ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Τόμ. 13 (2024)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ

Εργαστήριο φυσικής με STEM προσανατολισμό και χρήση φορητών ψηφιακών συσκευών (STEM - IB - mLabs)

Μανόλης Κουσλόγλου, Ελένη Πετρίδου, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

doi: 10.12681/codiste.6808

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 13/03/2026 04:21:49

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΕ STEM ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΦΟΡΗΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (STEM-IB-mLabs)

Μανόλης Κουσλόγλου[1], Ελένη Πετρίδου[2], Αναστάσιος Μολοχίδης[3], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[4]

[1]Υποψ. Διδάκτωρ Α.Π.Θ., Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Καβάλας, [2]ΕΔΙΠ Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, [3]Αναπλ. Καθηγητής Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ, [3]Καθηγητής Τμήμα Φυσικής ΑΠΘ,

ekouslog@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning) αποτελεί τον πυρήνα των Νέων Αναλυτικών Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών, καθώς βοηθά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων 21ου αιώνα, όπως η συνεργασία, η επικοινωνία, η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και η επίλυση προβλήματος, αλλά και των δεξιοτήτων διερεύνησης. Η αξιοποίηση των ψηφιακών φορητών συσκευών συνδράμουν αποφασιστικά στην ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων. Στο παρόν εργαστήριο γίνεται μια προσπάθεια εκπαιδευτικοί Β'θμιας Εκπ/σης να επιμορφωθούν βιωματικά στη διδασκαλία με την εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου σε εργαστήρια Φυσικής με STEM προσανατολισμό και αξιοποίηση ψηφιακών φορητών συσκευών (STEM-IB-mLabs). Το θέμα της διερεύνησης είναι οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η Τριβή.

Λέξεις κλειδιά: Διερευνητική μάθηση, φορητές ψηφιακές συσκευές, MBL

PHYSICS LAB WITH STEM ORIENTATION AND USE OF PORTABLE DIGITAL DEVICES (STEM-IB-mLabs)

Manolis Kousloglou[1,2], Eleni Petridou[1], Anastasios Molohidis[1], Euripides Hatzikraniotis[1]

[1]PhD Candidate (A.U.Th), Directorate of Secondary Education of Kavala, [2]Laboratory Teaching Stuff, School of Physics A.U.Th, [3]Associate Professor, School of Physics A.U.Th, [4]Professor, School of Physics, A.U.Th

ekouslog@physics.auth.gr

ABSTRACT

Inquiry-based learning is the foundation of the New Greek Science Curricula since it fosters the development of 21st century skills such as collaboration, communication, creativity, critical thinking, and problem solving, as well as science process skills. The use of digital mobile devices significantly contributes to the development of these skills. The present laboratory attempts to train secondary education teachers experientially, by employing the inquiry-based method in STEM-oriented Physics Laboratories using digital portable devices (STEM-IB-mLabs). The investigation focuses on the factors upon which Friction depends.

Keywords: Inquiry-based learning, portable digital devices, MBL

ΣΥΝΟΨΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Εισαγωγή

Η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based learning - IBL) είναι μια διδακτική προσέγγιση που θέτει τους μαθητές σε ρόλο επιστημόνων, δηλαδή να διεξάγουν έρευνα αποκτώντας νέες γνώσεις βασισμένες σε τεκμήρια. Οι μαθητές αναπτύσσουν τα δικά τους ερωτήματα, διατυπώνουν κατάλληλες υποθέσεις, σχεδιάζουν πειράματα για να τις ελέγξουν, αναλύουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα, εξάγουν σχετικά συμπεράσματα και τελικά αναστοχάζονται πάνω στη διαδικασία και στα πορίσματά τους. (Liu et al., 2021˙ Tijani at al., 2021). Η διερεύνηση βρίσκεται στον πυρήνα των φυσικών επιστημών και οι ψηφιακές φορητές συσκευές μπορούν να την υποστηρίξουν κάνοντάς την προσβάσιμη κάθε στιγμή (Crompton et al., 2017). Η διερεύνηση με την αξιοποίηση φορητών ψηφιακών συσκευών (m-IBL) φαίνεται μάλιστα ότι πυροδοτεί την κριτική σκέψη (Leelamma & Indira, 2017). Το MBL (Microcomputer-based Laboratory) είναι μία εργαστηριακή προσέγγιση, κατά την οποία υπολογιστικές συσκευές συνδέονται με αισθητήρες ώστε να πραγματοποιούνται μετρήσεις, αλλά και αναλύσεις δεδομένων. Μερικά από τα πλεονεκτήματα του MBL είναι η συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οι πολλαπλές αναπαραστάσεις δεδομένων, η αξιοποίηση υπολογιστικών συστημάτων, η δυνατότητα μελέτης των ευρημάτων οποιαδήποτε άλλη στιγμή, μετά το εργαστήριο κ.α. (Linn, 1988). Η εκπαίδευση STEM αφορά τη διδασκαλία/μάθηση στα πεδία των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής (Engineering) και των Μαθηματικών, με απώτερο σκοπό την καλλιέργεια της δεξιότητας των μαθητών να επιλύουν αυθεντικά προβλήματα εφαρμόζοντας διαθεματική γνώση (Tantu, 2017). Η διερευνητική μέθοδος επιδρά θετικά στην εκπαίδευση STEM, καθώς υποστηρίζει την εμβάθυνση της γνώσης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών (Yeung & Sun, 2019). Μάλιστα, φαίνεται ότι η φορητή τεχνολογία μπορεί να υποστηρίξει τη μάθηση οπουδήποτε και οποτεδήποτε, σε μια παιδαγωγική προσέγγιση που υποστηρίζει τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Prasongsap et al., 2020).

