν διδαχθεί ή για την ερμηνεία φαινομένων από τον πραγματικό κόσμο.

Η μελέτη των φυσικών φαινομένων συνοδεύεται συχνά επίσης από μία σειρά «αφαιρέσεων», που οδηγούν στη δημιουργία ενός ιδεατού κόσμου. Η μετάβαση από το ένα επίπεδο μελέτης, το εμπειρικό, στο άλλο επίπεδο, το εξιδανικευμένο (της θεωρίας ή των μοντέλων) και αντίστροφα, είναι μία διαδικασία με την οποία είναι εξοικειωμένοι/-ες οι επιστήμονες και την οποία επιτυγχάνουν με άνεση στο πλαίσιο των ερευνητικών τους δραστηριοτήτων. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο με τους/τις αρχάριους/-ες μαθητές/-τριες που διδάσκονται Φυσικές Επιστήμες, οι οποίοι/-ες θα πρέπει να εξοικειωθούν με τον τρόπο αυτό σκέψης και να αναπτύξουν δεξιότητες μετάβασης από το ένα επίπεδο μελέτης στο άλλο (Σολομωνίδου, 2006).

Οι εκπαιδευτικοί των Φυσικών επιστημών αναγνωρίζουν το γεγονός ότι οι μαθητές/-τριες έχουν τις δικές τους ιδέες για μερικά από τα φυσικά φαινόμενα και ότι αυτές οι ιδέες συχνά διαφέρουν από τις επιστημονικές. Έχουν σχεδιαστεί μία σειρά από στρατηγικές που σκοπό έχουν να γεφυρώσουν το χάσμα αυτών των ιδεών. Με αυτές τις στρατηγικές οι ιδέες των μαθητών/-τριών αποκαλύπτονται, γίνονται ξεκάθαρες και εξετάζονται υπό το φως των διαφορών που υπάρχουν με τις επιστημονικές. Συνήθως αυτές οι στρατηγικές έχουν τρία βήματα: μία εισαγωγή που σκοπό έχει να αποκαλύψει τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών, την ανάπτυξη μιας θεωρίας στην οποία οι ερμηνείες των φαινομένων παρουσιάζονται ξεκάθαρες και ελεγμένες, και μία περίοδος προσαρμογής στην οποία η καινούργια ιδέα εγκαθίσταται και χρησιμοποιείται (Gosgrove, 1995).

Μία διδακτική στρατηγική την οποία προτείνει ο Licht (1991) η οποία βασίζεται στην επικοδομητική επιστημολογία παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Σχήμα 2.1: Διδακτική στρατηγική βασισμένη στην εποικοδομητική επιστημολογία (Licht, 1991).

Στο διαισθητικό στάδιο διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες καταλήγουν σε δηλώσεις σχετικές με φαινόμενα, αντικείμενα και διαδικασίες, οι οποίες έχουν τη βάση τους σε συγκεκριμένες διαισθητικές διαδικασίες και ιδιοσυγκρασιακές αντιλήψεις που προέρχονται από τη χρήση της μητρικής τους γλώσσας και από την επικοινωνία με τους άλλους.

Στο λειτουργικό στάδιο διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες καταλήγουν σε δηλώσεις σχετικές με φαινόμενα, αντικείμενα και διαδικασίες μετά από την εμπειρική παρατήρηση ή από τη μέτρηση λειτουργικών σχέσεων μεταξύ προσδιορισμένων ποσοτικά μεγεθών. Μεγάλη σημασία σε αυτό το στάδιο έχουν οι εμπειρικές σχέσεις ανάμεσα σε έννοιες που συνδέονται άμεσα με αντικείμενα φαινόμενα και διαδικασίες οι οποίες είναι υπό παρατήρηση.

Στο θεωρητικό στάδιο διδασκαλίας οι μαθητές/-τριες καταλήγουν σε δηλώσεις σχετικές με τις σχέσεις που έχουν ήδη περιγραφεί στη διάρκεια των εργασιών του προηγούμενου

σταδίου. Σε αυτό το στάδιο οι σχέσεις ανάμεσα στις εμπλεκόμενες έννοιες ενσωματώνονται σε ένα συγκεκριμένο μοντέλο. Οι έννοιες πλέον είναι απομακρυσμένες από την άμεση παρατήρηση στο πεδίο και μπορούν πλέον να αποδοθούν σε παρατηρήσιμα φαινόμενα μέσω λειτουργικών εννοιών οι οποίες έχουν γίνει γνωστές στο προηγούμενο στάδιο.

Η διαδικασία αυτή εστιάζει στην εννοιολογική ανάπτυξη με την οποία οι έννοιες μπορούν πλέον να αποδοθούν σε φαινόμενα και καταστάσεις στο πλαίσιο της πραγματικής ζωής. Το πλαίσιο της «πραγματικής ζωής» αναφέρεται σε καταστάσεις και διαδικασίες τις οποίες βρίσκουμε στο φυσικό περιβάλλον, στις τεχνολογίες που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή οικονομική και κοινωνική μας ζωή και στην επιστημονική έρευνα. Σε στρατηγικά σημεία του μαθήματος οι μαθητές/-τριες έρχονται αντιμέτωποι/-ες με καταστάσεις της πραγματικής ζωής οι οποίες ενεργοποιούν την ενεργή χρήση της Φυσικής για την επίλυση προβλημάτων και για την επιλογή στρατηγικών αποφάσεων (Σολομωνίδου, 2006).

Στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών ένα αναλυτικό πρόγραμμα πρέπει να παρέχει μία κλιμακωτή εξέλιξη από τις πιο αφηρημένες στις πιο συγκεκριμένες έννοιες. Κάθε επίπεδο εννοιολογικής κατανόησης πρέπει να παρέχει μία συλλογή από συγκεκριμένους νόμους και κανόνες.

Τα λάθη και οι αντιφάσεις στη λύση προβλημάτων είναι ένα άλλο σημείο που αποτελεί πρόβλημα στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών. Πολλοί μαθητές/-τριες αδυνατούν να δώσουν μια ικανοποιητική εξήγηση για τη στρατηγική που ακολουθούν προκειμένου να λύσουν ένα πρόβλημα. Είναι φανερό ότι αυτό που επιδιώκουν είναι να βρουν τον κατάλληλο συνδυασμό των εξισώσεων που θεωρούν ότι σχετίζονται με το πρόβλημα και εμπεριέχουν γνωστά και άγνωστα μεγέθη του προβλήματος. Συχνότατο, επίσης, φαινόμενο είναι οι μαθητές/-τριες να δίνουν αντιφατικές επεξηγήσεις σε παρόμοια φαινόμενα ή να λύνουν με αντιφατικό τρόπο παρόμοια προβλήματα (Γρηγοριάδου, 2002).

Τα δύο παραπάνω προβλήματα είναι αποτέλεσμα της αδυναμίας των μαθητών/-τριών να διαμορφώσουν ικανοποιητικές αναπαραστάσεις των φαινομένων, κάτι που είναι αναμενόμενο όταν η παραδοσιακή διδασκαλία αρκείται στο να κάνει τους μαθητές/-τριες ικανούς/-ές να επαναλαμβάνουν ορισμούς και να επιλύουν με μηχανικό τρόπο τυποποιημένα προβλήματα. Το ζήτημα της νοητικής αλλαγής στο χώρο των φυσικών

επιστημών και ο εντοπισμός των μηχανισμών που την ευνοούν ή την εμποδίζουν είναι ένα από τα θεμελιώδη ερωτήματα της γνωστικής ψυχολογίας σήμερα.

Οι μαθητές/-τριες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην κατανόηση και χρήση των συμβολικών αναπαραστάσεων. Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις της σύνθετης πραγματικότητας, οι οποίες είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους και επιτρέπουν την κατασκευή εννοιών, την κατανόηση και ερμηνεία φαινομένων και καταστάσεων από τους μαθητές/-τριες. Στις Φυσικές Επιστήμες χρησιμοποιούνται πολλαπλές αναπαραστάσεις σχετικά με τα φαινόμενα και τις διαδικασίες που μελετώνται στο εμπειρικό-πειραματικό επίπεδο, οι οποίες είναι απαραίτητο να συνδεθούν με αναπαραστάσεις των φαινομένων στο μικροσκοπικό επίπεδο των σωματιδίων και με αναπαραστάσεις των φαινομένων στο μαθηματικό ή στο συμβολικό επίπεδο (Σολομωνίδου, 2006)

Το μεγαλύτερο μέρος της έρευνας πάνω στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών έχει πραγματοποιηθεί μέσα από το παράδειγμα του εποικοδομητισμού το οποίο, ως θεωρητικό πλαίσιο, θεωρεί όλους τους ανθρώπους ως πρωτοπόρους επιστήμονες, οι οποίοι δημιουργούν υποθέσεις και τις εξετάζουν μέσα από τις εμπειρίες τους μέσα στη γενικότερη προσπάθειά τους για να κατανοήσουν τον κόσμο. Στην προσπάθειά τους λοιπόν τα παιδιά να κατανοήσουν διάφορα φυσικά φαινόμενα οικοδομούν μία ποικιλία από ερμηνευτικά εννοιολογικά μοντέλα, μερικά από τα οποία είναι πολύ ισχυρά (Shipstone, 1988).

Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι μάθηση είναι μία διαδικασία στην οποία ο/η μαθητής/-τρια ενεργά οικοδομεί την προσωπική του/της γνώση. Η γνωστική ψυχολογία αλλά και οι διδακτικές προσεγγίσεις των φυσικών επιστημών ξεκινούν γενικά από τις αρχές του εποικοδομητισμού, σύμφωνα με τον οποίο η μάθηση εννοείται ως μια διαδικασία ανάπτυξης της κατανόησης πάνω σε ένα θέμα ή ως μία διαδικασία ανάπτυξης δεξιοτήτων που πριν δεν υπήρχαν. Με αυτήν την έννοια η μάθηση είναι μία ενεργή, εποικοδομητική διαδικασία η οποία είναι προσανατολισμένη στην οικοδόμηση γνώσεων και ικανοτήτων (Rhoneck, 1998).

2.6 Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟ

Στη σημερινή εποχή τα παιδιά ζουν ανάμεσα σε ηλεκτρικές συσκευές όλη τους τη ζωή. Μπορεί να είναι διστακτικά ως προς το να εφαρμόσουν αυτά που έχουν μάθει στο σχολείο πάνω στο τρόπο λειτουργίας αυτών των συσκευών, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι δεν έχουν διάφορες εξηγήσεις για τον τρόπο που αυτές δουλεύουν. Το να συνδέσει κάποιος στην πρίζα μία ηλεκτρική συσκευή δεν απαιτεί να στοχαστεί εννοιολογικά περισσότερο από το να βρει ποιος διακόπτης ανάβει ποιον λαμπτήρα ή να κατανοήσει τη ροή του ρεύματος. Παρόλα αυτά οι συνηθισμένες καθημερινές πράξεις από μόνες τους δημιουργούν ενός είδους σιωπηρά συμφωνημένης γνώσης η οποία μέσα από κοινωνικά σχόλια, εικόνες από τα ΜΜΕ, προειδοποιήσεις από τους γονείς και άλλες ανεπίσημες επιρροές, συνθέτουν μία σειρά από ερμηνείες και τρόπους συμπεριφοράς (Solomon et. al., 1985: Solomon, 1987).

Όπως αναφέρουν οι Stocklmayer et al. (1996) οι μαθητές/-τριες, κατά τη διδασκαλία του Ηλεκτρισμού, φέρνουν μαζί τους πολλές εναλλακτικές ιδέες για διάφορες έννοιες και φαινόμενα που η προέλευσή τους μπορεί να αναζητηθεί σε εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή και κυρίως από το σπίτι τους. Σχετική με τις εμπειρίες των μαθητών/-τριών από την καθημερινή ζωή έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μια ομάδα Βρετανών μαθητών/-τριών των πρώτων τάξεων της Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι/ες είχαν ήδη ένα σώμα γνώσεων για τον ηλεκτρισμό από τη καθημερινή τους ζωή. Οι γνώσεις αυτές είχαν έντονο το φολκλόρ στοιχείο και την συναισθηματική υπερβολή. Για να εκτιμηθεί το σύνολο αυτών των γνώσεων ζητήθηκε από τους/τις μαθητές/-τριες να γράψουν κατάλληλες παρομοιώσεις για τον ηλεκτρισμό. Οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι πολλοί/ές μαθητές/-τριες φαντάζονταν στο ηλεκτρισμό σαν μία «φωτιά» ή σαν ένα «επικίνδυνο ζώο» (Solomon et al, 1985)

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε από του Oldham et al. (1986) αποκάλυψε ότι στο οικογενειακό περιβάλλον των μαθητών και μαθητριών πραγματοποιείται μία διαρκής, διατυπωμένη με λέξεις ενίσχυση σχετική με τους κινδύνους του ηλεκτρισμού. Οι συγγραφείς ανακάλυψαν επίσης ότι τα κορίτσια τείνουν να φοβούνται περισσότερο τα ηλεκτρικά φαινόμενα.

Οι Stocklmayer et al. (1996) αναφέρουν ότι οι πληροφορίες και οι εικόνες που έχουν συγκεντρώσει για τον ηλεκτρισμό οι μαθητές/-τριες από το οικογενειακό τους περιβάλλον και από το ευρύτερο κοινωνικό πλαίσιο μπορούν να δημιουργήσουν

προβλήματα στο/στη δάσκαλο/α. Το λεξιλόγιο που έχουν ήδη διαμορφώσει οι μαθητές είναι ασαφές και όχι ακριβές. Λέξεις όπως «ισχύς», «ενέργεια», «ρεύμα» και «τάση» χρησιμοποιούνται πολλές φορές με έναν μπερδεμένο μη επιστημονικό τρόπο. Επιπροσθέτως υπάρχουν πολλά στοιχεία φόβου που συνοδεύουν τα αρχικά μαθήματα στον ηλεκτρισμό. Οι περισσότερες εικόνες των μαθητών που είναι σχετικές με τον ηλεκτρισμό προέρχονται από τη χρήση των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών με ταυτόχρονη διαρκή ενίσχυση των κινδύνων που αντιμετωπίζουν όταν τις χρησιμοποιούν. Η επίσημη διδασκαλία θα πρέπει να βοηθήσει τους μαθητές να αντιμετωπίσουν και να ξεπεράσουν αυτούς τους φόβους

Όσο αφορά τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών/-τριών σε σχέση με τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές μελέτες, αρχικά σε παιδιά ηλικίας 8 – 12 χρονών, οι οποίες έχουν επικεντρωθεί σε απλά κυκλώματα τα οποία αποτελούνταν από μία μπαταρία, μερικούς αγωγούς για τη σύνδεση των στοιχείων και μία λυχνία. Μελέτες όμως που έγιναν στη συνέχεια σε παιδιά ηλικίας μέχρι 17 ετών έδειξαν ότι παρά τη διδασκαλία των παραπάνω θεμάτων, πολλά από αυτά χρησιμοποιούσαν ακόμα αυτά τα εναλλακτικά μοντέλα (Shipstone, 1984).

Ο Ηλεκτρισμός επιπλέον αποτελεί ένα από τα πιο δύσκολα θέματα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Η αόρατη φύση του το κάνει αφηρημένο θέμα διδασκαλίας. Αυτό που είναι απαραίτητο είναι ο μαθητής ή η μαθήτρια να αναπτύξει ένα νοητικό μοντέλο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να κάνει προβλέψεις για τη συμπεριφορά βασικών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (Carlton, 1999).

Όταν τα παιδιά μελετούν τα ηλεκτρικά φαινόμενα, τους ζητάμε να κάνουν συλλογισμούς με αφηρημένες έννοιες όπως ρεύμα, τάση και ενέργεια και δύο ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες φαίνεται να προέρχονται από αυτό. Πρώτον, συναντούν μεγάλη δυσκολία στη διαφοροποίηση των εννοιών σε αυτό το θέμα. Αυτό έχει ως συνέπεια να βλέπουμε συχνά τους όρους ενέργεια, ρεύμα, ισχύς, ηλεκτρισμός, φορτίο και τάση να χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα, αν και μεγάλο μέρος της ορολογίας του βασικού ηλεκτρισμού αποκτάται ακόμα και πριν την τυπική διδασκαλία. Δεύτερον, ως ομάδα, τα παιδιά σχηματίζουν μία ποικιλία εννοιολογικών μοντέλων μέσω των οποίων “κατανοούν” τα φαινόμενα που αντιμετωπίζουν. Όπως σε διάφορες άλλες περιοχές, η έρευνα έχει αποκαλύψει ότι μερικά από αυτά τα μοντέλα, αφού σχηματιστούν, έχουν

την τάση να παρουσιάζουν εκπληκτική ανθεκτικότητα στη αλλαγή δια της διδασκαλίας (Driver, Guesne & Tiberghien, 1993).

Οι Schauble και συνεργάτες (1991) υποστηρίζουν ότι οι μαθητές/-τριες που έχουν στο μυαλό τους καλά σχηματισμένα μοντέλα για τα ηλεκτρικά κυκλώματα μπορούν να αλλάξουν πιο εύκολα τις ιδέες τους όταν έρχονται ανιμέτωποι/ες με στοιχεία που αντιτίθενται στο δικό τους μοντέλο για τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Οι Shepardson και Moje (1999) αναφέρουν ότι αυτά τα καλοσχηματισμένα μοντέλα ή πλαίσια παρέχουν στους μαθητές και στις μαθήτριες ένα σημείο αναφοράς για να αξιολογούν νέα δεδομένα. Υποστηρίζουν όμως ότι πολλές φορές τα καλά οικοδομημένα πλαίσια για την ερμηνεία φαινομένων ενέχουν το κίνδυνο να είναι πολύ ανθεκτικά στην αλλαγή.

Ακόμα και αν δοθεί στους/στις μαθητές/-τριες μία επιστημονική εξήγηση για ένα φαινόμενο με εμπειρικά παρατηρήσιμα δεδομένα τα οποία μπορούν να στηρίξουν αυτή την εξήγηση, τα παιδιά υπάρχει πιθανότητα να δεχτούν αυτή την εξήγηση μόνο για ορισμένες περιπτώσεις και να διατηρήσουν τις δικές τους εναλλακτικές ιδέες για όλες τις υπόλοιπες. Για παράδειγμα, ενώ μπορεί να έχουμε καταφέρει να κάνουμε τα παιδιά να δεχτούν ότι το ρεύμα κυκλοφορεί μέσα σε μία απλή μπαταρία και ένα λαμπτήρα στο εργαστήριο, πολλά από αυτά υπάρχει η πιθανότητα να μην έχουν αλλάξει τις μη επιστημονικές τους ιδέες σε σχέση με τη ροή του ρεύματος σε ένα φακό ή σε κάποια άλλη συσκευή. Πρέπει λοιπόν να δίνουμε στους/στις μαθητές/-τριες διάφορα παρόμοια παραδείγματα και περιπτώσεις στις οποίες έχουμε την εξέλιξη ενός φαινομένου για να επιτύχουμε μέσα από τη συζήτηση και την επίλυση προβλήματος την κατανόηση μίας νέας ιδέας ή έννοιας (Osborne, 1982).

Οι ιδέες των παιδιών σχετικά με το ηλεκτρικό ρεύμα που διαπερνά ένα απλό κύκλωμα μπαταρίας – λαμπτήρα έχουν ερευνηθεί σε αρκετές χώρες του κόσμου (Osborne, 1983), όπως στο Ηνωμένο Βασίλειο, στις Ηνωμένες Πολιτείες, στη Νέα Ζηλανδία κ.τ.λ. Οι δυσκολίες που παρουσιάζουν οι μαθητές/-τριες στην κατανόηση του ηλεκτρισμού, όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές (Lochhead & Fredette, 1980, Osborne, 1983, Shipstone, 1984 & 1988, Summers, Kruger & Mant, 1998, κ.α.). Οι παραπάνω ερευνητικές εργασίες οι οποίες ασχολούνται κυρίως με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/-τριών σε σχέση με το ρεύμα, την τάση, την αντίσταση καθώς και άλλες έννοιες του ηλεκτρισμού δείχνουν ότι αυτές οι εναλλακτικές ιδέες δεν εμφανίζονται μόνο σε μία χώρα ή σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα,

αλλά εμφανίζονται σε διάφορες χώρες με διαφορετικά εκπαιδευτικά συστήματα (Shipstone, 1988).

Έχει επίσης αρχίσει να γίνεται εμφανές ότι η επιτυχία στο να λύνει κάποιος ποσοτικά προβλήματα δεν είναι ένας αξιόπιστος τρόπος για να μετρηθεί η εννοιολογική κατανόηση που έχει. Οι εκπαιδευτικοί της δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμιας εκπαίδευσης συνηγορούν σε αυτό έχοντας μαθητές/-τριες οι οποίοι/-ες ενώ μπορούν να λύσουν ποσοτικά προβλήματα υψηλού επιπέδου δεν μπορούν να απαντήσουν σε απλές ποιοτικές ερωτήσεις βασισμένες στις ίδιες αρχές και έννοιες στον Ηλεκτρισμό. Το γεγονός αυτό υποδεικνύει την παρουσία δυσκολιών οι οποίες προφανώς δεν αντιμετωπίζονται με την παραδοσιακή διδασκαλία (McDermott & Shaffer, 1992).

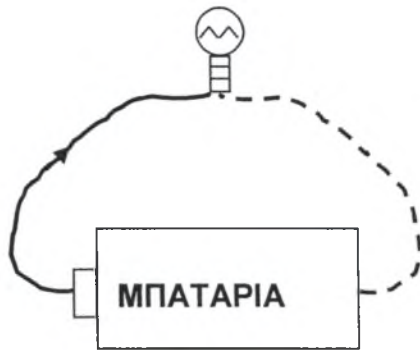
Ρεύμα

Η έννοια η οποία έχει ερευνηθεί περισσότερο είναι η έννοια του ηλεκτρικού ρεύματος. Το ρεύμα είναι ο όρος που χρησιμοποιούν πιο συχνά οι μαθητές/-τριες ιδιαίτερα όταν αρχίζουν τη μελέτη του ηλεκτρισμού. Είναι αφελές να θεωρηθεί ότι ο όρος ηλεκτρισμός αντιπροσωπεύει για αυτούς αρχικά την έννοια του ρεύματος. Μετά όμως από την εισαγωγή της έννοιας στο σχολείο οι προϋπάρχουσες ιδέες τους για το ηλεκτρισμό συνδέονται απόλυτα με την έννοια του ρεύματος (Shipstone, 1988).

Υπάρχουν τέσσερα βασικά εννοιολογικά μοντέλα (σχήμα 2.2) που χρησιμοποιούν συνήθως τα παιδιά για να περιγράψουν τη ροή του ρεύματος σε ένα απλό κύκλωμα (Osborne, 1983):

- Το μονοπολικό μοντέλο. Οι μαθητές/-τριες θεωρούν δηλαδή ότι δεν υπάρχει ρεύμα στη διαδρομή επιστροφής και ότι ο ένας ακροδέκτης του τροφοδοτικού είναι ενεργός. Επιπλέον συνδέουν στο κύκλωμα μόνο τον έναν ακροδέκτη θεωρώντας ότι ο άλλος δεν είναι ενεργός (Σχ.2.2 (α)).
- Το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων. Οι μαθητές/-τριες θεωρούν ότι το ρεύμα ρέει προς τη λάμπα και από τους δύο πόλους της μπαταρίας (Σχ.2.2 (β)).
- Το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος. Οι μαθητές/-τριες θεωρούν δηλαδή ότι το ρεύμα που κυκλοφορεί στο κύκλωμα φεύγει από τον έναν ακροδέκτη της μπαταρίας, κάποιο ρεύμα καταναλώνεται στον λαμπτήρα και πίσω στον άλλο ακροδέκτη της μπαταρίας επιστρέφει λιγότερο ρεύμα (Σχ.2.2 (γ)).

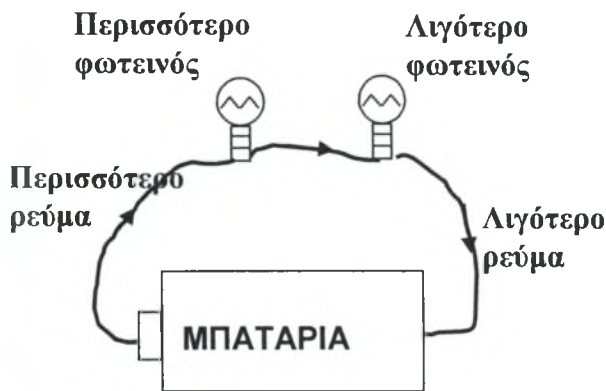
- Το μεριστικό μοντέλο. Σύμφωνα με αυτό το ρεύμα διαιρείται και μοιράζεται ισόποσα στα στοιχεία του κυκλώματος (Σχ.2.2 (δ)).



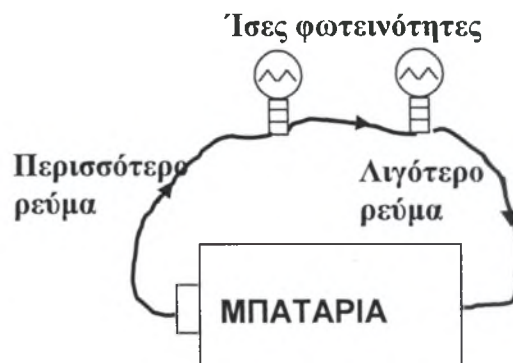
α) Το μονοπολικό μοντέλο



β) Των συγκρουόμενων ρευμάτων



γ) Το μοντέλο της εξασθένησης



δ) Το μεριστικό μοντέλο

Σχήμα 2.2: Τα μοντέλα των μαθητών/τριών για το ρεύμα σε απλά κυκλώματα (τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της ροής του ρεύματος) (Osborne, 1983).

Τα παιδιά που υιοθετούν το μονοπολικό μοντέλο θεωρούν δηλαδή ότι δεν υπάρχει ρεύμα στη διαδρομή επιστροφής και ότι ο ένας ακροδέκτης της μπαταρίας είναι ενεργός. Μερικοί μαθητές/-τριες συνδεσμολογούν το κύκλωμα μόνο με τον έναν ακροδέκτη θεωρώντας ότι ο άλλος δεν είναι ενεργός. Δεν συνειδητοποιούν δηλαδή την ανάγκη ύπαρξης κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος και αντιμετωπίζουν τα παθητικά στοιχεία σαν τερματικά στοιχεία που μετατρέπουν το ρεύμα που έχει σταλεί από τη μπαταρία σε φως ή θερμότητα του κυκλώματος (Lochhead & Fredette, 1980; Shipstone, 1984; McDermott & Shaffer 1992; Afra, Osta & Zoubeir, 2007).

Μία εναλλακτική ιδέα που παρατηρήθηκε ότι έχουν πολλοί/-ες μαθητές/-τριες (μετά από τη μελέτη απαντήσεων που έδωσαν σε ερωτήσεις που ερευνούσαν τις αντιλήψεις τους χρησιμοποιώντας ποιοτική προσέγγιση στα ηλεκτρικά μεγέθη και όχι ποσοτική) ήταν ότι πιστεύουν ότι η ένταση του ρεύματος με την οποία τροφοδοτεί η μπαταρία το κύκλωμα είναι πάντα η ίδια ανεξάρτητα από τον τρόπο σύνδεσης και από τα στοιχεία τα οποία αποτελείται το κύκλωμα (Licht, 1991).

Ένα ουσιώδες σημείο σύγχυσης προέρχεται από το γεγονός ότι πολλοί/-ές μαθητές/-τριες έχουν διαμορφώσει μία «έννοια» αδιαφοροποίητη για την υλική και την ενεργειακή κατάσταση του ρεύματος, και δεν κάνουν διάκριση ανάμεσα στο ρεύμα – ύλη που διατηρείται και στο ρεύμα – ενέργεια που «καταναλώνεται» (ή πιο σωστά ενέργεια κάποιας μορφής μετατρέπεται ενέργεια άλλης μορφής). Για την αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων, σε αρκετές χώρες έχει εισαχθεί η διάκριση ρεύματος – ενέργειας ήδη από τα πρώτα στάδια της διδασκαλίας (Σταυρίδου, 1995).

Οι μαθητές επίσης αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε σχέση με το να κατανοήσουν ότι υπάρχουν δύο διαφορετικές μεταβλητές, η τάση και το ρεύμα, οι οποίες είναι απαραίτητες για να ερμηνεύσουν ένα απλό κύκλωμα. Σε πολλές εργασίες που αφορούν κυκλώματα συνεχούς ρεύματος, οι μαθητές/-τριες χρησιμοποιούν μία έννοια που ονομάζουν ρεύμα ή ενέργεια και έχει τις ιδιότητες της κίνησης, της αποθήκευσης και της κατανάλωσης (Psillos et.al., 1988). Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί, όπως υποστηρίζουν οι Summers, Kruger και Mant (1998) σε ερευνά τους ότι τα παιδιά έχουν μία ισχυρή διαισθητική θεώρηση του ότι κάτι καταναλώνεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Αυτή η άποψη είναι φυσικά σωστή, αλλά είναι η ενέργεια που καταναλώνεται (ή πιο σωστά μεταφέρεται από μία μπαταρία σε ένα λαμπτήρα) και όχι το ηλεκτρικό ρεύμα. Σύμφωνα με τους ερευνητές μία εισαγωγική διδασκαλία στην οποία θα γίνονταν ο διαχωρισμός ανάμεσα στη διατήρηση του ηλεκτρικού ρεύματος και στην κατανάλωση (μεταφορά) ενέργειας θα μπορούσε να βοηθήσει πολύ στο να αντιμετωπιστεί αυτή η παρανόηση.

Οι μαθητές/-τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κάνουν ανάλυση σε ηλεκτρικά κυκλώματα δίνοντας έμφαση στο ρεύμα και όχι στη διαφορά δυναμικού. Υπάρχουν πολλές εξηγήσεις για αυτό το φαινόμενο. Μία από αυτές είναι το γεγονός ότι οι μαθητές/-τριες έχουν ήδη μελετήσει ηλεκτρικά κυκλώματα σε μικρότερη βαθμίδα της εκπαίδευσής τους. Στην πρώτη επαφή των μαθητών/-ριών με τα ηλεκτρικά κυκλώματα

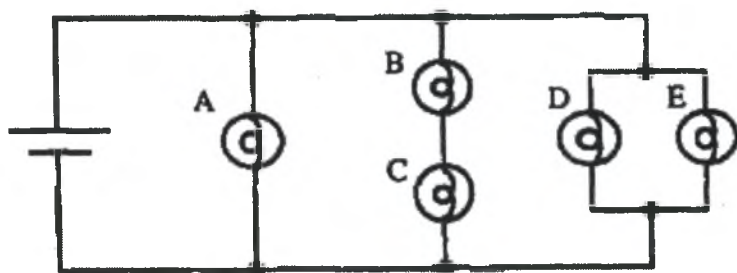
το πρόγραμμα σπουδών δίνει μεγαλύτερη έμφαση στο ρεύμα το οποίο είναι μία πιο διαισθητική και συγκεκριμένη έννοια από ό,τι είναι η διαφορά δυναμικού (Cohen et al., 1982).

Τάση

Η διαφορά δυναμικού και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι βασικές έννοιες, απαραίτητες για την κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Η πρωταρχική έννοια μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η διαφορά δυναμικού, μιας και αυτή προκαλεί τη ροή του ρεύματος. Αν και αφιερώνονται πολλές ώρες στη διδασκαλία της έννοιας της διαφοράς δυναμικού στο σχολείο, πολλοί/-ες μαθητές/-τριες δεν αντιλαμβάνονται το σημαντικό της ρόλο και θεωρούν ότι το ρεύμα είναι η πρωταρχική έννοια. Μία απλή μπαταρία συχνά θεωρείται ότι είναι μία πηγή ρεύματος και όχι μία πηγή τάσης με συγκεκριμένη ΗΕΔ. Επιπλέον η διαφορά δυναμικού παραμένει μία αφηρημένη έννοια στην οποία αναφέρονται οι μαθητές/-τριες είτε με τον νόμο του Ohm ($V=RI$) είτε πειραματικά με την ανάγνωση της ένδειξης ενός βολτόμετρου. Κατά αυτόν τον τρόπο δεν αντιλαμβάνονται ότι η διαφορά δυναμικού μπορεί να υπάρξει μεταξύ μη συνδεδεμένων σημείων ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Ο μηχανισμός που συνδέει τη διαφορά δυναμικού με το ρεύμα δεν γίνεται κατανοητός από τους/τις μαθητές/-τριες και η σχέση μεταξύ τους παραμένει μαθηματική. Δηλαδή, όταν τα προβλήματα παρουσιάζονται στους/στις μαθητές/-τριες με αριθμητικά δεδομένα αυτοί χρησιμοποιούν τους νόμους του Kirchhoff για να τα λύσουν μάλλον με έναν μηχανικό τρόπο. Όταν όμως τους παρουσιάζεται ένα πρόβλημα που χρειάζεται μία ποιοτική διερεύνηση και μία βαθύτερη κατανόηση των φυσικών επιστημών και όχι μία επίλυση με αλγόριθμους, τότε αντιμετωπίζουν πολλά προβλήματα. Στο πλαίσιο αυτό οι μαθητές/-τριες έχουν την τάση να υιοθετούν μία «μερική» άποψη για το κύκλωμα: δεν αντιλαμβάνονται ότι η αλλαγή σε ένα σημείο του κυκλώματος επιφέρει αλλαγές σε ολόκληρο το κύκλωμα (Cohen et al., 1982).

Όπως αναφέρουν επίσης οι McDermott & Shaffer (1992) οι μαθητές/-τριες δεν καταφέρνουν να κάνουν τη διάκριση ανάμεσα στο δυναμικό και τη διαφορά δυναμικού. Δεν αντιλαμβάνονται ότι η φωτεινότητα πανομοιότυπων λαμπτήρων, όπως αυτοί στο παρακάτω σχήμα 2.3, εξαρτάται από τον τρόπο που είναι συνδεδεμένοι (σε σειρά ή παράλληλα) και όχι από το σημείο που τους έχουμε συνδέσει (στο τέλος ή στην αρχή

του κυκλώματος). Λανθασμένα συσχετίζουν τη φωτεινότητα ενός λαμπτήρα με τη τιμή του δυναμικού σε ένα από τα άκρα του και όχι με τη διαφορά δυναμικού στα δύο του άκρα.



Σχήμα 2.3: Η φωτεινότητα πανομοιότυπων λαμπτήρων (McDermott & Shaffer, 1992).

Σε πολλά σχολικά εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης η διαφορά δυναμικού, η ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) και η τάση χρησιμοποιούνται για να ερμηνεύσουν κυκλώματα στο συνεχές ρεύμα και ηλεκτροστατικά φαινόμενα. Η διαφοροποίηση μεταξύ των όρων διαφορά δυναμικού, ΗΕΔ και τάση δημιουργεί σύγχυση στους/στις μαθητές/-τριες (ακόμα και της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης). Σε αυτό όμως το επίπεδο η χρήση τριών εννοιών αντί για τη χρήση μίας έννοιας δημιουργεί περισσότερα προβλήματα από ό,τι λύνει.

Ο όρος τάση συμπεριλαμβάνει εξ' ορισμού και τη διαφορά δυναμικού και την ΗΕΔ. Έτσι η τάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένας γενικός όρος. Μπορούμε δηλαδή να μιλήσουμε για την τάση ανάμεσα στους ακροδέκτες της μπαταρίας ανεξάρτητα από το αν η μπαταρία λειτουργεί ή όχι συνδεδεμένη σε ένα κύκλωμα. Η τάση μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την ερμηνεία ηλεκτροστατικών φαινομένων. Ένα βασικό σημείο για την τάση είναι ότι νοείται πάντα ανάμεσα σε δύο σημεία σε ένα σύστημα αναφοράς. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό της έννοιας το οποίο τείνει να μη λαμβάνεται υπόψη. Στα σχολικά εγχειρίδια όταν οι συγγραφείς αναλύουν ηλεκτροστατικά φαινόμενα τις πιο πολλές φορές αναφέρουν το δυναμικό σε ένα σημείο. Αυτό το κάνουν για λόγους συντομίας για να μην αναφέρουν κάθε φορά ότι το σημείο αναφοράς για το δυναμικό βρίσκεται εξ' ορισμού σε ένα σημείο στο άπειρο (Ψύλλος, Κουμαράς & Tiberhien 1988).

Ένα ισχυρό επιχείρημα που έχει παρουσιαστεί σε διάφορες έρευνες είναι ότι δεν μπορούμε να αντιληφθούμε αν ένας μαθητής ή μία μαθήτρια έχει κατανοήσει την

έννοια της τάσης παρά μόνο να θεωρήσουμε ότι κάνει σωστές προβλέψεις σε καταστάσεις όπου (όπως αναφέρουν οι συγγραφείς) εμπλέκεται αυτή. Βέβαια είναι απαραίτητο ένα νοητικό μοντέλο της τάσης για να μπορούν οι μαθητές/-τριες να αντιμετωπίζουν τις νέες συνθήκες και καταστάσεις. Σε ένα κύκλωμα με ένα βρόχο η τάση μπορεί να μοντελοποιηθεί ως ένα είδος ώθησης. Επειδή όμως αυτή είναι πάντα σε αναλογία με το ρεύμα (και τη φωτεινότητα του λαμπτήρα) οι μαθητές/-τριες δυσκολεύονται να τη διακρίνουν σαν έννοια από το ρεύμα (Millar & Beh, 1993).

Ένα άλλο πρόβλημα προκύπτει από τον ελληνικό όρο για την τάση (voltage) ο οποίος χρησιμοποιείται στην καθημερινή ζωή με την έννοια της προδιάθεσης, κλίσης, ροπής να κάνει κάποιος/α κάτι. Η ροπή προς το να συμβούν κάποια φαινόμενα περιγράφεται επίσης από τον όρο τάση. Τέλος σε μία πιο μηχανική τεχνική ορολογία ο όρος σημαίνει μηχανική δύναμη ή εφελκυσμός. Ο όρος «spanning» στα γερμανικά φαίνεται να έχει παρόμοιο νόημα. Η λέξη τάση και η λέξη «volt» στα αγγλικά δεν έχουν τέλος κάποια ετυμολογική μεταξύ τους σχέση.

Έρευνες επίσης έχουν πραγματοποιηθεί σε σχέση με το πώς αντιλαμβάνονται η μαθητές/-τριες την κατανομή της τάσης σε DC κυκλώματα. Η μπαταρία θεωρείται από τους/τις μαθητές/-τριες σαν μία συσκευή η οποία παρέχει ρεύμα σταθερής εντάσεως στο κύκλωμα παρά σαν μία συσκευή που διατηρεί σταθερή την τάση στα δυο της άκρα. Αυτό που φαίνεται να είναι δύσκολο να αντιληφθούν οι μαθητές/-τριες είναι ότι μπορούν να γίνουν αλλαγές στην τιμή της τάσεως στα άκρα μίας αντίστασης του κυκλώματος, ενώ η τάση στα άκρα της μπαταρίας παραμένει σταθερή (Ψύλλος, Κουμαράς και Tiberhien 1988).

Απλό κύκλωμα

Οι εννοιολογικές και ερμηνευτικές δυσκολίες που συναντούν οι μαθητές/-τριες στην ανάλυση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων διαφέρει σε σοβαρότητα και συχνότητα. Ορισμένες δυσκολίες τείνουν να εξαφανίζονται καθώς προχωρά η διδασκαλία, ενώ άλλες εξακολουθούν να εμφανίζονται επ' αόριστο (McDermott & Shaffer, 1992). Οι Shepardson και Moje (1994) ανακάλυψαν ότι η κατανόηση που έχουν οι μαθητές/-τριες στα ηλεκτρικά κυκλώματα βασίζεται όχι μόνο στο πώς κατανοούν την έννοια του

ηλεκτρικού ρεύματος αλλά και στο πώς κατανοούν το ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με τα απλά κυκλώματα.

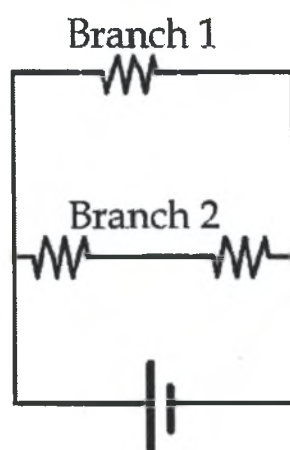
Στην διδασκαλία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων χρησιμοποιούνται συχνά σχηματικά διαγράμματα τα οποία αναπαριστούν τα στοιχεία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και εξετάζουν τη συμπεριφορά τους. Το πώς αντιλαμβάνονται οι μαθητές/-τριες αυτά που αναπαριστούν τα σχηματικά διαγράμματα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων είναι μία σημαντική πλευρά της κατανόησης που έχουν πάνω στα ηλεκτρικά κυκλώματα (Engelhardt, 2003)

Πολλές μελέτες έχουν επίσης ασχοληθεί με τον τρόπο που οι μαθητές/-τριες ερμηνεύουν τη λειτουργία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Πολλοί μαθητές/-τριες όπως έχει ήδη αναφερθεί δεν αντιμετωπίζουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σαν ένα ενιαίο σύνολο που η αλλαγή ενός στοιχείου επιφέρει αλλαγές σε όλο το κύκλωμα. Αντιθέτως έχουν μία τοπική θεώρηση για τη λειτουργία του κυκλώματος, επικεντρώνουν την προσοχή τους μόνο σε ένα σημείο και αγνοούν τι συμβαίνει στο υπόλοιπο κύκλωμα (Shipstone, 1988; McDermott & Shaffer 1992; Cohen et al., 1982).

Όταν πραγματοποιείται μία αλλαγή σε ένα συγκεκριμένο σημείο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, πραγματοποιείται μία αλλαγή σε ολόκληρο το κύκλωμα (π.χ. μία αναδιανομή της διαφοράς δυναμικού στα στοιχεία του κυκλώματος, αλλαγή του ρεύματος, κ.α.). Υπάρχει επίσης μία τοπική αλλαγή στο σημείο στο οποίο έγινε η αλλαγή. Για παράδειγμα αν προστεθεί μία αντίσταση σε παράλληλη σύνδεση με μία ήδη υπάρχουσα αντίσταση, το ολικό ρεύμα το οποίο θα εισέρχεται στο κόμβο των αντιστάσεων αυτών θα χωρίζεται πλέον σε δύο μέρη. Το ολικό ρεύμα επιπλέον δεν θα είναι ίσο με το ρεύμα που είχαμε πριν τη σύνδεση της αντίστασης. Οι περισσότεροι/-ες μαθητές/-τριες σε μία τέτοια περίπτωση δεν μπορούν να λάβουν υπόψη τους και τις δύο αλλαγές, την αλλαγή σε όλο το κύκλωμα και την τοπική, και προσκολλούνται μόνο στην τοπική. Αυτό που ουσιαστικά τους δυσκολεύει είναι ότι έχουν να κάνουν με λειτουργίες πολλών μεταβλητών. Αυτές οι δυσκολίες μπορούν να αντιμετωπιστούν με ποιοτικές ερωτήσεις που θα κάνουν τους/τις μαθητές/-τριες να αναλογιστούν πάνω στις λειτουργικές σχέσεις των μεταβλητών χωρίς να μπορούν να χρησιμοποιήσουν αλγόριθμους με μηχανικό τρόπο. Για να αναπτύξουμε την ικανότητα των μαθητών/-τριών, ώστε να μπορούν μέσα σε αυτό το πλαίσιο να δίνουν ποιοτικές ερμηνείες σε ηλεκτρικά φαινόμενα είναι απαραίτητο να κάνουμε διάφορες ερωτήσεις σε σχέση με το

τι θα συμβεί αν αλλάξουμε διάφορα μέρη ενός συγκεκριμένου κυκλώματος (Cohen et al., 1982).

Ο άλλος τρόπος ερμηνείας της λειτουργίας ενός κυκλώματος ακολουθεί μία λογική διαδοχής σύμφωνα με την οποία όταν μία αλλαγή συμβαίνει σε ένα κύκλωμα οι μαθητές/-τριες θεωρούν ότι από αυτή την αλλαγή επηρεάζονται μόνο τα στοιχεία του κυκλώματος που είναι συνδεδεμένα μετά από το σημείο που έγινε αυτή (Licht, 1991; Shipstone, 1988). Πιστεύουν δηλαδή ότι το ρεύμα καθώς κυκλοφορεί μέσα στο κύκλωμα επηρεάζεται από κάθε στοιχείο το οποίο συναντά στο δρόμο του και ότι αν γίνει μία αλλαγή σε ένα σημείο του κυκλώματος δεν επηρεάζεται το ρεύμα παρά μόνο όταν φτάσει σε αυτό το σημείο. Έτσι αν κλείσουμε το διακόπτη στο παρακάτω κύκλωμα θεωρούν ότι δεν θα επηρεαστεί ο λαμπτήρας A γιατί το ρεύμα έχει ήδη περάσει από αυτό το σημείο (Engelhardt, 2003).



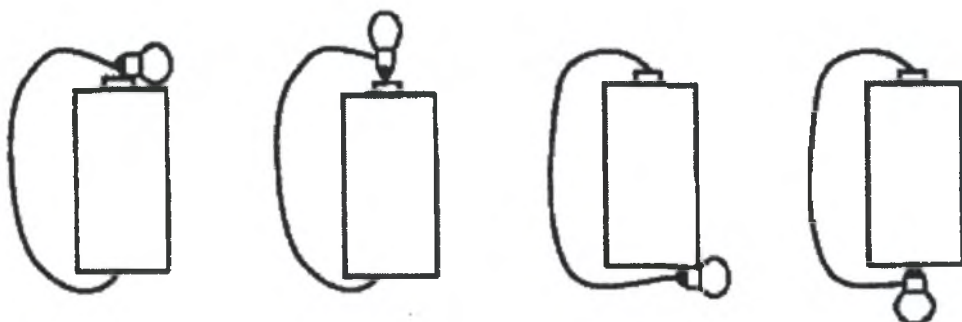
Σχήμα 2.4: Κύκλωμα με μικτή σύνδεση ίσων αντιστάσεων.

Σύμφωνα με τους Borges et al. (1999) σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές/-τριες πιστεύουν ότι σε ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και ένα λαμπτήρα υπάρχει μία αιτία η οποία βρίσκεται μέσα στη μπαταρία και ένα αποτέλεσμα το οποίο είναι το φως του λαμπτήρα. Πιστεύουν δηλαδή ότι ένας αιτιατός παράγοντας ενεργεί ανάμεσά τους. Αυτόν τον ενεργειακό παράγοντα τον ονομάζουν ενέργεια, ρεύμα, ηλεκτρισμό κ.α.

