

Ανίχνευση των αντιλήψεων των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα με σκοπό το σχεδιασμό κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων

Ευάγγελος Κολτσάκης¹, Θεόδωρος Πιερράτος²

1. Φυσικός, MSc - Εκπαιδευτικός Δ.Ε.

ekoltsakis@sch.gr

2. Φυσικός, MSc - Εκπαιδευτικός Δ.Ε.

pierratos@sch.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να ανιχνευθούν και να καταγραφούν οι ιδέες των μαθητών ενός Γυμνασίου και ενός Ενιαίου Λυκείου για το ηλεκτρικό κύκλωμα, να συγκριθούν αυτές με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και να αποτελέσουν τα αποτελέσματά της οδηγό για να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν διδακτικές παρεμβάσεις, βασισμένες στην εποικοδομητική προσέγγιση. Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μελέτης και συγκρίνονται οι ιδέες που αναδεικνύονται από την στατιστική επεξεργασία ερωτηματολογίων καθώς και από την ανάλυση φύλλων παρατήρησης και συνεντεύξεων των μαθητών, με αυτές που έχουν καταγραφεί στη σχετική βιβλιογραφία. Διαπιστώνονται σε μικρό βαθμό διαφοροποιήσεις, επαληθεύονται ωστόσο γενικά, οι ήδη καταγεγραμμένες αντιλήψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα. Επίσης επιβεβαιώνεται ότι οι σχετικές ιδέες των μαθητών εξελίσσονται με την ηλικιακή ωρίμανσή τους, τείνοντας προς το «επιστημονικό» μοντέλο.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ηλεκτρικό κύκλωμα, αντιλήψεις μαθητών, εποικοδομητική προσέγγιση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Όπως αναφέρεται στη σχετική βιβλιογραφία (Driver, Guesne & Tiberghien, 1993* Arons, 1992*, Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 2000) είναι αρκετές οι παρανοήσεις των μαθητών σχετικά με το ηλεκτρικό κύκλωμα. Αν και κατά τις τελευταίες δεκαετίες αυτές οι αντιλήψεις των μαθητών έχουν εκτεταμένα διερευνηθεί, θεωρήσαμε αναγκαία μια ανάλογη διερεύνηση στους μαθητές των σχολείων μας, ώστε να διευκολυνθούμε κατά το σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων, βασισμένων στην εποικοδομητική προσέγγιση.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Σε γενικές γραμμές, οι μαθητές αναπτύσσουν σταδιακά μια πιο ολοκληρωμένη και «επιστημονική» θεώρηση των ηλεκτρικών φαινομένων - κυρίως με την επίδραση της διδασκαλίας. Ωστόσο, αρκετές έρευνες έδειξαν ότι ακόμα και έπειτα από εκτεταμένη διδασκαλία, οι μαθητές είναι δυνατό να εμφανίζουν αξιοσημείωτη προσκόλληση στις προγενέστερες αντιλήψεις τους για τον ηλεκτρισμό (Χρηστίδου, 2001). Όπως αναφέρει ο Κόκκοτας (2002), οι έρευνες έχουν δείξει ότι οι ιδέες των παιδιών για το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να καταταγούν σε κατηγορίες ή μοντέλα. Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (2002), οι Osborne και Freyberg (1985) βρήκαν ότι οι απόψεις των μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα μεταβάλλονται με την ηλικία, προσεγγίζοντας το επιστημονικό

μοντέλο. Η μείωση των παρανοήσεων των μαθητών, δεν οφείλεται στην ηλικία των μαθητών αυτή καθ' εαυτή, αλλά στις εμπειρίες και στην εκπαίδευση που συγχρόνως αποκτούν λόγω της παραμονής τους στο σχολείο. Παρόμοια αποτελέσματα έχουν καταγραφεί και στην ελληνική εκπαίδευση (Κουμαράς, Ψύλλος, Βαλασιάδης & Ευαγγελινός, 1990* Κασσέτας, 2004).