Η διερεύνηση (Inquiry) συνίσταται στην αναζήτηση τεκμηρίων (seeking for evidence) για την αποδοχή ή την απόρριψη μιας υπόθεσης. Σε μια πειραματική διαδικασία διερεύνησης, η αναζήτηση των τεκμηρίων υλοποιείται μέσω της σχεδίασης, εκτέλεσης και αποτίμησης των αποτελεσμάτων ενός πειράματος. Ωστόσο, οι μαθητές αδυνατούν ή δυσκολεύονται να συνειδητοποιήσουν την ουσία μιας διαδικασίας διερεύνησης, καθώς την διδάσκονται αλγοριθμικά (όταν τη διδάσκονται), δηλαδή ως μια σειρά βημάτων που θα πρέπει να ακολουθήσουν (Rockland et al., 2010). Μια προσέγγιση για την αντιμετώπιση του προβλήματος, είναι η σχεδίαση του πειράματος, τόσο εννοιολογικά (επί χάρτου: ποιες είναι οι μεταβλητές, ποια μεταβλητή είναι ανεξάρτητη - εξαρτημένη, πώς θα κάνω τις μετρήσεις, κλπ.), όσο και από άποψη σχεδίασης & υλοποίησης της πειραματικής διάταξης ώστε να λαμβάνονται ακριβείς μετρήσεις. Στο σημείο αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμη η συνδρομή της διαδικασίας Σχεδίασης με βάση τη Μηχανική (Engineering Design Process – EDP) που είναι μια διεπιστημονική μέθοδος για την αντιμετώπιση έργων STEM και υλοποιείται μέσα από μια σειρά βημάτων: *προσδιορισμός του προβλήματος, καταιγισμός ιδεών, σχεδίαση του πρωτοτύπου, υλοποίηση-δοκιμή-αξιολόγηση* και *κοινοποίηση της λύσης*. Η μέθοδος συνήθως χρησιμοποιείται για τη σχεδίαση και στη συνέχεια τη βελτίωση λειτουργικών προϊόντων και διαδικασιών (Haik et al., 2011).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα Εργαστήριο, στο οποίο επιχειρείται οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί να ασκηθούν σε ομαδοσυνεργατικές δραστηριότητες διερευνητικού τύπου, με έμφαση στη σχεδίαση & υλοποίηση της πειραματικής διάταξης και την υποστήριξη ψηφιακών φορητών συσκευών.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στόχοι του εργαστηρίου είναι οι εκπαιδευτικοί:

- Να εμπλακούν ενεργά με τη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας.
- Να αξιοποιήσουν ψηφιακές φορητές συσκευές στα εργαστήρια Φ.Ε.
- Να επικεντρώσουν στη σχεδίαση ενός πειράματος.
- Να αξιοποιήσουν ασύρματους αισθητήρες ως συσκευές MBL.
- Να εμπλακούν βιωματικά σε ομαδονεργατικές δραστηριότητες.

Η βασική μεθοδολογία που εφαρμόζεται είναι η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based learning – IBL) σύμφωνα με τις φάσεις των Pedaste et al. (2015): *Προσανατολισμός*, *Εννοιολόγηση* (διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων), *Πειραματισμός* (Σχεδίαση & Εκτέλεση πειράματος, Αποτίμηση & Ερμηνεία των αποτελεσμάτων), *Συμπέρασμα*, *Συζήτηση* (Αναστοχασμός, Επικοινωνία). Η σχεδίαση του πειράματος χωρίζεται σε δυο μέρη: τη σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας, που βασίζεται στη μέθοδο IBL, και στη σχεδίαση της πειραματικής διάταξης βασίζεται στη μέθοδο EDP.

Το εργαστήριο υλοποιήθηκε με 22 εκπαιδευτικούς του κλάδου ΠΕ04 (11 Φυσικοί, 5 Βιολόγοι, 4 Χημικοί και 2 Γεωλόγοι) και είχε διάρκεια 2 ωρών.