Όπως αναφέρουν οι McDermott & Shaffer (1992), πολλοί/-ες μαθητές/-τριες δεν έχουν εμπειρίες με πραγματικά κυκλώματα τις οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν ως μία βάση για να οικοδομήσουν έννοιες στον ηλεκτρισμό κατά την επίσημη διδασκαλία στο σχολείο. Οι μαθητές/-τριες δυσκολεύονται επιπλέον στο να κατανοήσουν και να

εφαρμόσουν την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Για τους περισσότερους εκπαιδευτικούς των Φυσικών επιστημών η έννοια του κλειστού ολοκληρωμένου κυκλώματος είναι τόσο απλή που δεν της δίνουν την απαιτούμενη σημασία. Οι περισσότεροι μαθητές/-τριες μαθαίνουν τον ορισμό αλλά δεν αναπτύσσουν την ικανότητα να εφαρμόζουν την έννοια.

Οι ερευνητές προτείνουν μία διαδικασία σύμφωνα με την οποία δίνεται στους μαθητές ένας λαμπτήρας, μία μπαταρία και ένας αγωγός. Αφού ανακαλύψουν τους παρακάτω τέσσερις πιθανούς τρόπους σύνδεσης για τους οποίους ανάβει ο λαμπτήρας, τους ζητείται να ορίσουν τις αναγκαίες συνθήκες του ολοκληρωμένου κλειστού κυκλώματος.



Σχήμα 2.5: Τέσσερις διαφορετικοί τρόποι σύνδεσης μίας μπαταρίας, ενός λαμπτήρα και ενός αγωγού για τους οποίους ο λαμπτήρας ανάβει.

Οι μαθητές/-τριες συγκρίνουν τα κυκλώματα στα οποία ο λαμπτήρας ανάβει με αυτά που δεν ανάβει, και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι για να είναι ένα στοιχείο μέρος ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος πρέπει να υπάρχει ένας εσωτερικός αγωγίμος δρόμος.

Αναλογίες

Για να καταφέρουν οι δάσκαλοι/-ες να αναπτύξουν την κατανόηση των παιδιών στις επιστημονικές έννοιες, πρέπει οι ίδιοι να έχουν μια ευπροσάρμοστη και υψηλού επιπέδου κατανόηση πάνω στο θέμα διδασκαλίας. Ο/Η εκπαιδευτικός μέσα στη τάξη συνεχώς εμπλέκεται σε διαδικασίες οικοδόμησης της γνώσης και χρήσης διδακτικών αναπαραστάσεων για διάφορα θέματα. Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή τους την προσπάθεια

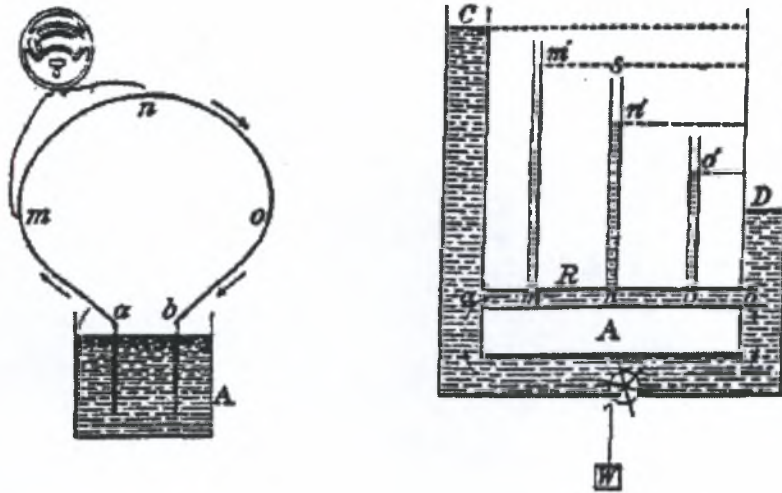
είναι απαραίτητο να διαθέτουν μία σειρά από αναλογίες, απεικονίσεις, παραδείγματα και επιδείξεις για την αναπαράσταση και μορφοποίηση ενός θέματος διδασκαλίας, και ιδιαίτερα για τη διδασκαλία αφηρημένων φαινομένων όπως είναι και ο ηλεκτρισμός.

Οι Heywood και Parker (1997) αναφέρουν ότι τα παιδιά έχουν τις δικές τους ιδέες σε σχέση με το πώς λειτουργούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα και θα κάνουν ερωτήσεις οι οποίες συχνά θα εστιάζουν πάνω στους μηχανισμούς λειτουργίας των κυκλωμάτων. Τα σχολικά εγχειρίδια δεν συνεισφέρουν στην ποιοτική κατανόηση των φαινομένων στον ηλεκτρισμό. Φυσικά η χρήση του Νόμου του Ωμ είναι ένας τρόπος για να αναπαρασταθεί η σχέση μεταξύ ρεύματος, τάσης και αντίστασης, αλλά για ένα μαθητή ή μία μαθήτριά που θέλει να γνωρίζει σε ένα ποιοτικό επίπεδο ποια ακολουθία φαινομένων κάνουν τη λάμπα να ανάψει σε ένα απλό κύκλωμα ή για ένα καθηγητή που θέλει να στηρίζει τους/τις μαθητές/-τριές του σε αυτό το πλαίσιο, δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη. Σε αυτό το σημείο έρχεται συνήθως η χρήση των αναλογιών.

Οι αναλογίες αποτελούν βασικό σημείο για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων μιας και δείχνουν πώς διάφορα μέρη συνδέονται μεταξύ τους σε ένα σύνολο, αλλά και πώς τα σύνολα αποτελούνται από διάφορα μέρη. Η οικοδόμηση νοητικών αναπαραστάσεων από διάφορα μέρη τα οποία αποτελούν ένα σύνολο μπορεί να βοηθήσει στην αντιμετώπιση μιας κοινής δυσκολίας που συναντάται στην κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και είναι αυτή της διατήρησης του ρεύματος.

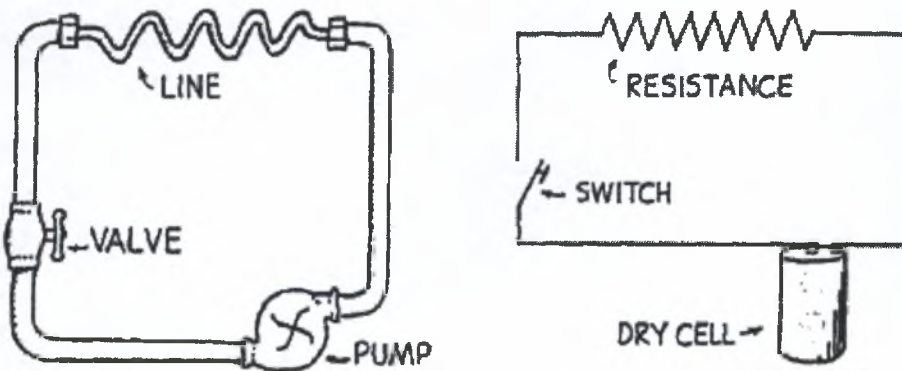
Πολλές μελέτες έχουν επίσης πραγματοποιηθεί σχετικά με τη χρήση αναλογιών στη διδασκαλία και μάθηση του ηλεκτρισμού. Αν και υπάρχουν πολλές μελέτες που διερευνούν την χρησιμότητα συγκεκριμένων αναλογιών (Duit 1991), αυτές κυρίως εστιάζουν στο τι οι μαθητές/-τριες έχουν μάθει στο τέλος της διδασκαλίας, χωρίς να εξετάζουν τη διαδικασία της μάθησης καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της διδασκαλίας (Paatz et al., 2004).

Αν κάνουμε μία ιστορική ανασκόπηση στις αναλογίες αλλά και στον τρόπο που αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού σε διάφορες εποχές, θα δούμε ότι οι πρώτες αναλογίες που χρησιμοποιήθηκαν στα σχολικά εγχειρίδια, στις αρχές κυρίως του προηγούμενου αιώνα, είχαν σχέση με τα υδραυλικά φαινόμενα και το νερό. Συγκεκριμένα παραλλήλιζαν την πίεση του νερού με την τάση, τη ροή του νερού με το ρεύμα και του διάφορους σωλήνες (διαφόρων διατομών) με την αντίσταση.



Σχήμα 2.6: Υδροστατική αναλογία για την πώση τάσης σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα (Millikan & Gale, 1913).

Ένας άλλος δημοφιλής τρόπος παρουσίασης χρησιμοποιούσε τις αναλογίες με το νερό, όπως φαίνεται παρακάτω, για να παρουσιάσει με τη βοήθεια αυτών, ολόκληρο το ηλεκτρικό κύκλωμα.



Σχήμα 2.7: Αναλογία ανάμεσα σε ένα απλό υδραυλικό και σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (Hewitt, 1987).

Πιθανότατα όμως, όπως προκύπτει η εκτεταμένη χρήση αναλογιών σε σχέση με το νερό και τη ροή των υγρών, οι οποίες εμφανίζονται σε πολλά σχολικά εγχειρίδια έχουν συνεισφέρει σε πολλά προβλήματα μάθησης που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/-τριες στον ηλεκτρισμό (Stocklmayer & Treagust, 1994).

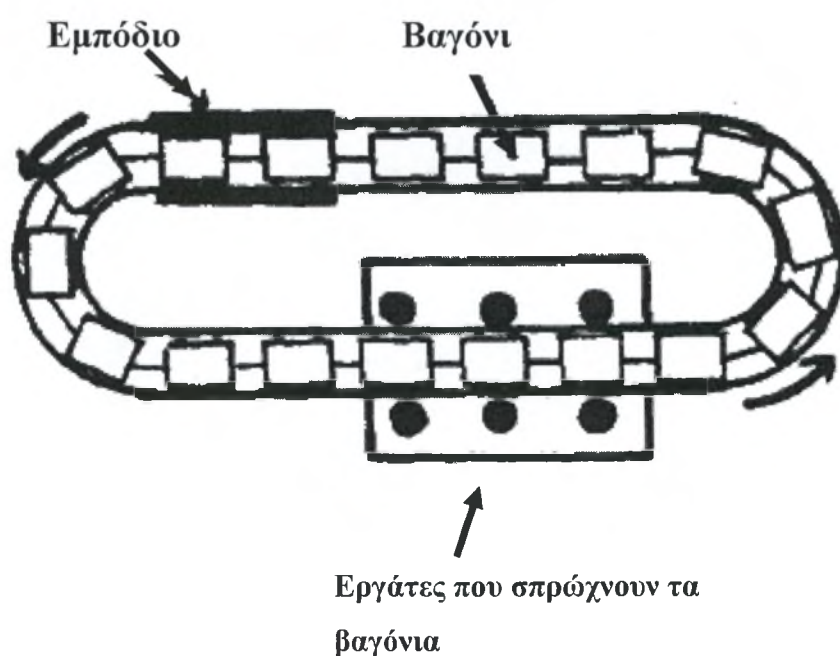
Ζητείται συνήθως από τους/τις μαθητές/-τριες, αμέσως μετά από την εισαγωγή τους στα απλά κυκλώματα, να κατανοήσουν ένα μηχανιστικό μοντέλο κίνησης ηλεκτρονίων μέσα σε έναν αγωγό, το οποίο με μεταφορές και αναλογίες συνδέεται με το μοντέλο της κίνησης των ρευστών. Όλη η ορολογία που χρησιμοποιείται στον ηλεκτρισμό ενισχύει αυτό το μοντέλο. Οι περισσότεροι επίσης εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι το συγκεκριμένο μοντέλο είναι χρήσιμο και ταυτόχρονα «σωστό» καθώς διατηρούν και οι ίδιοι στο μυαλό τους την εικόνα αυτού του μοντέλου. Προκύπτει όμως ότι οι μαθητές/-τριες δυσκολεύονται με αυτό το μοντέλο και έχουν παρανοήσεις και εναλλακτικές ιδέες για τη συμπεριφορά των κυκλωμάτων γεγονός που οδηγεί σε δυσκολίες στην επίλυση προβλημάτων. Το παραπάνω μοντέλο είναι ευρέως διαδεδομένο· εμφανίζεται σε όλα τα εγχειρίδια είτε είναι σχεδιασμένα για μαθήματα στη φυσική, είτε για μηχανικούς και ηλεκτρολόγους.

Οι επιστήμονες όμως δεν έχουν την ίδια εικόνα στο μυαλό τους για τον ηλεκτρισμό. Θεωρούν τον ηλεκτρισμό ως ένα φαινόμενο πεδίου το οποίο αποτελείται από ατελείωτους βρόχους. Το λεξιλόγιο που χρησιμοποιούν έχει σχέση με το έργο, το φορτίο και το πεδίο και θεωρούν ότι η μικρό-οπτική θεώρηση της μεταφοράς ηλεκτρονίων είναι άσχετη και σε ορισμένες περιπτώσεις δημιουργεί σύγχυση. Η αλλαγή των πεποιθήσεων σχετικά με το τί θεωρείται χρήσιμη γνώση στον ηλεκτρισμό είναι μία δύσκολη και απαιτητική διαδικασία. Είναι σημαντικό όμως να λαμβάνονται υπόψη τα προβλήματα που βιώνουν οι μαθητές/-τριες (Stocklmayer et al., 1996).

Περισσότερη έμφαση πρέπει να δοθεί σύμφωνα με τους Borges et al. (1999) στο πώς τα νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές/-τριες στον ηλεκτρισμό εξελίσσονται καθώς αυτοί/-ές αποκτούν μεγαλύτερη εμπειρία κατανοούν περισσότερες έννοιες. Αυτό είναι σημαντικό για τη βελτίωση, για τον καλύτερο σχεδιασμό του Αναλυτικού Προγράμματος και για τη σχεδίαση πιο αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών. Συμπεριλαμβάνει τη μελέτη του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές/-τριες κατανοούν τις έγκυρες επιστημονικές εξηγήσεις, συνδέοντας τη μικροσκοπική διαδικασία που λαμβάνει χώρα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με την παρατηρήσιμη συμπεριφορά των εξαρτημάτων του κυκλώματος. Αυτά τα δύο φαινόμενα το μικροσκοπικό και το μακροσκοπικό (μοντέλο παρατήρησης) μπορούν να αποτελέσουν μία βάση για την οικοδόμηση βασικών διδακτικών στρατηγικών που θα εισάγουν τους μαθητές και τις μαθήτριες στον ηλεκτρισμό. Για παράδειγμα το μοντέλο του ηλεκτρισμού ως ροή

ηλεκτρονίων εμφανίζεται όπως έχει ήδη αναφερθεί ως η βασική ιδέα που έχουν στο μυαλό τους αρχικά οι μαθητές/-τριες για τον ηλεκτρισμό. Αρχικά ο/η δάσκαλος/α μπορεί να βασιστεί σε αυτή την ιδέα για να μελετήσουν οι μαθητές/-τριες βασικά ηλεκτρικά συστήματα. Αυτή η θεώρηση του ηλεκτρισμού ως ένα είδος «υγρού που κυκλοφορεί σε ένα κύκλωμα» μπορεί να επιτρέψει στους μικρότερους μαθητές/-τριες να αποφύγουν την παγίδα να υιοθετήσουν το μικροσκοπικό μοντέλο πολύ νωρίς και χωρίς το απαραίτητο υπόβαθρο.

Οι Joshua και Dupin (1989) έχουν εισάγει ένα επιπλέον μοντέλο για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού που, όπως δείχνουν ερευνητικά δεδομένα, λειτουργεί με επιτυχία και εξασφαλίζει πολύ ικανοποιητικά μαθησιακά αποτελέσματα. Το μοντέλο ονομάζεται «Το φανταστικό τρένο» και βασίζεται σε μία αναλογία που τα παιδιά καλούνται να αποκαταστήσουν μεταξύ των μερών και της συμπεριφοράς ενός «φανταστικού» τρένου, και των μερών και της συμπεριφοράς του ηλεκτρικού κυκλώματος.



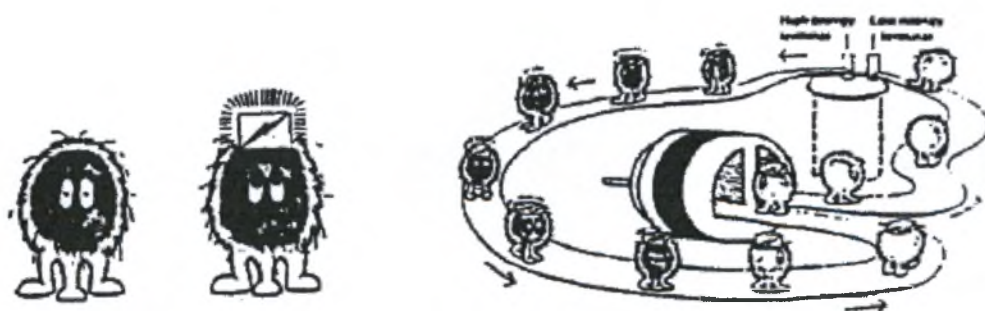
Σχήμα 2.8: Το μοντέλο του «φανταστικού τρένου».

Το μοντέλο περιγράφεται ως εξής: ένα τρένο το οποίο κυκλοφορεί σε μία κλειστή σιδηροδρομική γραμμή και αποτελείται από βαγόνια που βρίσκονται σε σταθερή απόσταση το ένα από το άλλο και συνδέονται μεταξύ τους. Σε ένα σταθμό, εργάτες

σπρώχνουν με σταθερή δύναμη τα βαγόνια που περνούν από μπροστά τους. Πάνω στη γραμμή υπάρχουν εμπόδια που επηρεάζουν την ταχύτητα του τρένου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι αναλογίες μεταξύ του τρένου και του ηλεκτρικού κυκλώματος (Joshua & Dupin, 1989: αναφορά από Σταυρίδου, 1995).

Το μοντέλο του «φανταστικού τρένου»	
ΤΡΕΝΟ	ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ
βαγόνια	«ηλεκτρισμός» ή ηλεκτρόνια
κίνηση βαγονιών	ηλεκτρικό ρεύμα
ρυθμός ροής των βαγονιών	ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος
εμπόδια	αντίσταση
κλειστή σιδηροδρομική γραμμή	ηλεκτρικό κύκλωμα
εργάτες που σπρώχνουν	προσφερόμενη ενέργεια (μπαταρία)
μυϊκή κόπωση	ξόδεμα/ εξάντληση της μπαταρίας

Ένα άλλο είδος αναλογιών που έχουν εκτεταμένα χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια βασίζονται σε ανθρωπόμορφες ιδέες. Η ιδέα ότι ηλεκτρόνια συρρέουν κατά μήκος ενός αγωγού από το ένα σημείο στο άλλο οδήγησε σε μερικές ενδιαφέρουσες ανθρωπόμορφες απεικονίσεις όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



α) Ηλεκτρικά σωματίδια
χωρίς και με ενέργεια

β) Μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος

Σχήμα 2.9: Ανθρωπόμορφες αναλογίες (Hartel, 1982).

Μία έρευνα όμως που δημοσίευσε ο Hartel το 1982 παρουσιάζει τα προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση ανθρωπόμορφων αναλογιών στα ηλεκτρικά κυκλώματα, ιδιαίτερα στην περίπτωση διακοπής ενός κυκλώματος.

Οι μεγάλες μεταρρυθμίσεις που έγιναν στην εκπαίδευση στη δεκαετία του '60 στις Η.Π.Α. και στη Μ. Βρετανία άλλαξαν τον τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Σύμφωνα με τον τρόπο διδασκαλίας των φυσικών επιστημών που εισήγαγε η PSSC (Physical Science Study Committee, 1960), τα ηλεκτροστατικά φαινόμενα διδάσκονται πρώτα. Χρησιμοποιείται επίσης η έννοια των ηλεκτρικών σωματιδίων χωρίς αυτά να ορίζονται αρχικά. Το ηλεκτρικό ρεύμα παρουσιάζεται ως ένα είδος ενέργειας και κίνησης σε ένα ηλεκτρικό πεδίο και οι αναλογίες με τα υγρά εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται.

Από τα τέλη της δεκαετίας του '60 μέχρι σήμερα, τα περισσότερα σχολικά εγχειρίδια απαιτούν από τους μαθητές και τις μαθήτριες να κατανοήσουν τις έννοιες του ηλεκτρικού ρεύματος και της διαφοράς δυναμικού σχετικά νωρίς. Στα καινούργια σχολικά εγχειρίδια παρουσιάζονται οι ιδέες της «ροής φορτισμένων σωματιδίων», της δομής του ατόμου και των ηλεκτρονίων τα οποία υπό την επίδραση μίας διαφοράς δυναμικού μπορούν να κινηθούν ελεύθερα από το μεταλλικό πλέγμα, μέσα στον αγωγό. Έχουν επίσης παρουσιαστεί πολλές εργασίες (Duit et al. 1985, Hartel 1982, Gentner & Gentner 1983) οι οποίες ερευνούν την αποτελεσματικότητα της χρήσης των αναλογιών στον ηλεκτρισμό. Συγκεκριμένα οι Gentner & Gentner στο άρθρο τους «Flowing Waters or Teeming Crowds» ερεύνησαν τα μοντέλα των ανθρωπόμορφων αναλογιών και της ροής του νερού και βρήκαν ότι αυτά δεν είναι αποτελεσματικά σε στρατηγικές επίλυσης προβλήματος. Περαιτέρω έρευνα έχει δείξει ότι ακόμα και οι απόφοιτοι πανεπιστημίων δυσκολεύονται να κατανοήσουν τον τρόπο με το οποίο συμπεριφέρονται το νερό και τα ρευστά (Stocklmayer & Treagust, 1994).

Τα μοντέλα, οι αναλογίες και οι μεταφορές είναι βασικά εργαλεία στη διδασκαλία και μάθηση του ηλεκτρισμού και χρησιμοποιούνται περισσότερο σε αυτό το πεδίο των Φυσικών Επιστημών από οποιαδήποτε άλλο. Ακόμα και η παρατήρηση των ηλεκτρικών φαινομένων δεν μπορεί να είναι άμεση. Παρατηρούμε μόνο τις συνέπειες των φαινομένων (π.χ. το άναμμα της λάμπας, την παραγωγή θερμότητας ή κίνησης, την ένδειξη ενός οργάνου μέτρησης). Η χρήση των μοντέλων, των αναλογιών και των μεταφορών στον ηλεκτρισμό έχει ερευνηθεί διεξοδικά και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να

δημιουργηθεί ένα εκτεταμένο σώμα γνώσης πάνω στο εύρος και τη φύση των μοντέλων, των αναλογιών και των μεταφορών αυτών. Παρόλα αυτά ερωτήσεις όπως; ‘Ποιά μοντέλα, αναλογίες ή μεταφορές;’, ‘Πότε;’, ‘Σε ποιο επίπεδο;’, ‘Γιατί;’, δεν έχουν απαντηθεί ικανοποιητικά. Η σημασία που έχουν αυτές οι ερωτήσεις φαίνεται από το γεγονός ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά στις θέσεις που υποστηρίζουν οι διάφοροι ερευνητές.

Οι McDermott και Shaffer (1992) για παράδειγμα χρησιμοποιούν τις απόψεις που έχουν διαμορφωθεί σε σχέση με τη χρήση των μοντέλων, των αναλογιών και των μεταφορών για να υποστηρίξουν ότι το ρεύμα και όχι η διαφορά δυναμικού ή η ενέργεια θα πρέπει να διδαχθεί αρχικά σε ένα αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας του ηλεκτρισμού. Οι Ψύλλος, Κουμαράς και Tiberghien (1988) υποστηρίζουν ακριβώς το αντίθετο. Πολλοί ερευνητές επίσης υποστηρίζουν ότι η εισαγωγή στον ηλεκτρισμό με τη χρήση μπαταριών και λαμπτήρων και οι αναλογίες με τα ρευστά που χρησιμοποιούνται μαζί, οδηγούν μαθητές/-τριες των μεγαλύτερων να πιστεύουν τάξεων ότι το ρεύμα είναι η αιτία ύπαρξης της διαφοράς δυναμικού και όχι το αντίθετο (Mulhall, McKittrick & Gunstone, 2001).

Οι ιδέες των μαθητών/-τριών για τα κυκλώματα σε παράλληλη και σε σειρά σύνδεση

Σύμφωνα λοιπόν με τα ευρήματα διαφόρων ερευνών, οι προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών που δημιουργούνται από το σπιτικό περιβάλλον, αν και χρησιμοποιούνται ευρέως από τα παιδιά, δεν εφαρμόζονται με συνέπεια. Αυτό δείχνει ότι οι μαθητές δεν οικοδομούν προσωπική γνώση επιστημονικά αποδεκτή, αλλά οικοδομούν έναν δικό τους τρόπο να βλέπουν τον κόσμο, ο οποίος δεν περιλαμβάνει αφηρημένες έννοιες και δεν χαρακτηρίζεται από συνέπεια. Είναι ο τρόπος σκέψης της καθημερινών κοινωνικών ανταλλαγών και όχι της επίσημης επιστημονικής σκέψης.

Έχει διαπιστωθεί επιπλέον ότι ακόμα και μέσα σε περιβάλλοντα επιτυχούς σχολικής μάθησης έχουν συλλεχθεί αντιφατικά ερευνητικά δεδομένα που ρίχνουν φως στον τρόπο που οι μαθητές αντιλαμβάνονται τα ηλεκτρικά κυκλώματα. Οι μαθητές έχουν την τάση να χρησιμοποιούν οπτικές στρατηγικές όταν πρέπει να αποφασίσουν ποιο ρεύμα ρέει σε ποια κυκλώματα,

Τέλος αν και οι μαθητές/-τριες δυσκολεύονται να κατανοήσουν το επιστημονικό μοντέλο του ρεύματος, μπορούν να χειρίζονται ηλεκτρικά κυκλώματα στην πράξη. Μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1984 από τον Gott στη Μ. Βρετανία, σε εφήβους ηλικίας 15 χρονών, έδειξε απογοητευτικά αποτελέσματα στην κατανόηση των παραπάνω επιστημονικών μοντέλων, όμως έδειξε επίσης ότι ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών μπορούσαν να συνδέσουν στην πράξη ένα κύκλωμα (Solomon et al., 1985).

Όπως αναφέρουν οι Summers, Kruger και Mant (1998), υπάρχει μεγάλη παράδοση στις έρευνες που έχουν γίνει για την εύρεση αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών. Ο Gipps (1992) συνοψίζει τα ευρήματα των μεγαλύτερων ερευνητικών μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί και αναγνωρίζει αρκετά κοινά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι διδακτικές προσεγγίσεις που μπορούν να χαρακτηριστούν αποτελεσματικές, όπως αυτά επαναλαμβάνονται σε αρκετές ερευνητικές εργασίες. Αυτά περιλαμβάνουν συνεχή αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού, νοητικές προκλήσεις και υψηλού επιπέδου αναζητήσεις, εργασίες που να αντιστοιχούν στις ικανότητες των μαθητών, τη δημιουργία θετικών περιβαλλόντων μάθησης, με υψηλό επίπεδο προσδοκιών και εργασίες που σχετίζονται με συζήτηση και ανάλυση.

- **Η διαφορά δυναμικού σε απλά κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα**

Ένα από τα πιο βασικά κυκλώματα στο οποίο στηρίζονται πολλά ηλεκτρονικά κυκλώματα είναι αυτό που περιλαμβάνει δύο αντιστάσεις σε σειρά. Η εργασία των Millar και King (1993) ασχολήθηκε κυρίως με το ζήτημα της μέτρησης της τάσης σε τέτοια κυκλώματα. Η διαδικασία αυτή πιστεύουν ότι παρέχει στους μαθητές και στις μαθήτριες τα απαραίτητα δεδομένα για να οδηγηθούν από το απλό μοντέλο της τάσης που βασίζεται στη «δύναμη της μπαταρίας για ώθηση» σε ένα μοντέλο που βασίζεται σε ενεργειακά κέρδη και απώλειες.

Στα κυκλώματα που αποτελούνται από δύο αντιστάσεις σε σειρά ισχύουν δύο βασικοί κανόνες που πρέπει να γίνουν κατανοητοί από τα παιδιά. Ο πρώτος είναι «ο κανόνας της πρόσθεσης», σύμφωνα με τον οποίο το άθροισμα των τάσεων που μετρείται στα άκρα κάθε μίας από τις δύο αντιστάσεις σε σειρά ισούται με την τάση της μπαταρίας. Ο δεύτερος κανόνας είναι «ο κανόνας των λόγων», σύμφωνα με το οποίο η μεγαλύτερη τιμή τάσης θα μετρηθεί στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης και αντίστροφα ή

διαφορετικά ο λόγος των δύο μετρούμενων τάσεων στα άκρα των αντιστάσεων ισούται με το λόγο των τιμών των δύο αντιστάσεων.

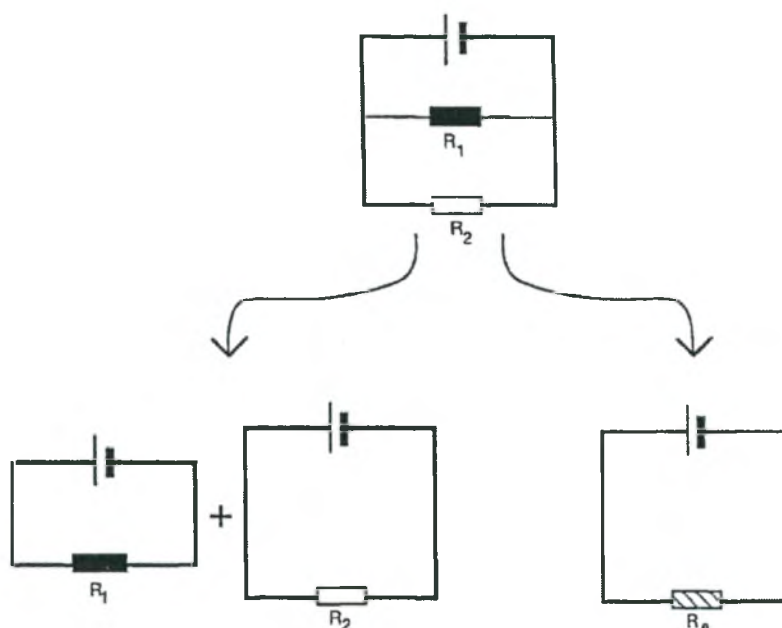
Όπως προκύπτει από την έρευνα που έκαναν οι Millar και King (1993) πολύ λίγοι/-ες μαθητές/-τριες αντιμετωπίζουν το κύκλωμα των δύο αντιστάσεων σε σειρά ως διαιρέτη τάσης. Η διδασκαλία θα μπορούσε να προσανατολιστεί προς αυτή την κατεύθυνση καθώς αυτή είναι μία σημαντική ιδιότητα που εφαρμόζεται σε πάρα πολλές περιπτώσεις. Συγκεκριμένα θα μπορούσαν να δοθούν στους/στις μαθητές/-τριες πρακτικές εργασίες που θα επαληθεύουν, για διάφορες αντιστάσεις, τον κανόνα της πρόσθεσης και τον κανόνα των λόγων. Η διδασκαλία θα πρέπει επίσης να δίνει έμφαση στο ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της μπαταρίας στις δύο αντιστάσεις.

Επιπλέον θα μπορούσε κατά τη διδασκαλία των κυκλωμάτων αυτών να δοθεί έμφαση στη συζήτηση και στο να γίνονται περισσότερες ερωτήσεις με ποιοτικό και όχι με ποσοτικό χαρακτήρα και υπολογισμούς.

Τα αποτελέσματα της έρευνας που διεξήγαν οι Picciarelli, Di Gennaro, Stella και Conte (1991) δείχνουν ότι σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν την έννοια της παράλληλης σύνδεσης δύο αντιστάσεων. Από τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών σε ερωτήματα που τέθηκαν στην ερευνητική εργασία, προκύπτει ότι αυτοί/-ές δίνουν λανθασμένη ερμηνεία στην έκφραση «η ίδια» όταν λέμε «η διαφορά δυναμικού στα άκρα δύο παράλληλων αντιστάσεων είναι η ίδια». Για αρκετούς/-ές μαθητές/-τριες η έκφραση αυτή σημαίνει ότι η τάση παραμένει η ίδια ακόμα και αν γίνει κάποια αλλαγή στο κύκλωμα.

Στα περισσότερα σχολικά εγχειρίδια το κεφάλαιο που ασχολείται με την παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων ακολουθεί μετά από το κεφάλαιο που αναφέρεται στη σύνδεση σε σειρά. Αυτό συμβαίνει γιατί θεωρείται ότι οι υπολογισμοί για την εύρεση της ισοδύναμης αντίστασης στα παράλληλα κυκλώματα είναι μία πιο δύσκολη διαδικασία και επιπλέον γιατί οι μαθητές δυσκολεύονται περισσότερο να συνδέσουν παράλληλα κυκλώματα από ότι να συνδέσουν κυκλώματα σε σειρά. Από την άλλη όμως μεριά η πλειονότητα των κυκλωμάτων που οι μαθητές/-τριες έρχονται σε επαφή στην καθημερινότητά τους καθώς και οι ηλεκτρικές συσκευές που έχουμε στο σπίτι μας είναι απλά παράλληλα κυκλώματα στα οποία κάθε φορτίο (αντίσταση) συνδέεται απ' ευθείας στην πηγή τάσης. Βάσει λοιπόν της ευρείας χρήσης αυτών των κυκλωμάτων είναι

χρήσιμο οι μαθητές/-τριες να μαθαίνουν τους κανόνες που ισχύουν για αυτά τα κυκλώματα. Ένα απλό παράλληλο κύκλωμα μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν ένα πλήθος από ένθετα κυκλώματα με ένα στοιχείο τα οποία μοιράζονται την ίδια πηγή τάσης (και ίσως κάποιους αγωγούς). Αυτός ο τρόπος αντιμετώπισης των παράλληλων κυκλωμάτων (πολλά κυκλώματα με ένα στοιχείο) μπορεί να είναι πιο εύκολος για τους μαθητές από κυκλώματα με πολλές αντιστάσεις παράλληλα. Επίσης θα μπορούσαν να διδαχθούν τα παράλληλα κυκλώματα χωρίς να είναι απαραίτητο οι μαθητές/-τριες να χρησιμοποιήσουν τη δύσκολη σχέση υπολογισμού της ισοδύναμης αντίστασης.

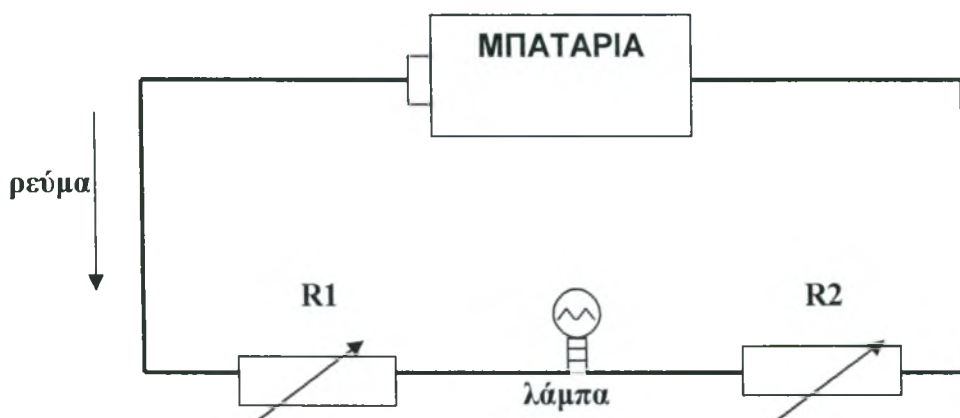


Σχήμα 2.10: Δύο μοντέλα για τα παράλληλα κυκλώματα που οδηγούν σε δύο μεθόδους αντιμετώπισης προβλημάτων και ασκήσεων με παράλληλες συνδέσεις.

Τα ευρήματα της έρευνας των Millar et al. (1993) πάνω στα παραπάνω ζήτημα τους οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι η τα απλά παράλληλα κυκλώματα μπορεί να είναι πιο εύκολο να διδαχθούν από τα κυκλώματα σε σειρά. Πρέπει όμως να δοθεί μεγάλη έμφαση στην τάση στα άκρα το στοιχείων που είναι συνδεδεμένα παράλληλα και στον τρόπο μέτρησης αυτής με βολτόμετρα.

- Η ένταση τους ρεύματος σε απλά κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα

Ο Shipstone (1988) έδωσε σε μαθητές/-τριες το παρακάτω κύκλωμα και τους ζήτησε να προβλέψουν τι θα γίνει σε σχέση με τη φωτεινότητα της λάμπας αν αλλάξει η τιμή της $R1$ ή η τιμή της $R2$ αντίστασης.



Σχήμα 2.11: Η φωτεινότητα της λάμπας σε σχέση με την τιμή των αντιστάσεων $R1$ και $R2$.

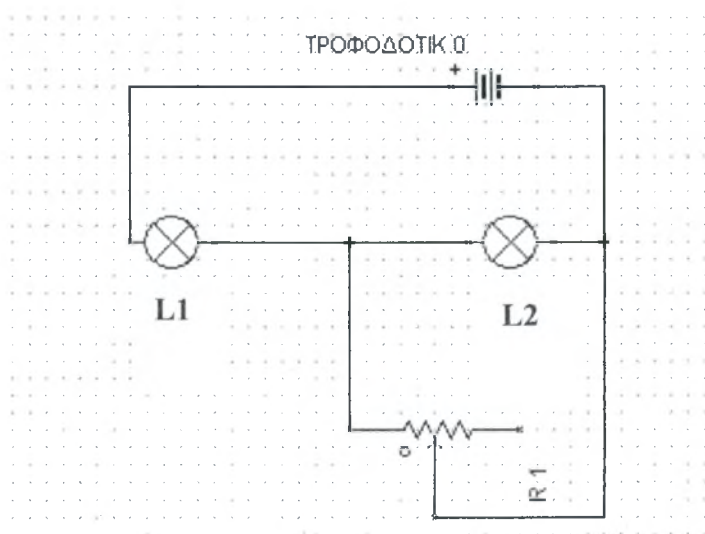
Πολλοί/-ές μαθητές/-τριες κατανοούν ότι αν αυξήσουμε ή μειώσουμε την τιμή της $R1$ αντίστασης η φωτεινότητα της λάμπας θα μειωθεί και θα αυξηθεί αντίστοιχα. Πιστεύουν όμως ότι η αύξηση ή η μείωση της αντίστασης $R2$ δεν θα επηρεάσει τη φωτεινότητα της λάμπας, επειδή η $R2$ είναι συνδεδεμένη στο κύκλωμα μετά τη λάμπα. Πιστεύουν δηλαδή όπως έχει ήδη αναφερθεί ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση στα στοιχεία του κυκλώματος που βρίσκονται μετά από το σημείο αλλαγής. Το 1984 ο Shipstone σε μια έρευνα που πραγματοποίησε ονόμασε αυτό το μοντέλο ως το «μοντέλο της διαδοχής» επειδή ουσιαστικά οι μαθητές/-τριες πιστεύουν ότι καθώς το ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα οι διάφορες αλλαγές συμβαίνουν διαδοχικά και σύμφωνα με την κατεύθυνση ροής του ρεύματος. Πιστεύουν δηλαδή ότι η θέση ενός εξαρτήματος σε ένα κύκλωμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία του.

Αυτή η παρανόηση, η οποία αντιπροσωπεύει μία θεμελιώδη παρανόηση για τον τρόπο λειτουργίας των κυκλωμάτων, έχει μεγάλη σημασία αφενός επειδή συναντάται πολύ συχνά (ιδιαίτερα στις μεσαίες τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης) αφετέρου

επειδή εξακολουθεί να εμφανίζεται ακόμα και μετά από τέσσερα χρόνια διδασκαλίας πάνω σε ηλεκτρικά κυκλώματα.

Είναι λοιπόν βασικό σε κάποια στιγμή να δοθεί στους μαθητές και στις μαθήτριες, ίσως και με κάποιο οπτικό βοήθημα, μία εξήγηση για το πώς το ρεύμα από τη μπαταρία προσαρμόζεται σε μία πιο μικρή τιμή όταν αυξάνεται η αντίσταση του κυκλώματος και πώς η αλλαγές σε ένα σημείο του κυκλώματος επηρεάζουν όλο το κύκλωμα και προς τις δύο κατευθύνσεις.

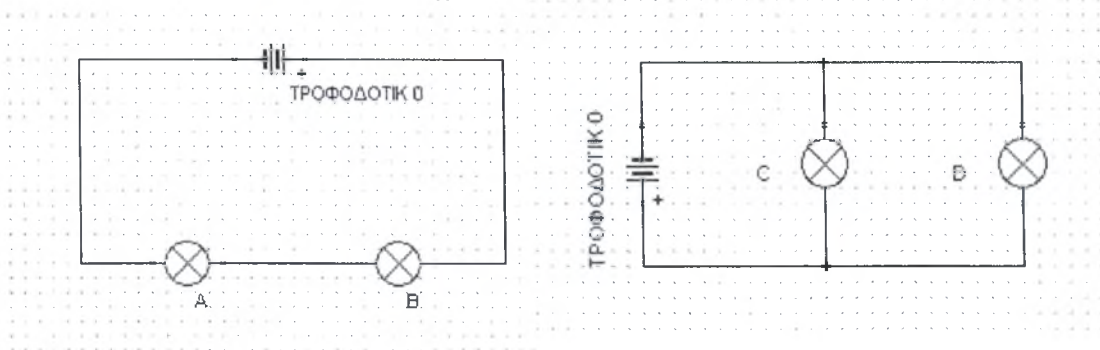
Στην ίδια ερευνητική εργασία του ο Shipstone (1984) μελετώντας τις ιδέες των μαθητών και των μαθητριών για το ρεύμα στα παράλληλα κυκλώματα τους έδωσε το παρακάτω κύκλωμα και τους/τις έκανε ερωτήσεις πάνω στην φωτεινότητα των δύο λαμπτήρων L1 και L2 σε σχέση με την τιμή της μεταβλητής αντίστασης. Τους/τις ζητούσε επίσης να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Για να λυθεί το πρόβλημα πρέπει ο μαθητής ή η μαθήτρια να είναι ακριβής και να υπολογίσει την επίδραση όλων των στοιχείων του προβλήματος. Λίγου/-ες όμως μαθητές/-τριες το κάνουν αυτό. Η επιστημονική λύση για αυτό το πρόβλημα είναι ότι αν η αντίσταση R1 αυξηθεί τότε περισσότερο ρεύμα θα περάσει από την L2 λάμπα (εφόσον το ρεύμα διαλέγει πάντοτε τον πιο εύκολο δρόμο) και έτσι θα αυξηθεί η φωτεινότητά της. Όμως ταυτόχρονα η αύξηση της R1 αυξάνει την ισοδύναμη αντίσταση όλου του κυκλώματος με αποτέλεσμα το ρεύμα που διαρρέει την L1 λάμπα να μειωθεί και να μειωθεί επίσης και η φωτεινότητά της.



Σχήμα 2.12: Η φωτεινότητα των δύο λαμπτήρων σε σχέση με την τιμή της αντίστασης R1.

Αν εφαρμοστεί όμως στο κύκλωμα το μοντέλο της διαδοχής τότε σύμφωνα με αυτό η φωτεινότητα της L2 δεν αλλάζει, εφόσον το ρεύμα που τη διαρρέει έχει ήδη μοιραστεί προς τη λάμπα και την R αντίσταση πριν από το σημείο αλλαγής. Το συμπέρασμα αυτό απέχει πολύ από το ορθά τεκμηριωμένο επιστημονικό μοντέλο.

Αντίστοιχη παρανόηση σε σχέση με τη φορά ροής του ρεύματος και τη σειρά που είναι συνδεδεμένα τα στοιχεία σε ένα κύκλωμα είναι αυτή που περιγράφουν οι McDermott και Shaffer (1992) σε σχετική ερευνητική εργασία. Στους μαθητές και στις μαθήτριες δόθηκαν τα παρακάτω κυκλώματα με δύο λαμπτήρες σε σειρά και δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα αντίστοιχα.



Σχήμα 2.13: Η φωτεινότητα των δύο λαμπτήρων McDermott και Shaffer (1992).

Ορισμένοι/-ες μαθητές/-τριες θεωρούσαν ότι η λάμπες A, C και D θα έχουν την ίδια φωτεινότητα γιατί το ρεύμα τις διαρρέει ελεύθερα χωρίς να έχει να περάσει πρώτα από άλλη λάμπα, ενώ η λάμπα B θα είναι λιγότερο φωτεινή γιατί το ρεύμα θα συναντήσει μία αντίσταση διαρρέοντας την λάμπα A πρώτα. Κατά βάση οι μαθητές/-τριες θεωρούν ότι το ρεύμα εξαντλείται σταδιακά ενώ διαρρέει τα στοιχεία ενός κυκλώματος. Η λάμπα A είναι πιο φωτεινή γιατί χρησιμοποιεί πρώτα το ρεύμα από τη μπαταρία και η B είναι λιγότερο φωτεινή γιατί τη διαρρέει αυτό το ρεύμα που απομένει. Μία λύση για να αντιμετωπιστεί η παραπάνω παρανόηση, η οποία έχει ερευνηθεί ότι είναι πολύ ισχυρή, είναι να επισημάνουμε ότι το ρεύμα είναι το ίδιο σε όλα τα σημεία του κυκλώματος όταν έχουμε σύνδεση σε σειρά. Παρόλα αυτά σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά δυσκολεύονται να κάνουν την αναγκαία στοχαστική αφαίρεση όταν αντιμετωπίζουν ερωτήσεις που αφορούν σε ποιοτικά στοιχεία του κυκλώματος και όχι σε ποσοτικούς αλγεβρικούς υπολογισμούς.

- **Η ισοδύναμη αντίσταση σε απλά κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα**

Πολλές μελέτες έχουν δείξει ότι οι μαθητές/-τριες αντιμετωπίζουν πολλές δυσκολίες σε σχέση με την έννοια της αντίστασης σε απλά κυκλώματα. Οι μαθητές/-τριες δυσκολεύονται να κατανοήσουν την έννοια της αντίστασης για διάφορους ανεξάρτητους μεταξύ τους ή συναφείς λόγους (Liegeois & Mullet, 2002)

Πολλοί/-ές μαθητές/-τριες αντιμετωπίζουν την αντίσταση σαν ένα «εμπόδιο» στη ροή του ρεύματος και όχι σαν ένα εξάρτημα που είναι καταναλωτής (παθητικό στοιχείο). Αυτή η περιγραφή είναι αποτελεσματική για τη σύνδεση αντιστάσεων σε σειρά στην οποία η ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος αυξάνει με την προσθήκη περισσότερων αντιστάσεων (εμποδίων), αλλά δεν είναι αποτελεσματική για την παράλληλη σύνδεση. Αποτελεί λοιπόν έκπληξη για τους/τις μαθητές/-τριες το γεγονός ότι η ισοδύναμη αντίσταση μειώνεται ανάλογα με όσες περισσότερες αντιστάσεις (εμπόδια) συνδέονται παράλληλα (Cohen et al., 1982).