Η Χρηστίδου (2001) παρουσιάζει τις αντιλήψεις μαθητών ηλικίας από 12 ως 18 ετών για το πώς λειτουργεί ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. Αυτές συγκροτούν λεπτομερή νοητικά μοντέλα, μερικά από τα οποία είναι: το μονοπολικό μοντέλο, το μοντέλο των συγκρουόμενων ρευμάτων, το μοντέλο της εξασθένησης του ρεύματος, το μεριστικό μοντέλο, το μοντέλο σειράς και το επιστημονικό μοντέλο.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Πραγματοποιήθηκε αρχικά μια κριτική επισκόπηση της σχετικής ελληνικής και ξενόγλωσσας βιβλιογραφίας. Κατά την υλοποίηση της μελέτης χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων πολλαπλά ερευνητικά εργαλεία και ποικίλες ερευνητικές μέθοδοι προκειμένου να διασφαλιστεί εγκυρότητα και αξιοπιστία των ερευνητικών αποτελεσμάτων (Μάγος, 2005). Χρησιμοποιήθηκε τόσο η ποσοτική όσο και η ποιοτική μέθοδος συλλογής και ανάλυσης δεδομένων και συγκεκριμένα: α) ερωτηματολόγια, που απαντήθηκαν από 78 μαθητές Γυμνασίου και από 104 μαθητές Ενιαίου Λυκείου, β) φύλλα παρατήρησης για τη διδασκαλία του ηλεκτρικού κυκλώματος, γ) συνεντεύξεις με μαθητές (ατομικές και ομαδικές, μερικές από τις οποίες βιντεοσκοπήθηκαν) και δ) συμμετοχική παρατήρηση. Μεγάλο μέρος της έρευνας διεξήχθη συγχρόνως με την ενασχόληση των μαθητών με απλό (πραγματικό ή/και εικονικό) ηλεκτρικό κύκλωμα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

Ποσοτική ανάλυση

Μετά την επεξεργασία των ερωτηματολογίων προέκυψαν τα αποτελέσματα που εμφανίζονται στους Πίνακες 1 και 2.

	Γυμνάσιο	Α' Λυκείου	Β' Λυκείου	Γ' Λυκείου
Μονοπολικό Μοντέλο	4/78 5%	3/36 8%	3/33 9%	0/33 0%
Μοντέλο Συγκρουόμενων Ρευμάτων	20/78 25%	6/38 16%	11/35 31%	0/33 0%
Μοντέλο Εξασθένησης	31/78 39%	9/38 23%	15/35 42%	7/33 21%
Μεριστικό Μοντέλο	0/78 0%	4/38 11%	9/35 26%	5/33 15%

Πίνακας 1: Εμφάνιση μοντέλων ανά τάξη

Φαίνεται ότι το μονοπολικό μοντέλο χρησιμοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό από το αναμενόμενο, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Κόκκοτας 1998), στους μαθητές της Β' Λυκείου και συγκεκριμένα στους μαθητές που παρακολουθούν τα μαθήματα της θεωρητικής κατεύθυνσης. Αυξημένο είναι και το αντίστοιχο ποσοστό των μαθητών της Α' Λυκείου. Αξιοσημείωτο είναι το υψηλό ποσοστό των μαθητών της Β' Λυκείου που χρησιμοποιούν τα μοντέλα των συγκρουόμενων ρευμάτων, της εξασθένησης και το μεριστικό μοντέλο. Η αντίθεση αυτή που εμφανίζεται σε σχέση με όσα καταγράφονται στη βιβλιογραφία, μπορεί να οφείλεται στο σχετικά μικρό δείγμα των μα-

θητών της Β΄ Λυκείου ή στο γεγονός ότι προέρχονται όλοι από το ίδιο σχολείο με ό,τι αυτό μπορεί να συνεπάγεται για τον τρόπο με τον οποίο έχουν διδαχθεί στο παρελθόν τις σχετικές έννοιες. Θα μπορούσε πιθανώς να υποδεικνύει ότι οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις αυτών των μαθητών είναι τόσο ισχυρές ώστε με το πέρασμα του χρόνου να επανέρχονται σε αυτές αντί να προσεγγίζουν το επιστημονικό μοντέλο. Είναι πάντως ενδιαφέρον ότι οι μαθητές της Γ΄ Λυκείου που έχουν ολοκληρώσει την επαφή τους με τα ηλεκτρικά κυκλώματα, δίνουν απαντήσεις που προσεγγίζουν ικανοποιητικά το επιστημονικό μοντέλο.