ΣΥΝΟΨΕΙΣ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Περιγραφή

Η εργαστηριακή άσκηση με θέμα «παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η κατακόρυφη ταλάντωση μάζας που αναρτάται σε ελατήριο» χωρίζεται σε 3 ενότητες:

1η ενότητα: Εισαγωγή στη διερευνητική μέθοδο (διάρκεια 25'): Σύντομη παρουσίαση στους συμμετέχοντες σχετικά με την επιστημονική μέθοδο, καθώς και τη μάθηση με βάση τη διερεύνηση (Inquiry-based learning) και των επιμέρους φάσεων-της. Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στην έννοια της επιστήμης, παρουσιάζονται οι φάσεις της επιστημονικής μεθόδου και δίνεται ένα παράδειγμα εφαρμογής από την καθημερινή ζωή. Στη συνέχεια, αναλύεται η εφαρμογή της διερεύνησης στο σχολείο (χαρακτηριστικά, συνεχές της διερεύνησης). Ακολουθεί εφαρμογή των φάσεων της διερεύνησης μέσω παραδείγματος από τη Φυσική (κατακόρυφη ταλάντωση μάζας αναρτημένης από ελατήριο). Η παρουσίαση ολοκληρώνεται με περιγραφή των χαρακτηριστικών εργαστηρίου Φυσικής με διερευνητική προσέγγιση και STEM προσανατολισμό.

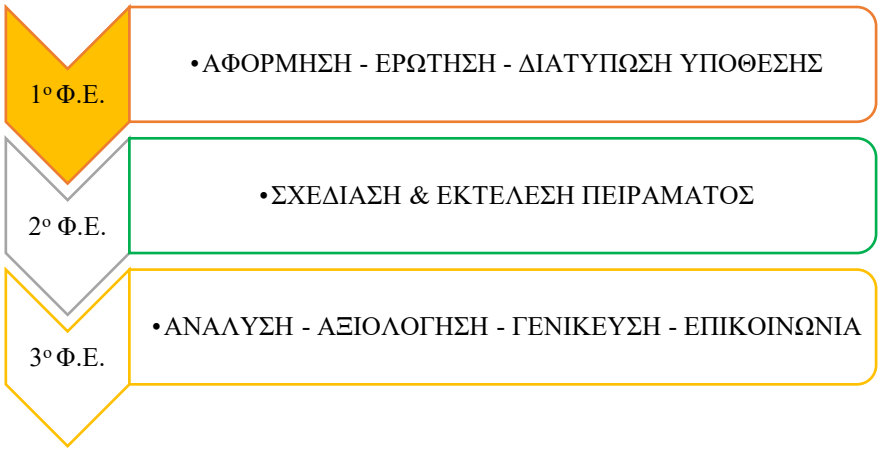
2η ενότητα: Αισθητήρες PASCO και λογισμικό SPARKvue(διάρκεια 15'): : Επίδειξη της λειτουργίας των αισθητήρων της PASCO, καθώς και των πολύ βασικών παροχών του συνοδευτικού λογισμικού SPARKvue. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του αισθητήρα δύναμης/επιτάχυνσης, η διεπαφή του με τα tablets, αλλά και οι βασικές παροχές του σχετικού λογισμικού SPARKvue. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στη δυνατότητα shared session, χάρη στην οποία όλα τα tablets των επιμορφούμενων έχουν πρόσβαση στα πειραματικά δεδομένα, ακόμη και σε μορφή γραφήματος, σε πραγματικό χρόνο. Επίσης, οι επιμορφούμενοι μπορούν να συνεχίσουν την ανάλυση των δεδομένων στα tablet τους οποιαδήποτε άλλη στιγμή, αφού η συνολική πειραματική διαδικασία αποθηκεύεται σε αυτά.

3η ενότητα: Πραγματοποίηση εργαστηρίων (διάρκεια 80'): Οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε ομάδες των 3 ατόμων και τους διαμοιράζονται τρία Φύλλα Εργασίας (Φ.Ε.) διερευνητικού τύπου, σύμφωνα με το πλαίσιο που αναπτύχθηκε από τους Pedaste et al. (2015) (σχήμα 1).

Η διαδικασία ξεκινά με μια νοηματοδοτούμενη φανταστική ιστορία που αποτελεί τον *προσανατολισμό*:

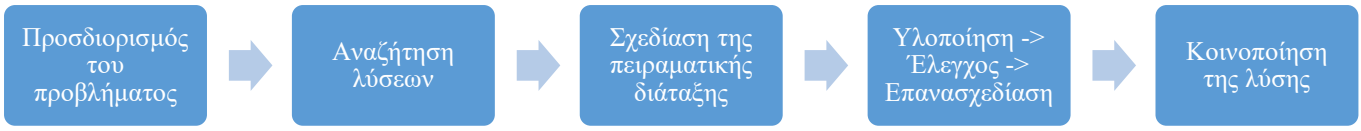
Ο Γιάννης δεν έχει αποφασίσει αν προτιμά ποδήλατο βουνού ή πόλης, που η διαφορά τους είναι στη σκληρότητα του ελατηρίου της ανάρτησης. Ο Γιάννης κατάλαβε τι είναι «σκληρότητα» ενός ελατηρίου, από τον Νόμο του Hooke που διδάχθηκε στο σχολείο. Ωστόσο, δεν μπορεί να τη συνδυάσει με την κίνηση του ποδηλάτου. Στο κατάστημα του είπαν ότι τα ελατήρια εκτελούν ταλάντωση στις ανωμαλίες του δρόμου και αυτός θυμήθηκε όταν κρεμούσε ένα βαράκι σε ένα ελατήριο, αυτό πήγαινε «πάνω-κάτω». Έτσι, αποφάσισε να μελετήσει την ταλάντωση που κάνει ένα κατακόρυφο ελατήριο. Με αφορμή την αγορά του ποδηλάτου, ο Γιάννης αναρωτήθηκε από τι άραγε εξαρτάται η περίοδος της ταλάντωσης

Σχήμα 1. Φάσεις της πειραματικής διαδικασίας, κατανεμημένες στα Φ.Ε.



Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες θέτουν *ερωτήματα* και διατυπώνουν *υποθέσεις* που πρέπει να ελεγχθούν πειραματικά. Σε αυτήν τη φάση δίνεται έμφαση στην αιτιολόγηση της επιλογής της υπόθεσης, δηλαδή στην ανάκληση της πρότερης γνώσης που καλό θα ήταν να κάνουν οι μαθητές, καθώς η διερεύνησης είμαι μία εποικοδομητική διαδικασία. Ακολουθεί η σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας που βασίζεται στη μέθοδο IBL, όπου πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα, όπως: «*Τι θα έκανες για να ερευνήσεις το ζήτημα;», «Τι θα αλλάζεις; - Τι θα κρατάς ίδιο; - Τι θα ελέγχεις;», «Τι υλικά θα χρειαστείς;», «Τι θα παρατηρείς/μετράς;».* Στη συνέχεια, η σχεδίαση της πειραματικής διάταξης βασίζεται στη μέθοδο της Σχεδίασης με βάση τη Μηχανική (EDP). Σύμφωνα με την EDP, ακολουθούνται τα βήματα: *προσδιορισμός του προβλήματος (τι πρέπει να ελέγχεται με την πειραματική διάταξη), αναζήτηση πιθανών λύσεων υλοποίησης και επιλογή της καταλληλότερης, πρώτη σχεδίαση της πειραματικής διάταξης, υλοποίηση-δοκιμή-αξιολόγηση & επανασχεδίαση αν χρειαστεί, και κοινοποίηση της λύσης*, όπως παρουσιάζονται στο σχήμα 2.

Σχήμα 2. Φάσεις σχεδίασης και υλοποίησης της πειραματικής διάταξης με εφαρμογή EDP

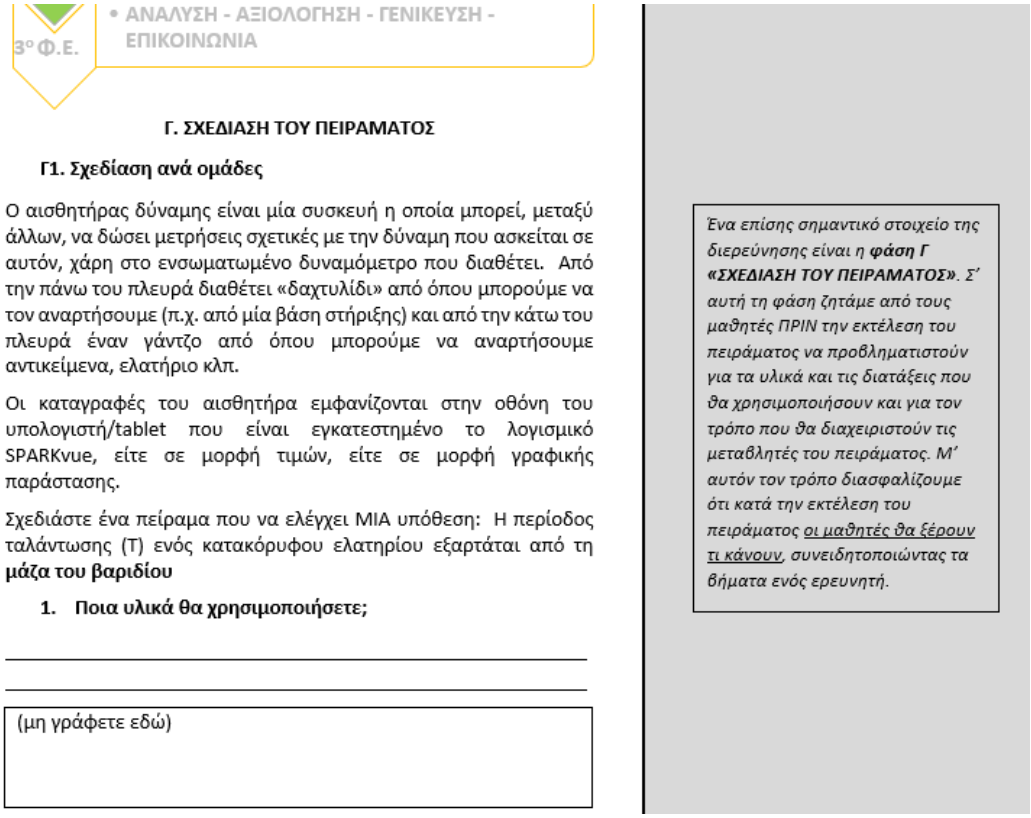


Η *εκτέλεση του πειράματος* πραγματοποιείται αξιοποιώντας την παροχή του SPARKvue για τον διαμοιρασμό και την απεικόνιση των μετρήσεων στις οθόνες των tablets (ή κινητών) των συμμετεχόντων (shared session). Η διαδικασία συνεχίζεται με *ανάλυση των αποτελεσμάτων* και *εξαγωγή συμπερασμάτων* και ολοκληρώνεται με τη γενίκευση και επικοινωνία τους. Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι αν και σε όλες της φάσεις της διαδικασίας η συζήτηση και ο αναστοχασμός είναι διάχυτα, η διερευνητική διαδικασία ολοκληρώνεται με

αναστοχασμό επί της διαδικασίας, με τη βοήθεια των Φύλλων εργασίας, τα οποία έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά (σχήμα 3):

1. Στην κορυφή κάθε Φ.Ε. εμφανίζονται οι φάσεις της διερεύνησης, όπως κατανέμονται ανά Φ.Ε., ώστε οι επιμορφούμενοι (και κατ' επέκταση οι μαθητές τους) να έχουν συνεχώς μια συνολική εικόνα της διερευνητικής μεθόδου, στο πλαίσιο του αναστοχασμού τους επί της διερευνητικής διαδικασίας.
2. Κάθε Φ.Ε. χωρίζεται κατακόρυφα σε δύο περιοχές: Αριστερά, σε λευκό φόντο, εμφανίζεται το Φ.Ε. όπως θα μπορούσε να διαμοιραστεί στους μαθητές. Στα δεξιά, σκιασμένες, δίνονται περιγραφές για τους επιμορφούμενους -εκπαιδευτικούς για κάθε φάση της διερευνητικής διαδικασίας.
3. Τα πεδία όπου μπορούν να γράφουν οι μαθητές, είναι διπλά: Κάθε πεδίο, όπου οι μαθητές συμπληρώνουν στοιχεία (το ερώτημα, την υπόθεση, τα υλικά που είναι απαραίτητα, τη σχεδίαση του πειράματος κλπ) κατά τη διάρκεια της διερευνητικής διαδικασίας, ακολουθείται από ακόμη ένα πεδίο, σε πλαίσιο, που παραμένει κενό. Αυτά τα πεδία – πλαίσια, καλούνται οι μαθητές να συμπληρώσουν μετά την ολοκλήρωση της συνολικής διαδικασίας, ως αναστοχασμό.

Σχήμα 3. Στιγμιότυπο Φ.Ε., όπου αποτυπώνονται τα χαρακτηριστικά του


3ο Φ.Ε.

• ΑΝΑΛΥΣΗ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ - ΓΕΝΙΚΕΥΣΗ - ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Γ. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Γ1. Σχεδίαση ανά ομάδες

Ο αισθητήρας δύναμης είναι μία συσκευή η οποία μπορεί, μεταξύ άλλων, να δώσει μετρήσεις σχετικές με την δύναμη που ασκείται σε αυτόν, χάρη στο ενσωματωμένο δυναμόμετρο που διαθέτει. Από την πάνω του πλευρά διαθέτει «δαχτυλίδι» από όπου μπορούμε να τον αναρτήσουμε (π.χ. από μία βάση στήριξης) και από την κάτω του πλευρά έναν γάντζο από όπου μπορούμε να αναρτήσουμε αντικείμενα, ελατήριο κλπ.

Οι καταγραφές του αισθητήρα εμφανίζονται στην οθόνη του υπολογιστή/tablet που είναι εγκατεστημένο το λογισμικό SPARKvue, είτε σε μορφή τιμών, είτε σε μορφή γραφικής παράστασης.

Σχεδιάστε ένα πείραμα που να ελέγχει ΜΙΑ υπόθεση: Η περίοδος ταλάντωσης (Τ) ενός κατακόρυφου ελατηρίου εξαρτάται από τη **μάζα του βαριδίου**

1. **Ποια υλικά θα χρησιμοποιήσετε;**

(μη γράφετε εδώ)

*Ένα επίσης σημαντικό στοιχείο της διερεύνησης είναι η **φάση Γ «ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ»**. Σ' αυτή τη φάση ζητάμε από τους μαθητές ΠΡΙΝ την εκτέλεση του πειράματος να προβληματιστούν για τα υλικά και τις διατάξεις που θα χρησιμοποιήσουν και για τον τρόπο που θα διαχειριστούν τις μεταβλητές του πειράματος. Μ' αυτόν τον τρόπο διασφαλίζουμε ότι κατά την εκτέλεση του πειράματος οι μαθητές θα ξέρουν τι κάνουν, συνειδητοποιώντας τα βήματα ενός ερευνητή.*

Υλικοτεχνική υποδομή

Χρησιμοποιούνται tablets, ασύρματοι αισθητήρες PASCO, λογισμικό Sparkvue και συμβατικός εργαστηριακός εξοπλισμός (βάση, σφιγκτήρες, ελατήρια, βαράκια). Απαιτείται χώρος με τουλάχιστον έξι πάγκους και πρόσβαση στο διαδίκτυο, καθώς και ύπαρξη ενός laptop συνδεδεμένου με προτζέκτορα.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