Επιπλέον σύμφωνα με τους McDermott και Shaffer (1992) οι μαθητές/-τριες συχνά εστιάζουν στον αριθμό των αντιστάσεων-λαμπτήρων που συνδεούνται και όχι στον τρόπο που συνδέονται σε ένα κύκλωμα. Υποστηρίζουν δηλαδή ότι αν δύο πανομοιότυποι λαμπτήρες είναι συνδεδεμένοι σε ένα κύκλωμα με μια μπαταρία, το αποτέλεσμα είναι το ίδιο ανεξάρτητα από το αν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά ή παράλληλα. Κατά αυτό τον τρόπο δεν συνυπολογίζουν την επίδραση της ισοδύναμης αντίστασης στο κύκλωμα που είναι διαφορετική για τους δύο τύπους κυκλωμάτων.

Οι μαθητές/-τριες που κάνουν το παραπάνω λάθος συχνά δυσκολεύονται επίσης στο να κάνουν τη διάκριση μεταξύ ισοδύναμης αντίστασης και της αντίστασης ενός στοιχείου του κυκλώματος. Οι μαθητές/τριες που εστιάζουν στον αριθμό των στοιχείων που απαρτίζουν ένα κύκλωμα και δεν λαμβάνουν υπόψη τους τον τρόπο σύνδεσης των στοιχείων αυτών θεωρούν ότι η αύξηση των στοιχείων (αντιστάσεων) σε ένα κύκλωμα σημαίνει ότι θα αυξηθεί και η ισοδύναμη αντίσταση. Αυτό οδηγεί, από τη μία μεριά, στο να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αλγεβρική σχέση για τον υπολογισμό της ισοδύναμης αντίστασης στα παράλληλα κυκλώματα αλλά να μη μπορούν από την άλλη να κατανοήσουν ότι η ισοδύναμη αντίσταση σε αντιστάσεις που είναι σε παράλληλη σύνδεση μειώνεται με τη σύνδεση επιπλέον αντιστάσεων.

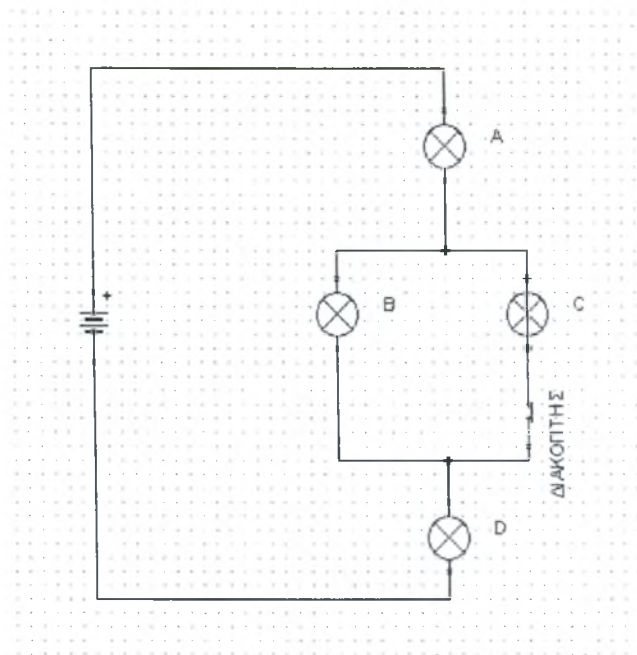
Επιπλέον οι McDermott και Shaffer (1992) διαπίστωσαν ότι σε πολλές περιπτώσεις τα παιδιά, αν και είχαν λύσει πολλά πιο πολύπλοκα προβλήματα (νόμος του Ωμ, κανόνες Kirchhoff), δεν χρησιμοποιούσαν την ισοδύναμη αντίσταση με ένα χρήσιμο αφαιρετικό στοχασμό με τον οποίον θα μπορούσαν να υπολογίσουν το ολικό ρεύμα ή τη διαφορά δυναμικού σε ένα κλάδο, έναν βρόχο ή ένα κύκλωμα, αλλά πίστευαν ότι η ισοδύναμη αντίσταση ήταν μία ιδιότητα ενός λαμπτήρα που υπάρχει μέσα στο κύκλωμα.

- **Γενικές δυσκολίες και παρανοήσεις σε απλά κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα.**

Σύμφωνα με τον Shipstone (1984) στις περισσότερες περιπτώσεις διδασκαλίας ηλεκτρικών κυκλωμάτων ο ή η εκπαιδευτικός προχωρά πολύ γρήγορα από την σε σειρά σύνδεση κυκλωμάτων στα παράλληλα κυκλώματα εισάγοντας έτσι άλλον έναν τρόπο σύνδεσης. Οι μαθητές/-τριες σε αυτό το σύντομο χρονικό διάστημα δεν έχουν δώσει την απαραίτητη προσοχή στα κυκλώματα με συνδεδεμένα στοιχεία σε σειρά. Το πόσο χρόνος πρέπει να αφιερωθεί σε κάθε τρόπο σύνδεσης είναι ένα θέμα που πρέπει να ερευνηθεί. Αυτό που όμως είναι σίγουρο σύμφωνα με τον Hartel (1982) είναι ότι πρέπει να αντιμετωπίζουμε ένα κύκλωμα ως ένα ολοκληρωμένο σύστημα. Επίσης τα παιδιά δύσκολα θα μπορέσουν να κάνουν την γενίκευση από τα απλά κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα σε σειρά, στα πιο σύνθετα κυκλώματα που έχουν παράλληλους κλάδους. Οπότε θα πρέπει από τη διδασκαλία των απλών κυκλωμάτων να συνηθίσουν να αντιμετωπίζουν τα κυκλώματα ως ολοκληρωμένα αλληλεπιδραστικά συστήματα και όχι ως απλά. Πολλές φορές επίσης ο τρόπος που ο ή η εκπαιδευτικός περιγράφει το τι συμβαίνει σε ένα κύκλωμα, αναφέροντας τι κάνει το ρεύμα σταδιακά ενώ διαρρέει κάθε στοιχείο του κυκλώματος, ενισχύει το μοντέλο της διαδοχής. Αυτό που θα πρέπει να γίνεται σε αυτή την περίπτωση είναι συχνές συζητήσεις με τους μαθητές και τις μαθήτριες σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις που γίνονται μεταξύ των στοιχείων σε όλο το κύκλωμα.

Συχνά οι μαθητές/-τριες σύμφωνα με τους McDermott και Shaffer (1992) δυσκολεύονται να διακρίνουν μεταξύ παράλληλα συνδεδεμένων κλάδων στα άκρα μίας μπαταρίας και συνδεδεμένων παράλληλων κλάδων σε άλλο σημείο του κυκλώματος. Συγκεκριμένα σε μία γραπτή εξέταση ζήτησαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες

προβλέψουν πως το άνοιγμα του διακόπτη στο παρακάτω κύκλωμα θα επηρέαζε την φωτεινότητα του λαμπτήρα Β.

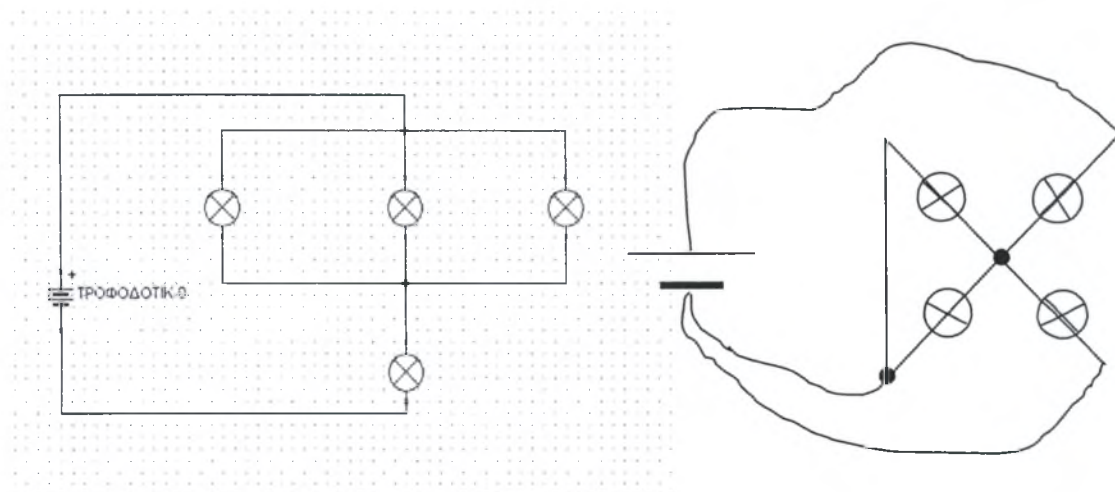


Σχήμα 2.14: Παράλληλοι κλάδοι που δεν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα της μπαταρίας (McDermott και Shaffer, 1992).

Η επιστημονική άποψη είναι ότι επειδή η διαφορά δυναμικού στα άκρα του θα αυξηθεί η φωτεινότητα του θα αυξηθεί και αυτή. Πολλοί/-ες όμως μαθητές/-τριες υποστήριξαν ότι η φωτεινότητά του θα παρέμενε ίδια εφόσον ο λαμπτήρας ήταν κομμάτι παράλληλης σύνδεσης στοιχείων. Οι μαθητές/-τριες σε αυτή την περίπτωση δεν μπόρεσαν να αναγνωρίσουν τις συνθήκες υπό τις οποίες οι παράλληλοι κλάδοι είναι ανεξάρτητοι ο ένας από τον άλλο. Ανεξάρτητοι είναι μόνο όταν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα μίας μπαταρίας. Όταν οι παράλληλοι κλάδοι ενός κυκλώματος δεν συνδέονται απ' ευθείας στα άκρα της μπαταρίας μία αλλαγή στον ένα κλάδο επιφέρει αλλαγές και στον άλλο. Η αντιμετώπιση αυτής της παρανόησης και η απόκτηση της ικανότητας να διαχωρίζουν τα παιδιά αυτά τα δύο είδη σύνδεσης των παράλληλων κλάδων είναι σημαντική ιδιαίτερα στην περίπτωση της εισαγωγής των πραγματικών μπαταριών αντί των ιδανικών. Μία πραγματική μπαταρία συμβολίζεται με μία ιδανική μπαταρία σε σειρά με μία αντίσταση (εσωτερική αντίσταση της πηγής). Στο κύκλωμα

του σχήματος 3.5 μπορούμε να πούμε ουσιαστικά ότι ο λαμπτήρας Α είναι η εσωτερική αντίσταση της πηγής.

Οι McDermott και Shaffer (1992) επιπλέον αναφέρουν στην ερευνητική τους εργασία ότι για να βρει κάποιος/-α την ισοδύναμη αντίσταση ενός κυκλώματος θα πρέπει να αναγνωρίζει την σε σειρά και παράλληλη σύνδεση σε διάφορους συνδυασμούς σε ένα κύκλωμα. Οι μαθητές/-τριες μπορούν συνήθως να αναγνωρίσουν τον τρόπο σύνδεσης όταν έχουμε δύο στοιχεία, αλλά όταν το κύκλωμα αποτελείται από περισσότερα στοιχεία δυσκολεύονται πολύ. Για παράδειγμα όταν μία αντίσταση είναι σε σειρά με δύο άλλες που αυτές είναι παράλληλα συνδεδεμένες, τότε τα παιδιά συχνά υποστηρίζουν ότι η πρώτη αντίσταση είναι σε σειρά με μία από τις δύο που είναι παράλληλα συνδεδεμένες. Πολλοί/-ές μαθητές/-τριες επίσης δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τις παράλληλες και τις σε σειρά συνδέσεις σε τέσσερις ή πέντε λαμπτήρες – αντιστάσεις όταν δεν ακολουθείται ο συμβατικός τρόπος σχεδίασης κυκλωμάτων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται δύο διαφορετικοί τρόποι σχεδίασης του ίδιου κυκλώματος με τον δεύτερο τρόπο να δυσκολεύει τους μαθητές και τις μαθήτριες.



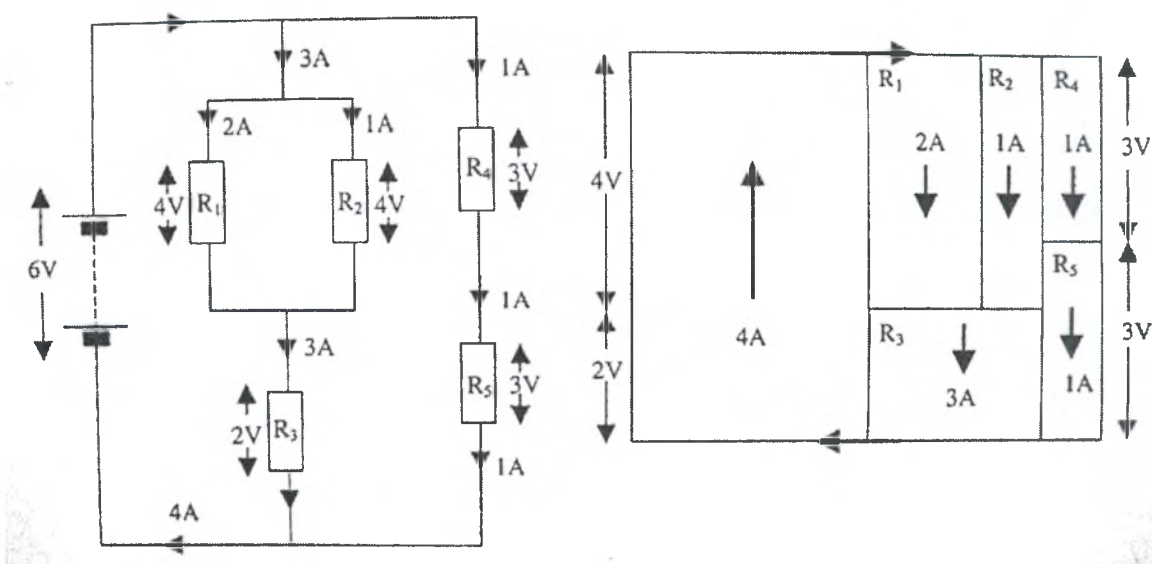
Σχήμα 2.15: Δύο τρόποι σχεδίασης του ίδιου κυκλώματος.

Σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές/-τριες δεν καταφέρνουν να απομονώσουν τα βασικά χαρακτηριστικά μίας παράλληλης ή σε σειρά σύνδεσης στοιχείων σε ένα κύκλωμα και έτσι αποτυγχάνουν στο να αναγνωρίσουν αυτές τις συνδέσεις σε ένα πιο πολύπλοκα σχεδιασμένο κύκλωμα. Η σε σειρά σύνδεση πολλές φορές οδηγεί τα παιδιά στο να σκεφτούν ότι τα στοιχεία βρίσκονται σε σειρά το ένα μετά από το άλλο αντί να

ανατρέξουν στον συγκεκριμένο τρόπο σύνδεσης και η παράλληλη σύνδεση τα κάνει να σκεφτούν τη γεωμετρική και όχι την ηλεκτρική απεικόνιση.

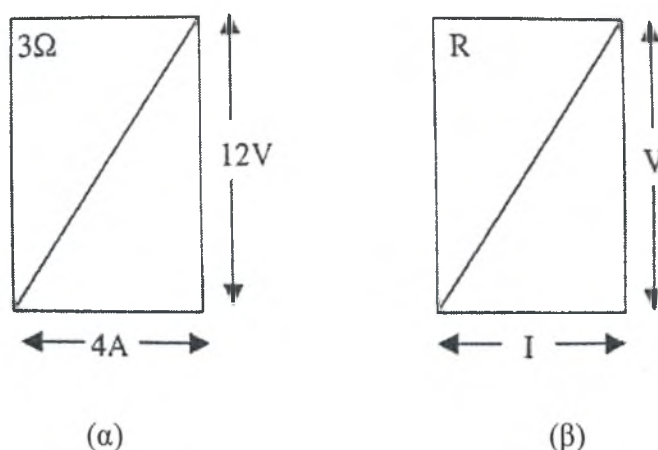
Για την αντιμετώπιση πολλών παρανοήσεων αλλά και δυσκολιών στην αναπαράσταση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων οι Shipstone και Cheng (2003) προτείνουν στην εργασία τους έναν νέο τρόπο παρουσίασης των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, που είναι τα AVOW διαγράμματα. Αυτά μπορούν να δείξουν πώς το ρεύμα, η τάση, η αντίσταση και η ισχύς μοιράζονται σε ένα κύκλωμα. Τα διαγράμματα αυτά απεικονίζουν με ευκρίνεια και ακρίβεια τις ηλεκτρικές ιδιότητες των κυκλωμάτων στο συνεχές ρεύμα και έχουν αναπτυχθεί για να βοηθήσουν στη μάθηση και στην κατανόηση του ηλεκτρισμού και στην επίλυση προβλημάτων με ηλεκτρικά κυκλώματα. Τα διαγράμματα επίσης βοηθούν τους/τις μαθητές/-τριες στο να εστιάσουν την προσοχή τους στο κύκλωμα ως ένα σύνολο. Εξαιτίας αυτής της δυνατότητας είναι αναμενόμενο η χρήση τους να βοηθήσει στην αντιμετώπιση της τοπικής λογικής για τα κυκλώματα, να υποστηρίξει τη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων και να συμβάλλει στην ανάπτυξη επιστημονικά αποδεκτών μοντέλων στα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Το ορθογώνιο διάγραμμα το οποίο είναι ένα απλοποιημένο AVOW διάγραμμα απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα και αναπαριστά το τι συμβαίνει μέσα στο κύκλωμα (δεν το αντικαθιστά). Το αριστερό μέρος του διαγράμματος αναπαριστά την μπαταρία και το δεξί μέρος το φορτίο.



Σχήμα 2.16: Ορθογώνιο διάγραμμα (β) αναπαράστασης κυκλώματος με αντιστάσεις σε σειρά και παράλληλα (α).

Προσθέτοντας διαγώνιους στα ορθογώνια όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα φτάνουμε στα AVOW διαγράμματα. Η κλίση της διαγωνίου είναι η διαφορά δυναμικού στα άκρα του στοιχείου δια του ρεύματος που το διαρρέει οπότε σύμφωνα με τον νόμο του Ωμ αντιπροσωπεύει την αντίσταση του κλάδου.



Σχήμα 2.17: Αναπαριστώντας αντίσταση με AVOW διάγραμμα

Αντί λοιπόν να χρησιμοποιείται στη διδασκαλία κυκλωμάτων ένα ενδιάμεσο επίπεδο αφαίρεσης, τα ορθογώνια και τα AVOW διαγράμματα απευθείας δημιουργούν ένα ενιαίο σύνολο από αναπαραστάσεις κυκλωμάτων και νόμων που διέπουν την λειτουργία τους. Επιπλέον τα διαγράμματα εισάγονται όχι μόνο ως βοηθήματα για τη διδασκαλία και τη μάθηση, αλλά και για να προμηθεύσουν τους/τις μαθητές/-τριες με επιπλέον στρατηγικές επίλυσης προβλήματος για μελλοντική χρήση.

Αυτό που θα πρέπει τέλος να ερευνηθεί σε μεγαλύτερη έκταση όπως αναφέρουν οι Psillos, Koumaras και Vallasiades (1987) είναι η σειρά με την οποία πρέπει να εισάγονται οι διάφορες έννοιες και οι διάφοροι τρόποι σύνδεσης των απλών κυκλωμάτων στο συνεχές ρεύμα.

Ο Licht το 1991 παρουσίασε μία ερευνητική εργασία που αναφέρονταν στις παρανοήσεις και στις δυσκολίες στις βασικές έννοιες του ηλεκτρισμού και στα ηλεκτρικά κυκλώματα στην οποία ακολούθησε μία ολιστική προσέγγιση. Μερικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εργασία του είναι ότι οι μαθητές/-τριες δεν κάνουν περιστασιακά λάθη, αλλά ακολουθούν μοτίβα από διαισθητικές ιδέες και τρόπους ερμηνείας οι οποίοι μπορούν να αντιμετωπιστούν μόνο μέσω μίας διορθωτικής μαθησιακής διαδικασίας. Οι παρανοήσεις αυτές μπορούν να χαρακτηριστούν με

μεγαλύτερη ακρίβεια ως προς το ποιες είναι στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση διότι οι μαθητές/-τριες σε αυτές τις τάξεις χρησιμοποιούν αυτές τις παρανοήσεις με μεγαλύτερη συνέπεια στην επίλυση προβλημάτων από ότι οι μαθητές/-τριες των χαμηλότερων βαθμίδων. Με το να είναι σε θέση να έχουν οι μαθητές/-τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μία πιο συγκεκριμένη άποψη για το πώς λειτουργούν και εκδηλώνονται διάφορα φαινόμενα τους/τις κάνει πιο ανοιχτούς/-ες σε εννοιολογικές συγκρούσεις και επιδείξεις που σκοπό έχουν να αποκαλύψουν την απόσταση μεταξύ των δικών τους ιδεών και προσδοκιών και της επιστημονικής άποψης για ένα φαινόμενο. Ο Lawson (1988) επιπλέον βασισμένος στην ερευνητική του εργασία συμπέρανε ότι οι μαθητές/-τριες που μπορούν να χρησιμοποιούν μία υποθετικό-παραγωγική συλλογιστική διαδικασία έχουν λιγότερες παρανοήσεις διότι αυτός ο συλλογισμός είναι απαραίτητος για να ξεπεραστούν οι παρανοήσεις. Οι μαθητές/-τριες που μπορεί να χρησιμοποιούν έναν λανθασμένο τρόπο ερμηνείας για ένα φαινόμενο (μία παρανόηση), αλλά τον χρησιμοποιούν με συνέπεια σε διαφορετικά πλαίσια και καταστάσεις, έχουν ήδη αναπτύξει τη λογική, ώστε αν κάποιος τους/τις παρουσιάσει την επιστημονική εκδοχή, να την αποδεχτούν. Γι το λόγο αυτό μία εναλλακτική ιδέα που χρησιμοποιείται με συνέπεια θεωρείται ως το ενδιάμεσο βήμα προς την επιστημονική ιδέα.

Αυτό που είναι υπό αμφισβήτηση είναι το κατά πόσο αυτές οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών μπορούν να διορθωθούν μέσα στο γενικό πλαίσιο μίας τάξης με μαθητές/-τριες που διαφέρουν ως προς το πόσο προσκολλημένοι/-ες είναι σε διάφορους τύπους παρανοήσεων. Ένας τρόπος για να αντιμετωπιστούν αυτές οι παρανοήσεις είναι με δραστηριότητες που θα περιλαμβάνουν εκτεταμένες συζητήσεις σε μικρές ομάδες, διδασκαλία βοηθούμενη από υπολογιστή και επιδείξεις στην πράξη.

3. ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Γενικός σκοπός της έρευνας

Ο γενικός σκοπός αυτής της έρευνας ήταν να ερευνηθούν οι παρανοήσεις – εναλλακτικές ιδέες των παιδιών σε βασικές έννοιες και κυκλώματα στον ηλεκτρισμό στην ειδικότητα των Ηλεκτρολόγων των Επαγγελματικών Λυκείων (ΕΠΑ.Λ.). Σκοπός επίσης ήταν να ερευνηθεί το πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των ΤΠΕ για την αντιμετώπιση των παρανοήσεων στο πλαίσιο ενός εποικοδομητικού και συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL).

➤ Ειδικότεροι στόχοι

Οι επιμέρους στόχοι ήταν οι μαθητές, μετά την πραγματοποίηση της έρευνας, να είναι ικανοί:

- Να αναγνωρίζουν από ποια στοιχεία αποτελείται ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και έναν λαμπτήρα και τότε αυτό είναι κλειστό.
- Να κατανοήσουν τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και να αναγνωρίζουν τα βασικά εξαρτήματα, είτε αυτά απεικονίζονται όπως είναι στην πραγματικότητα είτε με τα σχεδιαστικά τους σύμβολα.
- Να δίνουν τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και να σχεδιάζουν τη συμβατική φορά του ρεύματος σε ένα κύκλωμα.
- Να αναφέρουν ότι όταν συνδέουμε αντιστάσεις σε σειρά αυτές διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση σε όλα τα στοιχεία του.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της πηγής στις αντιστάσεις.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις παράλληλα δεν επηρεάζει τη τάση στα άκρα της κάθε αντίστασης.

- Να μετρούν με τη βοήθεια του Tina PRO την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.
- Να δίνουν μία ολιστική ερμηνεία σε σχέση με το ρεύμα, την αντίσταση και τη φωτεινότητα των λαμπτήρων όταν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και όταν είναι παράλληλα.

Για όλες τις δραστηριότητες επίσης στόχος ήταν να αναπτύξουν οι μαθητές δεξιότητες στην επικοινωνία και συνεργασία με τα άλλα άτομα.

3.2 ΔΕΙΓΜΑ

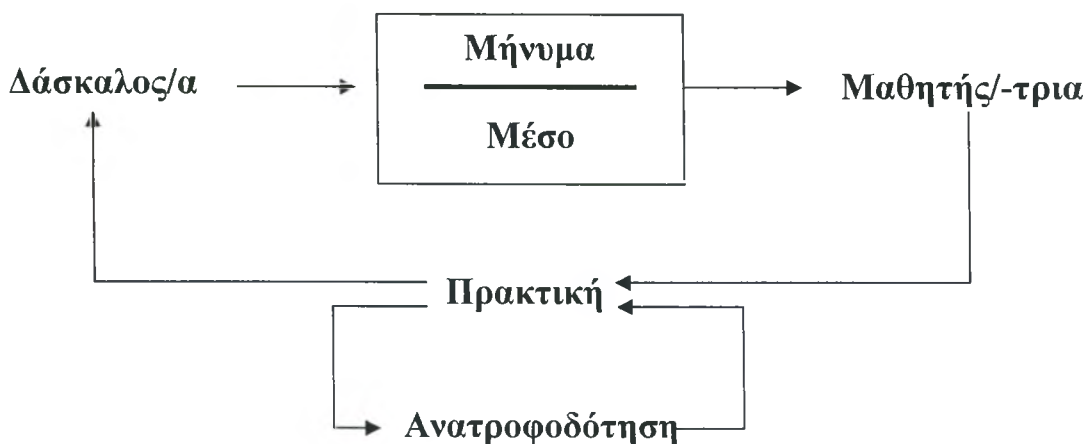
Το δείγμα μας αποτέλεσαν 16 μαθητές (αγόρια) της Β΄ Τάξης του 1ου ΕΠΑ.Λ. Καρδίτσας της Δ/σης Δ.Ε. Καρδίτσας. Οι μαθητές αυτής της τάξης είχαν μελετήσει σε θεωρητικά και εργαστηριακά μαθήματα διάφορα απλά κυκλώματα (Νόμος του Ωμ, παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων, σε σειρά σύνδεση αντιστάσεων κ.α.) στο συνεχές ρεύμα.

Επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένες ενότητες για την έρευνα, αφενός γιατί οι μαθητές είχαν ήδη ένα σώμα γνώσεων, αφετέρου γιατί αυτές οι ενότητες ασχολούνται με βασικές έννοιες και κυκλώματα στον Ηλεκτρισμό στα οποία, όπως αναφέρεται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, οι μαθητές/-τριες εμφανίζουν τις περισσότερες παρανοήσεις.

Οι μαθητές είχαν ήδη αρκετές γνώσεις στη χρήση των Η/Υ (είχαν διδαχθεί το μάθημα των Εφαρμογών Η/Υ σε πολλές τάξεις του σχολείου), οπότε οι περισσότεροι χειρίζονται τους Η/Υ με ευκολία. Μπορούσαν να γράψουν και να μορφοποιήσουν ένα κείμενο, να κάνουν βασικούς υπολογισμούς με χρήση λογιστικού φύλλου ή με τη βοήθεια της αριθμομηχανής και μπορούσαν να πλοηγηθούν στο διαδίκτυο με σχετική ευκολία. Οι περισσότεροι όμως δεν διέθεταν υπολογιστή στο σπίτι τους.

Οι μαθητές ήταν όμως αρκετά εξοικειωμένοι με την εργασία σε ομάδες. Στα εργαστηριακά μαθήματα εργάζονταν σε ομάδες των τριών ατόμων για να ολοκληρώσουν την εργασία τους. Το μοντέλο διδασκαλίας που είχε ακολουθηθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή από τους διδάσκοντες καθηγητές έμοιαζε πολύ με το μοντέλο του Διδακτικού Σχεδιασμού (Boyle, 1997, Jonassen & Land, 2000) το οποίο είναι ένα συμπεριφοριστικό μοντέλο διδασκαλίας με διαρκή καθοδήγηση των παιδιών από τους διδάσκοντες καθηγητές και τις διδάσκουσες καθηγήτριες. Η διδασκαλία κάθε ενότητας, όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, ακολουθούσε αρχικά το στάδιο της μετάδοσης

του μηνύματος, δηλαδή ο καθηγητής/-τρια έκανε μία μετάδοση των πληροφοριών στις οποίες έπρεπε να έχει πρόσβαση ο μαθητής για να περάσει στο επόμενο στάδιο το οποίο ήταν η πρακτική εξάσκηση. Η πρακτική εξάσκηση εποπτεύονταν καθηγητές, ώστε να υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση σχετική με την επίδοση και τις πιθανές διορθώσεις που έπρεπε να κάνουν τα παιδιά όταν εργάζονταν στις ομάδες τους. Η ύλη κάθε ενότητας χωρίζονταν σε βαθμίδες και κάθε βαθμίδα διδάσκονταν σταδιακά με τον παραπάνω τρόπο.



Σχήμα 3.1: Συμπεριφορικού τύπου διδασκαλία – Μοντέλο Διδακτικού Σχεδιασμού

Τα βασικά σημεία τα οποία ερευνά η παρούσα εργασία σε σχέση είναι αν θα συνεισφέρουν θετικά στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που παρουσιάζουν οι μαθητές στην κατανόηση βασικών εννοιών και κυκλωμάτων στον ηλεκτρισμό, αφενός η αλλαγή του μοντέλου διδασκαλίας (από συμπεριφορικό) σε ομαδοσυνεργατικό και εποικοδομητικό και αφετέρου η νέα προσέγγιση σε σχέση με τη χρήση των λογισμικών στο πλαίσιο ενός συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL), Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning), με Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου το Moodle.

Αυτό που επίσης ερευνάται είναι αν η χρήση διαφόρων τρόπων απεικόνισης των ηλεκτρικών εξαρτημάτων, οργάνων και κυκλωμάτων καθώς και η προσομοίωσή τους μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που συναντούν οι μαθητές στη διαφοροποίηση των εννοιών στον ηλεκτρισμό, στις διάφορες συμβολικές αναπαραστάσεις και στη μετάβαση σε διαφορετικά επίπεδα αφαίρεσης.

3.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η σχεδίαση και υλοποίηση της ερευνητικής διαδικασίας έγινε σύμφωνα με το μοντέλο ΔΕΣΤΕ το οποίο περιλαμβάνει τα παρακάτω πέντε στάδια (Σολομωνίδου, 2006).

1. Διερεύνηση των αρχικών ιδεών των μαθητών

Η ανασκόπηση και η μελέτη της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι πολλοί/-ες μαθητές/-τριες της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης έχουν πολλές παρανοήσεις σε απλά κυκλώματα και σε βασικές έννοιες στον ηλεκτρισμό.

Πριν την υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στο σχολείο το οποίο είχε επιλεγεί για να πραγματοποιηθεί η διδακτική παρέμβαση. Ύστερα από συζήτηση με τους/τις καθηγητές/-τριες και τον Τομεάρχη του Ηλεκτρολογικού Τομέα της ειδικότητας των Ηλεκτρολόγων του σχολείου επιλέχθηκε βάσει του πλήθους των μαθητών, το τμήμα (το οποίο ήταν και το μεγαλύτερο) που θα αποτελούσε το δείγμα της ερευνητικής διαδικασίας. Επίσης ακολούθησε καταγραφή των ενοτήτων του Αναλυτικού Προγράμματος του μαθήματος Ηλεκτροτεχνία Ι (θεωρία και εργαστήριο) που είχαν πραγματοποιηθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή και συζητήθηκαν με τους/τις διδάσκοντες/ουσες καθηγητές/-τριες τα προβλήματα και οι δυσκολίες που αντιμετώπιζαν τα παιδιά. Στη συνέχεια ακολούθησε γνωριμία με τους μαθητές και συζήτηση πάνω στις ενότητες που είχαν διδαχθεί μέχρι εκείνη τη στιγμή, το πώς αντιμετωπίζουν τις νέες τεχνολογίες και τις προτιμήσεις που είχαν σε σχέση με τα εργαστηριακά και αντίστοιχα θεωρητικά μαθήματα.

Διαπιστώθηκε λοιπόν από τη συζήτηση με τους/τις διδάσκοντες/-ουσες καθηγητές/-τριες και μαθητές καθώς και από στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την παρατήρηση στην τάξη ότι οι μαθητές (16 αγόρια) κατά τη διδασκαλία προηγούμενων ενοτήτων είχαν πολλές από τις παρανοήσεις που έχουν ήδη αναφερθεί στον ηλεκτρισμό

Η Driver (1993) υποστηρίζει ότι υπάρχουν τέσσερα βασικά εννοιολογικά μοντέλα: το μονοπολικό μοντέλο, το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος, το μεριστικό μοντέλο. Από τα παραπάνω μοντέλα αυτά που είχαν παρατηρηθεί από τους/τις διδάσκοντες/-ουσες καθηγητές/-τριες να χρησιμοποιούν κυρίως οι μαθητές αυτής της τάξης ήταν το μονοπολικό μοντέλο και το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος.

Τα παιδιά στην ηλικία του Δημοτικού, αλλά και συχνά στη Δευτεροβάθμια εκπαίδευση, όπως αναφέρει ο Κόκκοτας (2002), πιστεύουν ότι σε ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει μία μπαταρία η οποία λειτουργεί ως πηγή και έναν καταναλωτή που είναι π.χ. ένας λαμπτήρας, η μπαταρία αποθηκεύει ρεύμα, ηλεκτρισμό, ενέργεια, ισχύ. Οι μαθητές με τον όρο ηλεκτρισμός εννοούσαν αδιακρίτως ένα από τα παραπάνω χωρίς να μπορούν να ξεχωρίσουν πολλές φορές τις έννοιες μεταξύ τους. Η διαφορά δυναμικού επιπλέον θεωρούνταν ως το αποτέλεσμα του ηλεκτρικού ρεύματος και όχι το αίτιο παραγωγής του και δεν αντιλαμβάνονταν ότι το κύκλωμα είναι ένα δυναμικό σύστημα αλληλοεξαρτώμενων στοιχείων, όπου μία αλλαγή σε ένα στοιχείο μπορεί να φέρει αλλαγή σε άλλα στοιχεία του κυκλώματος.

Οι δυσκολίες που παρουσίαζαν οι μαθητές αυτής της τάξης στην κατανόηση του ηλεκτρισμού, όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, έχουν μελετηθεί από διάφορους ερευνητές (Lochhead & Fredette, 1980, Osborne, 1983, Shipstone, 1984 & 1988, Summers, Kruger & Mant, 1998, κ.α.).

Επιλέχθηκαν επίσης με τη βοήθεια των εκπαιδευτικών και του Διευθυντή του σχολείου, βάσει του ωρολογίου προγράμματος, οι ώρες και οι ημέρες που θα μπορούσαν να διατεθούν για την πραγματοποίηση της ερευνητικής διαδικασίας.

ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ (PRE TEST)

Μετά από εκτίμηση των στοιχείων που είχαν συγκεντρωθεί από τη πρώτη επίσκεψη στο σχολείο, το επίπεδο των μαθητών, των ενοτήτων που αυτοί είχαν διδαχθεί και των δυσκολιών που αντιμετώπιζαν συντάχθηκε αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test), που σκοπό είχε να ανιχνεύσει τις προϋπάρχουσες γνώσεις και ιδέες τους. Αυτό διανεμήθηκε στους μαθητές δύο μέρες μετά την πρώτη γνωριμία και τρεις εβδομάδες πριν την διδασκαλία της διδακτικής ενότητας. Ζητήθηκε από τους μαθητές να το συμπληρώσουν σε συγκεκριμένο χρόνο (δύο διδακτικών ωρών). Το αρχικό ερωτηματολόγιο είχε τις παρακάτω ερωτήσεις:

1^η ΕΡΩΤΗΣΗ

α) Από ποια στοιχεία αποτελείται το κύκλωμα ενός πορτατίφ;



β) Παρακαλείσαι να σχεδιάσεις το κύκλωμα του πορτατίφ και τα στοιχεία του όσο πιο ρεαλιστικά μπορείς.

γ) Πώς κυκλοφορεί το ρεύμα όταν το πορτατίφ τίθεται σε λειτουργία (ανάβει); Δείξε – σχεδίασε στο προηγούμενο σχήμα τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

δ) Όταν το πορτατίφ δεν είναι αναμμένο πού νομίζεις ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα; Βάλε ένα (x) στο/α αντίστοιχο/α τετράγωνο/α.

- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> | • στο λαμπτήρα; |
| <input type="checkbox"/> | • στους αγωγούς σύνδεσης; |
| <input type="checkbox"/> | • στην πρίζα του τοίχου; |
| <input type="checkbox"/> | • στον τοίχο; |
| <input type="checkbox"/> | • αλλού (πού;) |
| <input type="checkbox"/> | • πουθενά; |

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Σκοπός της ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αρχικά αν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν και να καταγράψουν τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (ενός πορτατίφ), και στη συνέχεια αν τα συνδέουν σωστά και αν σχεδιάζουν τη φορά του ρεύματος στο κύκλωμα. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο β και γ υποερώτημα θα προέκυπτε αν αυτοί χρησιμοποιούσαν κάποιο από τα τέσσερα εννοιολογικά μοντέλα (μονοπολικό, των συγκρουόμενων ρευμάτων, της εξασθένισης του ρεύματος, μεριστικό μοντέλο) για τη ροή του ρεύματος και για τη λειτουργία ενός απλού κυκλώματος. Το υποερώτημα δ σκοπό είχε να διαπιστώσει αν οι μαθητές μπορούσαν να αναγνωρίσουν πότε έχουμε ανοιχτό κύκλωμα και τι συμβαίνει με το ρεύμα σε αυτή την περίπτωση.

2η ΕΡΩΤΗΣΗ

- α) Από ποια στοιχεία αποτελείται το κύκλωμα ενός φακού;
- β) Παρακαλείσαι να σχεδιάσεις το κύκλωμα του φακού και τα στοιχεία του όσο πιο ρεαλιστικά μπορείς.
- γ) Όταν φακός τίθεται σε λειτουργία (ανάβει) πώς κυκλοφορεί το ρεύμα; Δείξε – σχεδίασε στο προηγούμενο σχήμα τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.
- δ) Όταν ο φακός δεν είναι αναμμένος πού νομίζεις ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα; Βάλε ένα (x) στο/α αντίστοιχο/α τετράγωνο/α.



- στο λαμπτήρα;
- στους αγωγούς σύνδεσης;
- στη μπαταρία;
- αλλού (πού;)
- πουθενά;

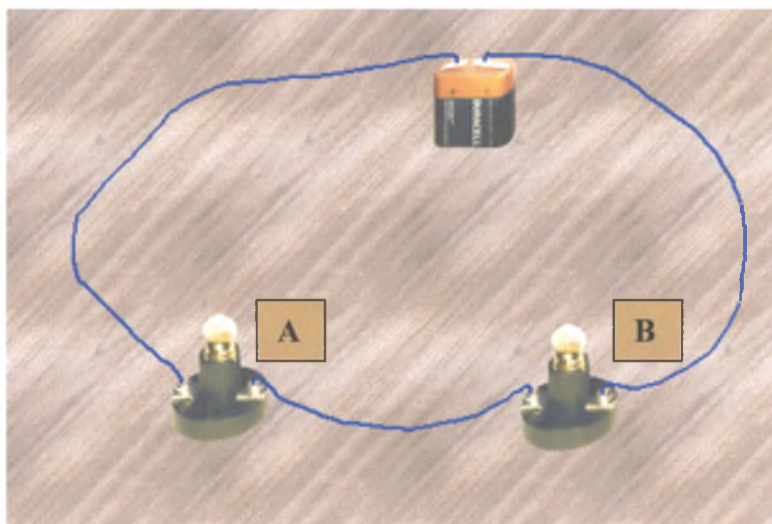
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Σκοπός της ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αρχικά αν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν και να καταγράψουν τα βασικά εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα (ενός φακού, με μία μπαταρία, έναν λαμπτήρα και δύο ανωνύμους). Στη συνέχεια αν τα συνδέουν σωστά και αν σχεδιάζουν τη φορά του ρεύματος στο κύκλωμα. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο β και γ υποερώτημα θα προέκυπτε επίσης αν αυτοί χρησιμοποιούσαν κάποιο από τα τέσσερα εννοιολογικά μοντέλα (μονοπολικό, των συγκρουόμενων ρευμάτων, της εξασθένισης του ρεύματος, μεριστικό μοντέλο) για τη ροή του ρεύματος και για τη λειτουργία ενός απλού κυκλώματος. Το υποερώτημα δ σκοπό είχε να διαπιστώσει αν οι μαθητές μπορούσαν να αναγνωρίσουν πότε έχουμε ανοιχτό κύκλωμα και τι συμβαίνει με το ρεύμα σε αυτή την

περίπτωση. Σκοπός επίσης της ερώτησης αυτής ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν και να κάνουν τη σύνδεση, ότι είναι το ίδιο κύκλωμα με αυτό της προηγούμενης ερώτησης. Δηλαδή αν μπορούν, αν τους δοθεί ένα διαφορετικό πλαίσιο και τρόπος απεικόνισης, να αναγνωρίσουν τα κοινά χαρακτηριστικά.

3η ΕΡΩΤΗΣΗ

α) Τι θα συμβεί κατά τη γνώμη σου στο λαμπτήρα Α αν ξεβιδώσουμε το λαμπτήρα Β;

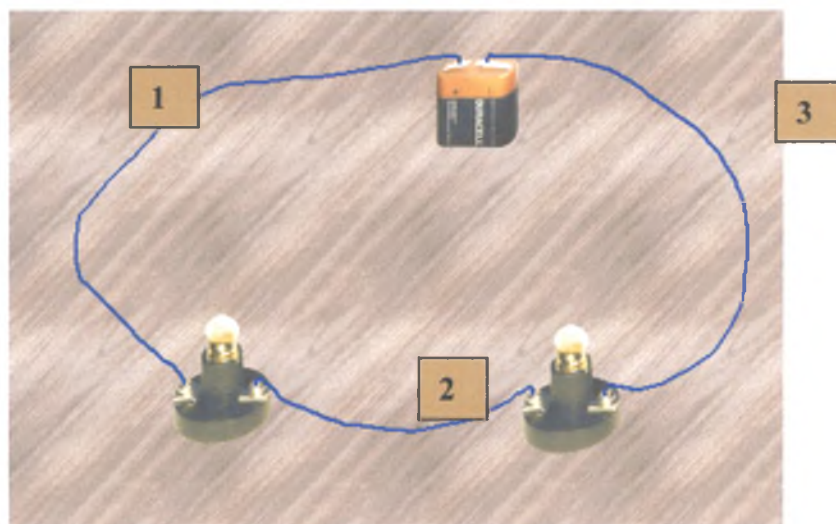


Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

β) Στο προηγούμενο κύκλωμα το ρεύμα που περνάει μέσα από το λαμπτήρα Α είναι 0,6 Α. Το ρεύμα που θα περάσει από λαμπτήρα Β θα είναι λιγότερο, περισσότερο ή ίσο με 0,6 Α;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

γ)



Στο παραπάνω κύκλωμα το ρεύμα που περνάει μέσα από τον αγωγό 1 είναι 0,6 A. Το ρεύμα που θα περάσει από τους αγωγούς 2 και 3 θα είναι λιγότερο, περισσότερο ή ίσο με 0,6 A;

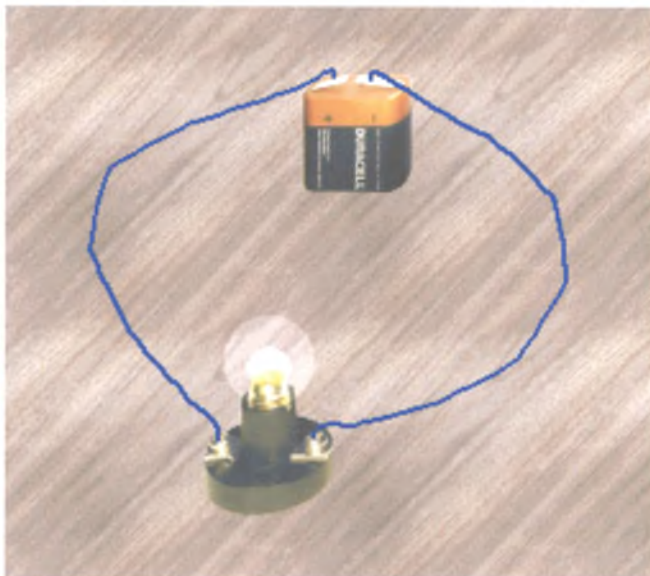
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Σκοπός της ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αρχικά αν οι μαθητές πιστεύουν ότι καθώς το ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα οι διάφορες αλλαγές συμβαίνουν διαδογικά και σύμφωνα με την κατεύθυνση ροής του ρεύματος. Αν πιστεύουν δηλαδή ότι η θέση ενός εξασθένιστος σε ένα κύκλωμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία του σύμφωνα με το «μοντέλο της διαδοχής». Στο πρώτο λοιπόν ερώτημα που αφαιρούμε το δεύτερο λαμπτήρα από το κύκλωμα με δύο λαμπτήρες σε σειρά, ερευνάται αν πιστεύουν ότι ο πρώτος θα εξακολουθεί να είναι αναμμένος επειδή βρίσκεται πριν από τον λαμπτήρα που αφαιρέσαμε. Επιπλέον σκοπός αυτού του ερωτήματος ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές μπορούν να αναγνωρίσουν πότε έχουμε κλειστό κύκλωμα και ροή ηλεκτρικού ρεύματος.

Στα επόμενα δύο ερωτήματα προσπαθούμε να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές χρησιμοποιούν το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος για να ερμηνεύσουν τη λειτουργία του ίδιου κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε σειρά. Ερευνάται αν πιστεύουν ότι το ρεύμα που κυκλοφορεί στο κύκλωμα είτε μέσα στους αγωγούς, είτε στους λαμπτήρες αλλάζει τιμή. Δηλαδή αν το ρεύμα φεύγει από τον έναν ακροδέκτη της μπαταρίας, κάποιο μέρος του καταναλώνεται στον πρώτο λαμπτήρα, κάποιο επιπλέον μέρος του καταναλώνεται στο δεύτερο λαμπτήρα και πίσω στον άλλο ακροδέκτη της μπαταρίας επιστρέφει λιγότερο ρεύμα.