	Β΄ Τεχ.	Β΄ Θετ.	Β΄ Θεωρ.	Γ΄ Τεχ.	Γ΄ Θετ.	Γ΄ Θεωρ.
Μονοπολικό Μοντέλο	0/17 0%	0/5 0%	3/13 23%	0/17 0%	0/7 0%	0/9 0%
Μοντέλο Συγκρουόμενων Ρευμάτων	5/17 29%	1/5 20%	5/13 38%	0/17 0%	0/7 0%	0/9 0%
Μοντέλο Εξασθένισης	5/17 29%	4/5 80%	6/13 46%	3/17 18%	2/7 29%	2/9 22%
Μεριστικό Μοντέλο	3/17 18%	2/5 40%	4/13 31%	2/17 12%	1/7 14%	2/9 22%

Πίνακας 2: Εμφάνιση μοντέλων ανά κατεύθυνση σπουδών

Ποιοτική ανάλυση

Μέσα από τις αιτιολογήσεις των απαντήσεων στα ερωτηματολόγια, από τις προσωπικές και ομαδικές συνεντεύξεις που ακολούθησαν, από τις παρατηρήσεις και από την επεξεργασία των φύλλων παρατήρησης, αναδύθηκαν μερικές ενδιαφέρουσες ιδέες των μαθητών για τα ηλεκτρικά κυκλώματα, οι οποίες μπορούν να αντιστοιχηθούν με τα προαναφερθέντα μοντέλα.

Σύμφωνα με μαθητές Γυμνασίου, στα ηλεκτρικά κυκλώματα «... κυκλοφορεί ηλεκτρισμός και για ανάψει η λάμπα πρέπει να γίνει κύκλος. Υπάρχει ηλεκτρισμός από τον ένα πόλο της πηγής, και ηλεκτρισμός από τον άλλο πόλο». «Πρέπει και τα δυο καλώδια να είναι συνδεδεμένα με τη λάμπα για να υπάρχει περισσότερο ρεύμα και να ανάψει η λάμπα, η οποία χρειάζεται περισσότερα βολτ!». «Το κάθε καλώδιο δίνει διαφορετική ενέργεια στους πόλους της λάμπας». «Τα ηλεκτρόνια κινούνται από την πηγή ενέργειας που υπάρχει ενέργεια προς εκεί που δεν υπάρχει ενέργεια και την δίνουν εκεί πέρα». Σχετικά με το τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα, «... το ηλεκτρικό ρεύμα είναι κάτι μικροσκοπικά πραγματάκια ... είναι πάρα πολλά ... κάτι σα σπίθες, νομίζω. Κινούνται πολύ γρήγορα...». «Είναι ενέργεια που αποτελείται από ηλεκτρόνια. Κάνουν τον κύκλο ... δίνουν ενέργεια σε ένα άλλο σώμα». «Έχουμε τόσα ρεύματα όσα και καλώδια. Γιατί το ρεύμα κάπου σταματάει για να δώσει τον ηλεκτρισμό, την ενέργεια». «Πιστεύω ότι υπάρχουν κάποιες πηγές ενέργειας που φεύγουν τα ηλεκτρόνια πηγαίνουν στη λάμπα και την κάνουν να ανάψει». Τι συμβαίνει τότε όταν υπάρχει διακοπή ρεύματος; «Η ΔΕΗ ... τα ηλεκτρόνια και τα πρωτόνια τα κόβουνε, έτσι ώστε να μη κινούνται ... δε δίνει ρεύμα ... δε μας στέλνουνε ρεύμα για να ανάψει η λάμπα». Τι πληρώνουμε στη ΔΕΗ; «Το ρεύμα που καίμε!». «Πληρώνουμε το ρεύμα που καταναλώνουμε». «Μια μορφή ενέργειας την οποία καταναλώνουμε με διάφορους τρόπους». Ποιος ο ρόλος της πηγής της πηγής σε ένα κύκλωμα; «Από εκεί ξεκινάνε όλα! Από την πηγή μπορούμε να πάρουμε ενέργεια και να έχουμε ηλεκτρισμό. Είναι σα μαγνήτης!». «Όπως στην πηγή του ποταμού ξεκινάει νερό έτσι και στην πηγή παράγονται φορτία που κινούνται μέσα στα καλώδια».

