

# Ανάπτυξη διερευνητικών δεξιοτήτων σε μαθητές Γυμνασίου μέσα από ψηφιακά φύλλα εργασίας

Γεώργιος Οικονομίδης<sup>1</sup>, Ελένη Πετρίδου<sup>2</sup>, Αναστάσιος Μολοχίδης<sup>3</sup>  
[geo.oikon.14@gmail.com](mailto:geo.oikon.14@gmail.com), [elenipetridou@gmail.com](mailto:elenipetridou@gmail.com), [tasosmol@physics.auth.gr](mailto:tasosmol@physics.auth.gr)

<sup>1</sup>Μεταπτυχιακός Φοιτητής, <sup>3</sup>Επίκουρος Καθηγητής, Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ

<sup>2</sup>Καθηγήτρια Φυσικής, Πειραματικό Σχολείο Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια πρόταση εισαγωγής μαθητών Γυμνασίου σε πειραματικές διερευνητικές δραστηριότητες, σε κατ' οίκον εργασίες. Εφαρμόζοντας τα μοντέλα της αντεστραμμένης τάξης και του συνεχούς της διερεύνησης καθώς και τη διδακτική στρατηγική της έγκαιρης διδασκαλίας, σχεδιάστηκαν φύλλα εργασίας (ΦΕ) που καλύπτουν το κεφάλαιο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων της Γ' Γυμνασίου. Οι μαθητές, ενεπλάκησαν ενεργά με ψηφιακά ΦΕ, ως κατ' οίκον εργασίες, χρησιμοποιώντας ευρέως διαδεδομένες διαδικτυακές προσομοιώσεις. Με την εμπλοκή τους στα ΦΕ, αφ' ενός προετοιμάστηκαν ενεργά για την επικείμενη διδασκαλία και αφ' ετέρου εισήχθησαν στις φάσεις μιας πειραματικής διερευνητικής προσέγγισης. Στα αποτελέσματα, φαίνεται ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πειραματική διερευνητική προσέγγιση σε νέα ερωτήματα.

**Λέξεις κλειδιά:** αντεστραμμένη τάξη, πειραματικές διερευνητικές δραστηριότητες, συνεχές της διερεύνησης

## Εισαγωγή

Η εξάπλωση του COVID-19 οδήγησε στην αναδιοργάνωση της εκπαίδευσης όλων των βαθμίδων σε όλο τον κόσμο, συμπεριλαμβανομένης και της χώρας μας. Η δια ζώσης εκπαιδευτική διαδικασία αντικαταστάθηκε με την από απόσταση επικοινωνία. Αυτό δοκίμασε την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών να αντιμετωπίσουν μια κρίση που απαιτεί τη βοήθεια προηγμένης τεχνολογίας, συμπεριλαμβανομένου υλικού και λογισμικού, ώστε να καταστεί δυνατή η μετατροπή από την απλή επικοινωνία σε αποτελεσματική μάθηση μέσω διαδικτύου. Δοκιμασμένες πρακτικές ξαναήρθαν στην επικαιρότητα, κάτω από άλλη προοπτική, με στόχο την ενεργό εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στην έρευνά μας χρησιμοποιήσαμε την αντεστραμμένη τάξη και την διερευνητική μάθηση, τη μεν πρώτη ως όχημα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, τη δε δεύτερη ως μαθησιακό μοντέλο.

## Το μοντέλο της αντεστραμμένης τάξης

Το μοντέλο της αντεστραμμένης τάξης (Flipped Classroom) αποτελεί μια σύγχρονη διδακτική προσέγγιση η οποία χρησιμοποιεί και εντάσσει στη μεθοδολογία της τη χρήση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας. Η βασική της αρχή είναι ότι οι μαθητές αλληλοεπιδρούν με το αντικείμενο που πρόκειται να διδαχθούν μέσω videos, κειμένων και παρουσιάσεων, πριν έρθουν στο μάθημα (Bergmann & Sams, 2012). Βασικός σκοπός είναι ο χρόνος της δια ζώσης διδασκαλίας να αξιοποιηθεί κατάλληλα για την εκτέλεση δραστηριοτήτων, που θα βοηθήσουν τους μαθητές να εμπεδώσουν την καινούρια θεωρία, καθώς και να ξεκαθαρίσουν απορίες που μπορεί να τους έχουν δημιουργηθεί από το υλικό που μελέτησαν στο σπίτι. Με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την ευκολότερη πρόσβαση στο διαδίκτυο, το μοντέλο αυτό άρχισε να διαδίδεται όλο και περισσότερο και βρήκε εφαρμογή μεταξύ άλλων και στον τομέα

της διδασκαλίας των θετικών επιστημών. Παρατηρήθηκε πως η εφαρμογή της αντεστραμμένης τάξης μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, αλλά και στην ενίσχυση της εννοιολογικής κατανόησης σε θέματα όπως η ενέργεια, η ορμή, ή η θερμότητα (Limueco & Prudente, 2018; Say & Yıldırım, 2020). Πολύ υποσχόμενα αποτελέσματα φαίνεται να υπάρχουν στα εργαστηριακά μαθήματα φυσικής, καθώς, αντί για την κλασική διάλεξη του καθηγητή, ο χρόνος του μαθήματος αφιερώνεται στην εκτέλεση πρακτικών δραστηριοτήτων. Το γεγονός αυτό οδηγεί σε καλύτερες επιδόσεις, αλλά και σε βελτίωση των εργαστηριακών δεξιοτήτων των μαθητών, όπως η εκτέλεση hands on δραστηριοτήτων και η συγγραφή αρτιότερων εργαστηριακών αναφορών (Gomez-Tejedor et al., 2020; Prasetyo et al., 2018). Τέλος, αξίζει να επισημανθεί πως η σωστή εφαρμογή του μοντέλου είναι ικανή να ενισχύσει τα κίνητρα και το ενδιαφέρον των μαθητών προς το μάθημα της Φυσικής, όπως και να βελτιώσει την επικοινωνία μεταξύ καθηγητή και μαθητή (Prasetyo et al., 2018; Say & Yıldırım, 2020).

### **Η στρατηγική της έγκαιρης διδασκαλίας**

Για την ολοκλήρωση της προετοιμασίας του διδακτικού υλικού, συνήθως χρησιμοποιείται συνδυαστικά και η στρατηγική της έγκαιρης διδασκαλίας (Just in Time Teaching, JiTT). Η συγκεκριμένη διδακτική στρατηγική χρησιμοποιεί στοχευμένες εργασίες των μαθητών στο σπίτι, ως προετοιμασία για την επικείμενη διδασκαλία στην τάξη, με στόχο την ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών και την ενθάρρυνση τους στη διαδικασία της μάθησης (Gavin, 2010; Novak & Patterson, 2010; Novak et al., 1999). Οι εργασίες αυτές μπορεί να έχουν τη μορφή απλών ερωτήσεων πολλαπλών επιλογών, ή μπορεί να αφορούν ένα πιο σύνθετο πρόβλημα που απαιτεί απάντηση με τη μορφή κειμένου, ενώ συνήθως υπάρχει μια προθεσμία για την ολοκλήρωσή τους πριν την ώρα του μαθήματος (Novak & Patterson, 2010). Ο διδάσκων ενημερώνεται έγκαιρα για τις απαντήσεις των μαθητών, με αποτέλεσμα να μπορεί να ανιχνεύσει τα σημεία που τους δυσκολεύουν και χρειάζονται ιδιαίτερη διαχείριση κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Μέσα από κατάλληλα διαμορφωμένες δραστηριότητες η στρατηγική της έγκαιρης διδασκαλίας μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση εννοιών και στην βελτίωση της ερευνητικής κατάρτισης των μαθητευομένων στα πλαίσια εργαστηριακών μαθημάτων (Miranda et al., 2017). Επιπρόσθετα παρατηρήθηκε, πως ο συνδυασμός της έγκαιρης διδασκαλίας με άλλες διδακτικές στρατηγικές, όπως η διερευνητική μάθηση, πέρα από τα μαθησιακά αποτελέσματα, συμβάλλει καταλυτικά και στην βελτίωση της ικανότητας των μαθητευομένων στην επίλυση προβλημάτων (Turnip et al., 2016).

### **Το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης**

Η διερευνητική μάθηση αποτελεί μια διδακτική στρατηγική όπου οι μαθητές ακολουθούν μεθόδους και πρακτικές παρόμοιες με τις αντίστοιχες επιστημονικές, με στόχο την οικοδόμηση της γνώσης (Keselman, 2003). Μέσα από τη μελέτη σχετικών ερευνών αναδεικνύονται δύο διαφορετικές προσεγγίσεις της διερεύνησης: η «διερεύνηση ως μέσο» για μάθηση, δηλαδή ως διδακτική πρόταση, και η «διερεύνηση ως σκοπός», για ανάπτυξη δεξιοτήτων, ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν την ικανότητα να σκέφτονται και να ενεργούν με τρόπους που σχετίζονται με την επιστημονική έρευνα (Abd-El-Khalick et al., 2004). Για να καταστεί αυτό εφικτό ο διδάσκων παρέχει στους μαθητές του εμπειρίες με σταδιακά μειούμενη υποστήριξη, από την πλήρως καθοδηγούμενη διερεύνηση, που στηρίζεται στη μεταφορά της γνώσης με την πολλή υποστήριξη, στην ανοιχτή διερεύνηση, με την ελάχιστη έως καθόλου υποστήριξη, γεγονός που βοηθά τους μαθητές να καταλήγουν σε συμπεράσματα μόνοι τους (Eick et al., 2005). Έτσι η διερευνητική προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί ως μια εξέλιξη, ένα

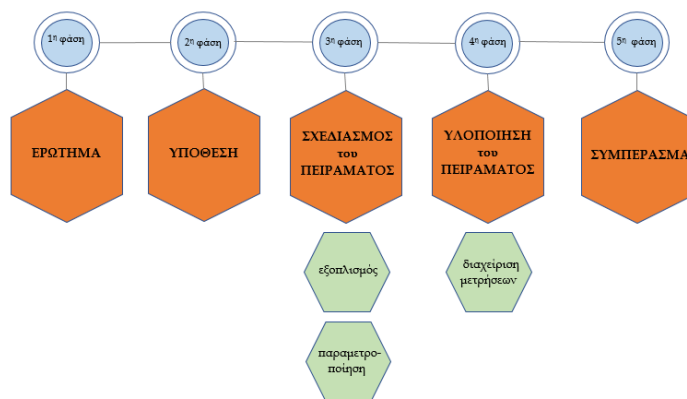
συνεχές (inquiry continuum), στο οποίο ποικίλλει ο βαθμός στον οποίο ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές. Στο ένα άκρο βρίσκεται η τελειώς καθοδηγούμενη από τον διδάσκοντα διαδικασία, ενώ στο άλλο άκρο του συνεχούς βρίσκεται η καθοδηγούμενη από τον μαθητή διαδικασία, δίνοντας έμφαση έτσι στην ενεργό συμμετοχή του μαθητευόμενου και στην υπευθυνότητά του να ανακαλύπτει νέα γνώση (de Jong & van Joolingen, 1998).

Στην παρούσα εργασία, επιχειρούμε την εισαγωγή μαθητών Γυμνασίου σε διερευνητικού τύπου δραστηριότητες, μέσα από κατ' οίκον εργασίες, με στόχο την εκμάθηση των σταδίων μιας διερεύνησης, την ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων, καθώς και την ανάδειξη των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν κατά την εκτέλεση τους. Για το σκοπό αυτό αναπτύχθηκε μια σειρά 5 φύλλων εργασίας (ΦΕ), στη γνωστική περιοχή των Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων της Γ' Γυμνασίου. Κάθε ΦΕ περιέχει 1 έως 3 πειραματικές δραστηριότητες στα πρότυπα του συνεχούς της διερεύνησης. Τα ΦΕ χρησιμοποιούν διαδεδομένες ιστοσελίδες με προσομοιώσεις, που, στη συγκεκριμένη περίπτωση, αποτελούν το ενδεδειγμένο όχημα για την εμπλοκή των μαθητών σε διαδικασίες έγκαιρης διδασκαλίας και διερεύνησης (Cashman & Eschenbach, 2003).

## Μεθοδολογία

### Σχεδίαση και ανάπτυξη των φύλλων εργασίας

Ο σχεδιασμός των ΦΕ ακολούθησε το μοντέλο του συνεχούς της διερεύνησης (inquiry continuum) (Blanchard et al., 2010; Hackling, 1998), όπως παρουσιάζεται σε προηγούμενη εργασία (Μολοχίδης κα, 2018). Ως μονάδα αναφοράς θεωρείται μια πειραματική μονοπαραμετρική δραστηριότητα. Σε περίπτωση πολυπαραμετρικής διερεύνησης, και για το επίπεδο των μαθητών Γυμνασίου, θεωρούμε ότι επαναλαμβάνεται η πειραματική διαδικασία, με διαφορετικές αρχικές συνθήκες.



Σχήμα 1: Οι φάσεις και τα στάδια της διερεύνησης

Τα διάφορα επίπεδα ανάπτυξης των διερευνητικών δραστηριοτήτων ομαδοποιούνται σε 5 διακριτές φάσεις (ερώτημα, υπόθεση, σχεδιασμός του πειράματος, υλοποίηση του πειράματος και συμπεράσματα) και αποτελούν τη βάση για την ανάπτυξη της καθεμιάς δραστηριότητας στα ΦΕ. Στη σχεδίαση του πειράματος εμπεριέχονται και τα στάδια της επιλογής του εξοπλισμού και της παραμετροποίησης, ενώ στη φάση της υλοποίησης του πειράματος εμπεριέχεται και το στάδιο της διαχείρισης των μετρήσεων. Μ' αυτή την αυστηρά δομημένη μορφή, σε κάθε φύλλο εργασίας, εστιάζεται η προσοχή των μαθητών τόσο στις φάσεις της

διερεύνησης, όσο και στα επί μέρους στάδια. Στο σχήμα 1, παρουσιάζονται συνοπτικά οι φάσεις της διερεύνησης και τα συνοδευτικά στάδια, που περιλάμβανε κάθε φύλλο εργασίας.

Επιπρόσθετα, στις περισσότερες από τις φάσεις της διερεύνησης, όπως και στα συνοδευτικά στάδια, αντιστοιχίστηκαν οι κατάλληλες διερευνητικές δεξιότητες που πρέπει να κατέχουν οι μαθητές, προκειμένου να τις φέρουν εις πέρας (Inquiry Skill Framework). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται αυτή η αντιστοίχιση Φάσεων / Σταδίων - Δεξιοτήτων, όπως επίσης και πώς γίνεται η άρση της υποστήριξης από τον εκπαιδευτικό, ακολουθώντας το συνεχές της διερεύνησης. Ο πίνακας 1 αναφέρεται ενδεικτικά στο ΦΕ της Σύνδεσης σε Σειρά.

**Πίνακας 1: Φάσεις και στάδια διερεύνησης και δεξιότητες ανά δραστηριότητα ΦΕ**

Φάσεις και Στάδια της διερεύνησης	Πειραματική (Διερευνητική) δεξιότητα	Δραστηριότητα		
		1η	2η	3η
Ερώτημα	Αναγνώριση ελέγχιμων και κατάλληλων ερωτήσεων	K	K	K
Υπόθεση	Διατύπωση κατάλληλων Υποθέσεων	M	M	M
Σχεδιασμός Πειράματος	Σχεδιασμός κατάλληλων πειραμάτων για τον έλεγχο υποθέσεων	K	K	M
Εξοπλισμός	Επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού για τη διεξαγωγή του πειράματος	K	M	M
Παραμετροποίηση	Αναγνώριση εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών του πειράματος (Επιλογή παραμέτρων)	K	M	M
Υλοποίηση του Πειράματος	Συγκέντρωση δεδομένων με κατάλληλες μεθόδους και όργανα	M	M	M
Διαχείριση Μετρήσεων	Αναγνώριση μοτίβων και σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών του πειράματος	M	M	M
Συμπεράσματα	Εξήγηση αποτελεσμάτων, εξαγωγή και διατύπωση συμπερασμάτων	M	M	M

*K: παρέχεται από τον εκπαιδευτικό, M: ενέργεια του μαθητή*

### Το πλαίσιο-δείγμα

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του μαθήματος της Φυσικής κατά το σχολικό έτος 2020-2021. Το δείγμα αποτέλεσαν 52 μαθητές (ισομοιρασμένοι σε δύο τμήματα) της Γ' Γυμνασίου του Πειραματικού Σχολείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Οι μαθητές ήταν ισομερώς κατανομημένοι στα δύο φύλα και, στο πλαίσιο της αντεστραμμένης τάξης, συμμετείχαν στη διαδικασία, εμπλεκόμενοι ασύγχρονα με τα ειδικά σχεδιασμένα ψηφιακά φύλλα εργασίας (ΦΕ) ως κατ' οίκον εργασία, πριν τη σύγχρονη διδασκαλία του ίδιου γνωστικού αντικείμενου. Στα ΦΕ οι μαθητές διερευνούσαν καθημερινά / βιωματικά προβλήματα και, παράλληλα με τη διαχείρισή τους, προετοιμάζονταν για τις έννοιες και τα φαινόμενα, που ήταν αντικείμενο της επόμενης διδασκαλίας. Στόχος ήταν να είναι ενήμεροι για το υπό διδασκαλία θέμα, προκειμένου να συμμετέχουν ενεργά στη διαχείριση του γνωστικού αντικείμενου. Έτσι, στη σύγχρονη διδασκαλία, οι μαθητές, όντας προετοιμασμένοι για το υπό διαχείριση γνωστικό αντικείμενο, ήταν σε θέση να συζητήσουν τη διερευνητική

διαδικασία που ακολούθησαν στα ΦΕ, δηλ. τις εναλλακτικές αντιλήψεις τους, τον πειραματικό σχεδιασμό, την παραμετροποίηση, τη διαχείριση των αποτελεσμάτων, καθώς και τη διατύπωση συμπερασμάτων. Από την άλλη πλευρά ο εκπαιδευτικός, ενήμερος πριν τη σύγχρονη διδασκαλία, για τις απαντήσεις των μαθητών στα ψηφιακά ΦΕ, εστίαζε στα σημεία της διδασκαλίας που χρήζαν ιδιαίτερης διαχείρισης.

Ο σύνδεσμος πρόσβασης σε κάθε ΦΕ δινόταν την 2<sup>η</sup> εβδομαδιαία ώρα της Φυσικής (πχ. κάθε Πέμπτη) και τα συμπεράσματα του ΦΕ συζητούνταν στην εισαγωγή και διαπραγμάτευση της νέας γνώσης, στην επόμενη ώρα Φυσικής (πχ. κάθε Τρίτη). Η υλοποίηση της έρευνας περιλάμβανε τόσο εκ του σύνεγγυς διδασκαλίες (ανοικτά σχολεία) όσο και από απόσταση διδασκαλίες (κλειστά σχολεία), λόγω της μεταβολής των συνθηκών της εκπαίδευσης εξ αιτίας της πανδημίας.

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με άξονα τη διερευνητική προσέγγιση και στο γνωστικό περιεχόμενο των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, δηλαδή αφορά στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο του μαθήματος της Φυσικής της Γ' Γυμνασίου, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών, και αναφέρεται σε έννοιες του ηλεκτρικού κυκλώματος και συγκεκριμένα στον ρόλο της πηγής στο κύκλωμα, στην ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, στην αντίσταση και στον νόμο του Ohm, καθώς και στην σε σειρά και παράλληλη συνδεσμολογία αντιστάτων.

### **Ερευνητικό ερώτημα**

Σε προηγούμενες εργασίες (Μολοχίδης κα, 2018) δείξαμε ότι τα διερευνητικά ΦΕ, στη θέση της κατ' οίκον εργασίας, δημιουργούν κατάλληλο περιβάλλον για την εμπλοκή των μαθητών σε πειραματικές δραστηριότητες με προσομοιώσεις. Στην παρούσα εργασία, διερευνούμε κατά πόσο τα ψηφιακά διερευνητικά ΦΕ μπορούν να εισάγουν τους μαθητές στα βήματα της διερεύνησης. Επιπλέον μελετάμε κατά πόσο η εισαγωγή στη διερεύνηση, με όχημα τα ψηφιακά διερευνητικά ΦΕ, μπορεί να δημιουργήσει στους εμπλεκόμενους μαθητές και μαθήτριες τη δυνατότητα διατύπωσης νέων ερωτημάτων προς διερεύνηση και τη δυνατότητα σχεδιασμού διερευνητικής μεθόδου για να τα αντιμετωπίσουν. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

1. μπορούν οι μαθητές να εισαχθούν στα βήματα της διερεύνησης με ψηφιακά διερευνητικά ΦΕ σε από απόσταση συνθήκες;
2. μπορούν οι μαθητές να διατυπώσουν νέα ελέγξιμα ερωτήματα και να προτείνουν διερευνητικές προσεγγίσεις απάντησής των;

Τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα ανιχνεύτηκαν με δύο τρόπους:

- με τα συμπληρωμένα ΦΕ: το κάθε απαντητικό πεδίο σχετίζεται είτε με την κατανόηση του γνωστικού περιεχομένου είτε με την επίγνωση των φάσεων της διερεύνησης
- με συζητήσεις σε επίπεδο τάξης, κατά τη διάρκεια όλης της διαδικασίας, διαπιστώθηκε κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να διατυπώσουν νέα ελέγξιμα ερωτήματα και τη δυνατότητά τους να προτείνουν διερευνητικές προσεγγίσεις για να τα απαντήσουν.

### **Αποτελέσματα**

Από την ανάλυση των ψηφιακών ΦΕ διαπιστώθηκε η ενεργός εμπλοκή των μαθητών, χωρίς να επισημανθούν ιδιαίτερες δυσκολίες, λόγω της εξ αποστάσεως ασύγχρονης διαδικασίας. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις συζητήσεις του εκπαιδευτικού με τους μαθητές, σε επίπεδο τάξης, μετά τη συμπλήρωση των διερευνητικών φύλλων εργασίας από τους μαθητές στο σπίτι. Από τις συζητήσεις διαφαίνεται ότι οι μαθητές ακολουθώντας τη διερευνητική προσέγγιση των φύλλων εργασίας, είναι σε θέση να σχεδιάσουν ένα πείραμα, επιλέγοντας τον εξοπλισμό και σχεδιάζοντας την παραμετροποίηση

των μεταβλητών προκειμένου να δώσουν απάντηση σε ένα ερώτημα. Χαρακτηριστικό είναι το απόσπασμα που ακολουθεί.

*Εκπαιδευτικός: Στην αρχή έχω έναν λαμπτήρα στο κύκλωμα και προβληματίζομαι αν έχω δύο λαμπτήρες, η φωτοβολία είναι ίδια ή διαφορετική; Άρα, αν είναι αυτό το ερώτημά μου, τι σκέφτομαι;*

*Μαθητής 1: Ότι σίγουρα αυτό που αλλάζει είναι ο αριθμός των λαμπτήρων, ότι ελέγχω πόσο φωτοβολούν και κρατάω σταθερή την μπαταρία, άρα και την τάση.*

*Εκπαιδευτικός: Γιατί αν αλλάξω την τάση ποιο είναι το πρόβλημα που θα έχω;*

*Μαθητής 1: Αν αλλάξουμε δύο μεταβλητές δεν θα μπορούμε να ξέρουμε ποια από τις δύο μεταβλητές ευθύνεται για την αλλαγή.*

Στη συζήτηση που πραγματοποιήθηκε με αφορμή μία δραστηριότητα του φύλλου εργασίας, στην οποία οι μαθητές διερευνούσαν τη φωτοβολία δύο λαμπτήρων συνδεδεμένων σε σειρά, συγκρίνοντάς την με την φωτοβολία ενός λαμπτήρα στο κύκλωμα, αναδείχθηκαν ενδιαφέρουσες απόψεις των μαθητών για τους διαφορετικούς ρόλους που μπορεί να έχει ο πειραματισμός. Συγκεκριμένα, αναφέρεται από αρκετούς μαθητές ο επιβεβαιωτικός ρόλος που μπορεί να έχει ένα πείραμα, όπως φαίνεται στο παρακάτω απόσπασμα.

*Εκπαιδευτικός: Ωραία. Αρκούν δύο λαμπτήρες για να βγάλεις το συμπέρασμά σου;*

*Μαθήτρια 2: Εγώ προσωπικά πρόσθεσα και τρίτη λάμπα. Δεν αρκούν οι δύο λάμπες.*

*Εκπαιδευτικός: Γιατί πιστεύεις ότι δεν αρκούν οι δύο λάμπες;*

*Μαθήτρια 2: Για να διαπιστώσουμε αν όντως αυξάνοντας τις λάμπες, μειώνεται η φωτοβολία.*

*Εκπαιδευτικός: Ναι. Δηλαδή ο τρίτος λαμπτήρας λειτουργήσε επιβεβαιωτικά; Να διαπιστώσεις αν όντως ισχύει αυτό που είδες να συμβαίνει με τους δύο λαμπτήρες;*

*Μαθήτρια 2: Ναι.*

*Μαθητής 3: Εγώ ήμουν 90% σίγουρος, δεν πίστευα ότι θα αλλάξει, αλλά το ξαναέκανα το πείραμα με τρεις λαμπτήρες. Ναι.*

Αρκετοί μαθητές, στην ίδια συζήτηση, αναφέρουν ότι δεν χρειάζεται να πειραματιστούν και με τρίτο λαμπτήρα, κάτι που δείχνει ότι μπορούν να επεκτείνουν και να γενικεύσουν τα αποτελέσματα του πειράματος, όπως φαίνεται και στο απόσπασμα που ακολουθεί.

*Εκπαιδευτικός: Υπάρχει κάποιος που θέλει να μας πει τι απάντησε σ' αυτό το ερώτημα; Αν αρκεί το πείραμα με τους δύο λαμπτήρες;*

*Μαθητής 4: Εγώ απάντησα ότι αρκούν οι δύο λαμπτήρες.*

*Εκπαιδευτικός: Δεν είχες την ανάγκη, λοιπόν, να συνδέσεις και τρίτο λαμπτήρα για να επιβεβαιώσεις αυτό που παρατήρησες με τους δύο λαμπτήρες.*

*Μαθητής 4: Όχι δεν έβαλα και τρίτο λαμπτήρα. Και δίχως να κάνω το πείραμα με τρίτο λαμπτήρα απάντησα ότι αν βάλουμε και τρίτο λαμπτήρα θα μειωθεί η φωτοβολία των λαμπτήρων και ότι θα είναι η ίδια ανάμεσα στους λαμπτήρες.*

*Μαθήτρια 5: Κι εγώ νομίζω ότι αρκούν οι δύο λαμπτήρες, αλλά μπορούμε να πειραματιστούμε και ακόμα περισσότερο.*

*Μαθήτρια 6: Εγώ έγραφα ότι δύο λάμπες φτάνουν γιατί αν ισχύει με τις δύο λάμπες, τότε θα ισχύει και με περισσότερες.*

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η τοποθέτηση μιας μαθήτριας για τον λόγο που ήθελε να κάνει ξανά το πείραμα με τρεις λαμπτήρες. Συγκεκριμένα, αναφέρει ότι ήθελε να επαναλάβει το πείραμα για να δει κατά πόσο θα μειωθεί η φωτοβολία των λαμπτήρων. Φαίνεται, δηλαδή, η συμμετοχή των μαθητών σε επαναλαμβανόμενες διερευνητικές προσεγγίσεις να ενισχύει τη διάθεσή τους για περαιτέρω έρευνα σε ερωτήματα και υποθέσεις που δημιουργούν οι ίδιοι!

*Μαθήτρια 7: Κι εγώ ήμουν σίγουρη ότι θα μειωθεί, αλλά ήθελα να δω και κατά πόσο θα μειωθεί η φωτοβολία όταν συνδέσουμε τρεις λαμπτήρες. Αν είναι σταθερή η μείωση.*

*Εκπαιδευτικός: Τι εννοείς όταν λες σταθερή η μείωση;*

*Μαθήτρια 7: Εννοώ όταν προσθέσουμε και τρίτη λάμπα αν θα είναι τελείως σβησμένες ή αν θα μειωθεί η φωτοβολία όσο μειώθηκε και στις δύο, κάτι τέτοιο.*

*Εκπαιδευτικός: Μάλιστα. Και τι συμπέρασμα έβγαλες από το πείραμα που έκανες;*

*Μαθήτρια 7: Ότι είναι σταθερή η μείωση. Όσο παραπάνω λαμπτήρες συνδέουμε μειώνεται η φωτοβολία συνέχεια το ίδιο.*

*Εκπαιδευτικός: Σου δημιουργήθηκε δηλαδή ένα νέο ερώτημα, για να κάνεις ένα άλλο πείραμα για να ελέγξεις αν μειώνεται κατά το ίδιο η φωτοβολία όταν προσθέτουμε λαμπτήρες.*

*Μαθήτρια 7: Ναι.*

Ένα άλλο αξιοσημείωτο εύρημα που προέκυψε από τη συζήτηση των μαθητών με τον εκπαιδευτικό είναι ότι οι μαθητές είναι σε θέση να σχεδιάσουν ένα πείραμα προκειμένου να ελέγξουν αν μία απάντησή τους είναι σε συμφωνία με την επιστημονική. Στο απόσπασμα που ακολουθεί φαίνεται ο τρόπος διαχείρισης μιας λανθασμένης απάντησης μαθητή για την διαφορετική ένδειξη του αμπερομέτρου όταν τοποθετηθεί σε διαφορετικά σημεία του ίδιου βρόγχου. Είναι σημαντικό ότι ο μαθητής είναι σε θέση να διαχειριστεί με σωστό τρόπο την παραμετροποίηση των μεταβλητών του πειράματος.

*Εκπαιδευτικός: Και αν θέλουμε να το διερευνήσουμε αυτό, τι θα κάνουμε; Έστω ότι δεν είσαι σίγουρος για το τι συμβαίνει ανάλογα με τη θέση του αμπερομέτρου στο κύκλωμα. Τι πείραμα θα σχεδιάσεις για να ελέγξεις αν η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι ίδια;*

*Μαθητής 8: Θα κρατώ ίδια την τάση της μπαταρίας...και θα αλλάζω απλά θέση στο αμπερόμετρο έτσι ώστε να δω τι συμβαίνει με την ένδειξή του.*

*Εκπαιδευτικός: Την τάση της μπαταρίας θα την κρατάς ίδια. Τον αριθμό των λαμπτήρων; Και τι θα ελέγξεις;*

*Μαθητής 8: Θα τον κρατώ ίδιο και θα ελέγχο αν αλλάζει η τιμή του αμπερομέτρου.*

Η εμπλοκή των μαθητών σε επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες διερευνητικού χαρακτήρα και ο αναστοχασμός στα βήματα που ακολούθησαν, φαίνεται να ενισχύει τη διάθεση και ικανότητα των μαθητών να προσεγγίσουν τα ερωτήματα που τους τίθενται, ακόμα και αυτά που οι ίδιοι θέτουν, διερευνητικά.

## Συμπεράσματα

Μέσα από τις συζητήσεις που έγιναν στην τάξη, διαφαίνεται η εμπλοκή των μαθητών και των μαθητριών στα διερευνητικά ΦΕ με την αυστηρά δομημένη μορφή. Οι φάσεις και τα στάδια της διερεύνησης γίνονται αντιληπτά, μιας και, μέσα από τις συζητήσεις, φαίνεται να είναι σε θέση να σχεδιάσουν ένα πείραμα, επιλέγοντας τον εξοπλισμό και καθορίζοντας την παραμετροποίηση των μεταβλητών, προκειμένου να δώσουν απάντηση σε ένα δικό τους ερώτημα. Οι μαθητές και οι μαθήτριες, με την ενεργή συμμετοχή τους, διατύπωσαν νέες απορίες στην γνωστική περιοχή που εξετάστηκε και μπόρεσαν να σχεδιάσουν πειραματικές δραστηριότητες ώστε να τις αντιμετωπίσουν. Αποδεικνύεται ότι τα ψηφιακά ΦΕ που σχεδιάστηκαν ενέπλεξαν δημιουργικά τους μαθητές και τις μαθήτριες τόσο εννοιολογικά όσο και επιστημολογικά.

## Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή υποστηρίχθηκε οικονομικά από το έργο «Μελέτη της ανάπτυξης όψεων του επιστημονικού εγγραμματοσμού μαθητευομένων σε συνθήκες τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης με τη χρήση διαδικτυακών εικονικών εργαστηρίων και την αξιοποίηση γεωγραφικών δεδομένων» (κωδ. MIS/ΟΠΣ 5002552), που εντάσσεται στη «Δράση Στρατηγικής Ανάπτυξης Ερευνητικών & Τεχνολογικών Φορέων» του προγράμματος ΕΠΑνΕΚ 2014-2020 και συγχρηματοδοτείται από το ΕΤΠΑ.

## Βιβλιογραφία

- Μολοχίδης Α., Πετρίδου Ε., Χατζηκρανιώτης Ε. (2018). Εισάγοντας μαθητές Λυκείου σε διερευνητικές δραστηριότητες μέσα από κατ' οίκον εργασίες. Στο Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελληνίου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, σ. 447, ΑΠΘ – ΠΙΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, ISBN: 978-618-83186-2-5
- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., Tuan, H.-I., (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88 (3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: reach every student in every class every day*. ASCD: International Society for Technology in Education. Alexandria, VA. ISBN: 978-1-56484-315-9
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V., Annetta, L. A., & Granger, E. M., (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94 (4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Cashman E. & Eschenbach E. (2003) Active learning with web technology – Just in Time! *Proceedings of 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education, Conference Paper*, Vol. 1, pp. T3F-9. <https://doi.org/10.1109/FIE.2003.1263352>.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R., (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179–202. <https://doi.org/10.2307/1170753>.
- Eick, C., Meadows, L., & Balkcom, R., (2005). Breaking into inquiry: Scaffolding supports beginning efforts to implement inquiry in the classroom. *The Science Teacher*, 72(7), 49–53. ERIC No: EJ727895
- Gavrin A., (2010). Using just-in-time teaching in the physical sciences in S. Simkins & M. Maier (eds) *Just-in-Time Teaching: Across the disciplines, across the academy*, p. 117. Stylus publ. ISBN: 978-1579222932
- Gómez-Tejedor, J. A., Vidaurre, A., Tort-Ausina, I., Molina-Mateo, J., Serrano, M. A., Meseguer-Dueñas, J. M., Martínez Sala, R. M., Quiles, S., & Riera, J. (2020). Effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab. *Computers and Education*, 144, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103708>
- Hackling M. W., (1998). *Working scientifically: implementing and assessing open investigation work in science*. Western Australia: Education Department of W.A., p. 2. ISBN 0 7307 4146 X.
- Keselman, A., (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898–921. <https://doi:10.1002/tea.10115>.
- Limueco, J. M., & Prudente, M. S. (2018). Flipping classroom to improve physics teaching. *Advanced Science Letters*, 24(11), 8292–8296. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.12544>
- Miranda, D. A., Sanchez, M. J., & Forero, O. M. (2017). Laboratory preparation questionnaires as a tool for the implementation of the just in time teaching in the physics laboratories: Research training. *Journal of Physics: Conference Series*, 850(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/850/1/012015>
- Novak G. & Patterson E. (2010) An Introduction to Just-in-Time Teaching in S. Simkins & M. Maier (eds) *Just-in-Time Teaching: Across the disciplines, across the academy*, p. 3. Stylus publ. ISBN: 978-1579222932.
- Novak G, Patterson E., Gavrin A., and Christian W. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending active learning with web technology*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN: 978-0130850348
- Prasetyo, B. D., Suprpto, N., & Pudyastomo, R. N. (2018). The effectiveness of flipped classroom learning model in secondary physics classroom setting. *Journal of Physics: Conference Series*, 997(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/997/1/012037>
- Say, F. S., & Yildirim, F. S. (2020). Flipped classroom implementation in science teaching. *International Online Journal of Education and Teaching*, 7(2), 606–620. <http://iojet.org/index.php/IOJET/article/view/759>
- Turnip, B., Wahyuni, I., & Tanjung, Y. I. (2016). The effect of inquiry training learning model based on just in time teaching for problem solving skill. *Journal of Education and Practice*, 7(15), 177–181. Ανακτ. 2/2/21 από: <https://www.iiste.org/Journals/index.php/IJEP/article/view/30888/31721>.