ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 14, Αρ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση - Συνόψεις

Πρόταση αξιοποίησης του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης στην εργαστηριακή διδασκαλία φυσικών επιστημών

Σεραφείμ Τσούκος, Παναγιώτης Λάζος, Αλέξανδρος Κατέρης, Παύλος Τζαμαλής, Αθανάσιος Βελέντζας

doi: 10.12681/codiste.7669

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 05/12/2025 21:02:08

Πρόταση Αξιοποίησης του Μοντέλου της Ανεστραμμένης Τάξης στην Εργαστηριακή Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών

Σεραφείμ Τσούκος[1], Παναγιώτης Λάζος[2], Αλέξανδρος Κατέρης[3], Παύλος Τζαμαλής[4] και Αθανάσιος Βελέντζας[5]

[1]Εκπαιδευτικός, 2ο Πρότυπο Γυμνάσιο Αθηνών, [2]Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Ηλιούπολης,
[3]Σύμβουλος Εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών, ΔΔΕ Ανατολικής Αττικής,
[4]Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Τμήμα Βιοτεχνολογίας,
Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
[5]Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
[5]avelentz@gmail.com

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται και αξιολογείται μια πρόταση αξιοποίησης του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης στην εργαστηριακή διδασκαλία φυσικών επιστημών με παράλληλη χρήση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων. Η εφαρμογή έγινε σε μαθητές της Γ΄ Γυμνασίου, για τις περιπτώσεις της διδασκαλίας των νόμων της ανάκλασης και της διάθλασης του φωτός και για τη μελέτη της συνδεσμολογίας αντιστατών. Από τα ευρήματα φαίνεται ότι η πρόταση βοηθά στη μείωση του χρόνου διδασκαλίας και είναι εκπαιδευτικά ωφέλιμη καθώς αξιοποιεί τα πλεονεκτήματα των δύο τύπων πειραματισμού.

Λέξεις κλειδιά: ανεστραμμένη τάξη, εικονικά πειράματα, εργαστηριακή διδασκαλία, μάθηση μέσω διερεύνησης

Proposal for Utilizing the Flipped Classroom Model in Laboratory Teaching of Science

Serafeim Tsoukos[1], Panagiotis Lazos[2], Alexandros Kateris[3], Pavlos Tzamalis[4] and Athanasios Velentzas[5]

[1]Teacher, 2nd Model Junior High School of Athens,
[2]4th Laboratory Center of Natural Sciences of Athens,
[3]Education Advisor of Natural Sciences, Directorate of Secondary Education, East Attica,
[4]Laboratory Teaching Staff, Agricultural University of Athens,
[5]Laboratory Teaching Staff, National Technical University of Athens
[5]*avelentz@gmail.com*

Abstract

This work presents and evaluates a proposal for utilizing the flipped classroom model in laboratory teaching of sciences, incorporating both real and virtual experiments. The implementation was carried out with 9th-grade students, focusing on the laws of reflection and refraction of light, as well as the study of resistors in series and parallel circuits. Initial findings suggest that the proposal helps reduce teaching time and is educationally beneficial by leveraging the advantages of both types of experimentation.

Keywords: flipped classroom, inquiry-based learning, laboratory teaching, virtual experiments

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/codiste.7669

Εισαγωγή

Δύο σημαντικά προβλήματα που ανακύπτουν στην διδασκαλία των φυσικών επιστημών (ΦΕ), στην οποία ακολουθείται το μοντέλο της διερεύνησης κατά την οποία οι μαθητές εκτελούν πειράματα, είναι τα εξής: (i) Πολλές φορές ο χρόνος διδασκαλίας δεν είναι αρκετός. Στην λύση αυτού του προβλήματος μπορεί να βοηθήσει το μοντέλο της ανεστραμμένης τάξης όπου η προπαρασκευαστική μελέτη γίνεται στο σπίτι και η εμβάθυνση στην τάξη. Με αυτόν τον τρόπο παρέχεται η δυνατότητα για ενεργητική συμμετοχή των μαθητών στη μάθησή τους, περιορίζοντας τις θεωρητικές εισηγήσεις κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (Strelan et al., 2020). Στα μαθήματα των ΦΕ προεξάρχουσα θέση έχει ο πειραματισμός. Σε αυτόν τον τομέα, για την εφαρμογή του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης έχουν αναπτυχθεί διάφορες προτάσεις, όπως η εκτέλεση πειραμάτων με απλά υλικά στο σπίτι, η οποία ακολουθείται από την επεξεργασία των μετρήσεων και την εξαγωγή των συμπερασμάτων στη σχολική τάξη (Rieger et. al., 2014). Μία άλλη πρόταση είναι η προετοιμασία μέσω της ανάθεσης της εκτέλεσης ενός εικονικού πειράματος στο σπίτι (μοντέλου του πραγματικού πειράματος) και κατόπιν η πραγματοποίηση του πραγματικού πειράματος στο εκπαιδευτικό εργαστήριο (Velentzas et. al., 2024). (ii) Τα πειραματικά σφάλματα μπορεί να εμποδίζουν τους μαθητές από το να οδηγηθούν στο επιθυμητό συμπέρασμα. Σε αυτή τη περίπτωση τα εικονικά πειράματα μπορεί να βοηθήσουν καθώς οι μετρήσεις είναι αποτέλεσμα προγραμματισμού και οι μαθητές εστιάζουν στην υπό διδασκαλία έννοια έχοντας μετρήσεις σύμφωνα με το αντίστοιχο μοντέλο. Ωστόσο, μόνο η χρήση εικονικών πειραμάτων δεν αρκεί καθώς απαιτείται και η εξάσκηση σε πραγματικά πειράματα προκειμένου να έχουν οι μαθητές ευκαιρίες ανάπτυξης αντίστοιχων δεξιοτήτων και της συνειδητοποίησης της φύσης και των αδυναμιών των μετρήσεων (Sullivan et. al., 2017). Η παράλληλη αξιοποίηση των εικονικών και πραγματικών πειραμάτων είναι εκπαιδευτικά επωφελέστερη από ότι η χρήση μόνο των πραγματικών ή μόνο των εικονικών πειραμάτων (Zacharia & Olympiou, 2011).

Με βάση τα προαναφερθέντα, στην παρούσα εργασία περιγράφεται, εφαρμόζεται και αξιολογείται μια πρόταση αξιοποίησης του μοντέλου της ανεστραμμένης τάξης στην εργαστηριακή διδασκαλία με παράλληλη χρήση πραγματικών και εικονικών πειραμάτων σε δύο περιπτώσεις. Αρχικά στην περίπτωση της μελέτης των νόμων της ανάκλασης και της διάθλασης του φωτός, και κατόπιν στην περίπτωση της μελέτης της συνδεσμολογίας αντιστατών στην Γ΄ τάξη του γυμνασίου.

Μεθοδολογία

Η Επιλογή των Δύο Θεματικών για Εφαρμογή της Πρότασης: Από την πολυετή εμπειρία των εκπαιδευτικών της ομάδας μας και τα δύο θέματα διδασκαλίας που επιλέχθηκαν παρουσιάζουν τις δυσκολίες που αναφέρθηκαν στην εισαγωγή. Η προβλεπόμενη χρονική διάρκεια της διδασκαλίας στην τάξη με πειραματισμό δεν είναι επαρκής και επίσης τα σφάλματα στα πραγματικά πειράματα εμποδίζουν την εξαγωγή από τα παιδιά των επιθυμητών συμπερασμάτων. Η πρότασή μας για την ανεστραμμένη τάξη μπορεί να βοηθήσει στην προετοιμασία των μαθητών ώστε να επαρκεί ο προβλεπόμενος χρόνος διδασκαλίας στην τάξη. Επίσης, η παράλληλη χρήση εικονικού πειράματος έχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτεί από τους μαθητές να διαθέτουν στο σπίτι τους τα απαραίτητα υλικά. Ασφαλώς οι μαθητές θα πραγματοποιήσουν στην τάξη και το πραγματικό πείραμα για την απόκτηση των δεξιοτήτων που συνδέονται με τον πειραματισμό αλλά και την κατανόηση του ρόλου των μοντέλων έχοντας ήδη πραγματοποιήσει το εικονικό πείραμα.

Προετοιμασία στο Σπίτι - Ανεστραμμένη Τάξη και Εικονικό Πείραμα: (Α) Νόμοι ανάκλασης – διάθλασης: Οι μαθητές στο σπίτι ακολουθώντας τις οδηγίες φύλλου εργασίας εκτέλεσαν σχετικό εικονικό πείραμα (phet), μέτρησαν και κατέγραψαν τις τιμές των γωνιών ανάκλασης και διάθλασης για διαφορετικές τιμές της γωνίας πρόσπτωσης και συμπέραναν ποιοτικά μόνο τις σχέσεις μεταξύ αυτών των γωνιών. (Β) Συνδεσμολογία αντιστατών: Οι μαθητές δούλεψαν στο σπίτι ατομικά με το εικονικό εργαστήριο (phet). Ακολουθώντας κατάλληλο φύλλο

εργασίας (φύλλο εργασίας Α) κατασκεύασαν δυο διαφορετικά κυκλώματα με πηγή συνεχούς ρεύματος και δυο αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά και παράλληλα αντίστοιχα. Σύμφωνα με τις οδηγίες του φύλλου εργασίας έθεσαν τις τιμές της αντίστασης των αντιστατών και της τάσης της πηγής έτσι ώστε να είναι διαφορετικές για κάθε μαθητή. Τοποθετώντας κατάλληλα στα κυκλώματά τους αμπερόμετρα και βολτόμετρα έλαβαν μετρήσεις τάσης και έντασης του ρεύματος.

Διδασκαλία στην Τάξη - Πραγματικό Πείραμα: (Α) Νόμοι ανάκλασης – διάθλασης: Στην τάξη οι μαθητές με την επίβλεψη δύο ερευνητών, πραγματοποίησαν σε ομάδες, τα πειράματα με πραγματικά υλικά επιβεβαιώνοντας τα συμπεράσματα που είχαν βγάλει με το εικονικό πείραμα. Ωστόσο επειδή το πραγματικό πείραμα έχει δυσκολίες στην ακρίβεια μέτρησης των γωνιών, προκειμένου να εξαχθεί ποσοτικά ο νόμος της διάθλασης και να εξοικονομηθεί χρόνος, προτιμήθηκε να γίνει επεξεργασία των μετρήσεων που είχαν οι μαθητές από το εικονικό πείραμα. (Β) Συνδεσμολογία αντιστατών: Κατά την 1η διδακτική ώρα οι μαθητές εργαζόμενοι σε 4μελείς ή 5μελείς ομάδες ολοκλήρωσαν το φύλλο εργασίας Α. Χρησιμοποιώντας τις, διαφορετικές ανά μαθητή, μετρήσεις από το εικονικό πείραμα εξήγαγαν τους κανόνες Kirchhoff και επιβεβαίωσαν τις σχέσεις της ισοδύναμης αντίστασης. Στην συνέχεια κατά την 2η και 3η διδακτική ώρα οι μαθητές πραγματοποίησαν στο εργαστήριο την αντίστοιχη πειραματική δραστηριότητα. Εργαζόμενοι στις ίδιες ομάδες με την 1η ώρα και ακολουθώντας τις οδηγίες του φύλλου εργασίας Β κατασκεύασαν κυκλώματα με πηγή (μπαταρία) και 2 αντιστάτες συνδεδεμένους σε σειρά και παράλληλα. Χρησιμοποιώντας ψηφιακά πολύμετρα έλαβαν μετρήσεις τάσης και έντασης του ρεύματος και επιβεβαίωσαν τους κανόνες Kirchhoff.

Το Δείγμα: Η πρώτη εφαρμογή για τους νόμους ανάκλασης και διάθλασης πραγματοποιήθηκε στις αρχές Οκτωβρίου του 2024 σε 12 μαθητές του ομίλου "Πειραματική Μεθοδολογία Φυσικών Επιστημών" ενός Προτύπου Γυμνασίου στον οποίο συμμετέχουν μαθητές της Γ΄ τάξης. Οι μαθητές πειραματίστηκαν χωρισμένοι τυχαία σε 4 τριμελείς ομάδες. Τα ευρήματα αυτής της εφαρμογής λήφθηκαν υπόψη για το σχεδιασμό της δεύτερης παρέμβασης που αφορούσε τη συνδεσμολογία αντιστατών και πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του αναλυτικού προγράμματος εντός του Δεκεμβρίου 2024 από όλους τους μαθητές της Γ΄ τάξης. Συγκεκριμένα, έλαβαν μέρος 156 μαθητές από 6 τμήματα των 26 μαθητών.

Καταγραφή Απόψεων των Μαθητών και Δεδομένα της Έρευνας: Προκειμένου να καταγραφούν και οι απόψεις των μαθητών για το αν θεωρούν ωφέλιμη τη διαδικασία της εργασίας στο σπίτι και την παράλληλη χρήση εικονικών και πραγματικών πειραμάτων έγιναν στην 1η εφαρμογή ημιδομημένες συνεντεύξεις, ενώ για τη 2η εφαρμογή, λόγω του μεγάλου πλήθους των μαθητών, χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο. Δεδομένα της έρευνας προκειμένου να εξαχθούν τα συμπεράσματα αποτελούν τα φύλλα εργασίας των μαθητών, οι σημειώσεις των ερευνητών κατά την εφαρμογή και οι απαντήσεις των μαθητών στις συνεντεύξεις και το ερωτηματολόγιο.

Συνοπτική παρουσίαση των ευρημάτων

Νόμοι ανάκλασης – διάθλασης: Διαπιστώθηκε ότι 4/12 μαθητές δεν εκτέλεσαν εντελώς σωστά το εικονικό πείραμα. Αυτό το εύρημα λήφθηκε υπόψη στο σχεδιασμό της 2ης εφαρμογής όπου ο εκπαιδευτικός παρουσίασε πριν στην τάξη το εικονικό πείραμα και επεσήμανε κάποια σημαντικά σημεία της χρήσης του. Η διαδικασία τελείωσε σε χρόνο που συνήθως απαιτείται για την διδασκαλία της συγκεκριμένης θεματικής χωρίς πραγματοποίηση πειράματος από τους μαθητές. Αν δεν είχε γίνει η προεργασία στο σπίτι αυτό δεν θα ήταν εφικτό. Ο απόψεις των μαθητών κατά τις συνεντεύξεις συνοψίζονται στα παρακάτω σημεία. (i) Η προετοιμασία με το εικονικό πείραμα τους βοήθησε να πραγματοποιήσουν το πείραμα στο εργαστήριο και να βγάλουν ασφαλέστερα συμπεράσματα. (ii) Ο συνδυασμός των δυο πειραμάτων είναι προτιμότερος αφού το εικονικό από μόνο του φαίνεται «ψεύτικο». (iii) Το πραγματικό πείραμα ήταν πολύ πιο «εντυπωσιακό» και η συνεργασία-αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές

πολύ πιο ευχάριστη σε σχέση με την πραγματοποίηση του εικονικού. (iv) Ευκολότερα πήραν μετρήσεις με το εικονικό πείραμα.

Συνδεσμολογία αντιστατών: Με την διαδικασία που ακολουθήθηκε οι μαθητές οδηγήθηκαν αρχικά αβίαστα στους κανόνες Kirchhoff αφού οι τιμές της τάσης και της έντασης του ρεύματος δεν είχαν πειραματικά σφάλματα. Επιπλέον αντιλήφθηκαν την γενική ισχύ των κανόνων αφού επιβεβαιωνόταν για τις μετρήσεις κάθε μαθητή παρά τις διαφορές μεταξύ των τιμών τους. Στη συνέχεια κατά το πραγματικό πείραμα οι μικρές αποκλίσεις από τις προβλεπόμενες τιμές ήταν εύκολο να αποδοθούν από τους μαθητές σε πειραματικά σφάλματα μιας και ήξεραν τι να περιμένουν. Σε γενικές γραμμές οι μαθητές δεν φάνηκε να δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα στην σωστή πραγματοποίηση των κυκλωμάτων κατά το πραγματικό πείραμα, γεγονός που αποδίδεται στην εξοικείωση τους με αυτά τα κυκλώματα μέσω του εικονικού πειράματος. Σε κάποιες ομάδες χρειάστηκε ο διδάσκων να υποδείξει τον τρόπο σύνδεσης του αμπερομέτρου κατά την παράλληλη σύνδεση. Οι απόψεις των μαθητών καταγράφηκαν στο ερωτηματολόγιο με αιτιολόγηση. Συνοπτικά αναφέρουμε ότι η πλειονότητα των μαθητών (83%) δήλωσε ότι το εικονικό πείραμα τους βοήθησε σημαντικά στην κατασκευή του πραγματικού κυκλώματος και ότι προτιμούν (90,2%) τη διαδικασία όπως έγινε με πρόταξη του εικονικού πριν το πραγματικό πείραμα. Στην ερώτηση κατά τη γνώμη τους πόσο βοηθήθηκαν στην εξαγωγή συμπερασμάτων με το συνδυασμό των δύο τύπων πειραμάτων σε σχέση με το αν είχαν κάνει μόνο το πραγματικό πείραμα, απάντησαν: Καθόλου 0%, Λίγο 7,1%, Μέτρια 47,3% και Πολύ 45,5%.

Συμπεράσματα

Η διαδικασία της ανεστραμμένης τάξης βοήθησε να ολοκληρωθούν οι προγραμματισμένες διδασκαλίες στον προβλεπόμενο χρόνο. Η παράλληλη χρήση εικονικού και πραγματικού πειράματος φάνηκε να πετυχαίνει τον σκοπό της. Συγκεκριμένα, (α) έλυσε το πρόβλημα του πειραματισμού στο σπίτι όπου δεν διαθέτουν οι μαθητές τα απαραίτητα υλικά, (β) βοήθησε στην εξαγωγή των νόμων επειδή οι μετρήσεις του εικονικού πειράματος είναι εύκολες, ώστε να γίνει επανάληψη μετρήσεων και ακριβείς, ώστε τα σφάλματα να μην οδηγήσουν σε λάθος ποσοτικά συμπεράσματα, και (γ) οι μαθητές συνεργάστηκαν μεταξύ τους στο αντίστοιχο πραγματικό πείραμα και χειρίστηκαν τα υλικά αντικείμενα προκειμένου να αποκτήσουν τις αντίστοιχες δεξιότητες και να αντιληφθούν το ρόλο των μοντέλων.

Βιβλιογραφία

Rieger, G., Sitwell, M., Carolan, J., Ido, R. (2014). A “Flipped” Approach To Large-Scale First-Year Physics Labs". *Physics in Canada*, Special Issue on Physics Education Research, 70(2), 126-128. https://cwsei.ubc.ca/sites/default/files/cwsei/outcomes/SEIresearch/Rieger-etal_FlippedLabs_PiC2014.pdf

Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314

Sullivan, S., Gnesdilow, D., Puntambekar, S. and Kim, J. (2017). Middle school students’ learning of mechanics concepts through engagement in different sequences of physical and virtual experiments, *International Journal of Science Education, 39*(12), 1573-1600. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1341668

Velentzas, A., Dimakopoulou A., & Theodonis, I. (2024). Supporting laboratories in physics education with virtual experiments videos. European Journal of Physics. 45(5), 055702. https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad61d2

Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction, 21*(3), 317-331. http://dx.doi.org/10.1016/j.learninstruc.2010.03.001