4η ΕΡΩΤΗΣΗ

Ο λαμπτήρας είναι συνδεδεμένος με τη μπαταρία και είναι αναμμένος. Λιάβασε την παρακάτω πρόταση και βάλε (x) στο αντίστοιχο τετράγωνο.



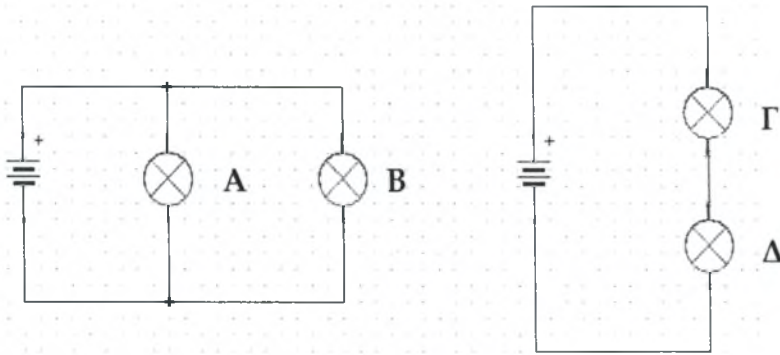
Όλο το ρεύμα που πηγαίνει από τη μπαταρία προς το λαμπτήρα επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στη μπαταρία.

ΣΩΣΤΟ ΛΑΘΟΣ ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΩ

Σκοπός και αυτής ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές χρησιμοποιούν το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος σε διαφορετικές συνθήκες, για να ερμηνεύσουν δηλαδή τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος που αποτελείται από έναν λαμπτήρα και μία μπαταρία.

5η ΕΡΩΤΗΣΗ

Στο παρακάτω κυκλώματα όλες οι μπαταρίες και οι λαμπτήρες έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Παρακαλείσαι να βάλεις σε σειρά τους λαμπτήρες ξεκινώντας από αυτόν που θα έχει τη μεγαλύτερη φωτεινότητα.

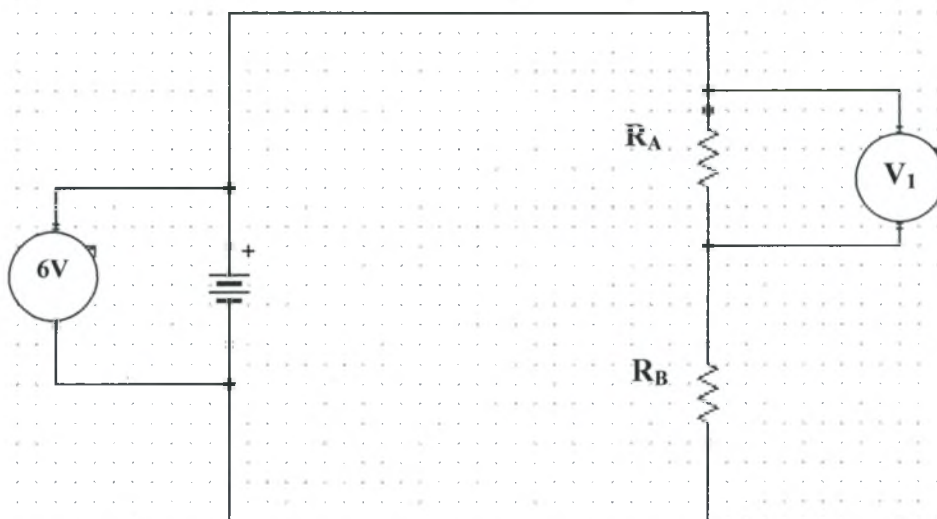


Σκοπός και αυτής ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές χρησιμοποιούν το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος. Ερευνάται λοιπόν αν οι μαθητές θεωρούν ότι η λάμπες A και Γ θα έχουν την ίδια φωτεινότητα γιατί το ρεύμα τις διαρρέει ελεύθερα χωρίς να έχει να περάσει πρώτα από άλλη λάμπα ενώ οι λάμπες B και Δ θα είναι λιγότερο φωτεινές γιατί το ρεύμα θα συναντήσει μία αντίσταση διαρρέοντας την λάμπα A ή τη λάμπα Γ αντίστοιχα πρώτα. Δηλαδή αν θεωρούν ότι το ρεύμα εξαντλείται σταδιακά ενώ διαρρέει τα στοιχεία ενός κυκλώματος.

6η ΕΡΩΤΗΣΗ

Ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις πιστεύεις ότι περιγράφει την ένδειξη του βολτομέτρου V_1 σε κάθε περίπτωση;

Βάλε ένα (x) στο αντίστοιχο τετράγωνο.



α) αν $R_A = R_B$ τότε:

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.

Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.

Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

β) αν $R_A > R_B$ τότε:

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.

Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.

Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.

Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

γ) αν $R_A < R_B$ τότε:

- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

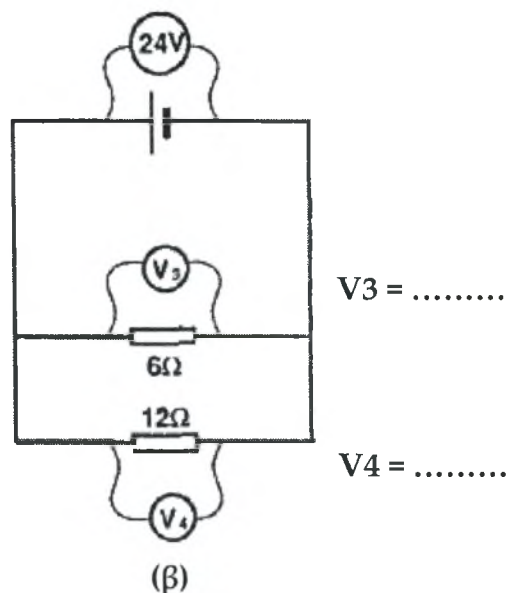
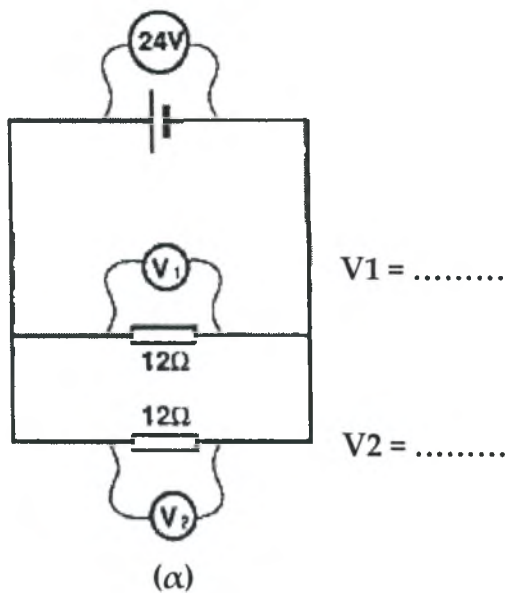
Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Σκοπός και αυτής ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές σε κυκλώματα που αποτελούνται από δύο αντιστάσεις σε σειρά (διαίρετες τάσης) αναγνωρίζουν ότι ισχύει:

- «ο κανόνας της πρόσθεσης», σύμφωνα με τον οποίο το άθροισμα των τάσεων που μετράται στα άκρα κάθε μίας από τις δύο αντιστάσεις σε σειρά ισούται με τη τάση της μπαταρίας,
- «ο κανόνας των λόγων», σύμφωνα με το οποίο η μεγαλύτερη τιμή τάσης θα μετρηθεί στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης και αντίστροφα και
- ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της μπαταρίας στις δύο αντιστάσεις.

7η ΕΡΩΤΗΣΗ

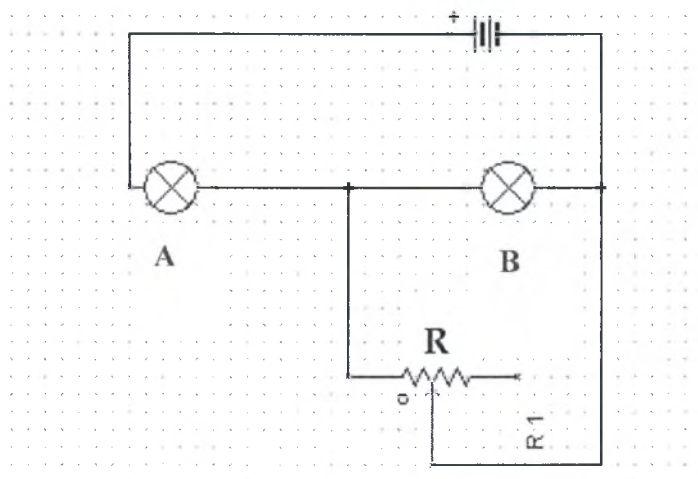
Παρατήρησε προσεκτικά τα παρακάτω κυκλώματα. Όλα τα όργανα μέτρησης που έχουν συνδεθεί στα κυκλώματα είναι βολτόμετρα. Χωρίς να κάνεις κάποιο υπολογισμό γράψε δίπλα από κάθε κύκλωμα ποια νομίζεις ότι είναι η ένδειξη του κάθε βολτομέτρου.



Σκοπός και αυτής ερώτησης αυτή ήταν να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές σε κυκλώματα που αποτελούνται από δύο αντιστάσεις αναγνωρίζουν την έννοια της παράλληλης σύνδεσης δύο αντιστάσεων και ότι η τάση στα άκρα δύο παράλληλων αντιστάσεων είναι η ίδια και ίση με τη τάση της πηγής ανεξάρτητα από την τιμή των δύο αντιστάσεων.

8η ΕΡΩΤΗΣΗ

Παρατήρησε προσεκτικά το παρακάτω κύκλωμα. Τί νομίζεις ότι θα συμβεί στη φωτεινότητα των λαμπτήρων A και B αν αυξηθεί η μεταβλητή αντίσταση R;



Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

Σκοπός και αυτής ερώτησης αυτή ήταν να μελετήσουμε τις ιδέες των μαθητών για το ρεύμα στα παράλληλα κυκλώματα. Στο παραπάνω κύκλωμα ο μαθητής πρέπει να υπολογίσει την επίδραση όλων των στοιχείων του προβλήματος. Προσπαθούμε να διαπιστώσουμε αν οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν ότι αν η αντίσταση R αυξηθεί, τότε περισσότερο ρεύμα θα περάσει από την λάμπα B (εφόσον το ρεύμα διαλέγει πάντοτε τον πιο εύκολο δρόμο) και έτσι θα αυξηθεί η φωτεινότητά της και ότι παράλληλα η αύξηση της R θα αυξήσει την ισοδύναμη αντίσταση όλου του κυκλώματος, με αποτέλεσμα το ρεύμα που διαρρέει την λάμπα A να μειωθεί και να μειωθεί επίσης και η φωτεινότητά της.

2. «Επινόηση» και διαμόρφωση του περιεχομένου

Το επόμενο στάδιο ήταν η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού, του κατάλληλου ιστοτόπου και της κατάλληλης εφαρμογής της Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning) για τους μαθητές αυτής της τάξης. Έπρεπε επίσης να επιλεγεί το σύστημα διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου (LCMS) και οι δραστηριότητες που θα περιλάμβανε το φύλλο εργασίας.

Ο τρόπος με τον οποίο επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το σύστημα της ΣΜΜ είχε σχέση με δύο βασικές παραμέτρους οι οποίες έπρεπε να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης. Η πρώτη αφορούσε το γεγονός ότι ενώ ήταν επιθυμητή η διευκόλυνση και οι δυνατότητες που προσέφερε ένα on line περιβάλλον μάθησης, θέλαμε την ίδια στιγμή να μη θυσιάσουμε την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ανθρώπινη επαφή που είχαν συνηθίσει οι μαθητές σε μία τάξη με την πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγιση. Η μέθοδος της ΣΜΜ χρησιμοποιήθηκε για να επιφέρει μία ισορροπία μεταξύ των δυνατοτήτων μάθησης με τη χρήση των νέων τεχνολογιών και των εμπειριών ανθρώπινης επαφής και αλληλεπίδρασης. Ο συνδυασμός των μεθόδων (blending) έγινε στο επίπεδο της δραστηριότητας. Σε κάθε δραστηριότητα της διδακτικής παρέμβασης είχαμε ταυτόχρονα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο

προσέγγισης και στοιχεία ενός περιβάλλοντος μάθησης υποβοηθούμενου από υπολογιστή (Computer Mediated).

Ως δεύτερη παράμετρος έπρεπε να ληφθεί υπόψη ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν υπολογιστή και σύνδεση στο διαδίκτυο στο σπίτι τους. Δεν υπήρχε έτσι άλλος δυνατός τρόπος προσέγγισης (σύστημα αποκλειστικά υποβοηθούμενο από υπολογιστή - Computer Mediated ή εξ' αποστάσεως μάθησης - Distance Learning) από τη ΣΜΜ.

Το Moodle ως Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να χρησιμοποιήσουν ένα ενεργό περιβάλλον μάθησης, γεμάτο με διαφορετικές δυνατότητες αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε μαθητή – μαθητή και μαθητή – καθηγητή.

Αναζητήθηκαν επίσης λογισμικά και περιβάλλοντα που να εξασφαλίζουν προσομοιώσεις αυθεντικών καταστάσεων καθώς και πολλαπλές αναπαραστάσεις της σύνθετης πραγματικότητας (μικροσκοπικό επίπεδο των σωματιδίων – συμβολικό επίπεδο).

Διαμορφώθηκαν επίσης και οι επιμέρους στόχοι για κάθε μία δραστηριότητα:

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^Η

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί:

- Να αναγνωρίζουν από ποια στοιχεία αποτελείται ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και έναν λαμπτήρα και πότε αυτό είναι κλειστό.
- Να κατανοήσουν τη λειτουργία του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και να αναγνωρίζουν τα βασικά εξαρτήματα, είτε αυτά απεικονίζονται όπως είναι στην πραγματικότητα είτε με τα σχεδιαστικά τους σύμβολα.
- Να αναγνωρίζουν με τη βοήθεια εκπαιδευτικής εφαρμογής (java applet) και της οπτικής απεικόνισης που αυτή προσφέρει το ηλεκτρικό ρεύμα ως προσανατολισμένη κίνηση φορτίων.
- Να δίνουν τον ορισμό της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος και να σχεδιάζουν τη συμβατική φορά του ρεύματος σε ένα κύκλωμα.

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^H

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί να:

- Να μετρούν με τη βοήθεια κατάλληλων ΤΠΕ την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά.
- Να αναφέρουν ότι όταν συνδέουμε αντιστάσεις σε σειρά αυτές διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση σε όλα τα στοιχεία του.
- Να αναγνωρίζουν ότι το ρεύμα από τη μπαταρία προσαρμόζεται σε μία πιο μικρή τιμή όταν αυξάνεται η ολική αντίσταση ενός κυκλώματος με αντιστάσεις σε σειρά.

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^H

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί να:

- Να μετρούν με τη βοήθεια κατάλληλων ΤΠΕ την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της πηγής στις αντιστάσεις.
- Να αναφέρουν ότι το άθροισμα των τάσεων που μετρείται στα άκρα κάθε μίας από τις δύο αντιστάσεις σε σειρά ισούται με τη τάση της πηγής.
- Να προβλέπουν ότι σε κύκλωμα με αντιστάσεις σε σειρά η μεγαλύτερη τιμή τάσης θα μετρηθεί στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης και αντίστροφα.

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4^H

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί να:

- Να μετρούν με τη βοήθεια κατάλληλων ΤΠΕ την τάση στα άκρα κάθε αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις συνδεδεμένες παράλληλα.

- Να αναφέρουν ότι η τάσεις στα άκρα δύο παράλληλων αντιστάσεων είναι ίσες μεταξύ τους καθώς και με τη τάση της πηγής.
- Να αναγνωρίζουν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης σε κύκλωμα με αντιστάσεις παράλληλα δεν επηρεάζει τη τάση στα άκρα της κάθε αντίστασης.

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5^H

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί να:

- Να μετρούν με τη βοήθεια κατάλληλων ΤΠΕ την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.
- Να αναγνωρίζουν ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση σε όλα τα στοιχεία του.
- Να αναφέρουν ότι το άθροισμα των ρευμάτων των παράλληλων κλάδων σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων είναι ίσο με το ολικό ρεύμα της πηγής.
- Να προβλέπουν ότι σε κύκλωμα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων η μεγαλύτερη τιμή ρεύματος θα μετρηθεί στη μικρότερη αντίσταση.

- ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6^H

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές θα είναι ικανοί να:

- Να κατασκευάζουν με τη βοήθεια μιας εκπαιδευτικής εφαρμογής (java applet) κυκλώματα με λαμπτήρες σε σειρά και παράλληλα.
- Να συγκρίνουν τις φωτεινότητες των λαμπτήρων όταν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και όταν είναι παράλληλα
- Να μετρούν με τη βοήθεια μίας εκπαιδευτικής εφαρμογής (java applet) το ρεύμα που περνάει από όλα τα στοιχεία ενός κυκλώματος με δύο λαμπτήρες σε σειρά και αντίστοιχου κυκλώματος με δύο λαμπτήρες παράλληλα, να συγκρίνουν τις μετρήσεις και να εντοπίζουν τις διαφορές στα δύο κυκλώματα.
- Να μετρούν με τη βοήθεια κατάλληλων ΤΠΕ την αντίσταση ενός λαμπτήρα, την ολική αντίσταση δύο λαμπτήρων σε σειρά και δύο λαμπτήρων παράλληλα, να συγκρίνουν τις μετρήσεις και να εντοπίζουν τις διαφορές.

- Να δίνουν μία ολιστική ερμηνεία σε σχέση με το ρεύμα, την αντίσταση και τη φωτεινότητα των λαμπτήρων όταν είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και όταν είναι παράλληλα.

3. Σχεδίαση εποικοδομητικών καταστάσεων και διαδικασιών μάθησης

Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το 1^ο και το 2^ο στάδιο του μοντέλου ΔΕΣΤΕ βοήθησαν στην τελική διαμόρφωση των έξι δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης.

Η 1η Δραστηριότητα του 1ου Φύλλου Εργασίας η οποία βρίσκεται στην πλατφόρμα του Moodle, πραγματοποιείται με τη βοήθεια της εφαρμογής (java applet) (από την ηλεκτρονική διεύθυνση <http://phet.colorado.edu/>). Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα απλό κύκλωμα (ενός ηλεκτρικού φακού), να παρατηρήσουν τη λειτουργία του και στη συνέχεια να απαντήσουν σε διάφορες ερωτήσεις σχετικές με το κύκλωμα. Οι μαθητές συμπληρώνουν και αποθηκεύουν τις απαντήσεις τους σε αυτή αλλά και σε όλες τις άλλες δραστηριότητες στο Moodle.

Η 1η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση με απλά κυκλώματα (τα οποία αποτελούνται από μία μπαταρία, αγωγούς για τη σύνδεση των στοιχείων και μία λυχνία), την έννοια της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος και την έννοια του κλειστού κυκλώματος. Με το κύκλωμα που τους ζητείται να κατασκευάσουν, γίνεται προσπάθεια να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα του μονοπολικού μοντέλου. Δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να παρατηρήσουν ότι ο λαμπτήρας, η πηγή αλλά και τα υπόλοιπα εξαρτήματα έχουν τουλάχιστον δύο σημεία σύνδεσης, που είναι απαραίτητο να συνδεθούν για να έχουμε ένα κλειστό κύκλωμα.

Η 2η Δραστηριότητα του 1ου Φύλλου Εργασίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια της java εφαρμογής. Στο Α΄ Μέρος ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με τρεις λαμπτήρες σε σειρά και μία μπαταρία. Στη συνέχεια ζητείται να συνδέσουν ένα αμπερόμετρο σε 3 διαφορετικές θέσεις και να μετρήσουν το ρεύμα που περνάει από κάθε αντίσταση. Οι μαθητές συμπληρώνουν και αποθηκεύουν τις απαντήσεις τους σε Πίνακα στο Moodle και στη συνέχεια απαντούν σε διάφορες ερωτήσεις σχετικές με το κύκλωμα. Στο Β΄ Μέρος ζητείται από τους μαθητές να

κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις και έναν λαμπτήρα σε σειρά, μία μπαταρία και ένα αμπερόμετρο. Στη συνέχεια ζητείται να αυξήσουν τη μία αντίσταση και να παρατηρήσουν τις αλλαγές που πραγματοποιούνται στο κύκλωμα σε σχέση με τη τιμή του ρεύματος και τη φωτεινότητα του λαμπτήρα. Οι μαθητές συμπληρώνουν και αποθηκεύουν τις απαντήσεις τους σε Πίνακα στο Moodle και στη συνέχεια απαντούν σε διάφορες ερωτήσεις σχετικές με το κύκλωμα

Η 2η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση αφενός με την ένταση του ρεύματος σε ένα κύκλωμα με ηλεκτρικά στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά και αφετέρου με αυτό που ο Shipstone (1988) ονόμασε «μοντέλο της διαδοχής». Οι μαθητές/-τριες πιστεύουν ότι καθώς το ρεύμα διαρρέει ένα κύκλωμα οι διάφορες αλλαγές συμβαίνουν διαδοχικά και σύμφωνα με την κατεύθυνση ροής του ρεύματος. Πιστεύουν δηλαδή ότι η θέση ενός εξαρτήματος σε ένα κύκλωμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη λειτουργία του και ότι οι αλλαγές σε ένα κύκλωμα έχουν επίδραση στα στοιχεία του κυκλώματος που βρίσκονται μετά από τι σημείο αλλαγής. Με τη βοήθεια της java εφαρμογής δίνεται στους μαθητές μία εξήγηση για το πώς το ρεύμα από τη μπαταρία προσαρμόζεται σε μία πιο μικρή τιμή όταν αυξάνει η αντίσταση του κυκλώματος και πώς οι αλλαγές σε ένα σημείο του κυκλώματος επηρεάζουν όλο το κύκλωμα και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Η 3η Δραστηριότητα του 1ου Φύλλου Εργασίας πραγματοποιείται με τη χρήση του λογισμικού Tina Pro. Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε σειρά, δύο βολτόμετρα (από ένα στα άκρα κάθε μίας αντίστασης) και μία πηγή. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να αλλάξουν τις τιμές των εξαρτημάτων, να πάρουν μετρήσεις από τα όργανα που έχουν χρησιμοποιήσει στο κύκλωμα, να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών, να κάνουν υπολογισμούς και να απαντήσουν σε ερωτήσεις.

Η 3η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση με ένα από τα πιο βασικά κυκλώματα, αυτό που περιλαμβάνει δύο αντιστάσεις σε σειρά. Δίνεται, μέσα από την δραστηριότητα αυτή, έμφαση στο ότι το κύκλωμα αυτό είναι ουσιαστικά διαιρέτης τάσης και δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να επαληθεύσουν, για διάφορες τιμές και συνδυασμούς αντιστάσεων, τον κανόνα της πρόσθεσης, τον κανόνα των λόγων και

το ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της μπαταρίας στις δύο αντιστάσεις.

Με την ολοκλήρωση του 1ου Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις ανακεφαλαίωσης (και αυτοαξιολόγησης) κλειστού τύπου. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα, αφού απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις, να δουν τις σωστές απαντήσεις και να διορθώσουν τα πιθανά λάθη τους. Ακολουθεί συζήτηση ανακεφαλαίωσης μέσα στην τάξη.

Η 4η Δραστηριότητα, που περιλαμβάνεται στο 2ο Φύλλου Εργασίας, πραγματοποιείται με τη χρήση του λογισμικού Tina Pro. Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση, μία πηγή και τρία βολτόμετρα (από ένα στα άκρα κάθε μίας αντίστασης και ένα στα άκρα της πηγής). Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να αλλάξουν τις τιμές των εξαρτημάτων, να πάρουν μετρήσεις από τα όργανα που έχουν χρησιμοποιήσει στο κύκλωμα, να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών και να απαντήσουν σε ερωτήσεις. Η 4η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση με την έννοια της παράλληλης σύνδεσης δύο αντιστάσεων και κυρίως με τη διαφορά δυναμικού στα άκρα κάθε αντίστασης σε ένα τέτοιο κύκλωμα.

Η 5η Δραστηριότητα, που περιλαμβάνεται στο 2ο Φύλλου Εργασίας, πραγματοποιείται με τη χρήση του λογισμικού Tina Pro. Ζητείται από τους μαθητές να κατασκευάσουν ένα κύκλωμα με μία αντίσταση και ένα ροοστάτη σε παράλληλη σύνδεση, μία πηγή και τρία αμπερόμετρα (από ένα συνδεδεμένο σε κάθε κλάδο του κυκλώματος). Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να αλλάξουν τη θέση του ροοστάτη, να πάρουν μετρήσεις από τα όργανα που έχουν χρησιμοποιήσει στο κύκλωμα, να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών, να κάνουν υπολογισμούς και να απαντήσουν σε ερωτήσεις. Η 5η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση με το ρεύμα στα παράλληλα κυκλώματα.

Η 6η Δραστηριότητα, που περιλαμβάνεται στο 2ο Φύλλου Εργασίας, πραγματοποιείται με τη βοήθεια του λογισμικού Tina Pro και με τη java εφαρμογή. Ζητείται από τους μαθητές αρχικά να κατασκευάσουν με τη java εφαρμογή δύο κυκλώματα, ένα με δύο λαμπτήρες σε σειρά και μία μπαταρία και ένα με δύο λαμπτήρες παράλληλα και μία

μπαταρία. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές να παρατηρήσουν τα δύο κυκλώματα, να πάρουν μετρήσεις με τα όργανα που διαθέτει η εφαρμογή, να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών και να απαντήσουν σε ερωτήσεις. Στη συνέχεια ζητείται να χρησιμοποιήσουν το πολύμετρο που υπάρχει στα εργαλεία του λογισμικού Tina Pro, να μετρήσουν την ισοδύναμη αντίσταση των δύο κυκλωμάτων να συμπληρώσουν έναν πίνακα τιμών και να γράψουν τα συμπεράσματά τους. Η 6η δραστηριότητα επιλέχθηκε για να αντιμετωπίσει τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές αντιλήψεις που είχαν τα παιδιά σε σχέση με τη φορά ροής του ρεύματος και τη σειρά που είναι συνδεδεμένα τα στοιχεία σε ένα κύκλωμα. Όπως αναφέρουν οι McDermott και Shaffer (1992) σε σχετική ερευνητική εργασία, κατά βάση οι μαθητές/-τριες θεωρούν ότι το ρεύμα εξαντλείται σταδιακά ενώ διαρρέει τα στοιχεία ενός κυκλώματος. Με την ολοκλήρωση του 2ου Φύλλου Εργασίας ζητείται από τους μαθητές να απαντήσουν και πάλι σε ερωτήσεις ανακεφαλαίωσης (και αυτοαξιολόγησης). Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα, αφού απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις, να δουν τις σωστές απαντήσεις και να διορθώσουν τα πιθανά λάθη που έχουν κάνει. Ακολουθεί συζήτηση ανακεφαλαίωσης μέσα στην τάξη.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ένα από τα πλέον σημαντικά αποτελέσματα των ερευνών αποτελεί η διαπίστωση ότι οι μαθητές χρησιμοποιούν εναλλακτικά μοντέλα με την βοήθεια των οποίων συλλογίζονται και προσπαθούν να κατανοήσουν ηλεκτρικά φαινόμενα και σχετικές εφαρμογές. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα εναλλακτικά μοντέλα που σχετίζονται με τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα (Shipstone, 1988). Οι μαθητές/-τριες πριν διδαχθούν στο σχολείο συνήθως πιστεύουν ότι σε κάθε κύκλωμα υπάρχει μια πηγή και ένας καταναλωτής. Ως πηγή συνήθως φαντάζονται την μπαταρία ενός κυκλώματος και ως καταναλωτή μια λάμπα. Η μπαταρία μπορεί να δίνει το ρεύμα, ενέργεια, ισχύ στο εξωτερικό κύκλωμα ενώ η λάμπα τα καταναλώνει (Shipstone, 1988, Psillos et al., 1988). Σε κάποιες δραστηριότητες η μπαταρία αντικαθίσταται από μία πηγή τάσης, όποτε οι μαθητές/-τριες μπορούν να αντιληφθούν την αντιστοιχία που υπάρχει μεταξύ μίας μπαταρίας και μίας πηγής τάσης. Σε κάποιες από τις δραστηριότητες επίσης ο λαμπτήρας αντικαθίσταται από μία αντίσταση, ώστε οι μαθητές/-τριες να οδηγηθούν επίσης στο συμπέρασμα ότι ο λαμπτήρας έχει την ίδια συμπεριφορά σε ένα κύκλωμα με μία αντίσταση, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αντιληφθούν τα διαφορετικά επίπεδα αφάιρεσης.

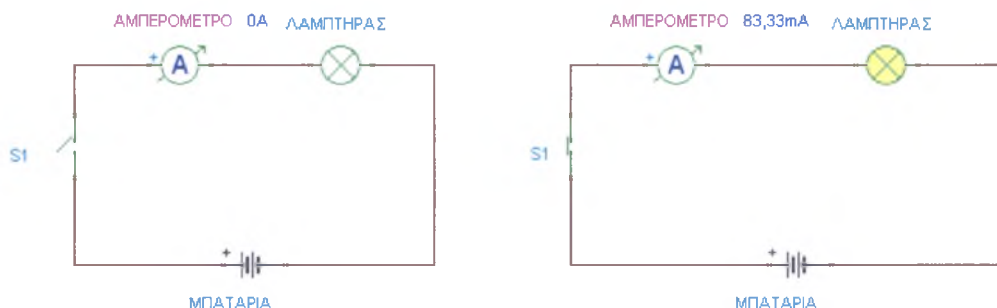
Οι πολλαπλές αναπαραστάσεις απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων που υπάρχουν σε όλες τις δραστηριότητες στο μικροσκοπικό επίπεδο των σωματιδίων και η αναπαράσταση των φαινομένων στο συμβολικό και στο πραγματικό επίπεδο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να κάνουν τις απαραίτητες διασυνδέσεις.

4. Τεχνική ανάπτυξη του περιβάλλοντος μάθησης

Για την υλοποίηση των εποικοδομητικών καταστάσεων και διαδικασιών μάθησης επιλέχθηκαν:

- **Το Λογισμικό TINA Pro**

Το λογισμικό «Tina Pro» είναι ένα από τα εμπορικά πακέτα λογισμικού που αγοράστηκε και προσαρμόστηκε για χρήση στα σχολεία της Τεχνικής Επαγγελματικής Εκπαίδευσης (ΤΕΕ) στο πλαίσιο του Έργου ΛΑΕΡΤΗΣ. Πρόκειται για ένα λογισμικό κατάλληλο για σχεδίαση, προσομοίωση και ανάλυση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων συμπεριλαμβανομένων γραμμικών, μη γραμμικών αναλογικών, ψηφιακών και μεικτών κυκλωμάτων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων μπορούν να απεικονισθούν σε κατάλληλα διαγράμματα ή ακόμη σε μια σειρά από εικονικά όργανα. Το Tina Pro έχει όλα τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες ενός σύγχρονου παραθυρικού προγράμματος όπως τη γραμμή μενού, εργαλειοθήκες, μενού συντόμευσης, επιλογές πολλών στοιχείων ταυτόχρονα κ.λπ.



Σχήμα 3.1: Το περιβάλλον εργασίας του TINA Pro.

Τέλος, το Tina Pro είναι ένα πλήρως εξελληνισμένο πακέτο και υποστηρίζεται από μεγάλο αριθμό παραδειγμάτων, πρότυπων ασκήσεων και οδηγιών χρήσης προς τους /τις καθηγητές/-τριες. Η βιβλιοθήκη του Tina Pro περιλαμβάνει πάνω από 20.000 εξαρτήματα και μοντέλα κατασκευαστών τα οποία μπορούν να τροποποιηθούν από τον μαθητή/-τρια ή από τον/την καθηγητή/-τρια. Περιλαμβάνει πλήθος από παθητικά ή ενεργητικά εξαρτήματα, πηγές, πύλες, Flip-flops, όργανα μετρήσεων και άλλα εξαρτήματα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο εικονικό εργαστήριο. Το Tina Pro παρέχει επίσης τη δυνατότητα επεξεργασίας κειμένου και εξισώσεων για τον σχολιασμό των κυκλωμάτων, των υπολογισμών, των γραφικών αποτελεσμάτων και των αποτελεσμάτων μετρήσεων.

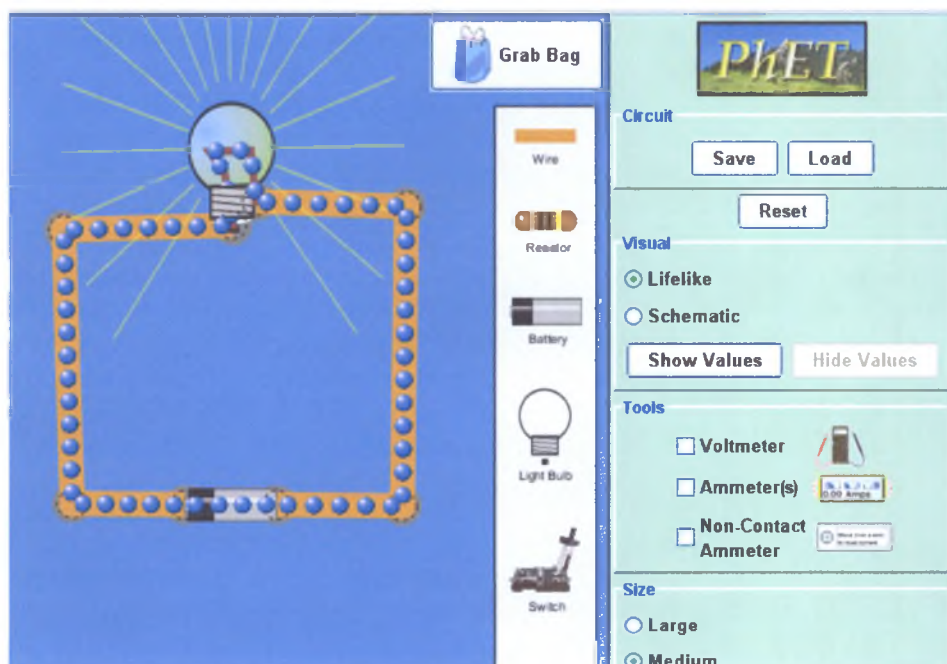
Οι μαθητές/-τριες δηλαδή μπορούν να χειριστούν διάφορες μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν ένα κύκλωμα και έχουν τη δυνατότητα να μελετήσουν τις αναπαραστάσεις των μετρήσεων που παρέχει το λογισμικό.

Για τη διδασκαλία των έξι ενοτήτων που αναφέρθηκαν χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό λογισμικό TINA Pro, το οποίο είναι εύκολο στη χρήση και στη δημιουργία κυκλωμάτων. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι τα ελληνικά οπότε δεν χρειάζονται διάφορες υποδείξεις ή μετάφραση λέξεων για να μπορούν να το

χρησιμοποιήσουν οι μαθητές. Επιπλέον το λογισμικό TINA Pro δίνει τη δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων (προσομοίωση κυκλωμάτων, γραφικές παραστάσεις κ.α.) και επιτρέπει στους μαθητές να χειριστούν μεταβλητές οι οποίες είναι σημαντικές για ένα φαινόμενο.

- **Η java εφαρμογή Circuit Construction Kit DC Only**
(<http://phet.colorado.edu/>)

Οι μαθητές επίσης χρησιμοποίησαν το διαδίκτυο (πιο συγκεκριμένα την ηλεκτρονική διεύθυνση <http://phet.colorado.edu/>) για να τρέξουν μία εφαρμογή (java applet), η οποία δίνει τη δυνατότητα κατασκευής ηλεκτρικών κυκλωμάτων με ρεαλιστική απεικόνιση.



Σχήμα 3.2: Το περιβάλλον εργασίας java εφαρμογή Circuit Construction Kit DC Only.

Η εφαρμογή Circuit Construction Kit DC Only έχει αναπτυχθεί από το πανεπιστήμιο του Κολοράντο από μία ομάδα που αποτελείται από επιστήμονες, εκπαιδευτικούς και μηχανικούς υπολογιστών, οι οποίοι αξιοποιώντας ευρήματα από προγενέστερες έρευνες δημιούργησαν προσομοιώσεις, οι οποίες στηρίζουν την ενασχόληση και κατανόηση των παιδιών με τις επιστημονικές έννοιες.

Οι προσομοιώσεις αυτές αποτελούν διαδραστικά εργαλεία που δίνουν τη δυνατότητα στα παιδιά να κάνουν τη σύνδεση ανάμεσα στα φαινόμενα της πραγματικής ζωής και στην επιστήμη που ερμηνεύει αυτά τα φαινόμενα. Για να βοηθήσουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να κατανοήσουν διάφορες επιστημονικές έννοιες οι προσομοιώσεις περιλαμβάνουν διάφορα οπτικά βοηθήματα για να δείξουν με σχεδιοκίνηση (animation) αυτό που είναι αόρατο στο γυμνό μάτι. Επιπλέον οι προσομοιώσεις διαθέτουν εργαλεία συλλογής ποσοτικών δεδομένων όπως είναι τα όργανα μέτρησης ηλεκτρικών κυκλωμάτων (βολτόμετρα και αμπερόμετρα).

To Moodle - Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS- Learning Management System)

Το Moodle επιλέγηκε ως πλατφόρμα διαχείρισης μάθησης επειδή είναι Ανοικτό/Ελεύθερο Λογισμικό το οποίο δεν προϋποθέτει κόστος (άδειες χρήσης, κτλ), μπορεί να τροποποιηθεί ελεύθερα, υπάρχουν οδηγίες χρήσης και διαχείρισης και ήδη χρησιμοποιείται από το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο, από το Υπουργείο Παιδείας και από πάρα πολλά πανεπιστήμια και σχολεία σε όλο τον κόσμο. Το Moodle, σύμφωνα με τους δημιουργούς του, είναι ένα Κοινωνικό Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης, βασισμένο στις θεωρίες του Κοινωνικού Εποικοδομητισμού. Μέσα από τα εργαλεία που προσφέρει ο ή η εκπαιδευτικός μπορεί να δημιουργήσει σχετικά εύκολα περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να συνομιλήσουν μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο (chat) ή με ασύγχρονες μεθόδους (email, forum).

Το Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) είναι ένα ελεύθερο Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης (LMS-Learning Management System). Αρκετές φορές επίσης αναφέρεται και ως CMS σύστημα. Το 'C' όμως αντιστοιχεί στη λέξη course (μάθημα) και όχι στη λέξη content (περιεχόμενο).

Το Moodle δίνει τη δυνατότητα σε κάποιον να δημιουργήσει ισχυρές, ευέλικτες και καλά δομημένες διαδικτυακές εμπειρίες. Η φράση διαδικτυακές εμπειρίες υποδηλώνει έναν πιο ενεργό και ενδιαφέροντα ρόλο για τους/τις μαθητές/-τριες και τους/τις εκπαιδευτικούς. Αναφέρεται σε ιστοσελίδες που μπορούν να εξερευνηθούν με οποιαδήποτε σειρά και τρόπο, σε μαθήματα με ζωντανή συζήτηση (chat) ανάμεσα σε μαθητές και εκπαιδευτικούς, σε forums όπου οι χρήστες/-τριες μπορούν να συζητούν,

σε δικτυακά workshops όπου οι μαθητές/-τριες μπορούν να συνεργάζονται και να αξιολογούν την εργασία τους και σε στατιστικά στοιχεία που επιτρέπουν στους/στις εκπαιδευτικούς να αξιολογήσουν την πορεία του μαθήματος. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά συνθέτουν ένα ενεργό περιβάλλον μάθησης, γεμάτο με διαφορετικές δυνατότητες αλληλεπίδρασης ανάμεσα σε μαθητή – μαθητή και μαθητή – καθηγητή.

Το Moodle έχει σχεδιαστεί για να υποστηρίζει μαθησιακές διαδικασίες που βασίζονται στον κοινωνικό εποικοδομητισμό. Η φιλοσοφία του κοινωνικού εποικοδομητισμού υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι μαθαίνουν καλύτερα όταν αλληλεπιδρούν με το προς μάθηση υλικό, δημιουργούν καινούργιο υλικό και αλληλεπιδρούν με άλλα άτομα. Η διαφορά, σε σχέση με μία παραδοσιακή τάξη, έγκειται στη διαφορά που υπάρχει ανάμεσα σε μία συζήτηση και σε μία διάλεξη.

Το Moodle δίνει τη δυνατότητα να προστεθεί στατικού τύπου εκπαιδευτικό υλικό το οποίο μπορούν οι μαθητές/-τριες να το διαβάσουν αλλά δεν μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό. Αυτό το υλικό μπορεί να είναι ένα κείμενο, μία ιστοσελίδα, ένα σύνδεσμος προς οποιαδήποτε σελίδα στο διαδίκτυο ή και μέσα στο ίδιο το Moodle, τα αρχεία/ περιεχόμενα του μαθήματος και ετικέτες που μπορεί να περιέχουν είτε κείμενο είτε εικόνες.

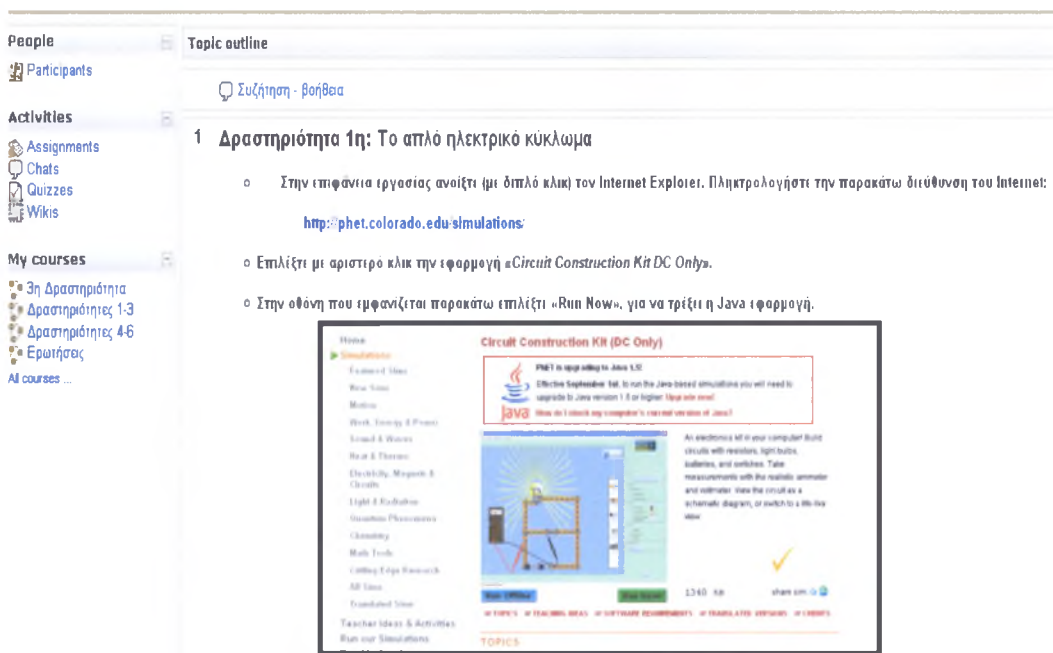
Το Moodle δίνει τη δυνατότητα να προστεθεί επιπλέον διαδραστικού τύπου εκπαιδευτικό υλικό. Δηλαδή, οι μαθητές/-τριες μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό και να απαντήσουν σε ερωτήσεις, να γράψουν ένα κείμενο και να μεταφορτώσουν (upload) ένα αρχείο. Αυτό το υλικό μπορεί να είναι η ανάθεση μία εργασίας, η απάντηση σε μία ερώτηση, μία δραστηριότητα, ένα τεστ, κ.α.

Το Moodle επίσης προσφέρει δραστηριότητες στις οποίες οι μαθητές/-τριες μπορούν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και με αυτόν τον τρόπο να δημιουργούν υλικό κοινωνικού τύπου. Τέτοιου είδους δραστηριότητες είναι η ζωντανή συζήτηση ανάμεσα σε μαθητές/-τριες (chat), τα forum, το λεξιλόγιο όρων στο οποίο μπορούν να συνεισφέρουν και οι μαθητές/-τριες και οι εκπαιδευτικοί, τα wikis και τα workshops (Rice, 2006).

Επειδή το Moodle προωθεί την αλληλεπίδραση και τη διερεύνηση, οι εμπειρίες μάθησης τις περισσότερες φορές δεν είναι γραμμικές. Ο/Η μαθητής/-τρια δεν γροειάζεται να ολοκληρώσει μία ενότητα για να μπορέσει να προχωρήσει στην επόμενη.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του Moodle είναι η δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες αλλά και η δυνατότητα απόκτησης δεξιοτήτων αυτοδιαχείρισης της μάθησης.

Η κύρια οθόνη του Moodle αποτελείται από τρεις κυρίως περιοχές, το αριστερό, το δεξί και το κεντρικό τμήμα το οποίο μάλιστα καλύπτει και το μεγαλύτερο μέρος της οθόνης. Το δεξί και το αριστερό τμήμα περιέχουν μπλοκ - μενού (blocks), των οποίων η διάταξη μπορεί να μεταβάλλεται και είναι δυνατό να προστεθούν ή να αφαιρεθούν ανάλογα με τις απαιτήσεις. Τα μπλοκ - μενού παρουσιάζουν χρήσιμες πληροφορίες στο χρήστη, κάνουν διαθέσιμες τις λειτουργίες της πλατφόρμας Moodle και βοηθούν στην καλύτερη διαχείριση της.



The screenshot displays the Moodle LMS interface. On the left is a sidebar with navigation options: 'People' (Participants), 'Activities' (Assignments, Chats, Quizzes, Wikis), and 'My courses' (3rd activity, activities 1-3, activity 4-6, Exams, All courses...). The main content area is titled 'Topic outline' and shows a 'Discussion - help' link. Below this is a section for '1 Δραστηριότητα 1η: Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα'. It contains three bullet points: 1) A link to 'http://phet.colorado.edu/simulations/' for a PhET simulation. 2) A note to click the 'Circuit Construction Kit DC Only' applet. 3) A note to click 'Run Now' to launch the Java applet. Below the text is a screenshot of the 'Circuit Construction Kit (DC Only)' simulation interface, which includes a sidebar with various components like Batteries, Resistors, Light Bulbs, etc., and a main workspace with a circuit diagram and a 'Run' button.

Σχήμα 3.3: Η κύρια οθόνη του Moodle.

Το λογισμικό καθώς και το έντυπο υλικό που επιλέχθηκαν για τη διδακτική παρέμβαση ήταν απαλλαγμένα, σε σχέση με τη γλώσσα που χρησιμοποιήθηκε και τις εικόνες που περιλάμβαναν, από διακρίσεις σε σχέση με την κοινωνική προέλευση ή άλλα χαρακτηριστικά των μαθητών.

5. Εφαρμογή του περιβάλλοντος μάθησης και αξιολόγησή του

Οι απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο μελετήθηκαν προσεχτικά και διαμόρφωσαν τα δύο Φύλλα Εργασίας και τα μαθήματα στο Moodle στην τελική τους μορφή. Δύο μέρες πριν από την πραγματοποίηση της διδασκαλίας, διατέθηκαν τέσσερις διδακτικές ώρες, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε ένα εργαστήριο του Τομέα Πληροφορικής του σχολείου, για να μπορέσουν οι μαθητές να γνωρίσουν και να μάθουν τις βασικές λειτουργίες του λογισμικού TINA Pro και της java εφαρμογής. Ζητήθηκε από τους μαθητές να χωριστούν σε 8 ομάδες των 2 ατόμων. Η κάθε ομάδα είχε στη διάθεση της από ένα υπολογιστή και όλοι οι μαθητές εξασκήθηκαν τις δύο πρώτες ώρες, φτιάχνοντας απλά κυκλώματα στο TINA Pro και στο περιβάλλον της java εφαρμογής.

Στη συνέχεια δόθηκε σε κάθε ομάδα το δικό της Όνομα Χρήστη (username) και Κωδικός Εισόδου (password) για να μπορούν να μπαίνουν στο δικό τους περιβάλλον του Moodle. Παρουσιάστηκαν οι βασικές λειτουργίες του Moodle και στη συνέχεια δόθηκε χρόνος για να περιηγηθούν οι μαθητές και να εξασκηθούν στις βασικές δυνατότητες που τους προσέφερε η πλατφόρμα.

Την τελευταία διδακτική ώρα πραγματοποιήθηκε μία πιλοτική εφαρμογή της, προς υλοποίηση, διδακτικής παρέμβασης. Μοιράστηκε σε κάθε μαθητή από ένα Φύλλο Εργασίας το οποίο περιλάμβανε μία δραστηριότητα παρόμοια με αυτές που θα είχαν τα Φύλλα της διδακτικής παρέμβασης και τους δόθηκαν οδηγίες σχετικές με τη συμπλήρωσή του. Κατά αυτό τον τρόπο παρατηρήθηκαν όλα τα προβλήματα και οι δυσκολίες που εμφανίστηκαν και έγιναν αρκετές βελτιώσεις στα Φύλλα Εργασίας και στο Moodle, ώστε αυτά να πάρουν την τελική τους μορφή.

Οι δραστηριότητες του Φύλλων Εργασίας της διδακτικής μας παρέμβασης υλοποιήθηκαν από ομάδες των δύο ατόμων (όσο το δυνατό ανομοιογενείς ως προς τις μαθησιακές ικανότητες και τις γνώσεις τους στο χειρισμό των Η/Υ) και έγινε προσπάθεια ώστε τα μέλη της κάθε ομάδας να αναπτύξουν τις απαραίτητες δεξιότητες επικοινωνίας και συλλογικής εργασίας και να έχουν μία πετυχημένη συνεργασία. Μερικές ενέργειες που έγιναν ώστε να επιτευχθεί αυτό ήταν η ενίσχυση και η επιβράβευση των ομάδων που τα μέλη τους συνεργάζονταν αποτελεσματικά και η απόδοση ατομικής αλλά και η συλλογικής ευθύνης για την ολοκλήρωση των

δραστηριοτήτων. Δόθηκαν επίσης αρκετές οδηγίες σχετικές με τον τρόπο συμπεριφοράς και την εναλλαγή των ρόλων μέσα στην ομάδα.

Στην τάξη αυτή υπήρχαν αρκετοί μαθητές οι οποίοι δεν είχαν Η/Υ στο σπίτι τους. Για να αυξηθεί το ενδιαφέρον τους σε σχέση με τους υπολογιστές και για να μη γίνονται διακρίσεις εις βάρος τους, σε σχέση με τη χρήση των νέων τεχνολογιών, δόθηκαν αρκετές οδηγίες και πραγματοποιήθηκαν αρκετές παρατηρήσεις σε κάθε ομάδα εργασίας ώστε και οι δύο μαθητές της ομάδας να χρησιμοποιήσουν περίπου για τον ίδιο χρόνο τον υπολογιστή χωρίς να γίνεται διάκριση σε σχέση με την ευχέρεια που είχαν στη χρήση του.

Μετά από δύο μέρες μοιράστηκε σε κάθε μαθητή το 1^ο Φύλλο Εργασίας. Ο χρόνος που δόθηκε στους μαθητές για τη συμπλήρωση του 1^{ου} Φύλλου Εργασίας (το οποίο αποτελούνταν από τρεις δραστηριότητες, οι οποίες εμφανίζονταν και στη πλατφόρμα τους Moodle) ήταν τρεις διδακτικές ώρες. Η διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν συνδυασμός των μεθόδων (blending) στο επίπεδο της δραστηριότητας. Έτσι κάθε δραστηριότητα συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγισης και στοιχεία ενός περιβάλλοντος μάθησης υποβοηθούμενου από υπολογιστή (Computer Mediated). Στην αρχή της διδακτικής ώρας οι μαθητές εργάζονταν μόνοι τους στη πλατφόρμα του Moodle και μπορούσαν να επικοινωνούν με τους καθηγητές αν είχαν κάποια δυσκολία. Στο τέλος της ώρας οι διδάσκοντες συζητούσαν με τους μαθητές σχετικά με τις απαντήσεις που είχαν δώσει και τις δυσκολίες που είχαν αντιμετωπίσει ολοκληρώνοντας έτσι την κάθε δραστηριότητα. Σε όλη τη διάρκεια των ωρών αυτών οι διδάσκοντες καθηγητές παρατηρούσαν τους μαθητές στις ομάδες τους και κρατούσαν σημειώσεις ενώ παράλληλα συμπλήρωναν το Φύλλο Παρατήρησης.

Μετά από μία μέρα διανεμήθηκε στους μαθητές 2^ο Φύλλο Εργασίας (το οποίο αποτελούνταν επίσης από τρεις δραστηριότητες) και συμπληρώθηκε με τον ίδιο τρόπο σε τρεις διδακτικές ώρες.

Δυο μέρες αργότερα μοιράστηκε στους μαθητές τελικό ερωτηματολόγιο (post-test) σχεδόν ίδιο με το αρχικό, το οποίο ζητήθηκε να συμπληρώσουν. Το τελικό ερωτηματολόγιο (post-test) ήταν σχεδόν ίδιο με το αρχικό και οι μαθητές είχαν στη διάθεσή τους τον ίδιο χρόνο (δύο διδακτικές ώρες).

Σκοπός των δύο ερωτηματολογίων ήταν να διερευνηθεί η επίδραση που είχε η διδακτική παρέμβαση στους μαθητές, να εξακριβωθεί το αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι που είχαν τεθεί, αν κατανόησαν τις έννοιες που διδάχτηκαν και αν άλλαξαν οι εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να είχαν για κάποια φαινόμενα.

Τέλος ακολούθησε συζήτηση με τους μαθητές που αφορούσε στη μεταξύ τους συνεργασία, στον τρόπο που εργάστηκαν σε αυτή την ενότητα, τυχόν απορίες που μπορεί να είχαν, κ.α. Τέλος συμπληρώθηκε οριστικά και το Φύλλο Παρατήρησης.

Τα στοιχεία παρατήρησης συλλέχθηκαν με δύο τρόπους. Ο ένας τρόπος ήταν η καταγραφή σημειώσεων. Η καταγραφή των σημειώσεων έγινε αρχικά από τη διδάσκουσα καθηγήτρια κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (όσο αυτό ήταν εφικτό), ακολούθησε καταγραφή σημειώσεων και παρατηρήσεων που προέκυψαν μετά από συζήτηση με τους μαθητές, με τον συνάδελφο καθηγητή Μαυραντζά Νικόλαο που συμμετείχε στη διδακτική παρέμβαση και με το υπόλοιπο διδακτικό προσωπικό μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας.

Ο δεύτερος τρόπος ήταν η συμπλήρωση φύλλου παρατήρησης, το οποίο συμπληρώθηκε με τη βοήθεια του συνάδελφου που συμμετείχε στη διδασκαλία του μαθήματος. Οι ερωτήσεις του φύλλου παρατήρησης σκοπό είχαν να διερευνήσουν τις πιθανές δυσκολίες που μπορεί να είχαν οι μαθητές ως προς τη χρήση της πλατφόρμας του Moodle, τη συμπλήρωση των φύλλων εργασίας, την χρήση του λογισμικού, την πλοήγηση στο διαδίκτυο, τη μεταξύ τους συνεργασία και τη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία.

3.4 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Στην έρευνά μας η ανεξάρτητη μεταβλητή είναι η επίδραση της διδακτικής παρέμβασης, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η επίδοση των μαθητών/-τριών στο ερωτηματολόγιο πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Η **ερευνητική υπόθεση** σε αυτή την περίπτωση είναι ότι η επίδοση των μαθητών θα είναι καλύτερη μετά τη διδασκαλία, οποία βασίζεται στις αρχές του εποικοδομητισμού και πραγματοποιείται μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL), Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning) με Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου (LCMS- Learning and Content Management System) το Moodle.

Η μηδενική υπόθεση είναι ότι δεν θα είναι καλύτερη η επίδοση των μαθητών μετά την διδακτική παρέμβαση.

Η επεξεργασία των δεδομένων που προήλθαν από τις σημειώσεις που κρατούσε η διδάσκουσα ως συμμετοχική παρατηρήτρια κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, από τη συμπλήρωση του Φύλλου Παρατήρησης και από τη συζήτηση με τους μαθητές και τους/τις συναδέλφους, έγινε με ποιοτικό τρόπο.

Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις απαντήσεις των παιδιών στα δύο ερωτηματολόγια (αρχικό και τελικό) μετατράπηκαν σε ποσοτικά δεδομένα (κλίμακα ίσων διαστημάτων).

Η στατιστική επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων που ακολουθήθηκε ήταν ο υπολογισμός του κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα.

4ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Αρχικό ερωτηματολόγιο – Ανάλυση απαντήσεων αρχικού ερωτηματολογίου

Η διδακτική παρέμβαση από τον αρχικό της σχεδιασμό μέχρι την ολοκλήρωσή της βασίστηκε σε τρεις βασικούς άξονες: τις εποικοδομητικές και συνεργατικές προσεγγίσεις για τη μάθηση, τα εκπαιδευτικά συστήματα με ΤΠΕ ανοικτού τύπου και τη Συνδυασμένη Μορφή Μάθησης (Blended Learning).

Από τα δεδομένα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική μελέτη, αλλά και από παρατηρήσεις των διδασκόντων καθηγητών, επιλέχθηκαν οι ερωτήσεις του αρχικού ερωτηματολογίου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι δυσκολίες/ παρανοήσεις σε έννοιες και δεξιότητες που προσπαθούσε να ανιχνεύσει κάθε ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου και το ποσοστό των σωστά ή σχεδόν σωστά (σκοπός του ερωτηματολογίου δεν ήταν η αξιολόγηση των μαθητών αλλά η διερεύνηση των αρχικών τους ιδεών, οπότε σωστές θεωρήθηκαν και οι απαντήσεις που προσέγγιζαν σε κάποιο βαθμό το επιστημονικό πρότυπο) τεκμηριωμένων απαντήσεων στο σύνολο των μαθητών σε κάθε ερώτηση:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1

Ερωτήσεις και επιδόσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο

Ερωτήσεις αρχικού ερωτηματολογίου (pre-test)	Ποσοστό σωστά ή σχεδόν σωστά τεκμηριωμένων απαντήσεων
1 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα ενός πορτατίφ.	13%
2 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα ενός φακού.	13%
3 ^η ερώτηση: Κύκλωμα με δύο λαμπτήρες σε σειρά.	19%
4 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα με ένα λαμπτήρα.	50%
5 ^η ερώτηση: Φωτεινότητα λαμπτήρων σε κυκλώματα με δύο λαμπτήρες σε σειρά και δύο λαμπτήρες παράλληλα.	19%
6 ^η ερώτηση: Ηλεκτρική τάση σε κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε σειρά.	6%
7 ^η ερώτηση: Ηλεκτρική τάση σε κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση.	13%
8 ^η ερώτηση: Κύκλωμα με μεταβλητή αντίσταση και λαμπτήρες.	6%

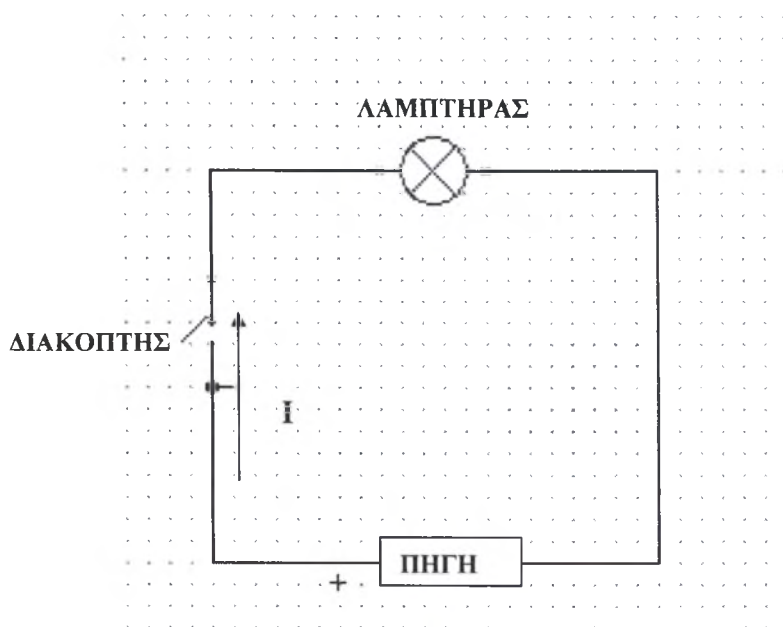
Ακολουθεί η ανάλυση των απαντήσεων:

- **1η ερώτηση**

Η αναμενόμενες σωστές απαντήσεις στην 1η ερώτηση σύμφωνα με την επιστημονική άποψη είναι ότι:

α) Το κύκλωμα ενός πορτατίφ αποτελείται από ένα λαμπτήρα, ένα διακόπτη, μία πηγή τροφοδοσίας και αγωγούς σύνδεσης.

β και γ) Το κύκλωμα που έπρεπε να σχεδιάσουν και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



γ) Δεν υπάρχει πουθενά ηλεκτρικό ρεύμα όταν το πορτατίφ δεν είναι αναμμένο επειδή το κύκλωμα είναι ανοιχτό. Για να έχουμε ροή φορτίων και κατά συνέπεια ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει το κύκλωμα να είναι κλειστό.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι δύο μαθητές (13%) κατασκεύασαν σωστά το κύκλωμα και απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις. Εννέα μαθητές (56%) δεν απάντησαν στις ερωτήσεις και κατασκεύασαν ένα μη ολοκληρωμένο κύκλωμα. Οι περισσότεροι μαθητές δεν σχεδίασαν σωστά το κύκλωμα. Η σύνδεση των ακροδεκτών του λαμπτήρα ακολουθούσε το μονοπολικό μοντέλο. Οι μαθητές συνέδεσαν στο κύκλωμα μόνο τον έναν ακροδέκτη του λαμπτήρα και αυτό οδήγησε σε ένα κύκλωμα που δεν ήταν ολοκληρωμένο και κλειστό. Οι περισσότεροι μαθητές επίσης θεωρούσαν ότι, όταν το πορτατίφ δεν

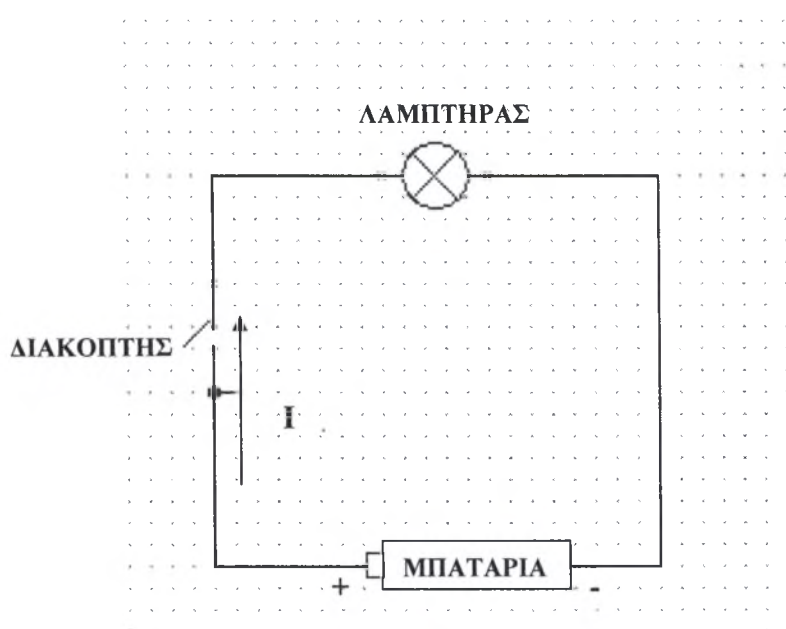
είναι αναμμένο, εξακολουθεί να υπάρχει ρεύμα στην πρίζα του τοίχου. Επιπλέον στην ερμηνεία που έδιναν, χρησιμοποιούσαν αδιακρίτως τους όρους «ρεύμα» και «τάση». Πέντε μαθητές (31%) δεν απάντησαν στην ερώτηση.

• 2η ερώτηση

Η αναμενόμενες σωστές απαντήσεις στην 2η ερώτηση σύμφωνα με την επιστημονική άποψη είναι ότι:

α) Το κύκλωμα ενός φακού αποτελείται από ένα λαμπτήρα, μία μπαταρία και αγωγούς σύνδεσης.

β και γ) Το κύκλωμα που έπρεπε να σχεδιάσουν και η φορά του ηλεκτρικού ρεύματος φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



γ) Δεν υπάρχει ποθενά ηλεκτρικό ρεύμα όταν ο φακός δεν είναι αναμμένος επειδή το κύκλωμα είναι ανοιχτό. Για να έχουμε ροή φορτιών και κατά συνέπεια ηλεκτρικό ρεύμα, πρέπει το κύκλωμα να είναι κλειστό.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι δύο (13%) μαθητές κατασκεύασαν σωστά το κύκλωμα και απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις. Δέκα μαθητές (62%) δεν απάντησαν στις ερωτήσεις και κατασκεύασαν ένα μη ολοκληρωμένο κύκλωμα. Οι περισσότεροι μαθητές δεν σχεδίασαν σωστά το κύκλωμα. Η σύνδεση των ακροδεκτών του λαμπτήρα ακολουθούσε και πάλι το

μονοπολικό μοντέλο. Οι μαθητές συνέδεσαν στο κύκλωμα μόνο τον έναν ακροδέκτη του λαμπτήρα και αυτό οδήγησε σε ένα κύκλωμα που δεν ήταν ολοκληρωμένο και κλειστό. Οι περισσότεροι μαθητές επίσης θεωρούσαν ότι, όταν ο φακός δεν είναι αναμμένος, εξακολουθεί να υπάρχει ρεύμα στη μπαταρία. Επιπλέον στην ερμηνεία που έδιναν και πάλι χρησιμοποιούσαν αδιακρίτως τους όρους «ρεύμα» και «τάση» για να εξηγήσουν τι συμβαίνει στη μπαταρία και στο ανοιχτό κύκλωμα. Τέσσερις μαθητές (25%) δεν έκαναν καμία προσπάθεια να απαντήσουν στην ερώτηση.

• 3η ερώτηση

Η αναμενόμενες σωστές απαντήσεις στην 3η ερώτηση σύμφωνα με την επιστημονική άποψη είναι ότι:

α) Αν αφαιρέσουμε το λαμπτήρα από το κύκλωμα με δύο λαμπτήρες σε σειρά τότε ο άλλος λαμπτήρας δεν θα ανάβει επειδή θα έχουμε διακόψει το κύκλωμα.

β) Όταν το κύκλωμα είναι κλειστό, το ρεύμα που περνάει μέσα από τους λαμπτήρες του κυκλώματος της (α) ερώτησης θα είναι το ίδιο και ίσο με 0,6A εφόσον οι δύο λαμπτήρες συνδέονται σε σειρά και το ρεύμα δεν εξαντλείται καθώς περνάει από τα διάφορα στοιχεία του κυκλώματος, και

γ) Όταν το κύκλωμα είναι κλειστό, το ρεύμα που περνάει μέσα από τους αγωγούς του κυκλώματος της (α) ερώτησης θα είναι επίσης το ίδιο και ίσο με 0,6A για τους ίδιους λόγους με το ερώτημα β.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι τρεις μαθητές (19%) απάντησαν σωστά σε αυτή την ερώτηση. Εννέα μαθητές (56%) έδωσαν ελλιπείς ή λανθασμένες απαντήσεις. Αυτό που επαναλαμβάνονταν στις περισσότερες από αυτές ήταν ότι το ρεύμα μειώνεται καθώς διέρχεται διαδοχικά από τα στοιχεία του κυκλώματος και τελικά επιστρέφει λιγότερο πίσω στη πηγή σύμφωνα με το «μοντέλο εξασθένισης». Δύο μαθητές επίσης ανέφεραν ότι στο (α) ερώτημα ο λαμπτήρας που θα έχει παραμείνει στο κύκλωμα θα λειτουργεί κανονικά χωρίς όμως να το δικαιολογήσουν. Τέσσερις μαθητές (25%) δεν απάντησαν στην ερώτηση.

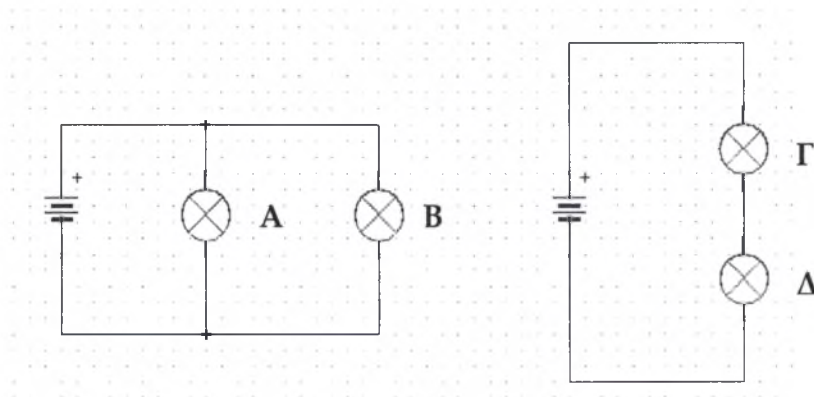
- **4η ερώτηση**

Η σωστή και σύμφωνη με την επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση στην ερώτηση 4 είναι ότι όλο το ρεύμα που πηγαίνει από τη μπαταρία προς το λαμπτήρα επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στη μπαταρία.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι οχτώ (50%) μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Οι υπόλοιποι οχτώ μαθητές (50%) δεν απάντησαν σωστά. Φάνηκε ότι δέχονταν το «μοντέλο εξασθένισης», καθώς έγραψαν ότι το ρεύμα μειώνεται καθώς διέρχεται από το λαμπτήρα και επιστρέφει λιγότερο πίσω στην πηγή.

- **5η ερώτηση**

Η σωστή απάντηση στην ερώτηση 5 είναι ότι η σειρά φωτεινότητας των λαμπτήρων είναι $A=B>\Gamma=\Delta$. Οι λαμπτήρες A και B έχουν την ίδια φωτεινότητα εφόσον είναι πανομοιότυποι και παράλληλα συνδεδεμένοι και έχουν μεγαλύτερη φωτεινότητα από τους Γ και Δ (που έχουν επίσης την ίδια φωτεινότητα εφόσον είναι πανομοιότυποι και συνδεδεμένοι σε σειρά μεταξύ τους) επειδή στα άκρα τους έχουν τάση ίση με τη τάση της πηγής. Οι Γ και Δ έχουν τάση ίση με το μισό της τάσης της πηγής εφόσον είναι συνδεδεμένοι σε σειρά.



Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι τρεις (19%) μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Εννέα μαθητές (56%) έδωσαν απαντήσεις ελλιπείς ή λανθασμένες. Αυτό που επαναλαμβάνονταν στις περισσότερες από αυτές ήταν ότι το ρεύμα μειώνεται καθώς διέρχεται διαδοχικά από τα στοιχεία του κυκλώματος, σύμφωνα με το «μοντέλο εξασθένισης». Έτσι

απαντούσαν ότι η φωτεινότητα του Β λαμπτήρα ήταν μικρότερη από αυτή του Α και ότι η φωτεινότητα του Δ ήταν μικρότερη από του Γ, εφόσον οι λαμπτήρες Β και Δ ήταν συνδεδεμένοι (ανεξάρτητα από τον τρόπο σύνδεσης) μετά από τους Α και Γ αντίστοιχα. Τέσσερις μαθητές (25%) δεν απάντησαν στην ερώτηση.

- **6η ερώτηση**

Οι αναμενόμενες σωστές απαντήσεις στην 3η ερώτηση σύμφωνα με την επιστημονική άποψη είναι ότι:

α) αν $R_A=R_B$ τότε το βολτόμετρο που είναι συνδεδεμένο στα άκρα της αντίστασης R_A θα δείχνει ακριβώς 3V. Η τάση της πηγής μοιράζεται σε δύο ίσα μέρη εφόσον πρόκειται για το κύκλωμα ενός διαιρέτη τάσης με δύο ίσες αντιστάσεις,

β) αν $R_A>R_B$ τότε το βολτόμετρο που είναι συνδεδεμένο στα άκρα της αντίστασης R_A θα έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V. Η τάση της πηγής μοιράζεται σε δύο μέρη στο κύκλωμα του διαιρέτη τάσης. Η μεγαλύτερη λοιπόν τιμή (μεγαλύτερη από το μισό που είναι τα 3V) θα μετρηθεί στη μεγαλύτερη αντίσταση, δηλαδή στην R_A ,

γ) αν $R_A<R_B$ τότε το βολτόμετρο που είναι συνδεδεμένο στα άκρα της αντίστασης R_A θα έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V. Η τάση της πηγής μοιράζεται σε δύο μέρη στο κύκλωμα του διαιρέτη τάσης. Η μικρότερη λοιπόν τιμή (μικρότερη από το μισό που είναι τα 3V) θα μετρηθεί στη μικρότερη αντίσταση, δηλαδή στην R_A .

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι ένας (6%) μαθητής απάντησε σωστά σε αυτή την ερώτηση. Εννέα μαθητές (56%) έδωσαν απαντήσεις ελλιπείς ή λανθασμένες. Οι μαθητές, αν και είχαν διδαχθεί τις ενότητες που αφορούσαν σε κυκλώματα με αντιστάσεις σε σειρά, δεν αναγνώριζαν ότι σε αυτά ισχύουν οι δύο βασικοί κανόνες: «ο κανόνας της πρόσθεσης», σύμφωνα με τον οποίο το άθροισμα των τάσεων που μετράται στα άκρα κάθε μίας από τις δύο αντιστάσεις σε σειρά ισούται με την τάση της μπαταρίας, και «ο κανόνας των λόγων», σύμφωνα με το οποίο η μεγαλύτερη τιμή τάσης θα μετρηθεί στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης και αντίστροφα.

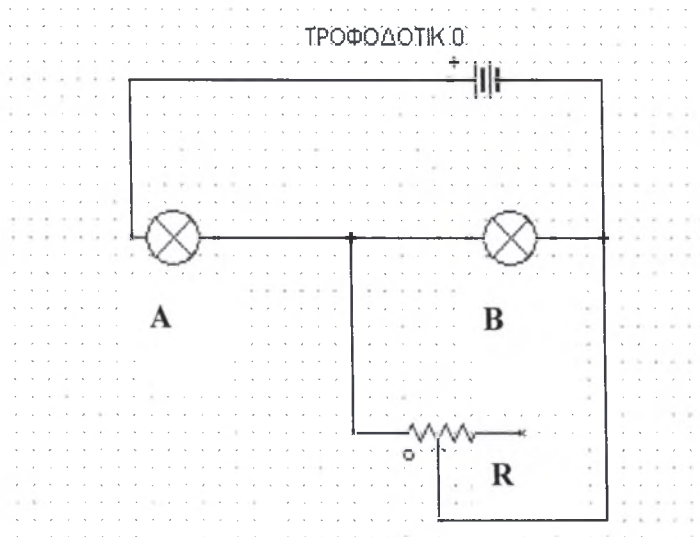
Έξι μαθητές (38%) απάντησαν στην ερώτηση.

- **7η ερώτηση**

Η αναμενόμενη σωστή απάντηση στην 7η ερώτηση, σύμφωνα με την επιστημονική άποψη, είναι ότι η τάση σε όλα βολτόμετρα, εφόσον αυτά μετρούν την τάση σε αντιστάσεις που είναι σε παράλληλη σύνδεση, θα είναι ίση με την τάση της πηγής, δηλαδή 24V σε όλες τις περιπτώσεις. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι δύο (13%) μαθητές απάντησαν σωστά σε αυτή την ερώτηση. Δώδεκα μαθητές (75%) έδωσαν απαντήσεις ελλιπείς ή λανθασμένες. Αυτό που επαναλαμβάνονταν στις περισσότερες από τις απαντήσεις ήταν ότι η τάση που συμπλήρωναν οι μαθητές ως ένδειξη του κάθε βολτόμετρου ήταν στην ουσία ένα μέρος από τη τάση της πηγής. Δηλαδή θεωρούσαν ότι η τάση της πηγής μοιράζεται και το μεγαλύτερο μέρος αυτής μετρούνταν στη μεγαλύτερη αντίσταση. Δύο μαθητές (13%) δεν απάντησαν στην ερώτηση.

- **8η ερώτηση**

Η σωστή και σύμφωνη με την επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση στην ερώτηση 8 είναι ότι αν η αντίσταση R αυξηθεί τότε περισσότερο ρεύμα θα περάσει από την λάμπα Β (εφόσον το ρεύμα διαλέγει πάντοτε τον πιο εύκολο δρόμο) και έτσι θα αυξηθεί η φωτεινότητά της. Όμως ταυτόχρονα η αύξηση της R αυξάνει την ισοδύναμη αντίσταση όλου του κυκλώματος, με αποτέλεσμα το ρεύμα που διαρρέει την λάμπα Α να μειωθεί, και να μειωθεί επίσης και η φωτεινότητά της.



Από τις απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι ένας (6%) μαθητής απάντησε σωστά σε αυτή την ερώτηση. Δέκα μαθητές (63%) έδωσαν απαντήσεις ελλιπείς ή λανθασμένες. Οι περισσότεροι σύμφωνα με το μοντέλο της διαδοχής θεωρούσαν ότι η αλλαγή που συμβαίνει στο κύκλωμα δεν έχει καμία επίδραση στο λαμπτήρα A εφόσον αυτός είναι συνδεδεμένος στο κύκλωμα μετά το σημείο που συμβαίνει η αλλαγή. Πέντε μαθητές (31%) δεν απαντήσουν στην ερώτηση

4.2 Απαντήσεις στο τελικό ερωτηματολόγιο – Σύγκριση με αυτές στο αρχικό

Το γεγονός ότι η συνεργασία μεταξύ των παιδιών λειτούργησε αποτελεσματικά και ότι ο νέος τρόπος διδασκαλίας της ενότητας ήταν αποτελεσματικός φαίνεται από τον παρακάτω πίνακα στον οποίο παρουσιάζεται το ποσοστό των σωστά τεκμηριωμένων απαντήσεων στο σύνολο των μαθητών σε κάθε ερώτηση του τελικού ερωτηματολογίου (post-test).

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

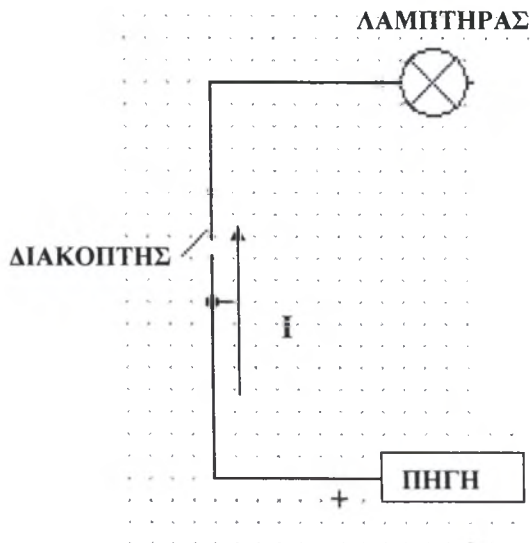
Ερωτήσεις και επιδόσεις των μαθητών στο τελικό ερωτηματολόγιο

Ερωτήσεις αρχικού ερωτηματολογίου (pre-test)	Ποσοστό σωστά ή σχεδόν σωστά τεκμηριωμένων απαντήσεων
1 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα ενός πορτατίφ.	63%
2 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα ενός φακού.	69%
3 ^η ερώτηση: Κύκλωμα με δύο λαμπτήρες σε σειρά.	63%
4 ^η ερώτηση: Απλό κύκλωμα με ένα λαμπτήρα	81%
5 ^η ερώτηση: Φωτεινότητα λαμπτήρων σε κυκλώματα με δύο λαμπτήρες σε σειρά και δύο λαμπτήρες παράλληλα.	56%
6 ^η ερώτηση: Ηλεκτρική τάση σε κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε σειρά.	56%
7 ^η ερώτηση: Ηλεκτρική τάση σε κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε παράλληλη σύνδεση.	50%
8 ^η ερώτηση: Κύκλωμα με μεταβλητή αντίσταση και λαμπτήρες.	38%

Ακολουθεί η ανάλυση των απαντήσεων στο τελικό ερωτηματολόγιο:

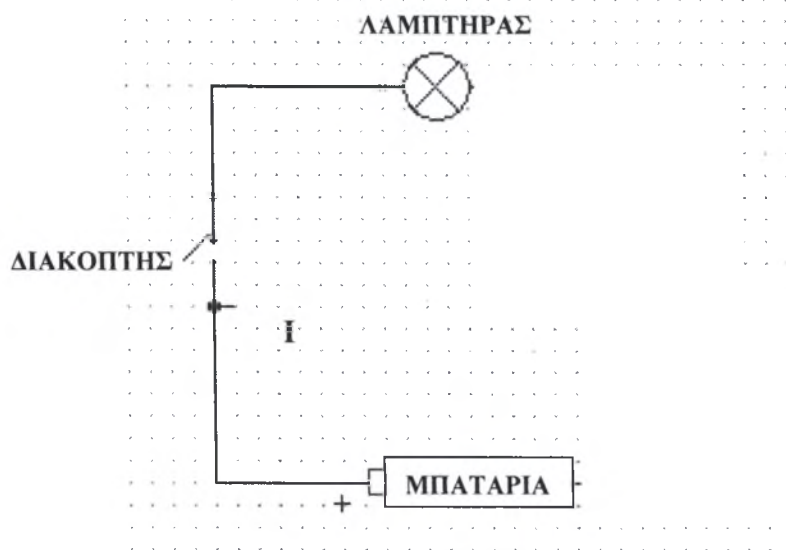
- **1η ερώτηση**

Η πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με το ρεύμα και τη λειτουργία του απλού κυκλώματος ενός πορτατίφ. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο τελικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι δέκα (63%) μαθητές κατασκεύασαν σωστά το κύκλωμα που ζητούσε η ερώτηση και απάντησαν σε όλα τα υποερωτήματα. Έξι μαθητές (37%) κατασκεύασαν ένα μη ολοκληρωμένο κύκλωμα. Απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις που είχαν σχέση με τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το κύκλωμα και με το πού υπάρχει ρεύμα όταν το κύκλωμα είναι ανοιχτό, αλλά δεν συνδέσανε σωστά τον λαμπτήρα. Η σύνδεση των ακροδεκτών του λαμπτήρα ακολουθούσε και αυτή τη φορά το μονοπολικό μοντέλο, το οποίο όπως προκύπτει ότι είναι μία πολύ ισχυρή παρανόηση στους μαθητές. Τα κυκλώματα που σχεδίασαν έμοιαζαν με το παρακάτω κύκλωμα:



- **2η ερώτηση**

Η δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικές με το ρεύμα και τη λειτουργία του απλού κυκλώματος ενός ηλεκτρικού φακού. Από τις απαντήσεις τους στο τελικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι έντεκα (69%) μαθητές κατασκεύασαν σωστά το κύκλωμα που ζητούσε η ερώτηση και απάντησαν σε όλα τα υποερωτήματα. Πέντε μαθητές (31%) κατασκεύασαν ένα μη ολοκληρωμένο κύκλωμα. Οι περισσότεροι απάντησαν σωστά στις ερωτήσεις που είχαν σχέση με τα στοιχεία από τα οποία αποτελείται το κύκλωμα και με το πού υπάρχει ρεύμα όταν το κύκλωμα είναι ανοιχτό, αλλά δεν συνδέσανε σωστά το λαμπτήρα. Η σύνδεση των ακροδεκτών του λαμπτήρα ακολουθούσε και αυτή τη φορά το μονοπολικό μοντέλο. Τα κυκλώματα που σχεδίασαν έμοιαζαν όπως και στην προηγούμενη ερώτηση με το παρακάτω κύκλωμα:



- **3η ερώτηση**

Η τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να απαντήσουν σε ερωτήσεις για το ρεύμα σε ένα κύκλωμα με δύο λαμπτήρες σε σειρά. Δέκα μαθητές (63%) απάντησαν σωστά σε αυτή την ερώτηση. Οι υπόλοιποι έξι μαθητές (37%) έδωσαν απαντήσεις και αυτή τη φορά ελλιπείς ή λανθασμένες. Στις περισσότερες χρησιμοποιούσαν και πάλι το «μοντέλο εξασθένισης» (το οποίο αποδεικνύεται ότι αποτελεί μία ισχυρή παρανόηση). Οι μαθητές φάνηκε να πιστεύουν ότι το ρεύμα μειώνεται καθώς διέρχεται διαδοχικά από τα στοιχεία του κυκλώματος και τελικά επιστρέφει λιγότερο πίσω στην πηγή. Σε αντίθεση με το αρχικό ερωτηματολόγιο αυτή τη φορά κανένας μαθητής δεν απάντησε ότι στο (α) ερώτημα ο λαμπτήρας που έχει παραμείνει στο κύκλωμα θα λειτουργεί κανονικά. Ο τρόπος που δικαιολόγησαν οι μαθητές τις απαντήσεις τους ήταν πιο ολοκληρωμένος και πιο ακριβής από το αρχικό ερωτηματολόγιο.

Σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο δεν υπήρξε αυτή τη φορά μαθητής που να μην απαντήσει στην ερώτηση.

- **4η ερώτηση**

Η τέταρτη ερώτηση ζητούσε από τους μαθητές να επιλέξουν αν θεωρούν σωστή την πρόταση: 'σε ένα απλό κύκλωμα με μία μπαταρία και έναν λαμπτήρα όσο ρεύμα πηγαίνει από τη μπαταρία στο λαμπτήρα επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στη μπαταρία'. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο τελικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι δεκατρείς (81%) μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Οι υπόλοιποι τρεις μαθητές (19%) έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις. Σε αυτή την ερώτηση έχουμε βέβαια λιγότερες λανθασμένες απαντήσεις από την ερώτηση 3 σε σχέση με το «μοντέλο εξασθένισης» και τη μείωση του ρεύματος μετά τη διέλευσή του από το λαμπτήρα. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο ότι το κύκλωμα της 4^{ης} ερώτησης είναι πιο απλό, με ένα στοιχείο κατανάλωσης και στο ότι οι μαθητές έχουν παρατηρήσει τη λειτουργία τέτοιων κυκλωμάτων πιο πολλές φορές από τη λειτουργία κυκλωμάτων με αντιστάσεις σε σειρά.

5η ερώτηση

Η πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να ιεραρχήσουν τη φωτεινότητα τεσσάρων όμοιων λαμπτήρων, δύο συνδεδεμένων σε σειρά και δύο παράλληλα. Από τις απαντήσεις των μαθητών στο τελικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι εννέα (56%) κατάφεραν να ιεραρχήσουν σωστά τους λαμπτήρες. Επτά μαθητές (44%) δεν απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Απάντησαν σωστά ότι η φωτεινότητα των λαμπτήρων που είναι συνδεδεμένοι σε σειρά θα είναι μικρότερη από αυτή των λαμπτήρων που είναι παράλληλα συνδεδεμένοι, αλλά θεωρούσαν ότι λαμπτήρες που είναι πιο κοντά στη μπαταρία θα είναι πιο φωτεινοί από αυτούς που έπονται. Κατά βάση οι μαθητές θεωρούσαν και πάλι ότι το ρεύμα εξαντλείται σταδιακά ενώ διαρρέει τα στοιχεία ενός κυκλώματος. Σε σχέση επίσης με το αρχικό ερωτηματολόγιο δεν υπήρξε αυτή τη φορά μαθητής που να μην απαντήσει στην ερώτηση.

- **6η ερώτηση**

Η έκτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να επιλέξουν τη σωστή ένδειξη που θα έχει ένα βολτόμετρο το οποίο είναι συνδεδεμένο στα άκρα

της μίας από τις δυο αντιστάσεις που είναι συνδεδεμένες σε σειρά. Οι μαθητές έπρεπε να βρουν την ένδειξη του βολτομέτρου για τις εξής περιπτώσεις: α) οι δύο αντιστάσεις ήταν ίσες, β) η πρώτη ήταν μεγαλύτερη από τη δεύτερη και γ) η πρώτη ήταν μικρότερη από τη δεύτερη. Εννέα (56%) μαθητές επέλεξαν τη σωστή ένδειξη και για τις τρεις περιπτώσεις. Επτά μαθητές (44%) δεν απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Το λάθος που έκαναν στις περισσότερες περιπτώσεις αλλά και οι ερμηνείες που έδιναν είχαν σχέση με τη θεώρηση ότι η μεγαλύτερη τιμή της τάσης σε ένα τέτοιο κύκλωμα μετράται στη πρώτη αντίσταση (που είναι πιο κοντά στη μπαταρία σύμφωνα με τη συμβατική φορά ροής του ρεύματος). Όλοι οι μαθητές προσπάθησαν να απαντήσουν στην ερώτηση ακόμα και όταν δεν δικαιολογούσαν την απάντησή τους.

• 7η ερώτηση

Η έβδομη ερώτηση ζητούσε από τους μαθητές για δύο διαφορετικά κυκλώματα να καταγράψουν χωρίς να κάνουν κάποιο υπολογισμό τη σωστή ένδειξη που θα έχουν δύο βολτόμετρα τα οποία είναι συνδεδεμένα στα άκρα κάθε μίας από δυο αντιστάσεις που είναι συνδεδεμένες παράλληλα.

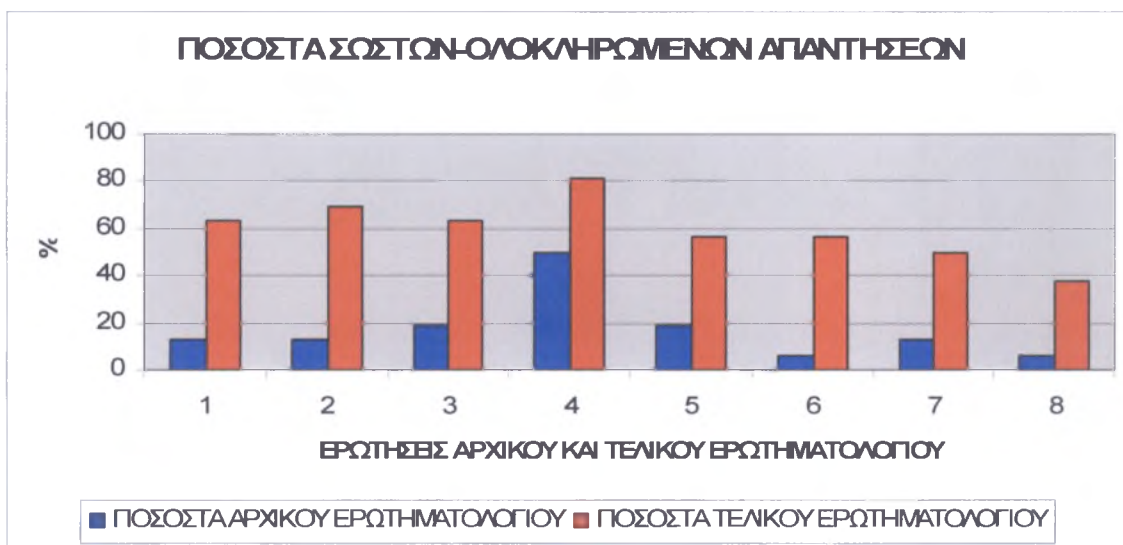
Οχτώ (50%) μαθητές επέλεξαν τη σωστή ένδειξη και για τις τρεις περιπτώσεις. Οχτώ μαθητές (50%) δεν απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Το λάθος που έκαναν στις περισσότερες περιπτώσεις είχε σχέση με το ότι θεωρούσαν και σε αυτή τη περίπτωση, ότι η μεγαλύτερη τιμή της τάσης σε ένα τέτοιο κύκλωμα μετράται στη πρώτη αντίσταση (που είναι πιο κοντά στη μπαταρία σύμφωνα με τη συμβατική φορά ροής του ρεύματος). Όλοι οι μαθητές απάντησαν στην ερώτηση.

• 8η ερώτηση

Η όγδοη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί στη φωτεινότητα δύο λαμπτήρων αν αυξανόταν η μεταβλητή αντίσταση ενός ροοστάτη, ο οποίος ήταν συνδεδεμένος παράλληλα στα άκρα του ενός λαμπτήρα. Έξι (38%) μαθητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Δέκα μαθητές (62%) δεν απάντησαν σωστά στην ερώτηση. Οι περισσότεροι από τους δέκα μαθητές ανέφεραν σωστά ότι η αύξηση της μεταβλητής αντίστασης θα σήμαινε ότι περισσότερο ρεύμα θα περνούσε από το λαμπτήρα με τον οποίο είναι συνδεδεμένη

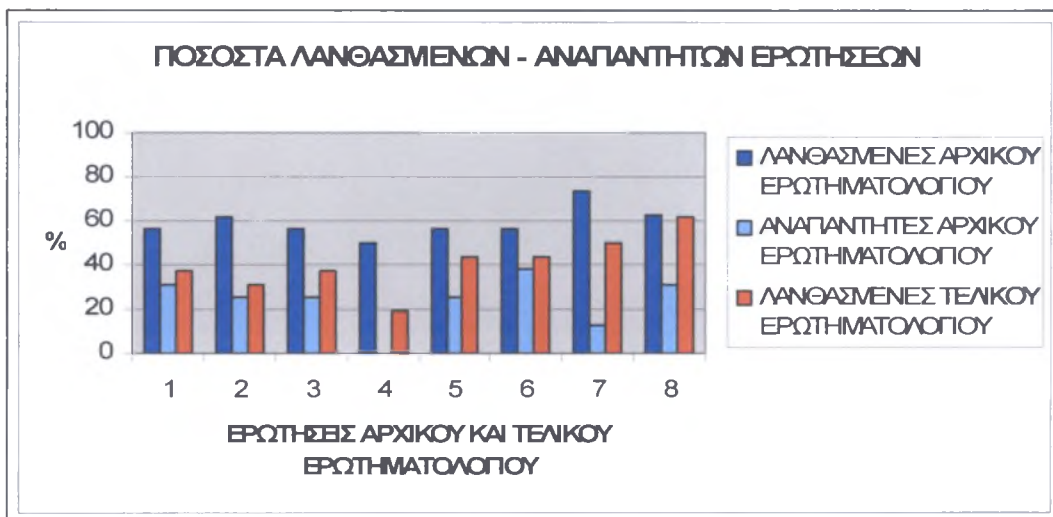
παράλληλα, οπότε θα αυξάνονταν η φωτεινότητά τους. Αυτό που δεν ερμήνευσαν ήταν το τι θα συμβεί στον άλλο λαμπτήρα και δεν έδωσαν μία ολιστική ερμηνεία για τη συμπεριφορά αυτού του κυκλώματος. Όλοι οι μαθητές απάντησαν στην ερώτηση ακόμα και χωρίς να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται τα ποσοστά επί τοις εκατό των σωστών/ολοκληρωμένων απαντήσεων για κάθε ερώτηση του αρχικού ερωτηματολόγιου (μπλε ράβδος). Κάθε κόκκινη ράβδος αντιστοιχεί στα ποσοστά επί τοις εκατό των σωστών/ολοκληρωμένων απαντήσεων για κάθε ερώτηση του τελικού ερωτηματολόγιου. Μπορούμε να παρατηρήσουμε από το παρακάτω διάγραμμα ότι έχουμε μεγάλη αύξηση των σωστών/ολοκληρωμένων απαντήσεων στο τελικό ερωτηματολόγιο. Πιο συγκεκριμένα στις ερωτήσεις 1 και 2 που αφορούν στο απλό κύκλωμα ενός πορτατίφ και ενός φακού αντίστοιχα, και στην ερώτηση 6 που αναφέρεται στην ηλεκτρική τάση σε κύκλωμα με δύο αντιστάσεις σε σειρά, έχουμε την πιο μεγάλη αύξηση των σωστών/ολοκληρωμένων απαντήσεων.



Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζονται τα ποσοστά επί τοις εκατό των λανθασμένων/ αναπάντητων ερωτήσεων. Τα ποσοστά απεικονίζονται για κάθε μία από τις επτά ερωτήσεις του τελικού και του αρχικού ερωτηματολόγιου. Κάθε μπλε ράβδος δείχνει το ποσοστό των λανθασμένων απαντήσεων και κάθε γαλάζια το ποσοστό των αναπάντητων ερωτήσεων στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Κάθε κόκκινη ράβδος αντιστοιχεί στα ποσοστά επί τοις εκατό των λανθασμένων απαντήσεων για

κάθε ερώτηση του τελικού ερωτηματολογίου. Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι μαθητές προσπάθησαν να απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις, οπότε δεν υπάρχει ποσοστό αναπάντητων.



4.3 Φύλλο Παρατήρησης

Από το Φύλλο Παρατήρησης προκύπτει ότι στο διάστημα των έξι διδακτικών ωρών οι μαθητές χειρίστηκαν εύκολα το λογισμικό Tina Pro και πλοηγήθηκαν επίσης εύκολα στο διαδίκτυο. Αυτό που τους δυσκόλεψε αρχικά για τις πρώτες δραστηριότητες ήταν η πλατφόρμα Moodle στην οποία έπρεπε να γράψουν την απάντησή τους στις ερωτήσεις των Φύλλων Εργασίας. Αφού συμπλήρωσαν όμως κάποιες απαντήσεις και κάποιους πίνακες, στη συνέχεια εργαστηκαν μόνοι τους με μεγάλη επιτυχία, χωρίς επιπλέον διευκρινίσεις. Επιπλέον προέκυψε ότι επειδή οι μαθητές είχαν συνηθίσει σε άλλο μοντέλο διδασκαλίας, το οποίο περιλάμβανε αρκετή καθοδήγηση και υποδείξεις από τους καθηγητές και τις καθηγήτριες, στην αρχή ζητούσαν συχνά τη βοήθεια της καθηγήτριας. Προς το τέλος της διδακτικής παρέμβασης, επειδή δεν δίνονταν έτοιμες απαντήσεις και υποδείξεις, αυτό άλλαξε και οι μαθητές ζητούσαν λιγότερο συχνά βοήθεια.

Η δημιουργία επίσης πιο ετερογενών ομάδων, όπως προκύπτει από τις παρατηρήσεις, διευκόλυνε αρκετά την πορεία της διδασκαλίας. Η ανομοιογένεια των μαθητών ως προς τα γενικά τους χαρακτηριστικά, σε πολλές περιπτώσεις λειτούργησε συμπληρωματικά

και εξισοροπητικά. Η συνεργασία των παιδιών σε γενικές γραμμές μπορεί να χαρακτηριστεί πολύ ικανοποιητική, με χαμηλά επίπεδα φασαρίας μέσα στην τάξη και συζητήσεις, ιδιαίτερα προς το τέλος της διδασκαλίας, προσανατολισμένες αποκλειστικά στην ολοκλήρωση του Φύλλου Εργασίας και στην συμπλήρωση όλων των δραστηριοτήτων.

4.4 Στατιστική επεξεργασία ερευνητικών δεδομένων – Διαδικασία υπολογισμού του κριτηρίου t (εξαρτημένα δείγματα)

Η κλίμακα μέτρησης που χρησιμοποιήσαμε, για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων από τα δύο ερωτηματολόγια (pre-test, post-test) με τη χρήση του t κριτηρίου για εξαρτημένα δείγματα, ήταν κλίμακα ίσων διαστημάτων. Η κάθε μία από τις οχτώ ερωτήσεις του κάθε ερωτηματολογίου βαθμολογήθηκε με άριστα το 10 (0 βαθμοί για μία μη απαντημένη ερώτηση και 10 βαθμοί για την πιο σωστά επιστημονικά τεκμηριωμένη απάντηση). Η ανώτερη βαθμολογία που θα μπορούσε να συγκεντρώσει ένας μαθητής από το κάθε ερωτηματολόγιο, στην περίπτωση που ήταν όλες οι απαντήσεις σωστές, τεκμηριωμένες σύμφωνα με την επιστημονική άποψη, ήταν το 80. Προκύπτει λοιπόν από αυτόν τον τρόπο βαθμολόγησης των ερωτηματολογίων ότι τα ερευνητικά δεδομένα που επεξεργαστήκαμε ήταν ποσοτικά και όχι κατηγορικά.

Η ερευνητική υπόθεση που διατυπώθηκε εξετάζει διαφορές των μεταβλητών. Εξετάζει δηλαδή την επίδραση του συγκεκριμένου τρόπου διδασκαλίας στην επίδοση των μαθητών σε ερωτήσεις που αφορούν στην συγκεκριμένη διδακτική ενότητα. Οι ομάδες δεδομένων που συγκρίνονται μεταξύ τους στη συνέχεια είναι οι βαθμολογίες των 15 μαθητών της τάξης στο αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test) με αυτές του τελικού ερωτηματολογίου (post-test). Οι ομάδες των μετρήσεων που συγκρίνονται είναι εξαρτημένες εφόσον πρόκειται για την επίδοση των μαθητών/-τριών στο ίδιο ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπλήρωσαν πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Επιδόσεις των μαθητών/-τριών στο αρχικό (pre-test) και στο τελικό (post-test) ερωτηματολόγιο

Μαθητής	Επίδοση στο αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test)	Επίδοση στο τελικό ερωτηματολόγιο (post-test)
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	28	60
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	23	48
ΚΩΣΤΑΣ	21	49
ΝΙΚΟΣ	30	52
ΘΩΜΑΣ	18	55
ΒΑΓΓΕΛΗΣ	16	46
ΜΑΤΘΑΙΟΣ	15	25
ΧΡΗΣΤΟΣ	26	62
ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	18	35
ΚΩΣΤΑΣ	17	43
ΗΛΙΑΣ	15	51
ΔΗΜΗΤΡΗΣ	27	48
ΔΙΟΝΥΣΗΣ	16	47
ΑΣΤΕΡΙΑΔΗΣ	11	41
ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ	27	58
ΓΙΑΝΝΗΣ	26	46

Από τον παραπάνω πίνακα στον οποίο καταγράφονται οι συνολικές επιδόσεις των μαθητών (με μέγιστο βαθμό το 80) παρατηρούμε ότι όλοι οι μαθητές βελτίωσαν σημαντικά την επίδοσή τους. Πολλοί μαθητές οι οποίοι στο αρχικό ερωτηματολόγιο δεν απάντησαν σε ερωτήσεις και γενικότερα δεν έδειχναν μεγάλο ενδιαφέρον, όπως ο Θωμάς, ο Αναστάσιος, ο Χρήστος και ο Ηλίας, εργάστηκαν πολύ καλά στις ομάδες τους, συμμετείχαν περισσότερο από άλλες φορές και βελτίωσαν θεαματικά την επίδοσή τους.

Η ευκαιρία που δόθηκε σε όλα τα παιδιά να δουλέψουν περίπου για τον ίδιο χρόνο στον υπολογιστή, χωρίς να γίνεται διάκριση σε σχέση με την ευχέρεια που είχαν στη χρήση του, λειτούργησε αποτελεσματικά στην αύξηση του ενδιαφέροντος και την βελτίωση των ικανοτήτων των μαθητών που δεν είχαν Η/Υ στο σπίτι τους. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας μαθητές οι οποίοι δυσκολεύονταν στη χρήση υπολογιστή, όπως ο Ματθαίος, ο Βαγγέλης και ο Γιάννης, συνεργάστηκαν με επιτυχία στις ομάδες τους εναλλάσσοντας ρόλους με τους συμμαθητές τους. Συμμετείχαν ενεργά, χωρίς να αδιαφορούν και να αφήνουν τους συμμαθητές τους να πραγματοποιήσουν όλη την

εργασία στον υπολογιστή. Οι επιδόσεις τους στο τελικό ερωτηματολόγιο όπως προκύπτει από τον προηγούμενο πίνακα είχαν βελτιωθεί σημαντικά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4

Πίνακας υπολογισμού του κριτηρίου t (εξαρτημένα δείγματα)

Μαθητής	Επίδοση στο αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test)	Επίδοση στο τελικό ερωτηματολόγιο (post-test)	Διαφορά (d)	d ²
ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ	28	60	32	1024
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ	23	48	25	625
ΚΩΣΤΑΣ	21	49	28	784
ΝΙΚΟΣ	30	52	22	484
ΘΩΜΑΣ	18	55	37	1369
ΒΑΓΓΕΛΗΣ	16	46	30	900
ΜΑΤΘΑΙΟΣ	15	25	10	100
ΧΡΗΣΤΟΣ	26	62	36	1296
ΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	18	35	17	289
ΚΩΣΤΑΣ	17	43	26	676
ΗΛΙΑΣ	15	51	36	1296
ΔΗΜΗΤΡΗΣ	27	48	21	441
ΔΙΟΝΥΣΗΣ	16	47	31	961
ΑΣΤΕΡΙΑΔΗΣ	11	41	30	900
ΑΠΟΣΤΟΛΗΣ	27	58	31	961
ΓΙΑΝΝΗΣ	26	46	20	400
			Σd = 432	Σd² = 12.506
			(Σd)² = 186.624	

- Στην 4^η στήλη του πίνακα υπολογίζουμε τη διαφορά d μεταξύ της επίδοσης των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο (pre-test) και στο τελικό ερωτηματολόγιο (post-test).
- Στην 5^η στήλη υψώνουμε στο τετράγωνο τη διαφορά των τιμών του κάθε ατόμου (d²) ανάμεσα στα επίπεδα της ανεξάρτητης μεταβλητής (επίδοση των μαθητών).
- Προσθέτουμε όλες τις τιμές d για να βρούμε το Σd:

$$\Sigma d = 432$$

- Προσθέτουμε όλες τις τιμές d² για να βρούμε το Σd²:

$$\Sigma d^2 = 12.506$$

- Υψώνουμε στο τετράγωνο το αποτέλεσμα που βρήκαμε προηγουμένως για να βρούμε το (Σd)²:

$$(\Sigma d)^2 = 186.624$$

- Πολλαπλασιάζουμε με το $N=16$ (αριθμός των μαθητών) με το Σd^2 :

$$12.506 \times 16 = 200.096$$

- Αφαιρούμε το $(\Sigma d)^2$ από το αποτέλεσμα του προηγούμενου βήματος:

$$200.096 - 186.624 = 13.472$$

- Διαιρούμε το αποτέλεσμα που βρήκαμε στο προηγούμενο βήμα με το $N-1=15$:

$$13.472 : 15 = 898,13$$

- Βρίσκουμε την τετραγωνική ρίζα του προηγούμενου αποτελέσματος:

$$\sqrt{898,13} = 29,97$$

- Διαιρούμε το Σd με το αποτέλεσμα που βρήκαμε στο προηγούμενο βήμα για να βρούμε το t :

$$t = \frac{\Sigma d}{\sqrt{\frac{N\Sigma d^2 - (\Sigma d)^2}{N-1}}} = 432 : 29,97 = 14,41$$

- Βρίσκουμε τους βαθμούς ελευθερίας (df), οι οποίοι για το κριτήριο t (εξαρτημένα δείγματα) είναι πάντοτε $N-1 = 16-1 = 15$.
- Βρίσκουμε την κρίσιμη τιμή, για επίπεδο σημαντικότητας $\alpha = 0,05$ και υπόθεση μονής κατεύθυνσης, από πίνακα κρίσιμων τιμών της κατανομής του t :

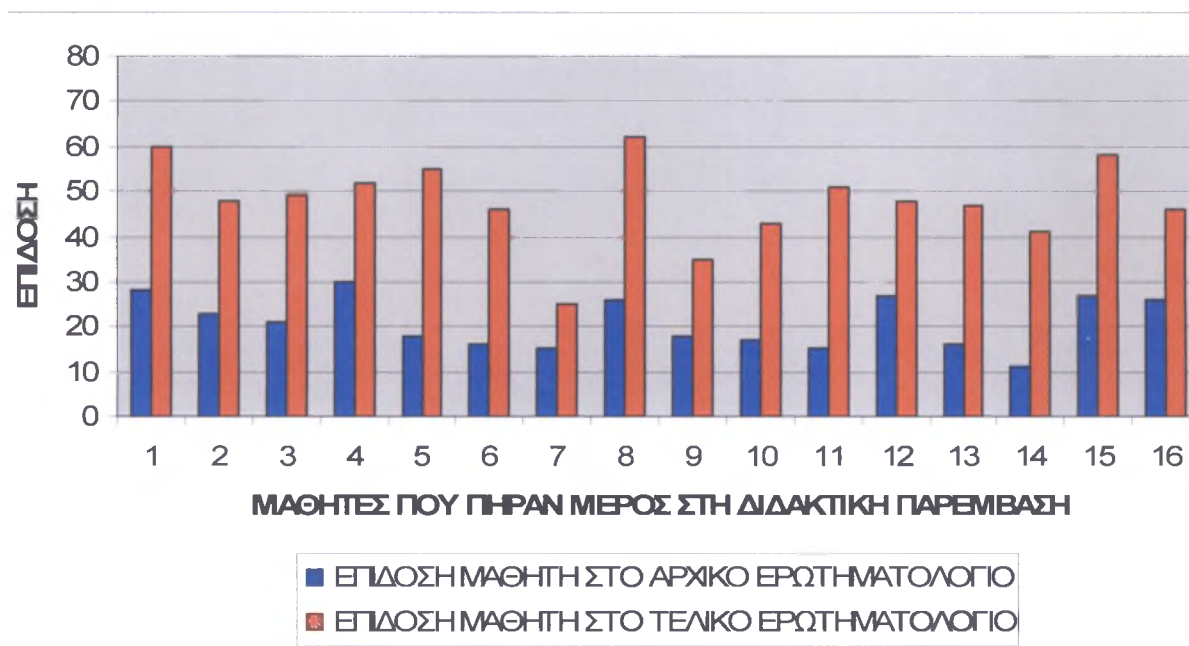
$$\text{Κρίσιμη τιμή} = 1,75$$

- Επειδή η τιμή $t=14,41$ είναι μεγαλύτερη της κρίσιμης τιμής, απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση και δεχόμαστε την εναλλακτική
- Προκύπτει λοιπόν ότι για 15 βαθμούς ελευθερίας ($df=N-1=16 - 1=15$), επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0,05$ και υπόθεση μονής κατεύθυνσης, η κρίσιμη τιμή είναι 1,75. Αφού η τιμή t που βρήκαμε είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή ($14,41 > 1,75$), πρέπει να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση και να δεχτούμε την εναλλακτική. Συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις επιδόσεις των μαθητών στα δύο ερωτηματολόγια (ανεξάρτητη μεταβλητή). Μπορούμε να διατυπώσουμε λοιπόν την εκτίμηση ότι η διδακτική παρέμβαση η οποία ήταν βασισμένη στις αρχές του εποικοδομητισμού και πραγματοποιείται μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL), Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended Learning) με Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου το Moodle, επέδρασε θετικά

στην επίδοση των μαθητών. Η στατιστική παρουσίαση του αποτελέσματος είναι η εξής:

$$t(14) = 14,41, p < 0,5$$

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παριστάνονται γραφικά τα αποτελέσματα της ερευνητικής διαδικασίας. Όπως προκύπτει από τα παρακάτω διαγράμματα η επίδοση των μαθητών πριν τη διδακτική παρέμβαση διαφέρει σημαντικά από αυτή μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Σχήμα 4.2: *Επιδόσεις των μαθητών στο αρχικό (pre-test) και στο τελικό (post-test) ερωτηματολόγιο.*

Στο προηγούμενο διάγραμμα απεικονίζονται τα δεδομένα του πίνακα 4.3 που αφορούν στην επίδοση του κάθε ενός από τους δεκαέξι μαθητές χωριστά στο αρχικό (μπλε ράβδοι) και στο τελικό ερωτηματολόγιο (κόκκινοι ράβδοι). Τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης, όπως φάνηκε από το παραπάνω διάγραμμα αλλά και τη στατιστική ανάλυση, είναι πολύ θετικά. Ο διαφορετική προσέγγιση ως προς τη μέθοδο διδασκαλίας που χρησιμοποιήθηκε μπορεί στην αρχή να φάνηκε περίεργη στους μαθητές αλλά στο τέλος λειτούργησε πολύ αποτελεσματικά. Η επίδοσής τους όπως φαίνεται και από το διάγραμμα βελτιώθηκαν εντυπωσιακά.

Ο γενικός στόχος αυτής της έρευνας ήταν να μελετηθεί το πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των ΤΠΕ για την επίτευξη συγκεκριμένων μαθησιακών στόχων κατά τη διδασκαλία κυκλωμάτων και βασικών εννοιών στον ηλεκτρισμό. Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας πάνω στις επιδόσεις των μαθητών στο τελικό (post-test) σε σχέση με το αρχικό (pre-test) ερωτηματολόγιο, αλλά και τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την παρατήρηση της διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές σε μεγάλο βαθμό άλλαξαν τις λανθασμένες ιδέες τους. Υπήρξε επίσης μεγάλη βελτίωση στο ποσοστό των μαθητών που μπορούσαν να απαντήσουν επιτυχώς σε ερωτήσεις καθώς και να σχεδιάσουν και να εξηγήσουν τη λειτουργία απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Γενικός στόχος της έρευνας αυτής ήταν επιπλέον η εξοικείωση των μαθητών με τη χρήση νέων τεχνολογιών στο πλαίσιο ενός συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή (CSCL) στο οποίο εφαρμόζονται οι βασικές αρχές του εποικοδομητισμού. Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα του φύλλου παρατήρησης αλλά και μετά από συζήτηση με τους μαθητές, οι παραπάνω στόχοι επιτεύχθηκαν σε μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα, η σύσταση των ομάδων και η ύπαρξη επαρκούς και κατάλληλου υλικοτεχνικού εξοπλισμού, λειτούργησε πολύ θετικά στην συμμετοχή όλων των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση στηρίχθηκε στις βασικές αρχές του εποικοδομητισμού, ο οποίος συνιστά μία ριζικά εναλλακτική πρόταση στο συμπεριφορισμό και, παράλληλα μία διαφορετική επιστημολογική προοπτική όσον αφορά στο σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων με υπολογιστή. Η βασική και γενικά αποδεκτή αρχή του είναι ότι η γνώση του κόσμου οικοδομείται από το άτομο. Το άτομο βάσει της αλληλεπίδρασής του με τον κόσμο, οικοδομεί, ελέγχει, αναδιατάσσει τις γνωστικές του αναπαραστάσεις, οι οποίες στη συνέχεια προσδίδουν νόημα στο κόσμο. Η χρήση των βασικών θέσεων του εποικοδομητισμού για το σχεδιασμό και τη υλοποίηση της διδασκαλίας είχε εντυπωσιακά αποτελέσματα.

Οι μαθητές αυτής της τάξης είχαν ήδη συνηθίσει να εργάζονται σε ομάδες και να χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες. Αυτό που επαναπροσδιόρισε ουσιαστικά το τρόπο διδασκαλίας και μάθησης αλλά και τον ρόλο των καθηγητών ήταν η μεταφορά από το συμπεριφοριστικό μοντέλο στον εποικοδομητισμό, το οποίο και έφερε αναπάντεχα

θετικά αποτελέσματα σε σχέση με την ενασχόληση με το διδακτικό υλικό και τη συμμετοχή όλων των μαθητών.

Η αλλαγή του ρόλου του/της εκπαιδευτικού σε ένα εποικοδομητικό περιβάλλον, ο/η οποίος/α γίνεται από μεταδότης γνώσεων, συντονιστής, διευκολυντής και υποστηρικτής της μάθησης ήταν ένα σημείο που αρχικά δυσκόλεψε τους μαθητές οι οποίοι χρειάζονταν αρχικά πολλές διευκρινίσεις και οδηγίες (αυτό είχαν συνηθίσει άλλωστε). Η πορεία όμως της διδασκαλίας έδειξε ότι τα παιδιά προσαρμόστηκαν εύκολα και σε πολλές περιπτώσεις έδωσαν λύση και συμπλήρωσαν μέρη από τις δραστηριότητες χωρίς να χρειαστεί η διδάσκουσα να διαχειριστεί όλη την επικοινωνία ή την πρόοδο των ομάδων. Ο ρόλος που είχε η διδάσκουσα στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν να παρακολουθεί ποια μέλη της ομάδας είχαν μείνει εκτός από την αλληλεπίδραση, να τους παροτρύνει να συμμετέχουν στη διαδικασία και να κατευθύνει τους μαθητές προς μία παραγωγική κατεύθυνση όταν δεν εστίαζαν στην ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων.

Η χρήση του Moodle ως σύστημα διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου (LCMS), το οποίο είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις βασικές αρχές του εποικοδομητισμού, από τη μία πλευρά βοήθησε στον σχεδιασμό και στην υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης εξαιτίας των πολλών δυνατοτήτων που προσέφερε, από την άλλη μεριά προσέθεσε στους μαθητές ένα επιπλέον γνωστικό φορτίο. Η μαθητές χρησιμοποιούσαν το Moodle για πρώτη φορά οπότε ήταν απαραίτητη μία εισαγωγική παρουσίαση της πλατφόρμας, η οποία μείωσε ως ένα σημείο το επιπλέον γνωστικό φορτίο. Οι δυνατότητες που έδωσε στη συνέχεια η πλατφόρμα σε σχέση με την επικοινωνία, την υποστήριξη και την αλληλεπίδραση έπαιξαν αποφασιστικό ρόλο στο σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης (προτιμήθηκε η υλοποίηση σε περιβάλλον Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (blended learning) και έδωσε πολλές ιδέες για το μέλλον.

Ο πιο βασικός λόγος που οδήγησε στην υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης, μέσα σε ένα περιβάλλον ΣΜΜ (blended learning), ήταν η έλλειψη βασικών γνώσεων και δεξιοτήτων για τις νέες τεχνολογίες από αρκετούς μαθητές και το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών δεν διέθεταν στο σπίτι τους υπολογιστή και σύνδεση στο διαδίκτυο. Αντιμετωπίστηκαν επίσης κατά αυτό τον τρόπο και προβλήματα που πιθανόν θα προέκυπταν από ένα περιβάλλον αμιγώς εξ αποστάσεως

μάθησης, όπως είναι η απομόνωση των εκπαιδευομένων, η παθητικότητα και η έλλειψη ενδιαφέροντος και συμμετοχής.

Το περιβάλλον ΣΜΜ έδωσε επίσης πολλές επιλογές από παιδαγωγικής πλευράς. Έδωσε τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι από κάθε προσέγγιση (την παραδοσιακή πρόσωπο με πρόσωπο διδασκαλία και την εξ' αποστάσεως). Ο Συνδυασμός δηλαδή των μεθόδων (blending) έγινε στο επίπεδο της δραστηριότητας και η κάθε δραστηριότητα συμπεριλάμβανε ταυτόχρονα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγισης και στοιχεία ενός on line περιβάλλοντος μάθησης. Σε κάθε δραστηριότητα ακολουθούσε συζήτηση με κάθε ομάδα αλλά και με όλα τα μέλη της τάξης πάνω στην εργασία που είχαν πραγματοποιήσει μόνοι τους. Κατά αυτόν τον τρόπο είχαμε τη διευκόλυνση που προσφέρει ένα περιβάλλον μάθησης υποβοηθούμενο από υπολογιστή ως προς την παρουσίαση του υλικού, την αλληλεπίδραση και τη συνεργασία των μαθητών, αλλά την ίδια στιγμή είχαμε και την κοινωνική αλληλεπίδραση και την ανθρώπινη επαφή που είχαν συνηθίσει σε μία τάξη με την πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγιση.

Αυτό επίσης που λειτούργησε απροσδόκητα θετικά ήταν η επανασύσταση των ομάδων. Οι διαφορές που είχαν οι μαθητές ως προς τα γενικά χαρακτηριστικά τους λειτούργησαν συμπληρωματικά και τους βοήθησαν να εργαστούν μαζί επιτυχώς. Θετικά επίσης λειτούργησε η προετοιμασία των μαθητών για το πώς θα έπρεπε να συνεργαστούν αλλά και για τις ευθύνες που θα είχαν σε συλλογικό και ατομικό επίπεδο. Τα παιδιά έτσι συμμετείχαν ενεργά στη διαδικασία παίρνοντας και εναλλάσσοντας διάφορους ρόλους μέσα στην ομάδα.

Όσο αφορά τους ειδικότερους στόχους, θετικά ήταν τα αποτελέσματα των απαντήσεων μετά τη διδακτική παρέμβαση σε ερωτήσεις που αφορούσαν στο ρεύμα και στη φορά του σε ένα κύκλωμα. Πολλοί μαθητές σχεδίασαν με επιτυχία ένα απλό κύκλωμα και απάντησαν σε ερωτήσεις, εγκαταλείποντας έτσι το μονοπολικό μοντέλο και το μοντέλο της εξασθένισης του ρεύματος. Οι δραστηριότητες που εστίαζαν στην τάση σε απλά κυκλώματα βοήθησαν τους μαθητές να αναγνωρίσουν το γεγονός ότι μπορούν να γίνουν αλλαγές στην τιμή της τάσεως στα άκρα μίας αντίστασης του κυκλώματος, ενώ η τάση στα άκρα της μπαταρίας παραμένει σταθερή.

Σημαντικό ρόλο στην αύξηση του ενδιαφέροντος και της επίδοσή των μαθητών φάνηκε ότι έπαιξε η ρεαλιστική απεικόνιση των κυκλωμάτων και της λειτουργίας τους και η

παρουσίαση του απλού κυκλώματος και της ροής των φορτισμένων σωματιδίων με τη βοήθεια της java εφαρμογής. Οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν πολλές εμπειρίες με πραγματικά κυκλώματα. Τους δόθηκε έτσι η δυνατότητα με ασφάλεια και χωρίς κάποια φθορά στον εργαστηριακό εξοπλισμό να πειραματιστούν, να δοκιμάσουν διάφορους τρόπους σύνδεσης και να παρατηρήσουν τη λειτουργία ορισμένων πολύ βασικών κυκλωμάτων.

Η έννοια που απασχόλησε πολύ τους μαθητές και ίσως τους έκανε μεγαλύτερη εντύπωση κατά τη διάρκεια της εννοιολογικής αλλαγής ήταν αυτή του κλειστού κυκλώματος. Η παρουσίαση του απλού κυκλώματος που όταν σταματάμε τη λειτουργία του δεν υπάρχει πουθενά ρεύμα (ούτε στη μπαταρία, την πηγή ή την πρίζα) βοήθησε τους μαθητές να αντιληφθούν την έννοια του ανοιχτού και κλειστού κυκλώματος.

Μεγάλη έμφαση δόθηκε στο να αντιμετωπιστεί το κύκλωμα των δύο αντιστάσεων σε σειρά ως διαιρέτη τάσης. Οι μαθητές επαλήθευσαν, για διάφορες αντιστάσεις, τον κανόνα της πρόσθεσης και τον κανόνα των λόγων και διαπίστωσαν ότι η αλλαγή της θέσης της αντίστασης δεν επηρεάζει τον τρόπο που μοιράζεται η ολική τάση της μπαταρίας στις αντιστάσεις.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με τις βασικές αρχές του εποικοδομητισμού η γνώση του κόσμου οικοδομείται από το άτομο. Το άτομο βάσει της αλληλεπίδρασής του με τον κόσμο οικοδομεί, ελέγχει, αναδιατάσσει τις γνωστικές του αναπαραστάσεις, οι οποίες στη συνέχεια προσδίδουν νόημα στον κόσμο. Στο πλαίσιο λοιπόν μίας εποικοδομητικής προσέγγισης οι δραστηριότητες που υποστήριζαν τη διδακτική παρέμβαση παρείχαν τέτοιες εμπειρίες που βοήθησαν τους μαθητές σταδιακά να οικοδομήσουν τις σχετικές με τις ενότητες γνώσεις. Οι δραστηριότητες περιείχαν επίσης πολλαπλούς τρόπους αναπαράστασης της πραγματικότητας δίνοντας τη δυνατότητα στα παιδιά να εκτιμήσουν και να αντιληφθούν τις διάφορες προοπτικές και απεικονίσεις των διαδικασιών, των φαινομένων και των εννοιών.

Από τα αποτελέσματα που έχουν ήδη αναλυθεί προκύπτει ότι η διδακτική παρέμβαση είχε επιτυχία στον τομέα της ανάπτυξης σχέσεων συνεργασίας και αλληλεγγύης μεταξύ των μαθητών. Ταυτόχρονα προκύπτει ότι οι μαθητές χρησιμοποίησαν τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους, έδειξαν αυξημένες επιδόσεις σε γνωστικές δοκιμασίες και χρησιμοποίησαν επιτυχώς τις ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία.

Τα θετικά συμπεράσματα που προκύπτουν σε γενικές γραμμές από την έρευνα αυτή είναι ότι:

- υπήρξε αισθητή μείωση των λανθασμένων απαντήσεων και των αναπάντητων ερωτήσεων των μαθητών στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου,
- υπήρξε ενεργός συμμετοχή των παιδιών που δεν είχαν μεγάλη ευχέρεια στη χρήση του Η/Υ, σε όλη τη διαδικασία χωρίς να υπάρξει αξιοσημείωτη διαφοροποίηση εξαιτίας των ικανοτήτων τους,
- οι μαθητές κατάφεραν με επιτυχία να εργαστούν με τη βοήθεια ενός νέου λογισμικού, μία νέας εφαρμογής και μίας πλατφόρμας στην οποία δεν είχαν εργαστεί ξανά, παρά το επιπλέον γνωστικό φορτίο που όλα αυτά προσέθεταν στη διδακτική παρέμβαση,
- το ενδιαφέρον των μαθητών παρέμεινε αμείωτο σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας,
- το επίπεδο θορύβου δεν ήταν μεγαλύτερο από μία οποιαδήποτε άλλη (μέχρι εκείνη τη στιγμή) διδασκαλία που είχε πραγματοποιηθεί μέσα στο εργαστήριο,

- η συνεργασία μεταξύ των μαθητών ήταν, σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις, πολύ αποδοτική και οδήγησε σε θετικά αποτελέσματα σε επίπεδο επιδόσεων αλλά και σε επίπεδο επικοινωνίας και διαπροσωπικών σχέσεων.

Αυτό που επίσης αξίζει να αναφερθεί είναι το έντονο ενδιαφέρον που έδειξαν τα παιδιά για το λογισμικό TINA Pro και για τις δυνατότητές του στην κατασκευή κυκλωμάτων. Πολλοί μαθητές που στην αρχική συζήτηση είχαν δηλώσει ότι δεν τους άρεσε το συγκεκριμένο μάθημα και δυσκολευόντουσαν στη σύνδεση ηλεκτρικών κυκλωμάτων, στην πορεία της διδασκαλίας έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον. Πολλοί από αυτούς ανέφεραν ότι τώρα που διδάσκονταν τα ίδια κυκλώματα με διαφορετικό τρόπο καταλάβαιναν περισσότερο και ότι το μάθημα είχε έτσι μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Έχουν αξιολογηθεί και έχουν διατυπωθεί κατά ένα μεγάλο μέρος οι δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα του λογισμικού των φυσικών μαθημάτων και ειδικά της προσομοίωσης. Οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να χειριστούν μεταβλητές που επηρεάζουν το φαινόμενο, να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά του προσομοιούμενου φαινομένου καθώς και να μελετήσουν αναπαραστάσεις των μετρήσεων που παρέχει το λογισμικό (Δημητρακοπούλου,2002). Επιπλέον πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση προσομοιώσεων είναι η επαναληψιμότητα, η εκτέλεση και μελέτη επικίνδυνων εφαρμογών και εφαρμογών που απαιτούν ακριβές και δυσεύρετες ουσίες-συσκευές, η μελέτη του μικρόκοσμου, η αντιμετώπιση χρονοβόρων πειραμάτων, το ελκυστικό περιβάλλον κ.α. (Τσαούσης, 1998). Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιδείξουν διάφορα προβλήματα τα οποία μέχρι πρόσφατα μπορούσαν να τα επιδείξουν μόνο με μορφή στατικών σκίτσων και να δώσουν απάντηση με εικόνα στις ερωτήσεις που συνήθως γίνονται κατά την διάρκεια του μαθήματος του τύπου "τι θα συνέβαινε αν στο τάδε φυσικό φαινόμενο αλλάξουμε τον δείνα παράγοντα". Οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποιώντας μόνοι/-ες τους την προσομοίωση πειραμάτων μπορούν να εκτελούν διάφορα πειράματα αλλάζοντας διαφόρους παραμέτρους. Τα πειράματα αυτά θα προκαλέσουν καινούργια ερωτηματικά στο μυαλό τους και μέσω αυτών των ερωτημάτων μια εις βάθος κατανόηση της φυσικής (Καραμπούλα & Μακρυωνίτης, 2001).

Ο υπολογιστής δεν μπορεί να υποκαταστήσει το εργαστήριο της φυσικής, δεδομένου ότι η προσομοίωση ενός φαινομένου πείθει πολύ πιο λίγο από το ίδιο το φαινόμενο.

Είναι επομένως σκόπιμο να γίνεται χρήση του εργαστηρίου όταν αυτό είναι εφικτό, απλά πειράματα στη τάξη, αναφορά σε φαινόμενα που συνδέονται με εμπειρίες των μαθητών, ώστε να μην αποκόπτονται τα προσομοιούμενα φαινόμενα από την πραγματικότητα (Γρηγοριάδου, 2002).

Ο υπολογιστής όμως δεν αντικαθιστά ούτε τον/ την εκπαιδευτικό ούτε το πείραμα, αλλά αποτελεί μια διαφορετική προσέγγιση με πολλές δυνατότητες. Κατά την ένταξη του εκπαιδευτικού λογισμικού των φυσικών μαθημάτων στη διδακτική πράξη, πρέπει αυτό να συνδυαστεί μεταξύ άλλων με την εργαστηριακή άσκηση - πείραμα. Ένα σωστό ολοκληρωμένο διδακτικό πακέτο θα πρέπει πλέον να περιλαμβάνει εκτός από το βιβλίο, τον εργαστηριακό οδηγό, το εργαστηριακό κίτ των ασκήσεων και το αντίστοιχο προσαρμοσμένο λογισμικό.

Η χρησιμοποίηση προγραμμάτων προσομοίωσης πειραμάτων δεν είναι ισοδύναμη με την παραδοσιακή εκτέλεση των πειραμάτων στο εργαστήριο. Κατά την εργαστηριακή άσκηση οι μαθητές και οι μαθήτριες ζούνε το πείραμα στιγμή προς στιγμή, αντιλαμβάνονται τις δυσκολίες του, κατανοούν καλύτερα την λογική του, επεξεργάζονται τα αποτελέσματα, εκτελούν τους υπολογισμούς και κάνουν τις γραφικές παραστάσεις μόνοι τους. Τα προγράμματα προσομοίωσης είναι πολύ χρήσιμα όταν συνδυάζονται με το πραγματικό πείραμα και μάλιστα όταν έπονται αυτού. Έτσι δίνεται όχι μόνο η ευκαιρία να επαναληφθεί εύκολα και γρήγορα το πείραμα στον υπολογιστή, αλλά και να γίνει επέκταση του πειράματος με αλλαγή παραμέτρων και συνθηκών (Τσαούσης, 1998).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, έχει παρατηρηθεί ότι συχνά οι μαθητές/-τριες που μπορούν να αντιμετωπίσουν προβλήματα με απλά κυκλώματα χρησιμοποιώντας ένα επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο για το ρεύμα, δεν μπορούν να μεταφέρουν αυτή τους την ικανότητα σε πρακτικές περιπτώσεις όπως είναι ένας φακός, ένα πορτατίφ ή το δυναμό μίας μοτοσυκλέτας. Θα μπορούσε μία μελλοντική ερευνητική εργασία να μελετήσει την επίδραση μίας διδακτικής παρέμβασης στην οποία η εισαγωγή στα απλά κυκλώματα θα γινόταν κατά ένα μεγάλο μέρος αποκλειστικά με αναφορά σε κυκλώματα που συναντούμε στην πραγματικότητα. Τέλος αυτό που δυσκόλεψε τους μαθητές ήταν η ολιστική θεώρηση ενός κυκλώματος σε σχέση με τις αλλαγές που συμβαίνουν σε αυτό.

Ακολουθώντας μία νέα μέθοδο διδασκαλίας η οποία βασίστηκε στις εποικοδομητικές προσεγγίσεις, προσπαθήσαμε ο ρόλος των καθηγητών να είναι αρκετά διαφορετικός. Όπως αναφέρουν οι Ράπτης & Ράπτη (2004), σε ένα εποικοδομητικό περιβάλλον συνεργατικής μάθησης αλλάζουν οι δομές της επικοινωνίας και οι κοινωνικές σχέσεις μέσα στην τάξη, όπως αλλάζει – λόγω της διαμεσολάβησης του ίδιου του υπολογιστή – και ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού. Η CSCL δίνει έμφαση στη μεταφορά ευθυνών και αρμοδιοτήτων στους μαθητές όπως αναφέρουν οι Κόλλιας και συνεργάτες (2008). Η φύση της ηγεσίας του/της εκπαιδευτικού σε τάξεις που ακολουθούν το επιστημολογικό παράδειγμα της CSCL αλλάζει, απαιτώντας ευχέρεια σε νέες ικανότητες, οι οποίες στηρίζονται σε νέες γνώσεις, στάσεις και πεποιθήσεις, καθώς επίσης και σε ένα διαφορετικό ιστορικό επαγγελματικής ανάπτυξης από τον εκπαιδευτικό της "μετωπικής διδασκαλίας".

Ο εκπαιδευτικός χρειάζεται γνώσεις και ικανότητες στη διαχείριση των ομάδας μέσα στην τάξη, κυρίως επειδή η πετυχημένη πειθαρχία της τάξης στηρίζεται στην αντιμετώπιση φαινομένων ομαδικής δυναμικής που εμφανίζονται σε αυτή. Οι μαθητές εργάστηκαν χωρίς να υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ τους, ανταλλάσσοντας απόψεις και ιδέες ολοκληρώνοντας τις δραστηριότητές τους. Ο ρόλος της διδάσκουσας καθηγήτριας ήταν να διευκολύνει την πορεία εργασίας, να αποσαφηνίζει σημεία που δεν ήταν κατανοητά, να παροτρύνει τους μαθητές να προσπαθήσουν περισσότερο και να διατηρεί το συνεργατικό πνεύμα των παιδιών.

Ενώ έγινε προσπάθεια να αντιμετωπίζονται μεταξύ τους τα παιδιά κάθε ομάδας ως πηγή πληροφόρησης το ένα για το άλλο, με ταυτόχρονη μετατόπιση του ρόλου του/της εκπαιδευτικού από τη θέση αυτού/-τής που παρέχει πληροφορίες προς τη θέση του οργανωτή, διευκολυντή και μέντορα, αυτό δεν έγινε αποδεκτό συνειδητά από τους μαθητές. Τα παιδιά είχαν συνηθίσει σε τέτοιο βαθμό τη συμπεριφοριστική προσέγγιση για τη διδασκαλία των περισσότερων μαθημάτων που στην αρχή τουλάχιστον τους ήταν πολύ δύσκολο να λειτουργήσουν σε ένα τόσο διαφορετικό περιβάλλον μάθησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να ζητούν υπερβολικά πολλές διευκρινήσεις, οδηγίες και βοήθεια στην αρχή της διδασκαλίας.

Η διαφορετική στρατηγική που ακολουθήθηκε με αυτή τη διδακτική παρέμβαση έχει να κάνει και με το γεγονός ότι δόθηκε μεγαλύτερη προσοχή στον τρόπο που οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες. Οι κάθε ομάδα αποτελούνταν από δύο παιδιά αντί για τρία και

έγινε προσπάθεια ώστε όλα τα μέλη της ομάδας να συμμετέχουν και να συνεισφέρουν στην ομάδα τους. Δόθηκε επίσης προσοχή στη διαδικασία δημιουργίας των ομάδων, ώστε αυτές να είναι όσο το δυνατόν ετερογενείς ως προς τις ικανότητες στη χρήση των λογισμικών (και των Η/Υ γενικότερα) και τις επιδόσεις στα μαθήματα. Επιπλέον η διδάσκουσα έδωσε αρκετές συμβουλές για την καλύτερη συνεργασία των μαθητών/-τρών, για το ότι θα πρέπει να συνεισφέρουν όλοι ως ομάδα και για το ότι η ευθύνη για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων είναι ατομική και συλλογική.

Η έρευνα στο πλαίσιο του CSCL επιπλέον εστιάζει στη μάθηση μέσω της συνεργασίας με άλλους και όχι στη μάθηση απ' ευθείας από τον ή την εκπαιδευτικό. Για αυτό άλλωστε και ο ρόλος των υπολογιστών στην παρούσα διδασκαλία μετατοπίστηκε από την παροχή διδασκαλίας (είτε υπό τη μορφή της παρουσίασης γεγονότων, είτε υπό τη μορφή της ανατροφοδότησης) στην υποστήριξη της συνεργασίας, παρέχοντας τα μέσα επικοινωνίας (email, chat κ.ά.) και βασικά σενάρια (scaffolds) για την παραγωγική αλληλεπίδραση των μαθητών.

Οι μαθητές αυτής της τάξης δεν είχαν προλάβει, αν και προβλέπονταν από το Αναλυτικό Πρόγραμμα, να πραγματοποιήσουν ασκήσεις και κυκλώματα με τη χρήση του λογισμικού Tina Pro. Το λογισμικό Tina Pro έχει αγοραστεί από το Υπουργείο Παιδείας για την ειδικότητά τους, αλλά δεν ήταν εγκατεστημένο στο σχολείο τους. Οι μαθητές δεν ήταν λοιπόν αρκετά εξοικειωμένοι με το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τη διδακτική μας παρέμβαση, οπότε έπρεπε να αφιερωθεί περαιτέρω χρόνος για να μάθουν να χρησιμοποιούν τις βασικές του λειτουργίες και δυνατότητες. Κανείς από τους μαθητές επίσης δεν είχε προηγουμένως εργαστεί σε κάποιο σύστημα διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου όπως είναι το Moodle.

Για να ξεπεραστούν οι παραπάνω δυσκολίες θα πρέπει οι μαθητές να εξοικειωθούν περισσότερο με αυτόν τον τρόπο διδασκαλίας. Θα πρέπει να συνηθίσουν τον νέο ρόλο του/της καθηγτή/-τριας, του συμμαθητή και τον νέο ρόλο που παίζουν οι Νέες Τεχνολογίες στην εκπαίδευση. Αυτό που θα μπορούσε ίσως να ερευνηθεί σε μία άλλη μελλοντική τάξη παιδιών είναι η επίδραση της ίδιας διδακτικής παρέμβασης σε παιδιά που θα έχουν διδαχθεί και άλλες ενότητες και έννοιες με τον ίδιο τρόπο, δηλαδή μέσα σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης με μία εποικοδομητική διδακτική προσέγγιση. Σε μία άλλη μελλοντική τάξη παιδιών που δεν θα τους είναι πρωτόγνωρος αυτός ο τρόπος διδασκαλίας και θα είναι πιο εξοικειωμένοι με τις Νέες Τεχνολογίες, ώστε να

μην είναι τόσο μεγάλο το επιπλέον γνωστικό φορτίο που τους προστίθενται, θα μπορούσαν να ερευνηθούν και άλλοι παράμετροι σε σχέση με το Σύστημα Διαχείρισης Μάθησης και Περιεχομένου και την επίδραση που έχει αυτό στα παιδιά αλλά και στην αλληλεπίδραση και στη συνεργασία. Θα μπορούσαν συγκεκριμένα, να ερευνηθούν πολλοί παράμετροι σε σχέση με τις δυνατότητες που προσφέρει το Moodle, όπως είναι:

- η επικοινωνία και με άλλους τρόπους, όπως είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (email), το βήμα συζήτησης (forum), οι υπενθυμίσεις/ ειδοποιήσεις και ο πίνακας ανακοινώσεων. Μπορεί να ερευνηθεί η αλληλεπίδραση που υπάρχει σε αυτού τους τρόπους επικοινωνίας και η επίδραση τους στην απόδοση των μαθητών/-τριών,
- η επίδραση των wikis (για τα οποία υπάρχουν βέβαια μεγάλα περιθώρια βελτίωσης) στη διδασκαλία και στη μάθηση, τα οποία είναι στην ουσία ηλεκτρονικές εγκυκλοπαιδείες. Οι μαθητές/-τριες με τα wikis μπορούν να αναζητούν, να προσθέτουν και να διαχειρίζονται πληροφορίες σχετικές με το μάθημα,
- τα διάφορα στατιστικά στοιχεία που παρέχει το Moodle, σε σχέση με την επισκεψιμότητα και την απόδοση των μαθητών, που επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς να αξιολογήσουν την πορεία του μαθήματος,
- η δυνατότητα μη γραμμικής οργάνωσης των μαθημάτων (ο/η μαθητής/-τρια δεν χρειάζεται να ολοκληρώσει μία ενότητα για να μπορέσει να προχωρήσει στην επόμενη) και η απόκτηση δεξιοτήτων αυτοδιαχείρισης της μάθησης και αυτορύθμισης που αυτό προσφέρει.

Θα μπορούσε επίσης να ερευνηθεί στο μέλλον η επίδραση που έχουν οι διδακτικές παρεμβάσεις ΣΜΜ με διαφορετικά επίπεδα οργάνωσης. Θα μπορούσε δηλαδή να ερευνηθεί υπό ποιο πλαίσιο, ποιες συνθήκες, αλλά και σε ποια βαθμίδα έχουμε τα βέλτιστα αποτελέσματα όταν ο συνδυασμός των μεθόδων (blending) γίνεται στο επίπεδο της δραστηριότητας ή στο επίπεδο μίας ενότητας ή μίας σειράς μαθημάτων ή στο επίπεδο ολόκληρου προγράμματος ή και στο επίπεδο ενός εκπαιδευτικού ιδρύματος.

Επιπλέον η ανάπτυξη μοντέλων ΣΜΜ θα μπορούσε να δώσει πολλές λύσεις και να καλύψει τις εκπαιδευτικές ανάγκες διαφορετικών πληθυσμών μαθητών/-τριών που προέρχονται από διαφορετικές κοινωνικό-οικονομικές συνθήκες, γεφυρώνοντας ως ένα

σημείο το ψηφιακό χάσμα που υπάρχει και τις δυνατότητες πρόσβασης σε πηγές γνώσης. Από τη πρακτική πλευρά του θέματος η ευκολία στη δημιουργία, στη δημοσίευση, στη διαχείριση και στην επανάληψη του υλικού μάθησης που παρέχει ένα τέτοιο μοντέλο θα μπορούσε με τις κατάλληλες επιμορφώσεις και την κατάλληλη υποδομή να γίνει ένα ισχυρό εργαλείο για τον εκπαιδευτικό εντός και εκτός της σχολικής τάξης.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η CSCL συνδέεται στενά με όλα τα επίπεδα της τυπικής εκπαίδευσης, από το νηπιαγωγείο μέχρι τη τριτοβάθμια εκπαίδευση καθώς και με τη μη τυπική εκπαίδευση. Αυτό που είναι απαραίτητο να συμβεί για την ενσωμάτωση αυτής της προσέγγισης σε μελλοντικές τάξεις είναι η προσαρμογή του Αναλυτικού Προγράμματος μετά από πολύ καλό σχεδιασμό και η τεχνολογική υποστήριξη όλης της προσπάθειας. Είναι λοιπόν φανερό ότι η ένταξη και η χρήση της CSCL στην εκπαιδευτική διαδικασία συνιστά μία καινοτομία σε σχέση με τις ανθρώπινες διαδικασίες. Είναι λοιπόν απαραίτητο να αναπτυχθούν διάφορες υποστηρικτικές για τους/τις εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/-τριες δραστηριότητες, όπως επιμορφώσεις και εξοπλισμός των σχολείων με σύγχρονα εκπαιδευτικά συστήματα.

Όπως αναφέρει η Δημητρακοπούλου (2002), οι τεχνολογίες γενικά δεν επιβάλλουν από μόνες τους έναν τρόπο διδασκαλίας ούτε έναν τρόπο μάθησης και συλλογισμού. Το πιο εξελιγμένο και καινούργιο λογισμικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί με τον παραδοσιακό τρόπο και μπορεί αντί να συνεισφέρει στην οικοδόμηση και ανακάλυψη της γνώσης, να μεταδίδει απλώς και να παρουσιάζει πληροφορίες. Το εκπαιδευτικό και μαθησιακό περιβάλλον που οικοδομούν οι μαθητές/-τριές και οι εκπαιδευτικοί μέσω της συνεργασίας και επικοινωνίας είναι αυτό που αναδύει τις νέες δημιουργικές προσεγγίσεις στην εκπαίδευση ενώ οι τεχνολογίες είναι απλά τα εργαλεία που υποστηρίζουν όλη τη διαδικασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΓΓΛΟΦΩΝΗ

Afra, N. O., Osta, I. & Zoubeir, W. (2007). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. . *International Journal of Science and Mathematics Education*.

Arnold, M. & Millar, R. (1987). Being constructive: An alternative approach to the teaching of introductory ideas in electricity. *International Journal of Science Education*, 9 (5), 553 – 563.

Borges, A. T, Horizonte, B. & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21 (1), 95 – 117.

Carlton, K. (1999). Teaching electric current and electric potential. *Physics Education*. 34(6), 341 – 345.

Cheng, P. C-H. & Shipstone, D. M. (2003). Supporting learning and promoting conceptual change with box and AVOW diagrams. Part 1: Representational design and instructional approaches. *International Journal of Science Education*, 25 (2), 193 – 204.

Cheng, P. C-H. & Shipstone, D. M. (2003). Supporting learning and promoting conceptual change with box and AVOW diagrams. Part 2: Their impact on student learning at A-level. *International Journal of Science Education*, 25 (3), 291 – 305.

Choy, M., Lam, S., Poon, C.K., Wang, F.L., Yu, Y.T., Yuen, L, (2007). Towards Blended Learning of Computer Programming Supported by an Automated System. In: Workshop on Blended Learning 2007, 9–18. Prentice-Hall, Englewood Cliffs

Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2003). E-learning and the science of instruction. San Francisco: Jossey-Bass.

Cobb, P., Wood, T. & Yackel, E (1990). Classrooms as Learning Environments for Teachers and Researches. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 125 – 146.

Cohen, E. (1994). *Designing Groupwork. Strategies for the Heterogeneous classroom*. New York: Teacher College Press Columbia University.

Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U., (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Association of Physics Teachers*, 5, 407 - 412.

Confrey, J. (1990). What Constructivism Implies for Teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 107 – 122.

Cosgrove, M. (1995). A study of science-in-the-making as students generate an analogy for electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295 – 310.

Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A. & O'Malley, C. (1995) The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reiman (Eds) *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. (Pp. 189-211) Oxford: Elsevier.

Dillenbourg P. (1999) What do you mean by collaborative learning?. In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19). Oxford: Elsevier

Dillenbourg, P. (2002) "Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design" In: Kirschner, P.A. eds. , *Three Worlds of CSCL. Can We Support CSCL*, Open Universiteit Nederland, Heerlen, pp 61-91

Dillenbourg, P., & Bétrancourt, M. (2006). Collaboration Load. In J. Elen & R. E. Clark (Eds.), *Handling complexity in learning environments: research and theory* (pp. 142–163). Advances in Learning and Instruction Series, Pergamon

Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Dupin, J. J. & Johsua, S. (1989). Analogies and “Modeling Analogies” in Teaching: Some Examples in Basic Electricity. *Science Education*, 73(2), 207-224

Engelhardt, P.V. & Beichner, R. J. (2004). Students’ understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Association of Physics Teachers*, 72(1), 98- 114.

Graham, C. (2006). “Blended Learning Systems: Definition, Current Trends, and Future Directions”, in *Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs*, Pfeiffer Publishing.

Heywood, D. & Parker, J. (1997). Confronting the analogy: primary teachers exploring the usefulness of analogies in the teaching and learning of electricity. *International Journal of Science Education*, 19(8), 869 – 885.

Licht, P. (1991). Teaching electrical energy, voltage and current: an alternative approach. *Physics Education*. 26, 272 - 277.

Licht, P. (1991). Using a Diagnostic Test of Pupils’ Alternative Conceptions to Plan a Teaching Strategy on Electric Circuits. *European Journal of Teacher Education*, 14(1), 19 - 30.

Liegeois, L. & Mullet, E. (2002). High school students’ understanding of resistance in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 24(6), 551 – 564.

Lochhead, J. & Fredette, N. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 194 – 198.

McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: investigation of student understanding. *American Association of Physics Teachers*, 60(11), 994- 1003.

McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. *American Association of Physics Teachers*, 60(11), 1003-1013.

Millar, R. & King, T. (1993). Student's understanding of voltage in simple series electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15(3), 339 – 349.

Millar, R. & Beh, K. L. (1993). Student's understanding of voltage in simple parallel electric circuits. *International Journal of Science Education*, 15(4), 351 – 361.

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.

Nanjappa, A., & Grant, M. M. (2003). Constructing on constructivism: The role of technology. *Electronic Journal for the Integration of Technology Education*, 38-55.

Osborne, R. (1982). Conceptual change – For pupils and teachers. *Research in Science Education*, 12, 25 - 31.

Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73 – 82.

Picciarelli, V., Di Gennaro, M., Stella, R. & Conte, E. (1991). A Study of University

Students' Understanding of Simple Electric Circuits. Part 2: Batteries, Ohm's Law, Power Dissipated, Resistors in Parallel. *European Journal of Engineering Education*, 16, 57 - 71.

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.

Psillos, D., Koumaras, P. & Tiberghien, A. (1988). Voltage presented as a primary concept in an introductory teaching sequence on DC circuits. *International Journal of Science Education*, 10(1), 29 – 43.

Paatz, R., Ryder, J., Schwedes, H. & Scott, P. (2004). A case study analyzing the process of analogy-based learning in a teaching unit about simple electric circuits. *International Journal of Science Education*, 26(9), 1065– 1081.

Rhoneck, C.v., Grob, K., Schnaitmann, G. W. & Volker, B. (1998). Learning in basic electricity: how do cognitive and classroom climate factors influence achievement in physics? *International Journal of Science Education*, 20(5), 551– 565.

Rice, W. H. (2006). *Moodle E-Learning Course Development A complete guide to successful learning using Moodle*. Packt Publishing Ltd Birmingham, UK.

Rovai, A.P. & Jordan, H.M. (2004). Blended learning and sense of community: A comparative analysis with traditional and fully online graduate courses. *International Review of Research in Open and Distance Learning*.

<http://www.irrodl.org/content/v5.2/rovai-jordan.html>, p13.

Shepardson, D.P. & Moje, E.B. (1999). The role of anomalous data in restructuring fourth graders' frameworks for understanding electric circuits. *International Journal of Science Education*, 21(1), 77-94.

Shipstone, D. (1984). A study of children's understanding in simple DC circuits. *International Journal of Science Education*, 6, 185 – 198.

Shipstone, D., Rhoneck, C. V., Jung, E., Karrqvist, C., Dupin, J. J ., Joshua, S. & Licht, P. (1988). A study of students' understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.

Shipstone, D. (1988). Pupil's understanding of simple electrical circuits. *Physics Education*, 23, 92 – 96.

Singh, H. (2003). Building Effective Blended Learning Programs. *Educational Technology*, 43, 51-54.

Solomon, J., Black, P., Oldham, V., Stuart, H. (1985). The pupils' view of electricity. *International Journal of Science Education*, 7, 281-294.

Solomon, J., Black, P. & Stuart, H. (1987). The pupils' view of electricity revisited: social development or cognitive growth? *International Journal of Science Education*, 9(1), 13-22.

Stahl, G. (2004). Building collaborative knowing: contributions to a social theory of CSCL. In: J.W. Strijbos, P. Kirschner and R.L. Martens, Editors, *What we know about CSCL in higher education*, Kluwer, Amsterdam (2004).

G. Stahl, T. Koschmann and D. Suthers (2006). Computer-supported collaborative learning: A historical perspective. In: R.K. Sawyer, Editor, *Cambridge handbook of the learning sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, UK (2006), pp. 406–427.

Stockmayer, S.M. & Treagust, D.F. (1994). A Historical Analysis of Electric Currents in Textbooks: A Century of Influence on Physics Education. *Science & Education*, 3, 131-154.

Stocklmayer, S.M. & Treagust, D.F. (1996). Images of electricity: How do novices and experts model electric current? *International Journal of Science Education*, 18(2), 163-178.

Summers, M., Kruger, C. & Mant, J. (1998). Teaching electricity effectively in the primary school: a case study. *International Journal of Science Education*, 20(2), 153 – 172.

Suthers, D.D., Vatrapu, R., Medina, R., Joseph, S., & Dwyer, N. (2008). Beyond threaded discussion: Representational guidance in asynchronous collaborative learning environments. *Computers and Education*, 50, 1103–1127.

Vosniadou, S. (1992). Knowledge acquisition and conceptual change. *Applied Psychology: An International Review*, 41(4), 347-357.

Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research*, 51, 51-67.

ΕΛΛΗΝΟΦΩΝΗ

Γρηγοριάδου, Μ. (2002). Σχεδίαση και χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού στη φυσική. Στο Χ. Κυνηγός & Ε. Δημαράκη (επιμ.) *Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα. Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Σύγχρονης Τεχνολογίας για τη Μετεξέλιξη της Εκπαιδευτικής Πρακτικής* (284 – 308). Αθήνα: Εκδ. Καστανιώτη.

Δημητρακοπούλου, Α. & Πέτρου, Α. (2008). Θέματα Σχεδιασμού Συνεργατικών Συστημάτων. Στο Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης & Β. Κόμης (επιμ.), *Συνεργατική Τεχνολογία, Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση Κοινότητες Πρακτικής και Δημιουργία Γνώσης*. Αθήνα: Εκδ. Κλειδάριθμος.

Δημητρακοπούλου, Α. (2002). Διαστάσεις διδακτικής διαχείρισης των εκπαιδευτικών εφαρμογών των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και ης Επικοινωνίας: Στο Χ. Κυνηγός & Ε. Δημαράκη (επιμ.) *Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα. Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Σύγχρονης Τεχνολογίας για τη Μετεξέλιξη της Εκπαιδευτικής Πρακτικής* (57– 81). Αθήνα: Εκδ. Καστανιώτη.

Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες*. Επιμέλεια: Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Αθήνα: Τροχαλία

Ζγούβα Α. (2006). Ηλεκτρονική μάθηση και επιμόρφωση εργαζομένων: Προβληματισμοί και ζητήματα παιδαγωγικής έρευνας. 5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2006.

Ζήβελδης Α. (2004). Η «Αθέατη» Τεχνολογία: Pervasive Computing. Συμπληρωματική και εξελικτική πορεία με: e-Learning και m-Learning. 4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2004

Καραμπούλα, Α & Μακρυωνίτης, Γ. (2001). Το πείραμα με απλά μέσα και με προσομοιώσεις. 1ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ, Σύρος, Μάιος 2001

Καρασαββίδης, Η. & Κόμης, Β. (2008). Θεωρητικά Θέματα για την Υποστήριξη της Συνεργασίας και της Μάθησης. Στο Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης & Β. Κόμης (επιμ.), *Συνεργατική Τεχνολογία, Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση Κοινότητες Πρακτικής και Δημιουργία Γνώσης*. Αθήνα: Εκδ. Κλειδάριθμος.

Καρασαββίδης Η., (2003). Η αξιοποίηση ενός περιβάλλοντος e-Learning στο 6^ο Δημοτικό σχολείο Ρεθύμνου: Εμπειρίες, προβληματισμοί, προτάσεις και προοπτικές. 2ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ, Σύρος, Μάιος 2003

Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Μέρος II .Αθήνα: Αυτοέκδοση.

Κόλλιας Β., Βαμβακούση Ξ., Καρασαββίδης Η., Μαμαλούγκος Ν. & Βοσνιάδου Σ. (2008). Ο Ρόλος των Εκπαιδευτικών στη Συνεργατική Μάθηση. Στο Ν. Αβούρης, Χ.

Καραγιαννίδης & Β. Κόμης (επιμ.), *Συνεργατική Τεχνολογία, Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση Κοινότητες Πρακτικής και Δημιουργία Γνώσης*. Αθήνα: Εκδ. Κλειδάριθμος.

Κόμης, Β., Αβούρης, Ν. & Κατσάνος, Χ. (2008). Συστήματα και Εργαλεία Υποστήριξης Συνεργασίας. Στο Ν. Αβούρης, Χ. Καραγιαννίδης & Β. Κόμης (επιμ.), *Συνεργατική Τεχνολογία, Συστήματα και Μοντέλα Συνεργασίας για Εργασία, Μάθηση Κοινότητες Πρακτικής και Δημιουργία Γνώσης*. Αθήνα: Εκδ. Κλειδάριθμος.

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

Κόμης Β. και Μικρόπουλος Α., (2001). *Πληροφορική στην Εκπαίδευση*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Κωνσταντοπούλου, Μ. & Ευαγγελάτος, Α. (2003). Ένα πλαίσιο εισαγωγής της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε επιχειρήσεις και οργανισμούς. Πρακτικά του 2ου Συνεδρίου για την εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου, 148-160.

Μαυραντζάς, Ν., Παρασκευάς Μ. & Πεππές, Α. (2007). Η ευρυζωνικότητα στον χώρο της Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. 4ο Συνέδριο Σύρου στις ΤΠΕ, Σύρος, Μάιος 2007.

Ματσαγγούρας, Η. Γ. (1999). *Θεωρία της διδασκαλίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg.

Matthews, M. R. (2007). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Ο ρόλος της ιστορίας και της φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: Εκδόσεις Επίκεντρο.

Παπαδάκης, Σ & Χατζηλάκος, Θ. (2004). Η Βιντεο-διάλεξη (webcast) ως μαθησιακό εργαλείο στην Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση. 4ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2004

Παπανικολάου, Κ. Α., Τσαγκάνου, Γ. & Γρηγοριάδου, Μ. (2002). Αξιοποιώντας το διαδίκτυο και το λογισμικό γενικής χρήσης ως διδακτικά και μαθησιακά εργαλεία. Στο Χ. Κυνηγός & Ε. Δημαράκη (επιμ.) *Νοητικά Εργαλεία και Πληροφοριακά Μέσα. Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Σύγχρονης Τεχνολογίας για τη Μετεξέλιξη της Εκπαιδευτικής Πρακτικής* (119– 162). Αθήνα: Εκδ. Καστανιώτη.

Ράπτης, Α. και Γαλανουδάκη-Ράπτη, Α. (2004). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας*. Τόμος Α'. Αθήνα

Ρούσσο, Λ. Π. και Τσαούσης, Γ. (2006). *Στατιστική εφαρμοσμένη στις κοινωνικές επιστήμες*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη εκπαιδευτική τεχνολογία – Υπολογιστές και μάθηση στην Κοινωνία της Γνώσης*. Θεσσαλονίκη: Κώδικας

Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία–Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Σαββάλα.

Τζιμογιάννης, Α. (2005). Προς ένα Παιδαγωγικό Πλαίσιο Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτικής της Πληροφορικής». Κόρινθος 7-9 Οκτωβρίου

Τσαούσης, Δ. (1999). Η πληροφορική ως εκπαιδευτικό εργαλείο - Προσομοίωση πειραμάτων φυσικής. 1ο Συνέδριο ΕΤΠΕ, Ιωάννινα, Μάιος 1999

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



1ο ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Τάξη:

Ημερομηνία:

Όνοματεπώνυμο:

1. α) Από ποια στοιχεία αποτελείται το κύκλωμα ενός πορτατίφ;



.....

.....

.....

.....

.....

β) Παρακαλείσαι να σχεδιάσεις το κύκλωμα του πορτατίφ και τα στοιχεία του όσο πιο ρεαλιστικά μπορείς.

γ) Πώς κυκλοφορεί το ρεύμα όταν το πορτατίφ τίθεται σε λειτουργία (ανάβει); Δείξε – σχεδιάσε στο προηγούμενο σχήμα τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

δ) Όταν το πορτατίφ δεν είναι αναμμένο πού νομίζεις ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα; Βάλε ένα (x) στο/α αντίστοιχο/α τετράγωνο/α.

- στο λαμπτήρα;
- στους αγωγούς σύνδεσης;
- στην πρίζα του τοίχου;
- στον τοίχο;
- αλλού (πού;)
- πουθενά;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. α) Από ποια στοιχεία αποτελείται το κύκλωμα ενός φακού;



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

β) Παρακαλείσαι να σχεδιάσεις το κύκλωμα του φακού και τα στοιχεία του όσο πιο ρεαλιστικά μπορείς.

γ) Όταν φακός τίθεται σε λειτουργία (ανάβει) πώς κυκλοφορεί το ρεύμα; Δείξε – σχεδίασε στο προηγούμενο σχήμα τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος.

δ) Όταν ο φακός δεν είναι αναμμένος πού νομίζεις ότι υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα; Βάλε ένα (x) στο/α αντίστοιχο/α τετράγωνο/α.

- στο λαμπτήρα;
- στους αγωγούς σύνδεσης;
- στη μπαταρία;
- αλλού (πού;)
- πουθενά;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

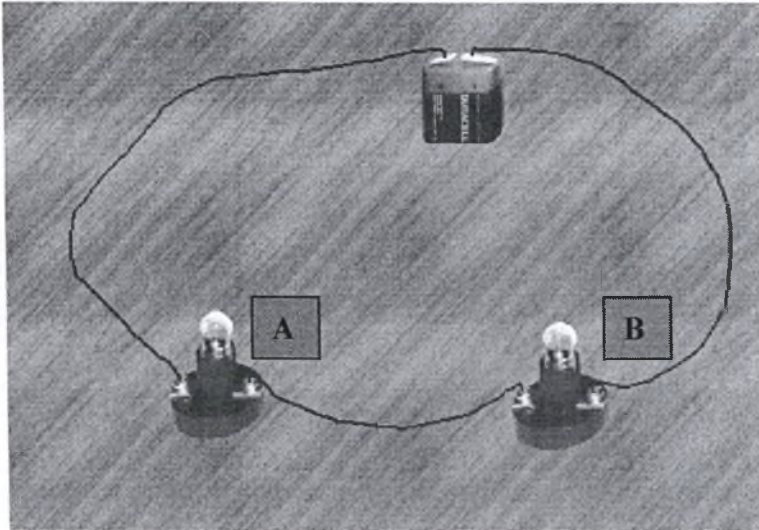
.....

.....

.....

.....

3. α) Τι θα συμβεί κατά τη γνώμη σου στο λαμπτήρα Α αν ξεβιδώσουμε το λαμπτήρα Β;



Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

β) Στο προηγούμενο κύκλωμα το ρεύμα που περνάει μέσα από το λαμπτήρα Α είναι 0,6 Α. Το ρεύμα που θα περάσει από λαμπτήρα Β θα είναι λιγότερο, περισσότερο ή ίσο με 0,6 Α;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

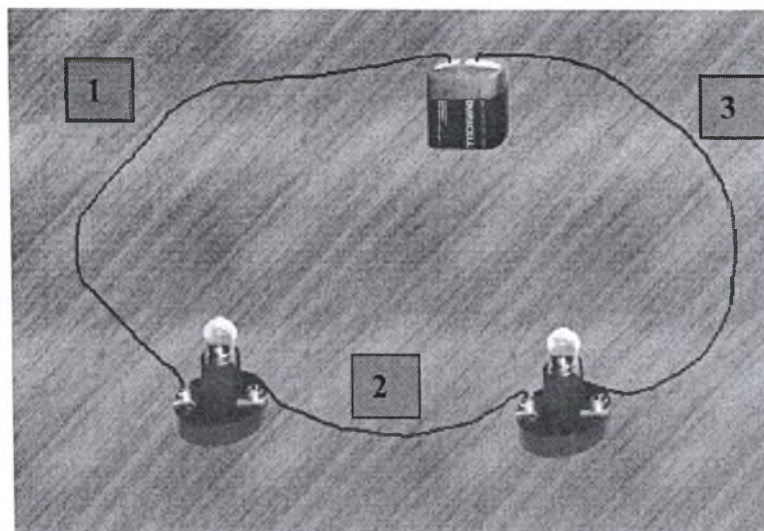
.....

.....

.....

.....

γ)



Στο παραπάνω κύκλωμα το ρεύμα που περνάει μέσα από τον αγωγό 1 είναι 0,6 A. Το ρεύμα που θα περάσει από τους αγωγούς 2 και 3 θα είναι λιγότερο, περισσότερο ή ίσο με 0,6 A;

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

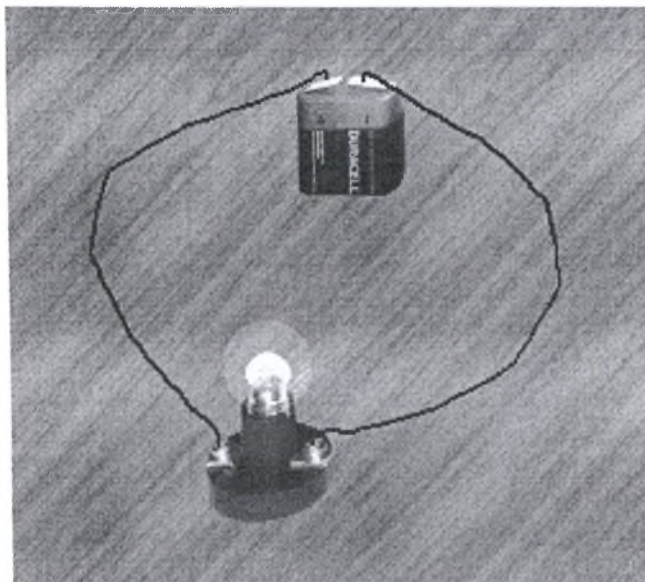
.....

.....

.....

.....

4. Ο λαμπτήρας είναι συνδεδεμένος με τη μπαταρία και είναι αναμμένος. Διάβασε την παρακάτω πρόταση και βάλε (x) στο αντίστοιχο τετράγωνο.



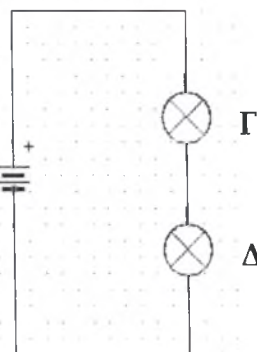
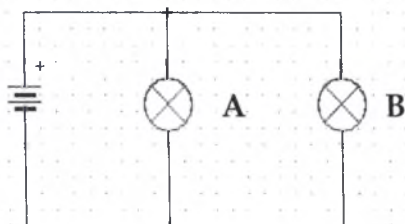
Όλο το ρεύμα που πηγαίνει από τη μπαταρία προς το λαμπτήρα επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στη μπαταρία.

ΣΩΣΤΟ

ΛΑΘΟΣ

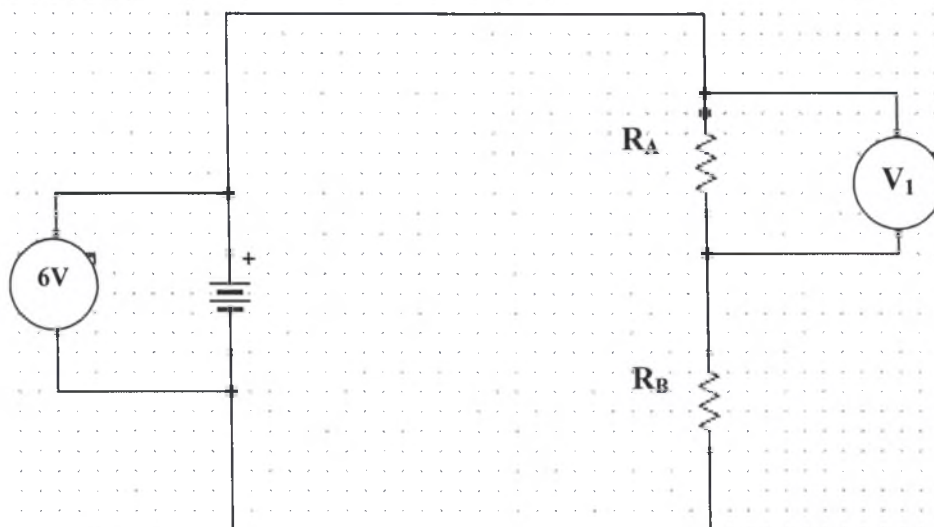
ΔΕΝ ΓΝΩΡΙΖΩ

5. Στο παρακάτω κυκλώματα όλες οι μπαταρίες και οι λαμπτήρες έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Παρακαλείσαι να βάλεις σε σειρά τους λαμπτήρες ξεκινώντας από αυτόν που θα έχει τη μεγαλύτερη φωτεινότητα.



.....
.....

6. Ποια από τις παρακάτω περιπτώσεις πιστεύεις ότι περιγράφει την ένδειξη του βολτομέτρου V1 σε κάθε περίπτωση;
Βάλε ένα (x) στο αντίστοιχο τετράγωνο.



α) αν $R_A = R_B$ τότε:

- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

β) αν $R_A > R_B$ τότε:

- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

γ) αν $R_A < R_B$ τότε:

- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 6V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μικρότερη από 6V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 3V.
- Το βολτόμετρο V1 έχει ένδειξη λίγο μεγαλύτερη από 0V.
- Το βολτόμετρο V1 δείχνει ακριβώς 0V.

Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

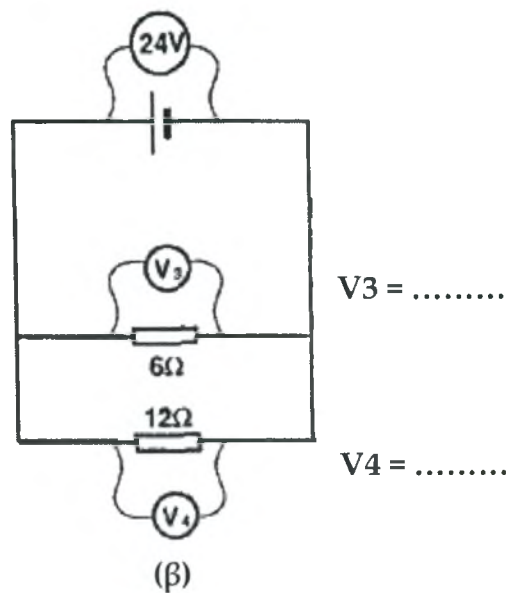
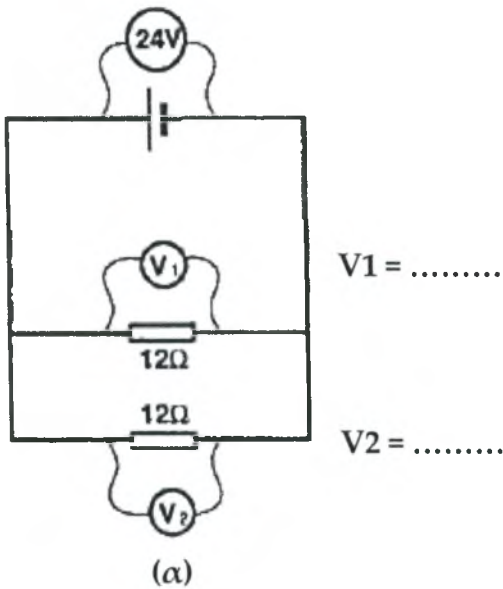
.....

.....

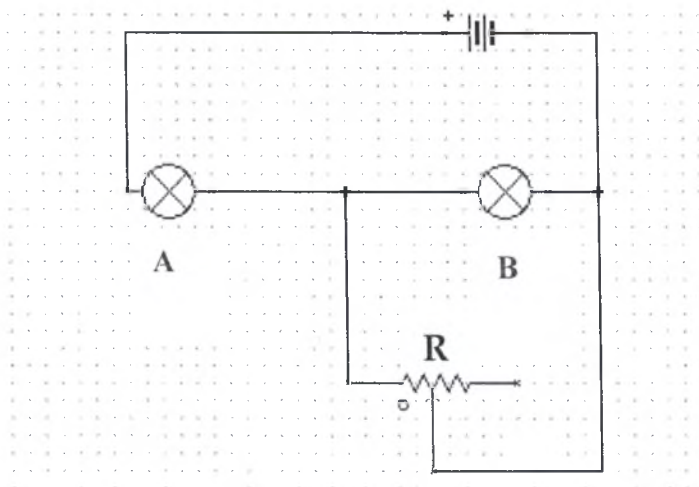
.....

.....

7. Παρατήρησε προσεκτικά τα παρακάτω κυκλώματα. Όλα τα όργανα μέτρησης που έχουν συνδεθεί στα κυκλώματα είναι βολτόμετρα. Χωρίς να κάνεις κάποιο υπολογισμό γράψε δίπλα από κάθε κύκλωμα ποια νομίζεις ότι είναι η ένδειξη του κάθε βολτομέτρου.



8. Παρατήρησε προσεκτικά το παρακάτω κύκλωμα. Τί νομίζεις ότι θα συμβεί στη φωτεινότητα των λαμπτήρων A και B αν αυξηθεί η μεταβλητή αντίσταση R;



Δικαιολόγησε την απάντησή σου.

.....

.....

.....

.....

1ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

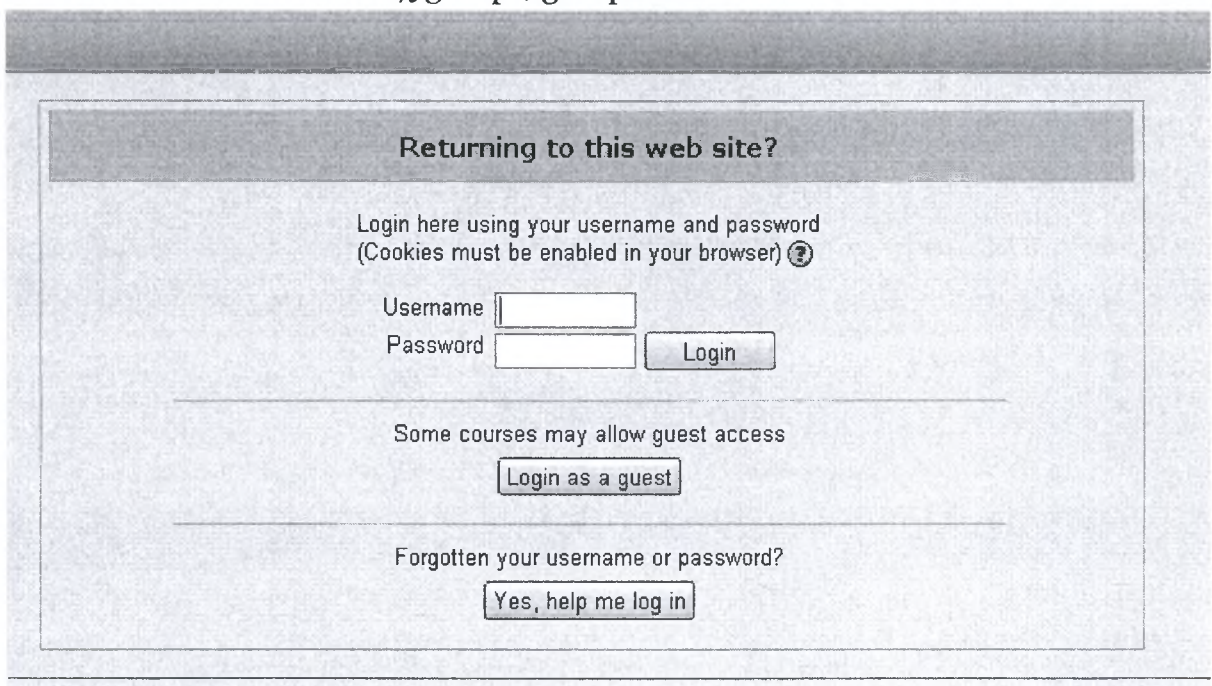
- Σχηματίστε ομάδες των 2 ατόμων για να εργαστείτε η κάθε ομάδα σε έναν υπολογιστή.
- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε τον Internet Explorer. Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet:
<http://www.schoolhitech.com/>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τις Δραστηριότητες 1 – 3.
- Συμπληρώστε τα παρακάτω πεδία

Username: group + τον αριθμό της ομάδας σου

(π.χ group1, group2 κ.τ.λ)

Password: group + τον αριθμό της ομάδας σου

(π.χ group1, group2 κ.τ.λ)



Returning to this web site?

Login here using your username and password
(Cookies must be enabled in your browser) ?

Username

Password

Some courses may allow guest access

Forgotten your username or password?

- Κάντε αριστερό κλικ στο πλήκτρο Login για να ανοίξετε τις Δραστηριότητες 1 – 3.

Δραστηριότητα 1^η: Το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα

- Στην επιφάνεια εργασίας ανοίξετε (με διπλό κλικ) τον Internet Explorer. Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet: <http://phet.colorado.edu/simulations/>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την εφαρμογή «*Circuit Construction Kit DC Only*».
- Στην οθόνη που εμφανίζεται παρακάτω επιλέξτε «Run Now», για να τρέξει η Java εφαρμογή.

Home
▶ Simulations
Featured Sims
New Sims
Motion
Work, Energy & Power
Sound & Waves
Heat & Thermo
Electricity, Magnets & Circuits
Light & Radiation
Quantum Phenomena
Chemistry
Math Tools
Cutting Edge Research
All Sims
Translated Sims
Teacher Ideas & Activities
Run our Simulations

Circuit Construction Kit (DC Only)

PHET is upgrading to Java 1.5!
Effective **September 1st**, to run the Java-based simulations you will need to upgrade to Java version 1.5 or higher. **Upgrade now!**
How do I check my computer's current version of Java?

An electronics kit in your computer! Build circuits with resistors, light bulbs, batteries, and switches. Take measurements with the realistic ammeter and voltmeter. View the circuit as a schematic diagram, or switch to a life-like view.

1340 KB share sim:

▶ TOPICS ▶ TEACHING IDEAS ▶ SOFTWARE REQUIREMENTS ▶ TRANSLATED VERSIONS ▶ CREDITS

TOPICS

- Εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη:

The image shows a screenshot of a circuit simulation software interface. A magnifying glass is positioned over a vertical toolbar on the right side of the screen. The toolbar contains the following components from top to bottom:

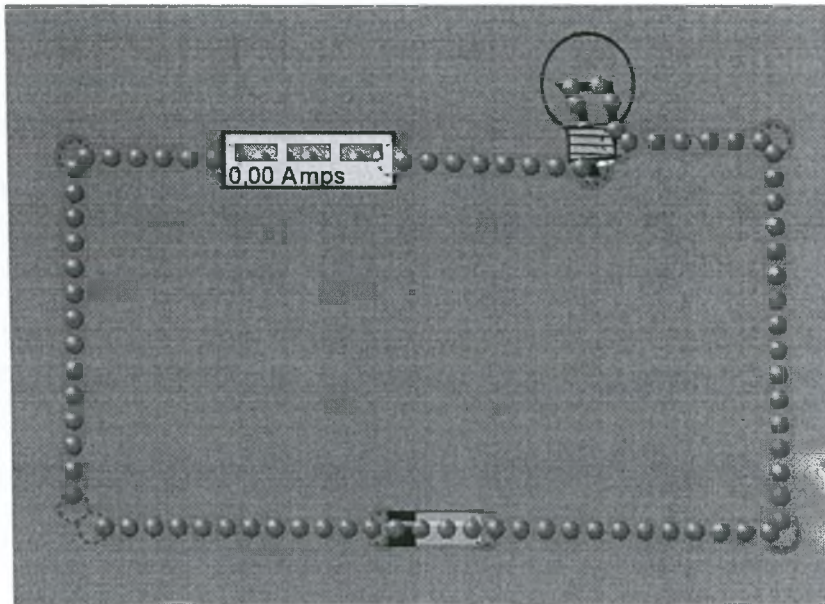
- Wire**: = αγωγός
- Resistor**: = αντίσταση
- Battery**: = μπαταρία
- Light Bulb**: = λαμπτήρας
- Switch**: = διακόπτης
- Voltmeter**: = βολτόμετρο
- Ammeter(s)**: = αμπερόμετρο

The main window of the software shows a circuit diagram with a 'Grab a wire' button and a 'Grab a resistor' button. The bottom of the window shows a status bar with '0.00 Amps'.



- Για να χρησιμοποιήσετε το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο πρέπει πρώτα να τα επιλέξετε κάνοντας κλικ στο λευκό τετραγωνάκι που είναι δίπλα τους.
- Όλα τα υλικά της εφαρμογής μπορείτε να τα τοποθετήσετε στον χώρο κατασκευής κυκλωμάτων σέρνοντάς τα, πατώντας συνέχεια αριστερό κλικ, μέχρι το σημείο που θέλετε.

- Με τη βοήθεια των υλικών και των οργάνων της εφαρμογής κατασκευάστε το κύκλωμα ενός ηλεκτρικού φακού το οποίο αποτελείται από μία μπαταρία, ένα διακόπτη και ένα λαμπτήρα. Στο κύκλωμα προσθέστε και ένα αμπερόμετρο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 2. Τι θα δείχνει κατά τη γνώμη σας το αμπερόμετρο που έχω συνδέσει;
- Κλείστε το διακόπτη της εφαρμογής για να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στην κίνηση των φορτίων και στην ένδειξη του αμπερομέτρου στο κλειστό κύκλωμα με το κλείσιμο του διακόπτη;
 2. Ποια είναι η φορά των ηλεκτρικών φορτίων στο κύκλωμα;
 3. Αν αφαιρέσουμε τον αγωγό που επιστρέφει από το λαμπτήρα πίσω στον αρνητικό πόλο της πηγής, ο λαμπτήρας του φακού θα εξακολουθεί να ανάβει;
- Ανοίξτε το διακόπτη της εφαρμογής για να διακόψετε τη λειτουργία του κυκλώματος.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στην κίνηση των φορτίων και στην ένδειξη του αμπερομέτρου με το άνοιγμα του διακόπτη;
 2. Όταν ο διακόπτης του φακού είναι ανοιχτός υπάρχει σε κάποιο στοιχείο του κυκλώματος ηλεκτρικό ρεύμα;

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

1. Τι ονομάζουμε ένταση ηλεκτρικού ρεύματος;
2. Ποια είναι η συμβατική φορά του ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα κύκλωμα;


Δραστηριότητα 2^η: Μέτρηση εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος σε κυκλώματα με αντιστάσεις σε σειρά

A' ΜΕΡΟΣ

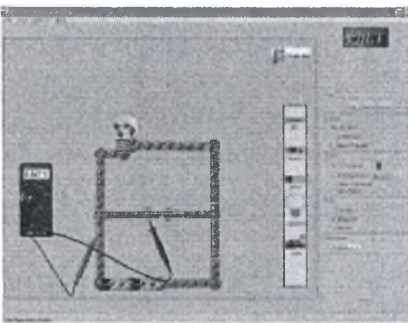
- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε τον Internet Explorer. Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet:
<http://phet.colorado.edu/simulations/>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την εφαρμογή «*Circuit Construction Kit DC Only*».
- Στην οθόνη που εμφανίζεται παρακάτω επιλέξτε «Run Now», για να τρέξει η Java εφαρμογή.

Home
▶ Simulations
 Featured Sims
 New Sims
 Motion
 Work, Energy & Power
 Sound & Waves
 Heat & Thermo
 Electricity, Magnets & Circuits
 Light & Radiation
 Quantum Phenomena
 Chemistry
 Math Tools
 Cutting Edge Research
 All Sims
 Translated Sims
Teacher Ideas & Activities
Run our Simulations


Circuit Construction Kit (DC Only)



PhET is upgrading to Java 1.5!
Effective **September 1st**, to run the Java-based simulations you will need to upgrade to Java version 1.5 or higher. **Upgrade now!**
[How do I check my computer's current version of Java?](#)



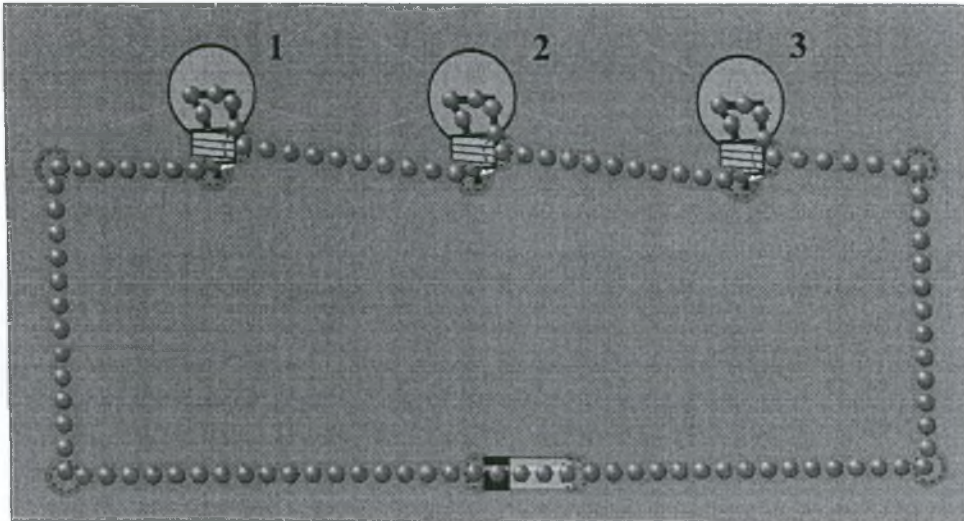
An electronics kit in your computer! Build circuits with resistors, light bulbs, batteries, and switches. Take measurements with the realistic ammeter and voltmeter. View the circuit as a schematic diagram, or switch to a life-like view.

Run Offline Run Now! 1340 KB share sim: 

▶ TOPICS ▶ TEACHING IDEAS ▶ SOFTWARE REQUIREMENTS ▶ TRANSLATED VERSIONS ▶ CREDITS

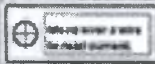
TOPICS

- Με τη βοήθεια των υλικών και των οργάνων της εφαρμογής κατασκευάστε το παρακάτω κύκλωμα συνδέοντας τρεις όμοιους λαμπτήρες 1, 2 και 3 σε σειρά.



- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 2. Ποιος λαμπτήρας πιστεύετε ότι θα είναι πιο φωτεινός; Γιατί;
- Κλείστε το διακόπτη της εφαρμογής για να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία.
- Επιλέξτε το αμπερόμετρο που δεν χρειάζεται σύνδεση και μετακινήστε το ώστε η οπή του να βρεθεί πάνω στα σημεία σύνδεσης όλων των λαμπτήρων και να μετρήσει την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που περνάει από όλα τα στοιχεία του κυκλώματος.

**Non-Contact
Ammeter**



- Για να χρησιμοποιήσετε το αμπερόμετρο που δεν χρειάζεται σύνδεση πρέπει πρώτα να το επιλέξετε κάνοντας κλικ στο λευκό τετραγωνάκι που είναι δίπλα του.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 2.α και καταγράψτε τις τιμές της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που μετρήσατε στο κύκλωμα με τους τρεις λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.α.

ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ I[A]	
I1 =	
I2 =	
I3 =	

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι παρατηρείτε στις μετρήσεις της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον κάθε λαμπτήρα;
 2. Τι ισχύει για την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος στα κυκλώματα με αντιστάσεις σε σειρά;

B' ΜΕΡΟΣ

- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε πάλι τον Internet Explorer. Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet:
<http://phet.colorado.edu/simulations/>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την εφαρμογή «*Circuit Construction Kit DC Only*».
- Στην οθόνη που εμφανίζεται παρακάτω επιλέξτε «Run Now», για να τρέξει η Java εφαρμογή.

Home


► Simulations

- Featured Sims
- New Sims
- Motion
- Work, Energy & Power
- Sound & Waves
- Heat & Thermo
- Electricity, Magnets & Circuits
- Light & Radiation
- Quantum Phenomena
- Chemistry
- Math Tools
- Cutting Edge Research
- All Sims
- Translated Sims

Teacher Ideas & Activities

Run our Simulations

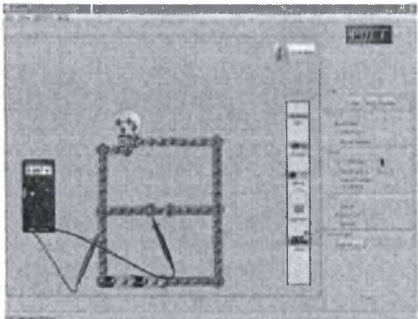
Circuit Construction Kit (DC Only)



PhET is upgrading to Java 1.5!




Effective **September 1st**, to run the Java-based simulations you will need to upgrade to Java version 1.5 or higher. **Upgrade now!**

How do I check my computer's current version of Java?



An electronics kit in your computer! Build circuits with resistors, light bulbs, batteries, and switches. Take measurements with the realistic ammeter and voltmeter. View the circuit as a schematic diagram, or switch to a life-like view.

1340 KB

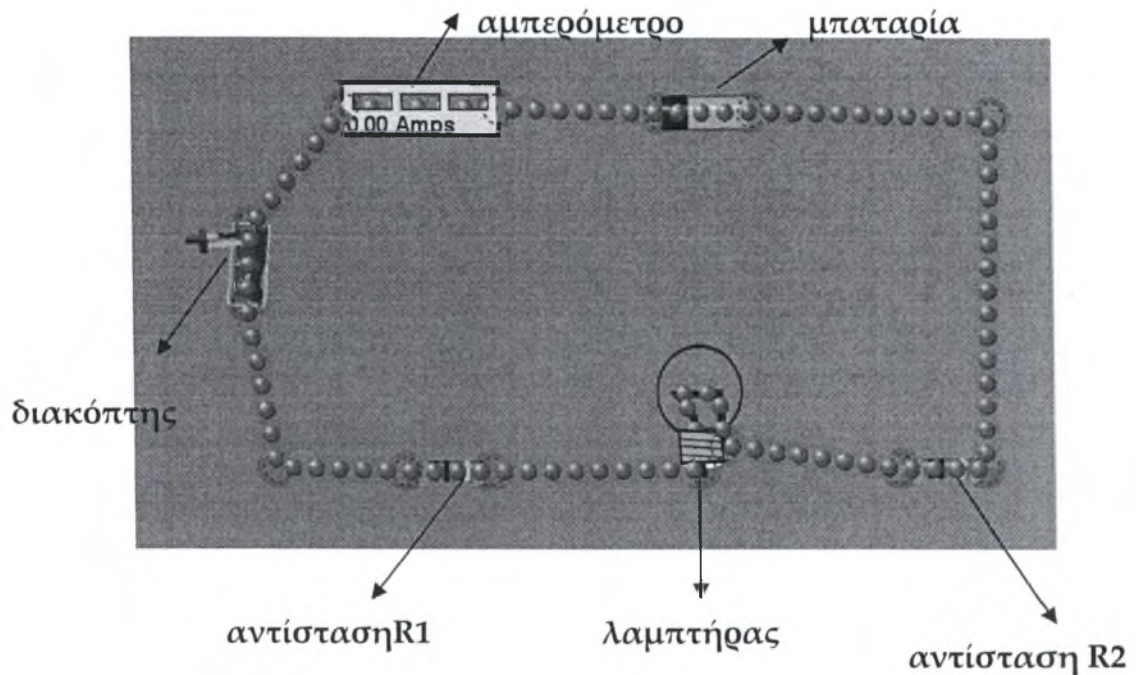
share sim:   

Run Offline Run Now!

► TOPICS ► TEACHING IDEAS ► SOFTWARE REQUIREMENTS ► TRANSLATED VERSIONS ► CREDITS

TOPICS

- Με τη βοήθεια των υλικών και των οργάνων της εφαρμογής σχεδιάστε το παρακάτω κύκλωμα συνδέοντας τις αντιστάσεις R1, R2 και τον λαμπτήρα σε σειρά.



- Ρυθμίστε τις αντιστάσεις R1 και R2 στα 10Ω
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι νομίζετε ότι θα συμβεί όταν θέσω το κύκλωμα σε λειτουργία;
 2. Τι νομίζετε ότι θα δείξει το αμπερόμετρο;
- Κλείστε το διακόπτη της εφαρμογής για να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 2.β και καταγράψτε την

τιμή της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος που μετρήσατε με το αμπερόμετρο.

- Κάντε δεξί κλικ πάνω στην R2 αντίσταση. Επιλέξτε *Αλλαγή αντίστασης* και αλλάξτε την τιμή της αντίστασης R2, πληκτρολογώντας 20 Ω.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 2.β, καταγράψτε την τιμή της εντάσεως του ηλεκτρικού ρεύματος που μετρήσατε με το αμπερόμετρο και παρατηρήστε τη φωτεινότητα του λαμπτήρα.
- Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία αλλάζοντας την τιμή της αντίστασης R2 σε 40Ω. Καταγράψτε τη νέα ένδειξη του αμπερομέτρου και παρατηρήστε τη φωτεινότητα του λαμπτήρα.

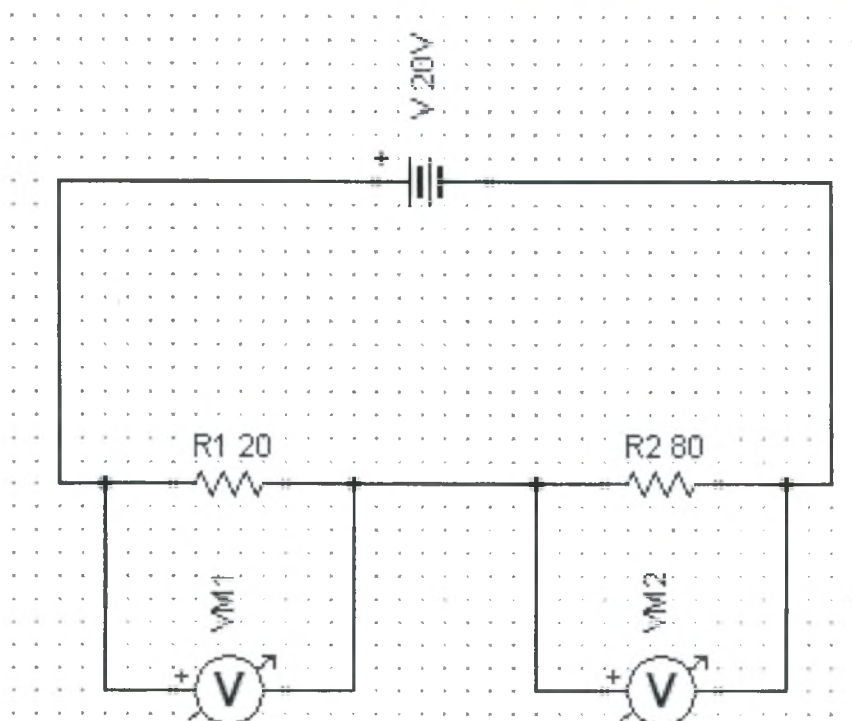
ΠΙΝΑΚΑΣ 2.β.


R1 = 10Ω ΣΤΑΘΕΡΗ	
Αντίσταση R2 (Ω)	Ένδειξη αμπερομέτρου (A)
10	
20	
40	

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι συμβαίνει στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος όταν αυξάνουμε την τιμή της αντίστασης R2;
 2. Τι γίνεται στην φωτεινότητα του λαμπτήρα όταν αυξάνουμε την τιμή της αντίστασης R2;

Δραστηριότητα 3^η: Μέτρηση ηλεκτρικής τάσεως σε κυκλώματα με αντιστάσεις σε σειρά

- Στο λογισμικό TINA Pro χρησιμοποιήστε τις βιβλιοθήκες «Βασικά» και «Όργανα», για να πραγματοποιήσετε το παρακάτω κύκλωμα συνδέοντας τις δύο αντιστάσεις R1 και R2 σε σειρά.



- Ρυθμίστε τις αντιστάσεις $R1$ και $R2$ στα 20Ω και 80Ω αντίστοιχα και την πηγή τάσης στα $20V$ DC.
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα 3.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Ποιο από τα δύο βολτόμετρα κατά τη γνώμη σας θα έχει τη μεγαλύτερη ένδειξη;
 2. Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
- Κάντε αριστερό κλικ στο εικονίδιο DC  στη γραμμή εργαλείων, ώστε να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 3 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 1η μέτρηση.
- Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις $R1=50\Omega$ και $R2=50\Omega$ σύμφωνα με τις τιμές της 2ης μέτρησης, επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 3 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 2η μέτρηση.
- Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις $R1=80\Omega$ και $R2=20\Omega$ σύμφωνα με τις τιμές της 3ης μέτρησης, επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 3 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 3η μέτρηση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4

α/α	Αντιστάσεις (Ω)		Τάσεις Βολτομέτρων (V)	
	R1	R2	U1	U2
1 ^η Μέτρηση	20	80		
2 ^η Μέτρηση	50	50		
3 ^η Μέτρηση	80	20		

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Σε ποια αντίσταση μετρώ τη μεγαλύτερη τιμή της τάσης κάθε φορά;
 2. Αν αλλάξω τη θέση των αντιστάσεων (συνδέσω πρώτη την R2) νομίζετε ότι θα αλλάξουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον παραπάνω πίνακα;
 3. Αν προσθέσω τις τάσεις U1 και U2 στα άκρα των δύο αντιστάσεων σε κάθε μέτρηση τι βρίσκω;
 4. Τί τιμή θα πρέπει να έχουν οι δύο αντιστάσεις στο κύκλωμα που φτιάξατε για να είναι η U1 τάση ίση με το μισό της τάσης της πηγής; Πόση θα είναι τότε η τάση U2;

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗΣ (ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 1-3)

A) Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις αντιστοιχεί μία σωστή απάντηση. Επιλέξτε με αριστερό κλικ την απάντηση που θεωρείτε ότι είναι σωστή.

1. Σε ποιο από τα παρακάτω κυκλώματα ο λαμπτήρας είναι αναμμένος.



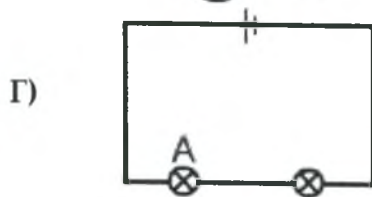
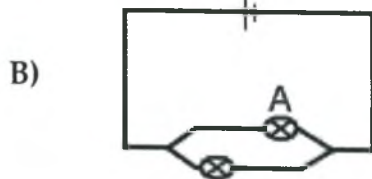
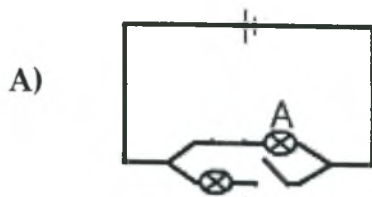
α) στο A.

β) στο B.

γ) στο Γ

δ) σε κανένα από τα παραπάνω

2. Σε όλα τα παρακάτω κυκλώματα ο λαμπτήρας A είναι καμένος σε ποιο από τα κυκλώματα ο άλλος λαμπτήρας θα ανάψει.



- α) στο A.
β) στο B.
γ) στο Γ
δ) σε κανένα από τα παραπάνω

3. Σε ποιο/α από τα παρακάτω κυκλώμα/-τα θα ανάψει ο λαμπτήρας;



A



B



Γ



Δ

- α) Στο A και στο Δ.
- β) Στο A και στο Γ.
- γ) Στο Γ και στο Δ.
- δ) Στο Γ και στο B.

4. Όταν ανοίγουμε το διακόπτη ενός κυκλώματος τότε:

- α) Τα φορτία στο κύκλωμα αμέσως σταματούν να κινούνται και το ρεύμα στο αμπερόμετρο μηδενίζεται.
- β) Αφού περάσουν μερικά δευτερόλεπτα τα φορτία στο κύκλωμα σταματούν να κινούνται και το ρεύμα στο αμπερόμετρο μηδενίζεται.
- γ) Τα φορτία στο κύκλωμα αμέσως σταματούν να κινούνται και το ρεύμα στο αμπερόμετρο μηδενίζεται αλλά η μπαταρία διαρρέεται από ρεύμα.
- δ) Τίποτα από τα παραπάνω

5. Αν συνδέσουμε τρεις αντιστάσεις σε σειρά τότε:

- α) Από όλες τις αντιστάσεις θα περνάει το ίδιο ρεύμα.

- β) Από την πρώτη αντίσταση θα περάσεις περισσότερο ρεύμα, από τη δεύτερη πιο λίγο και από την τρίτη θα περάσει το λιγότερο ρεύμα.
- γ) Από τη μεγαλύτερη αντίσταση θα περάσει το μικρότερο ρεύμα.
- δ) Από τη μικρότερη αντίσταση θα περάσει το μικρότερο ρεύμα

6. Μία αλλαγή σε ένα από τα εξαρτήματα ενός κλειστού κυκλώματος επηρεάζει:

- α) Όλο το κύκλωμα.
- β) Μόνο τα στοιχεία του κυκλώματος που βρίσκονται μετά από το σημείο αυτό.
- γ) Δεν επηρεάζει το υπόλοιπο κύκλωμα.
- δ) Τίποτα από τα παραπάνω.

7. Όταν συνδέουμε αντιστάσεις σε σειρά:

- α) Στα άκρα της τελευταίας αντίστασης μετράμε πάντα τη μεγαλύτερη τιμή της τάσης.
- β) Στα άκρα της πρώτης αντίστασης μετράμε πάντα τη μεγαλύτερη τιμή της τάσης.
- γ) Στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης μετράμε πάντα τη μεγαλύτερη τιμή της τάσης.
- δ) Όλες οι αντιστάσεις έχουν την ίδια τάση στα άκρα τους.

8. Όταν συνδέουμε αντιστάσεις σε σειρά:

- α) Το άθροισμα των τάσεων στα άκρα κάθε αντίστασης ισούται με τη τάση της πηγής.
- β) Η τάση στα άκρα της πρώτης αντίστασης ισούται με τη τάση της πηγής.

γ) Η τάση στα άκρα της μεγαλύτερης αντίστασης ισούται με τη τάση της πηγής.

δ) Η τάση στα άκρα της μικρότερης αντίστασης ισούται με τη τάση της πηγής.

B) Διαβάστε προσεκτικά κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις. Αν θεωρείτε ότι αυτή είναι σωστή κάντε αριστερό κλικ στο Σ, αν θεωρείτε ότι αυτή είναι λάθος κάντε κλικ στο Λ.

1. Για να διαρρέονται από ρεύμα οι αγωγοί ενός κυκλώματος, το κύκλωμα πρέπει να είναι κλειστό.
2. Όταν βγάλουμε την τoσσιέρα από τη πρίζα σταματάει η ροή ρεύματος στους αγωγούς της αλλά η πρίζα εξακολουθεί να διαρρέεται από ρεύμα.
3. Όταν συνδέω αντιστάσεις σε σειρά όσο πιο μεγάλη είναι μία αντίσταση τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η τιμή της τάσης που θα μετρήσω σε αυτή.
4. Αν συνδέσω δύο ίδιες αντιστάσεις σε σειρά τότε στα άκρα τους θα μετρήσω την ίδια τάση.

2ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

- Σχηματίστε ομάδες των 2 ατόμων για να εργαστείτε η κάθε ομάδα σε έναν υπολογιστή.
- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε τον Internet Explorer.
Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet:

<http://www.schoolhitech.com/>

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τις Δραστηριότητες 4 – 6.
- Συμπληρώστε τα παρακάτω πεδία

Username: group + τον αριθμό της ομάδας σου

(π.χ group1, group2 κ.τ.λ)

Password: group + τον αριθμό της ομάδας σου

(π.χ group1, group2 κ.τ.λ)

Returning to this web site?

Login here using your username and password
(Cookies must be enabled in your browser) ?

Username

Password

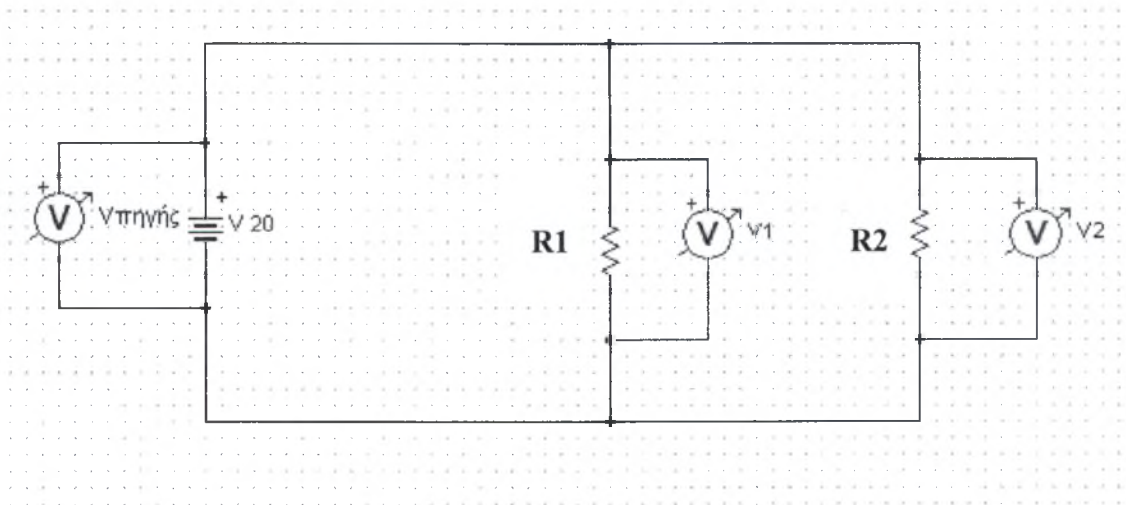
Some courses may allow guest access


Forgotten your username or password?

- Κάντε αριστερό κλικ στο πλήκτρο Login για να ανοίξετε τις Δραστηριότητες 4 – 6.

Δραστηριότητα 4^η: Μέτρηση ηλεκτρικής τάσεως σε κυκλώματα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.

- Ανοίξτε το λογισμικό TINA Pro, που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας.
- Χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες «Βασικά» και «Όργανα» συνδέστε τις αντιστάσεις R1 και R2 παράλληλα.
- Συνδέστε επίσης από ένα βολτόμετρο στα άκρα κάθε αντίστασης και ένα βολτόμετρο στα άκρα της πηγής και κατασκευάστε το παρακάτω κύκλωμα.



- Ρυθμίστε τις αντιστάσεις $R1$ και $R2$ στα 20Ω και 80Ω αντίστοιχα και την πηγή τάσης στα $20V$ DC.
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα 4.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Ποια νομίζετε ότι θα είναι η ένδειξη του κάθε βολτομέτρου;
 2. Θα άλλαζε κατά τη γνώμη σας η ένδειξη των δύο βολτομέτρων αν η $R1$ ήταν μεγαλύτερη από τη $R2$;
 3. Αν όχι, γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
- Κάντε αριστερό κλικ στο εικονίδιο DC  στη γραμμή εργαλείων, ώστε να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 4 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 1η μέτρηση.
- Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις $R1=50\Omega$ και $R2=50\Omega$ σύμφωνα με τις τιμές της 2ης μέτρησης, επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 4 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 2η μέτρηση.
- Ρυθμίστε τις δύο αντιστάσεις $R1=80\Omega$ και $R2=20\Omega$ σύμφωνα με τις τιμές της 3ης μέτρησης, επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 4 και σημειώστε τις ενδείξεις των βολτομέτρων για την 3η μέτρηση.

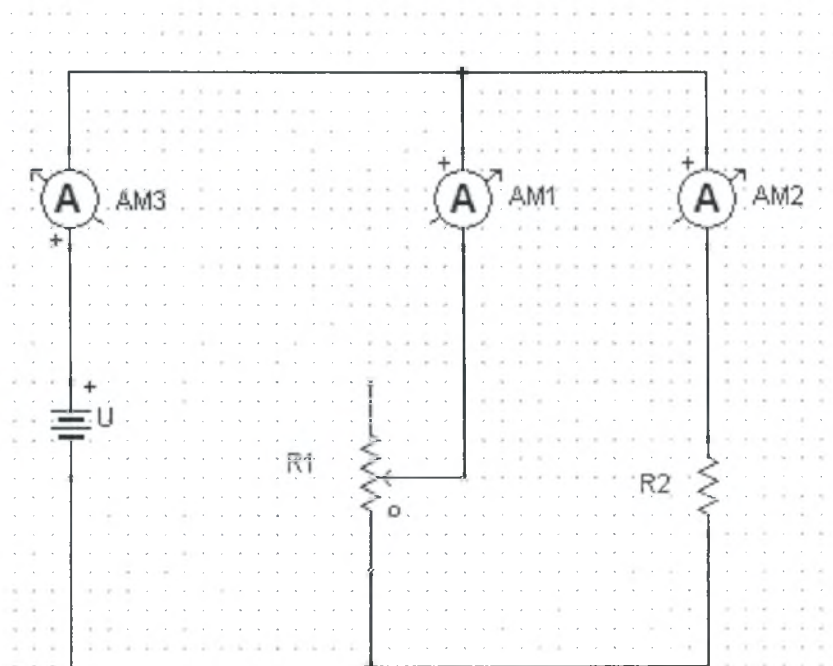
ΠΙΝΑΚΑΣ 4

α/α	Αντιστάσεις (Ω)		Τάσεις Βολτομέτρων (V)	
	R1	R2	U1	U2
1 ^η Μέτρηση	20	80		
2 ^η Μέτρηση	50	50		
3 ^η Μέτρηση	80	20		

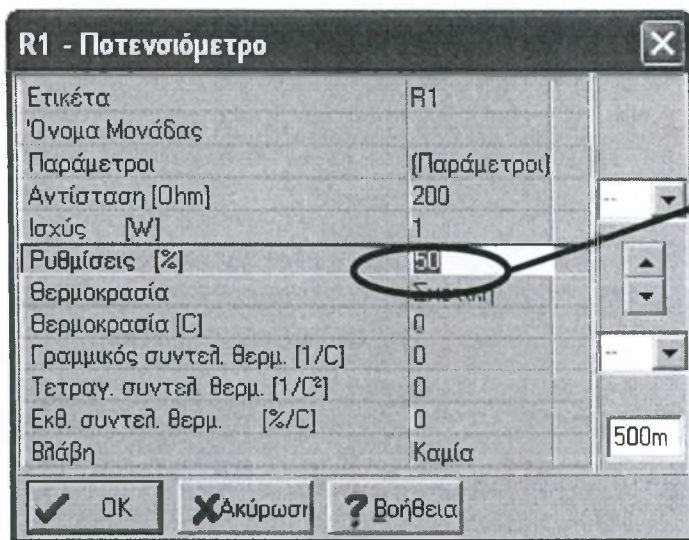
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι παρατηρείτε ότι ισχύει για τις τάσεις U1 και U2 για όλες τις μετρήσεις του Πίνακα 4;
 2. Αν αλλάξω τη θέση των αντιστάσεων (συνδέσω πρώτη την R2) νομίζετε ότι θα αλλάξουν τα αποτελέσματα των μετρήσεων στον πίνακα 4;
 3. Συγκρίνετε τις τάσεις U1 και U2 με τη τάση της πηγής; Τι παρατηρείτε;

Δραστηριότητα 5^η: Μέτρηση εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος σε κυκλώματα με παράλληλη σύνδεση αντιστάσεων.


- Στο λογισμικό TINA Pro, χρησιμοποιήστε τις βιβλιοθήκες «Βασικά» και «Όργανα» για να συνδέσετε το ροοστάτη R1 παράλληλα με την αντίσταση R2. Συνδέστε επίσης από ένα αμπερόμετρο σε κάθε κλάδο πραγματοποιώντας έτσι το παρακάτω κύκλωμα.



- Ρυθμίστε την αντίσταση R1 στα 100Ω και την πηγή τάσης στα 20V DC και κρατήστε τις τιμές τους σταθερές.
- Ρυθμίστε το ροοστάτη R1 (μεταβλητή αντίσταση) ώστε να έχει μέγιστη αντίσταση 200Ω.
- Αποθηκεύστε το κύκλωμα με το όνομα Δραστηριότητα 5.
- Ρυθμίστε το δρομέα του ροοστάτη R1 στο 50% (Ρυθμίσεις [%]: 50).



Ρύθμιση
δρομέα του
ροοστάτη
στο 50%.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Ποιο από τα τρία αμπερόμετρα κατά τη γνώμη σας θα έχει τη μεγαλύτερη ένδειξη;
 2. Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;
- Κάντε αριστερό κλικ στο εικονίδιο DC  στη γραμμή εργαλείων, ώστε να θέσετε το κύκλωμα σε λειτουργία.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 5 και καταγράψτε τις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων.
- Ρυθμίστε το δρομέα του ροοστάτη R1 σε 2 διαφορετικές τιμές 70% και 90% αυξάνοντας την αντίστασή του.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον ΠΙΝΑΚΑ 5 και καταγράψτε τις μετρήσεις σας.
- Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία ρυθμίζοντας το δρομέα του ροοστάτη R1 σε 2 διαφορετικές τιμές, στο 40% και 10% μειώνοντας τώρα την αντίστασή του.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον ΠΙΝΑΚΑ 5 και καταγράψτε τις μετρήσεις σας.
- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε την αριθμομηχανή και υπολογίστε το άθροισμα των ενδείξεων των δύο αμπερομέτρων (AM1 + AM2) για όλες τις μετρήσεις.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον ΠΙΝΑΚΑ 5 και καταγράψτε τους υπολογισμούς σας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5

Ρύθμιση R1 αντίστασης	Ένδειξη αμπερομέτρου AM1 (A)	Ένδειξη αμπερομέτρου AM2 (A)	Ένδειξη αμπερομέτρου AM3 (A)	AM1 +AM2 (A)
50% R1				
70% R1				
90% R1				
40% R1				
10% R1				

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις. Συζητήστε στην ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων όταν αυξάνεται η αντίσταση του ροοστάτη R1;
 2. Πού νομίζετε ότι οφείλεται η αλλαγή στις ενδείξεις των οργάνων;
 3. Τι παρατηρείτε ότι συμβαίνει στις ενδείξεις των τριών αμπερομέτρων όταν μειώνεται η αντίσταση του ροοστάτη R1;
 4. Τι δείχνει το αμπερόμετρο 3 (AM3) κάθε φορά που αλλάζω την αντίσταση του ροοστάτη R1;
 5. Γιατί ποιο λόγο νομίζετε ότι η ένδειξη του αμπερομέτρου 3 δεν παραμένει σταθερή;
 6. Σε ποια περίπτωση οι ενδείξεις των αμπερομέτρων AM1 και AM2 είναι ίσες; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

Δραστηριότητα 6η: Σύνδεση λαμπτήρων σε σειρά και παράλληλα

- Στην επιφάνεια εργασίας επιλέξτε τον Internet Explorer. Πληκτρολογήστε την παρακάτω διεύθυνση του Internet:
<http://phet.colorado.edu/simulations/>
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την εφαρμογή «*Circuit Construction Kit DC Only*».
- Στην οθόνη που εμφανίζεται παρακάτω επιλέξτε «Run Now», για να τρέξει η Java εφαρμογή.

The screenshot shows the PhET website interface. On the left is a navigation menu with categories like Home, Simulations, Featured Sims, New Sims, Motion, Work, Energy & Power, Sound & Waves, Heat & Thermo, Electricity, Magnets & Circuits, Light & Radiation, Quantum Phenomena, Chemistry, Math Tools, Cutting Edge Research, All Sims, Translated Sims, Teacher Ideas & Activities, and Run our Simulations. The main content area is titled 'Circuit Construction Kit (DC Only)'. It features a Java update notice: 'PhET is upgrading to Java 1.5! Effective September 1st, to run the Java-based simulations you will need to upgrade to Java version 1.5 or higher. Upgrade now! How do I check my computer's current version of Java?'. Below this is a preview of the simulation showing a circuit with a battery, resistors, and a light bulb. To the right of the preview is a description: 'An electronics kit in your computer! Build circuits with resistors, light bulbs, batteries, and switches. Take measurements with the realistic ammeter and voltmeter. View the circuit as a schematic diagram, or switch to a life-like view.' There are 'Run Offline' and 'Run Now!' buttons, a file size of 1340 KB, and a 'share sim' link. At the bottom, there are navigation links for TOPICS, TEACHING IDEAS, SOFTWARE REQUIREMENTS, TRANSLATED VERSIONS, and CREDITS.

- Εμφανίζεται η παρακάτω οθόνη:

The image shows a screenshot of the Circuit Construction Kit (CK12) software interface. A magnifying glass icon is positioned over the toolbar, highlighting the 'Non-Contact Ammeter' component. The toolbar contains the following components with their Greek labels:

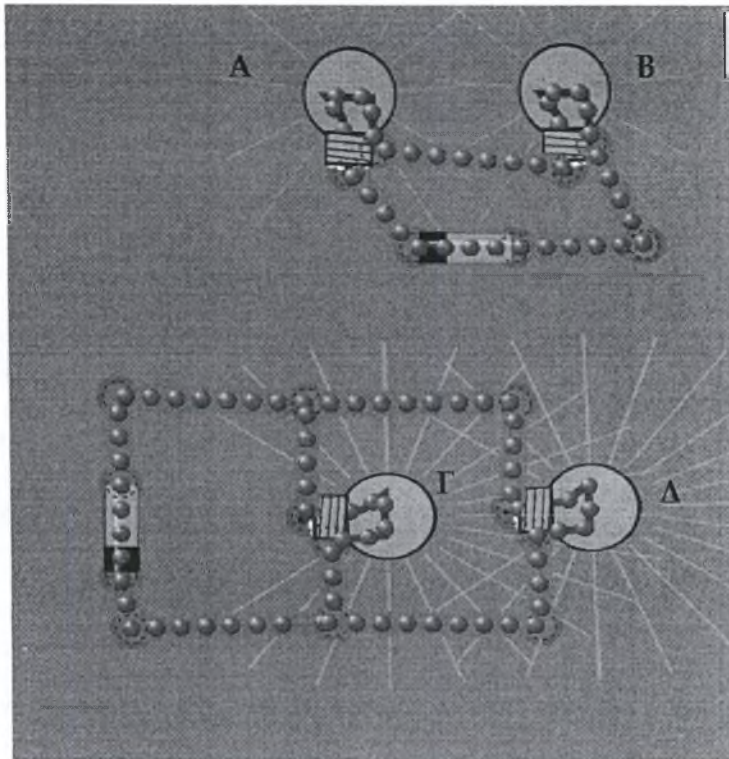
- Wire = αγωγός
- Resistor = αντίσταση
- Battery = μπαταρία
- Light Bulb = λαμπτήρας
- Switch = διακόπτης
- Non-Contact Ammeter = αμπερόμετρο που δεν χρειάζεται σύνδεση

The software interface also shows a 'Grab a wire' button and a 'Non-Contact Ammeter' button with a checkmark icon.



- Για να χρησιμοποιήσετε το αμπερόμετρο που δεν χρειάζεται σύνδεση πρέπει πρώτα να το επιλέξετε κάνοντας κλικ στο λευκό τετραγωνάκι που είναι δίπλα του.
- Όλα τα υλικά της εφαρμογής μπορείτε να τα τοποθετήσετε στον χώρο κατασκευής κυκλωμάτων σέρνοντάς τα, πατώντας συνέχεια αριστερό κλικ, μέχρι το σημείο που θέλετε.

- Με τη βοήθεια των υλικών της εφαρμογής συνδέστε τους λαμπτήρες Α και Β σε σειρά και τους λαμπτήρες Γ και Δ παράλληλα συνδέστε στα άκρα κάθε κυκλώματος από μία μπαταρία όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



- Παρατηρήστε τις φωτεινότητες του κάθε λαμπτήρα των δύο κυκλωμάτων.
- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την παρακάτω ερώτηση. Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.
 1. Στα δύο κυκλώματα που κατασκευάσατε ποια παρατηρήσατε ότι είναι η σειρά των λαμπτήρων από τον περισσότερο στο λιγότερο φωτεινό;
- Επιλέξτε το αμπερόμετρο που δεν χρειάζεται σύνδεση και μετακινήστε το ώστε η οπή του να βρεθεί πάνω στα σημεία

σύνδεσης όλων των λαμπτήρων και των μπαταριών και να μετρήσει το ρεύμα που περνάει από όλα τα στοιχεία του κυκλώματος.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 6.α και καταγράψτε τις τιμές που ρεύματος που μετρήσατε στο κύκλωμα με τους δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους σε σειρά.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.α: ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Στοιχείο κυκλώματος	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (A)
Λαμπτήρας Α	
Λαμπτήρας Β	

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 6.β και καταγράψτε τις τιμές που ρεύματος που μετρήσατε στο κύκλωμα με τους δύο λαμπτήρες συνδεδεμένους παράλληλα.

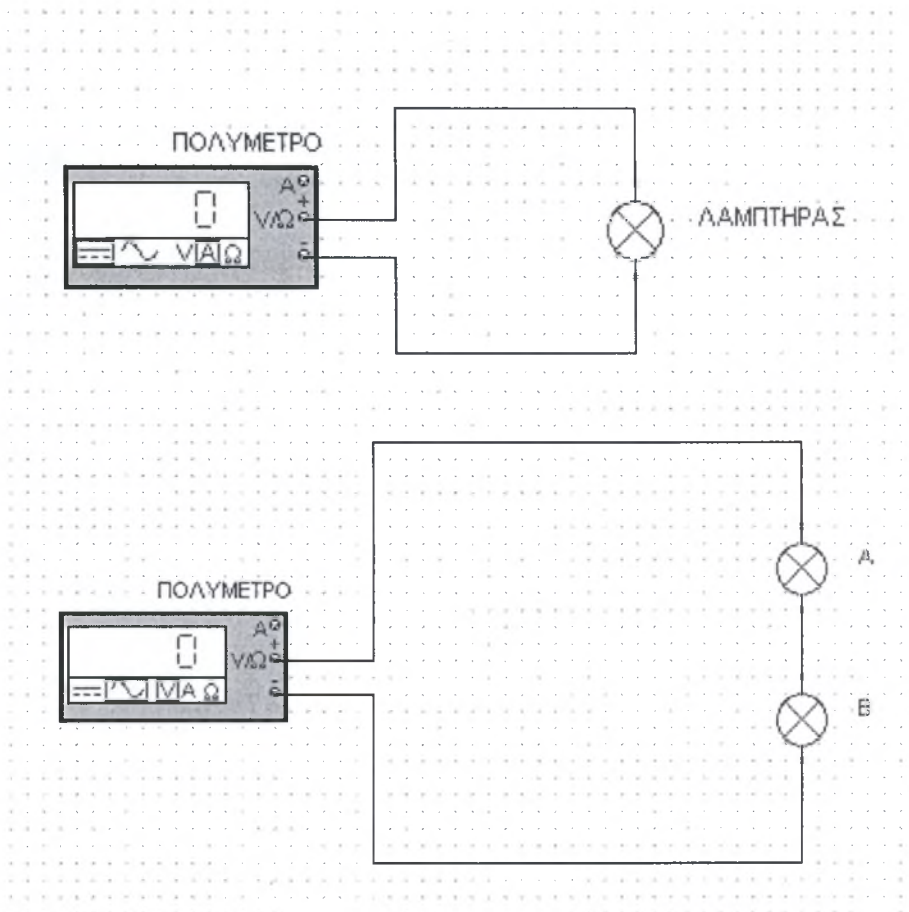
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.β: ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ

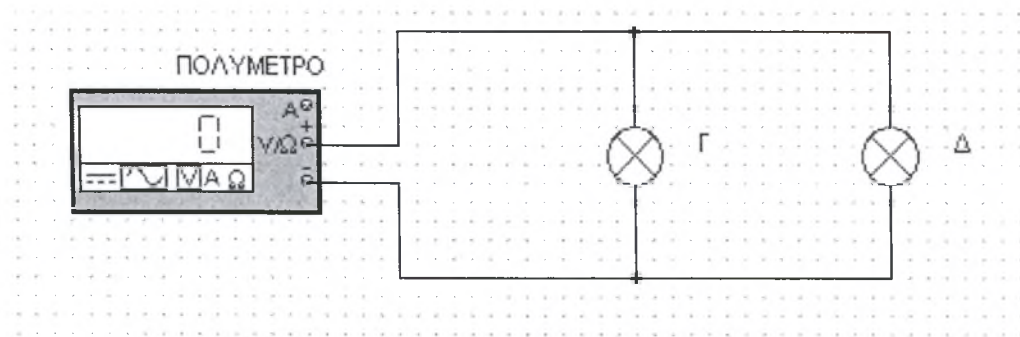
Στοιχείο κυκλώματος	Ένταση ηλεκτρικού ρεύματος (A)
Λαμπτήρας Γ	
Λαμπτήρας Δ	

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ την παρακάτω ερώτηση. Συζητήστε με την ομάδα σας και στη συνέχεια γράψτε την απάντησή σας.

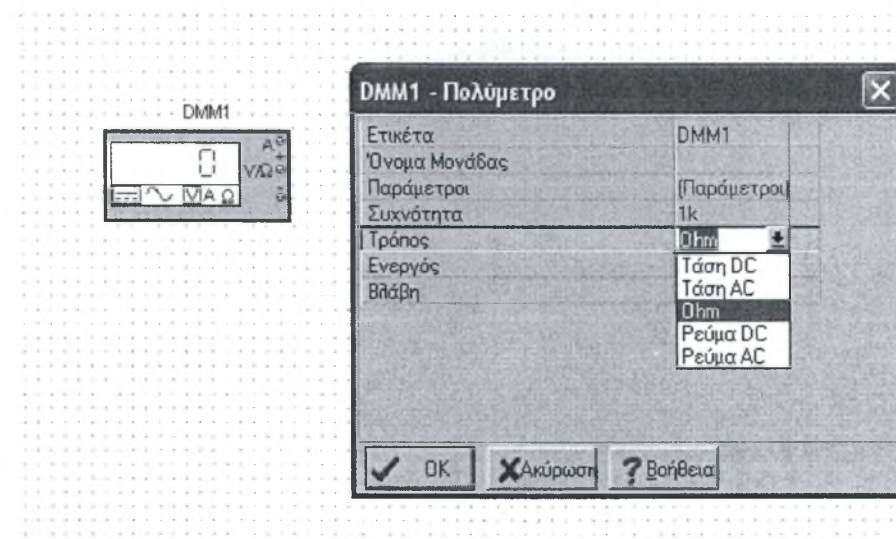
1. Από ποιον λαμπτήρα περνάει περισσότερο ρεύμα και από ποιον λιγότερο; Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;


- Ανοίξτε το λογισμικό TINA Pro, που βρίσκεται στην επιφάνεια εργασίας.
- Χρησιμοποιώντας τις βιβλιοθήκες «Βασικά» και «Όργανα» πραγματοποιήστε τα παρακάτω κυκλώματα.





- Ρυθμίστε τα πολύμετρα από την επιλογή «Τρόπος» ώστε να μετρούν αντίσταση (Ωμ - ωμόμετρο), όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



- Αποθηκεύστε τα κυκλώματα με το όνομα Δραστηριότητα 6.
- Κάντε αριστερό κλικ στο εικονίδιο DC  στη γραμμή εργαλείων, ώστε να θέσετε τα κυκλώματα σε λειτουργία.

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τον Πίνακα 6.γ και καταγράψτε τις ενδείξεις των πολύμετρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.γ

Κύκλωμα	Αντίσταση (Ω)
1 λαμπτήρας	
2 λαμπτήρες σε σειρά	
2 λαμπτήρες παράλληλα	

- Επιλέξτε με αριστερό κλικ τη Συζήτηση – Συμπεράσματα.
- Συζητήστε με την ομάδα σας και γράψτε τα συμπεράσματα σας:
 - για την φωτεινότητα,
 - για το ρεύμα και
 - για την ολική αντίσταση των λαμπτήρωνόταν τους συνδέω σε σειρά και όταν τους συνδέω παράλληλα.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗΣ (ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 4-6)

A) Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις αντιστοιχεί μία σωστή απάντηση. Επιλέξτε με αριστερό κλικ την απάντηση που θεωρείτε ότι είναι σωστή.

1. Όταν συνδέουμε αντιστάσεις παράλληλα:

α) Όλες διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

β) Σε όλες τις αντιστάσεις μετράμε την ίδια τάση στα άκρα τους ίση με την τάση της πηγής.

γ) Στη μεγαλύτερη αντίσταση μετράμε μικρότερη τιμή τάσης στα άκρα της.

δ) Στη πρώτη αντίσταση μετράμε μεγαλύτερη τιμή τάσης στα άκρα της.

2. Όταν συνδέουμε αντιστάσεις παράλληλα:

α) Το ολικό ρεύμα που παρέχει η πηγή είναι ίσο με το άθροισμα των ρευμάτων των παράλληλων κλάδων.

β) Όλες οι αντιστάσεις διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

γ) Η μεγαλύτερη αντίσταση διαρρέετε από το περισσότερο ρεύμα.

δ) Η πρώτη αντίσταση θα διαρρέετε από το περισσότερο ρεύμα.

3. Αν έχω δύο αντιστάσεις των 10Ω και χρειάζομαι μία που να είναι μικρότερη από 10Ω θα πρέπει να τις συνδέσω

α) Παράλληλα

β) Σε σειρά

γ) Θα φτιάξω μία μικρότερη αντίσταση είτε τις συνδέσω παράλληλα είτε σε σειρά.

δ) Θα φτιάξω μία μεγαλύτερη αντίσταση είτε τις συνδέσω παράλληλα είτε σε σειρά.

4. Αν έχω δύο αντιστάσεις των 20Ω και χρειάζομαι μία που να είναι μεγαλύτερη από 20Ω θα πρέπει να τις συνδέσω
- α) Παράλληλα
 - β) Σε σειρά
 - γ) Θα φτιάξω μία μικρότερη αντίσταση είτε τις συνδέσω παράλληλα είτε σε σειρά.
 - δ) Θα φτιάξω μία μεγαλύτερη αντίσταση είτε τις συνδέσω παράλληλα είτε σε σειρά.

B) Διαβάστε προσεκτικά κάθε μία από τις παρακάτω προτάσεις. Αν θεωρείτε ότι αυτή είναι σωστή κάντε αριστερό κλικ στο Σ, αν θεωρείτε ότι αυτή είναι λάθος κάντε κλικ στο Λ.

1. Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα όσο πιο μεγάλη είναι μία αντίσταση τόσο πιο μεγάλη θα είναι και η τιμή της τάσης που θα μετρήσω σε αυτή.
2. Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα η τάση της πηγής μοιράζεται στις επιμέρους αντιστάσεις.
3. Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα όσο πιο μεγάλη είναι η αντίσταση ενός κλάδου τόσο πιο μεγάλη τιμή θα έχει το ρεύμα που θα τον διαρρέει.
4. Όταν συνδέουμε παράλληλα δύο αντιστάσεις της ίδιας τιμής τότε αυτές διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα.

5. Όταν συνδέω αντιστάσεις σε σειρά η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι μεγαλύτερη από τη κάθε μία αντίσταση χωριστά.

6. Όταν συνδέω αντιστάσεις παράλληλα η ολική αντίσταση του κυκλώματος είναι μεγαλύτερη από τη κάθε μία αντίσταση χωριστά.

ΦΥΛΛΟ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗΣ

ΤΑΞΗ:

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΑΘΗΤΩΝ: 16

ΠΑΡΑΤΗΡΗΤΗΣ/-ΡΙΑ: ΜΑΥΡΑΝΤΖΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

1. Πόσο χρόνο χρειάστηκαν οι μαθητές για να κατανοήσουν τις οδηγίες και τις ερωτήσεις που περιλάμβαναν οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας;

Πάρα πολύ Πολύ Αρκετό Μέτριο Ελάχιστο

2. Πόσο συχνά απευθύνονταν οι μαθητές στον/στην καθηγητή/-τρια για διευκρίνισες και επιπλέον οδηγίες;

Πολύ συχνά Αρκετές φορές Ελάχιστες φορές Σχεδόν καθόλου

3. Πόσο εύκολα χειρίστηκαν οι μαθητές το λογισμικό Tina Pro;

Πολύ εύκολα Μέτρια Με δυσκολία

4. Πόσο εύκολα χειρίστηκαν οι μαθητές τη πλατφόρμα του moodle;

Πολύ εύκολα Μέτρια Με δυσκολία

5. Πόσο εύκολα οι μαθητές πλοηγήθηκαν στο διαδίκτυο;

Πολύ εύκολα Μέτρια Με δυσκολία

6. Πως κρίνετε τον τρόπο συνεργασίας των μαθητών;

Πολύ καλό Καλό Αρκετά καλό Μέτριο

7. Πόσο συχνά οι συζητήσεις μεταξύ των μαθητών μαθητριών αφορούσαν την συγκεκριμένη διδακτική ενότητα;

Πολύ συχνά Αρκετά συχνά Ελάχιστες φορές Σχεδόν ποτέ

8. Υπήρχε κάποιος στην ομάδα που συχνά δεν εμπλέκονταν καθόλου στην διαδικασία;

Πολύ συχνά Αρκετές φορές Ελάχιστες φορές Σχεδόν ποτέ

9. Πόση φασαρία έκαναν οι μαθητές κατά τη διάρκεια του μαθήματος;

Πάρα πολύ Πολύ Αρκετή Ελάχιστη Καθόλου

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000073925