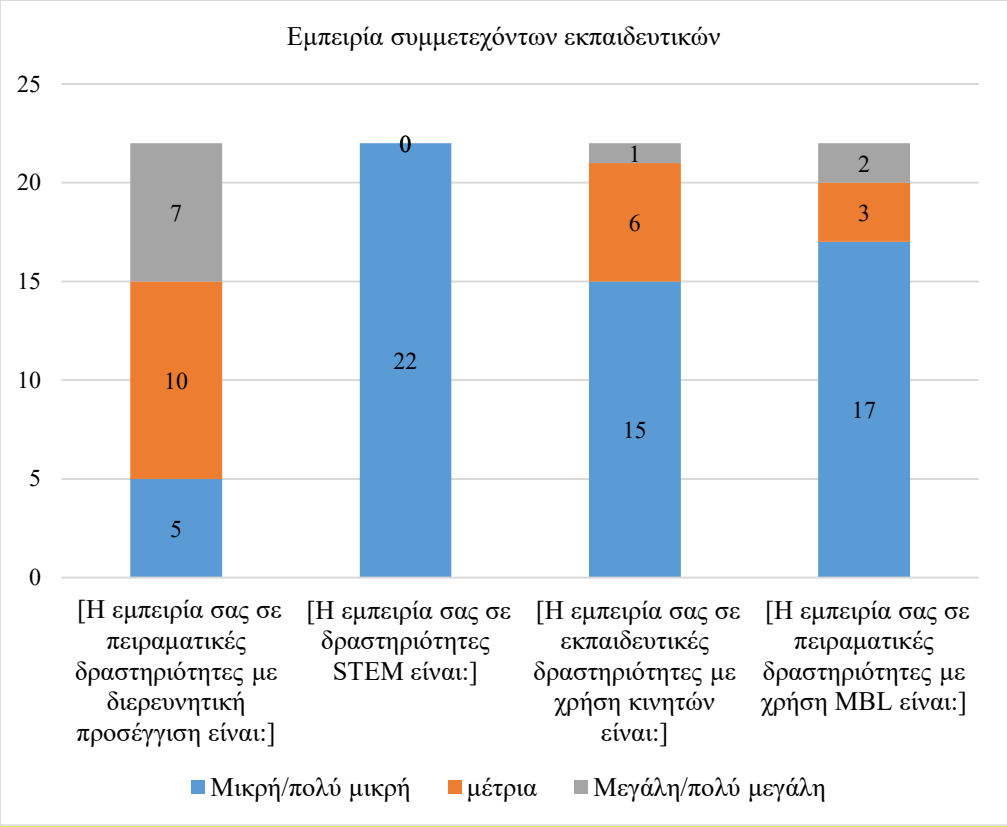
Μετά την ολοκλήρωση του εργαστηρίου διαμοιράστηκε στους συμμετέχοντες διαδικτυακό ερωτηματολόγιο προκειμένου να αποτυπωθούν:

(α) Το εκπαιδευτικό προφίλ τους όσον αφορά τις διαστάσεις του εργαστηρίου (εμπειρία σε διερευνητικά εργαστήρια, στην εκπαίδευση STEM, στην αξιοποίηση κινητών στην τάξη και στη χρήση MBL). Οι ερωτήσεις ήταν κλειστού τύπου, σε πεντάβαθμη κλίμακα Likert. («Πολύ μικρή», «Μικρή», «Μέτρια», «Μεγάλη», «Πολύ μεγάλη») και συγχωνεύθηκαν σε τρεις βαθμίδες λόγω μικρού δείγματος, και

(β) Μια αποτίμηση/ανατροφοδότηση επί του εργαστηρίου, με 11 ερωτήματα κλειστού τύπου σε πεντάβαθμη κλίμακα Likert («Συμφωνώ πολύ», «Συμφωνώ», «ούτε Συμφωνώ/ούτε Διαφωνώ», «Διαφωνώ», «Διαφωνώ εντελώς»).

Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται το προφίλ των εκπαιδευτικών που συμμετείχαν, όσον αφορά την εμπειρία τους σε πειραματικές δραστηριότητες διερεύνησης, δραστηριότητες STEM, εκπαιδευτικές δραστηριότητες με χρήση κινητών και πειραματικές δραστηριότητες με χρήση MBL.

Σχήμα 4. Το προφίλ των συμμετεχόντων, όσον αφορά την εμπειρία τους

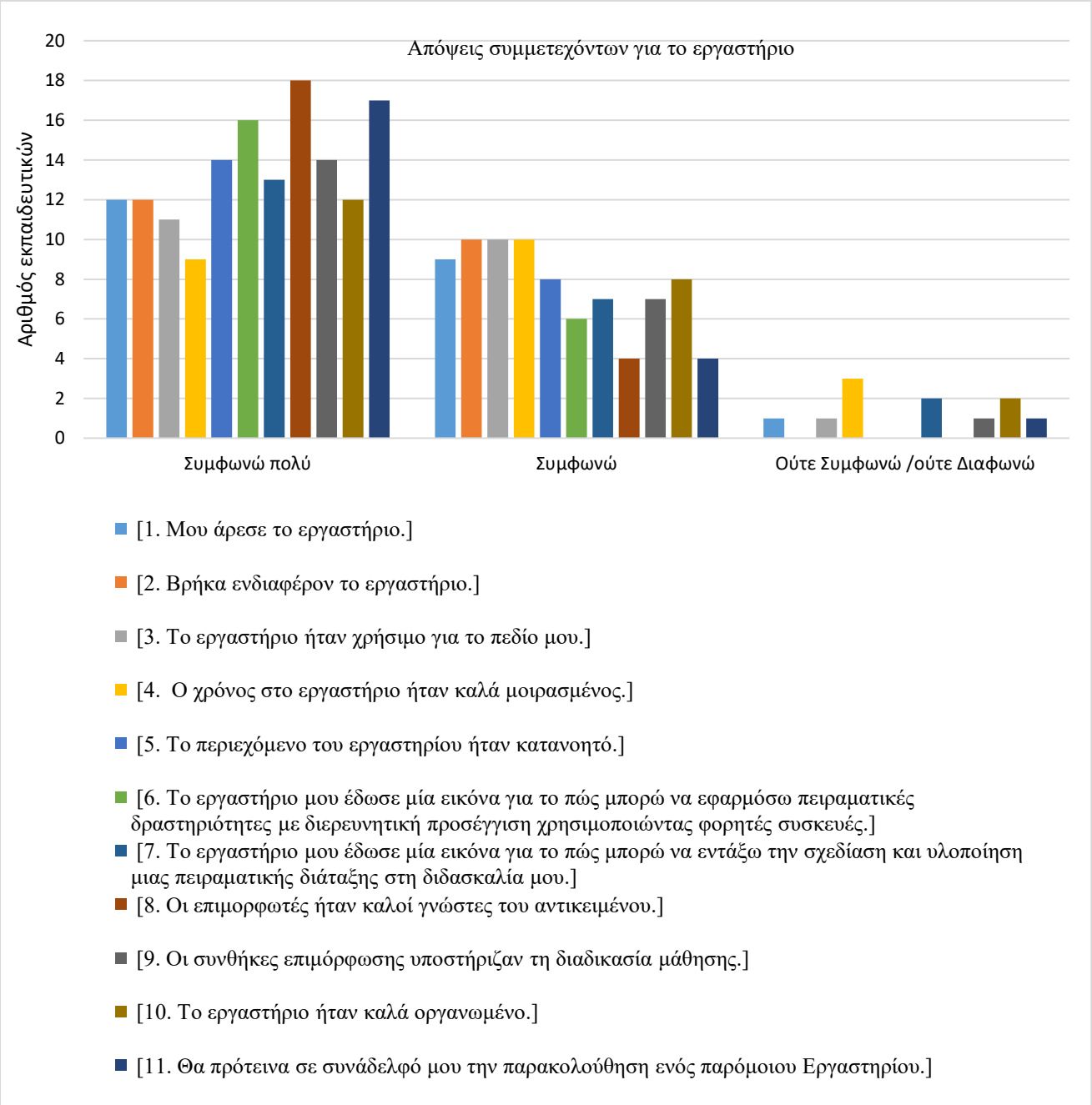


Καταρχάς, όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν «πολύ μικρή» εμπειρία στην εκπαίδευση STEM (όπως αποτυπώθηκε στο σχετικό ερώτημα 5βαθμης κλίμακας). Επίσης μικρή/πολύ μικρή εμφανίζεται η εμπειρία τους τόσο στην αξιοποίηση κινητών/tablets στην τάξη (15/22), όσο και MBL (17/22). Αντίθετα, μόνο 5 από τους 22 συμμετέχοντες δηλώνουν πως έχουν πολύ μικρή/μικρή εμπειρία σε πειραματικές δραστηριότητες με διερευνητικές μεθόδους, δηλαδή οι περισσότεροι συμμετέχοντες δηλώνουν να έχουν μέτρια (10/22) ή μεγάλη σχετική εμπειρία (7/22).

Όσον αφορά την αποτίμηση του εργαστηρίου από τους συμμετέχοντες, αξίζει να επισημανθεί καταρχάς ότι δεν καταγράφηκε καμία αρνητική άποψη. Επίσης, κανείς ή ελάχιστοι (1-3 εκπαιδευτικοί) διατύπωσαν ουδέτερες απόψεις και μάλιστα σε μικρό μέρος των ερωτημάτων. Το σύνολο λοιπόν ή η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων (95 – 100%), ανάλογα με το ερώτημα εξέφρασαν τη θετική άποψή τους. Συγκεκριμένα, δήλωσαν ότι τους άρεσε και βρήκαν ενδιαφέρον/χρήσιμο το εργαστήριο για το πεδίο τους, κάτι πολύ σημαντικό με δεδομένο ότι αυτό αφορούσε θέμα Φυσικής, ενώ οι συμμετέχοντες ανήκαν σε όλους

τους κλάδους των Φυσικών Επιστημών. Επίσης, βρήκαν κατανοητό το περιεχόμενο του εργαστηρίου, που τους έδωσε καλή εικόνα για το πώς μπορούν αφενός να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν πειραματικές διατάξεις και αφετέρου να εφαρμόσουν πειραματικές δραστηριότητες διερευνητικού τύπου με την αξιοποίηση ψηφιακών φορητών συσκευών. Επίσης, οι συμμετέχοντες αποτιμούν πολύ θετικά τόσο τους επιμορφωτές, όσο και τις συνθήκες μάθησης. Το εργαστήριο συνολικά τους φάνηκε καλά οργανωμένο και θα πρότειναν σε συναδέλφους τους να το συμμετάσχουν σε κάποιο αντίστοιχο. Στο σχήμα 4 καταγράφεται η συμφωνία ή διαφωνία των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών με τα επιμέρους ερωτήματα αποτίμησης του εργαστηρίου. Επισημαίνεται ότι δεν εμφανίζονται οι επιλογές «διαφωνώ» και «διαφωνώ εντελώς», γιατί δεν επιλέχθηκαν σε κανένα ερώτημα, από κανέναν/καμία εκπαιδευτικό.

Σχήμα 5. Αποτίμηση εργαστηρίου (οι επιλογές «Διαφωνώ», «Διαφωνώ εντελώς» δεν επιλέχθηκαν από κανέναν και δεν εμφανίζονται)



ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε εργαστήριο Φυσικής με STEM προσανατολισμό και χρήση φορητών ψηφιακών συσκευών (STEM-IB-mLabs), όπου εφαρμόσθηκε η διερευνητική μέθοδος (Inquiry-based Learning – IBL) και όσον αφορά τη σχεδίαση και υλοποίηση της πειραματικής διάταξης η μέθοδος Σχεδίασης με βάση τη Μηχανική (Engineering Process Design – EDP). Για τις ανάγκες τους εργαστηρίου εφαρμόσθηκαν Φύλλα Εργασίας, κατάλληλα σχεδιασμένα για εκπαιδευτικούς – επιμορφούμενους. Στο εργαστήριο συμμετείχαν 22 εκπαιδευτικοί όλων των κλάδων Φυσικών Επιστημών και η αποτίμηση από μέρους τους ήταν ιδιαίτερα θετική.

Ευχαριστίες

Το εργαστήριο αυτό εντάσσεται στις δράσεις διάχυσης του Ευρωπαϊκού έργου ERASMUS+ /KA2 με τίτλο *Defining Standards in STEAM+E (Entrepreneurship) Education*), KA220-HED-4821BB34, το οποίο ευχαριστούμε για την οικονομική στήριξη.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Crompton, H. (2015). A Historical Overview of M-Learning, *Handb. Mob. Learn.*, 10204, https://doi.org/10.4324/9780203118764.ch1.

Crompton, H., Burke, D., & Gregory, K. H. (2017). The use of mobile learning in PK-12 education: A systematic review. *Comput. Educ.*, 110, 51–63), https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.013.

Haik, Y., Sivalogabathan, S., Shahin T. (2011). Engineering Design Process - second edition (Clengage Learning: Boston-USA), ISBN 978-1-305-25328-5.

Leelamma S. and Indira U. D., "My Pocket Technology: Introducing a Mobile Assisted Inquiry Learning Environment (MAILE) to Promote Inquiries among Secondary Students," *J. Educ. Learn.*, vol. 6, no. 3, p. 107, 2017, https://doi.org/10.5539/jel.v6n3p107.

Linn, M. C. & Songer, N.B. (1988). *Curriculum Reformulation: Incorporating technology into science instruction.* Paper presented at the American Educ. Research Association Meeting, New Orleans, LA.

Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M., & Bano, M. (2021). Inquiry-based mobile learning in secondary school science education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*(1), 1–23. https://doi.org/10.1111/jcal.12505.

NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states.* Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from https://nap.nationalacademies.org/read/18290/chapter/15#439

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli C.C., Zacharias C.Z. & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review, 14,* 47-61, https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

Prasongsap, B., Khaokhajorn, W., & Srisawasdi, N. (2020). Mobile learning in informal science education: A systematic review from 2010 to 2019. *ICCE 2020 - 28th International Conference on Computers in Education, Proceedings*, *2*, 425–431.

Rockland, R., Bloom, D. S., Carpinelli, J., Burr-Alexander, L., Hirsch, L. S., & Kimmel, H. (2010). Advancing the. *Journal of Technology Studies*, *36*(1), 53-64.

Sokoloff, D., Thornton, R. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations: Active Learning in Introductory Physics*. Wiley. ISBN: 978-0-471-48774-6.

SPARKvue (4.7.1.8). (2014). [Mobile app]. PASCO. https://www.pasco.com/products/software/sparkvue.

Tantu, O. (2017). *Evaluating mobile apps for STEM Education with in-service teachers.* [M.S. - Master of Science]. Middle East Technical University, https://open.metu.edu.tr/handle/11511/26447.

Tijani, B., Madu, N., Falade, T., & Dele-Ajayi, O. (2021). *Teacher Training during Covid-19: A Case Study of the Virtual STEM Project in Africa*. *April*, 226–234, https://doi.org/10.1109/educon46332.2021.9453920.

Yeung, W. K., & Sun, D. (2019). A study of inquiry-based STEM learning supported by mobile technologies. In C. K. Looi et al. (Eds.), *Proceedings of the 23rd Global Chinese Conference on Computers in Education (GCCCE2019)* (pp. 179-183). Wuhan: Central China Normal University.