Αντίστοιχες είναι και απαντήσεις μαθητών Λυκείου: «Όταν δεν είναι και οι δυο

πόλοι συνδεδεμένοι δεν έχουμε διαφορά δυναμικού», σύμφωνα με μαθητές της θετικής κατεύθυνσης. «Υπάρχουν 3 ρεύματα, 2 στα δυο καλώδια κι 1 στην μπαταρία. Μεγαλύτερο είναι το ρεύμα της μπαταρίας». «Υπάρχουν 2 ρεύματα στα άκρα της μπαταρίας τα οποία συγκρούονται πάνω στη λάμπα». «Βάζοντας 2 αμπερόμετρα για να μετρήσουμε το ρεύμα, το ένα θα δείξει θετικό και το άλλο αρνητικό». «Το δεξί αμπερόμετρο θα δείξει μεγαλύτερο ρεύμα γιατί συνδέεται με το θετικό πόλο που έχει μεγαλύτερο δυναμικό». «Τα ρεύματα είναι όσα και οι μπαταρίες στο κύκλωμα». Κάποιοι μαθητές επίσης συσχέτισαν το μέγεθος της έντασης του ρεύματος με την τοπολογία του κυκλώματος: «Το ρεύμα είναι μεγαλύτερο στο τάδε σημείο γιατί το σύρμα είναι μεγαλύτερο» ή «το ρεύμα είναι μεγαλύτερο στο τάδε σημείο γιατί το σημείο αυτό ισαπέχει από τους πόλους της πηγής» ή ακόμη «το ρεύμα είναι μεγαλύτερο στο τάδε σημείο γιατί εκεί το σύρμα είναι ευθύγραμμο και το ρεύμα δε στρίβει...».

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των δεδομένων επιβεβαιώνεται η καταγεγραμμένη στη σχετική βιβλιογραφία κατάσταση. Οι αντιλήψεις πολλών μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα απέχουν πολύ από το «επιστημονικό μοντέλο» και παραμένουν σε πολλούς ακόμη και μετά τη διδασκαλία των σχετικών κεφαλαίων. Ανησυχητικό ιδιαίτερα θεωρείται το φαινόμενο να παραμένουν «λανθασμένες αντιλήψεις» και σε μαθητές που ακολουθούν τη θετική ή την τεχνολογική κατεύθυνση. Αναδεικνύεται η ανάγκη για εμβάθυνση στις έννοιες του ηλεκτρικού ρεύματος, καθώς πολλοί μαθητές, με την επιφανειακή προσέγγιση που συνήθως ακολουθείται, δείχνουν μια αξιοσημείωτη προσκόλληση στις αρχικές ιδέες τους ή και επανέρχονται σε αυτές. Θεωρούμε ότι λόγω της φύσης του αντικειμένου θα πρέπει να επιδιωχθεί –στα πλαίσια του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος- η εργαστηριακή προσέγγιση των εννοιών, τόσο στο παραδοσιακό σχολικό εργαστήριο, όσο και με τη χρήση προσομοιώσεων σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Ενδιαφέρον –προς μελλοντική διερεύνηση- ερώτημα που επίσης ανέκυψε από την όλη μελέτη αποτελεί η εξ' αρχής ενεργειακή προσέγγιση των κυκλωμάτων, αφού η έννοια της ενέργειας βρίσκεται πιο κοντά στις συγκεκριμένες έννοιες που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να προσεγγίσουν τα συγκεκριμένα φαινόμενα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Arons, A. (1992). *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής*. Αθήνα: Τροχαλία
- Driver, R. Guesne, E., Tiberghien, A. (1993). *Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες* (κεφάλαιο 3, σελ. 45-72). Αθήνα: Τροχαλία - Ε.Ε.Φ.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (2000). Στο Κόκκοτας, Π., (Επιμ.), *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα: τυπωθήτω Κασσέτας, Α., (2004). *Το Μήλο και το Κουάρκ*. Αθήνα: Σαββάλας
- Κόκκοτας Π. (1998). *Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*, (2^η έκδ.). Αθήνα: Ιδίου
- Κόκκοτας, Π., (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Μέρος ΙΙ, (3^η έκδ.). Αθήνα: Ιδίου
- Κουμαράς Π., Ψύλλος Δ., Βαλασιάδης Ο., Ευαγγελινός Δ. (1990). «Επισκόπηση των απόψεων Ελλήνων μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην περιοχή των ηλεκτρικών κυκλωμάτων», *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, τ. 13, 125-154. Θεσσαλονίκη, Αφοί Κυριακίδη
- Μάγος, Κ. (2005). «Συνέντευξη ή παρατήρηση;»: Η έρευνα στη σχολική τάξη. *Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*. Τεύχος 10, σελ. 5-19, Αθήνα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο

Χρηστίδου, Β. (2001). Ηλεκτρισμός. Στο Κουλαϊδής, Β. (Επιμ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, τόμος Β', (μέρος Α, κεφάλαιο 3, σελ. 79-103). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο