

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

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών



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.5569](https://doi.org/10.12681/codiste.5569)

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

Μανόλης Κουσλόγλου<sup>1,2</sup>, Ελένη Πετρίδου<sup>1</sup>, Αναστάσιος Μολοχίδης<sup>1</sup>, Ευριπίδης  
Χατζηκρανιώτης<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.,

<sup>2</sup>Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Καβάλας,

[ekouslog@physics.auth.gr](mailto: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 21<sup>ου</sup> 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 Α'θμιας και 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<sup>1,2</sup>, Eleni Petridou<sup>1</sup>, Anastasios Molohidis<sup>1</sup>, Euripides Hatzikraniotis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Didactics of Physics & Educational Technology, School of Physics, A.U.Th.

<sup>2</sup> Directorate of Secondary Education of Kavala, Greece,

[ekouslog@physics.auth.gr](mailto: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 primary and 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

## **ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

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 et 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 σωστές μετρήσεις. Στο σημείο αυτό είναι εξαιρετικά χρήσιμη η συνδρομή της διαδικασίας Μηχανικής Σχεδίασης (Engineering Design – ED) που είναι μια διεπιστημονική μέθοδος μάθησης που εφαρμόζεται σε έργα STEM και υλοποιείται μέσα από μια σειρά βημάτων: προσδιορισμός του προβλήματος, καταιγισμός ιδεών, σχεδίαση του πειράματος, 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:**

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 προσέγγιση:

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 βασίζεται εννοιολογικά στη μέθοδο IBL (πρέπει να απαντηθούν ερωτήματα, όπως: «Τι θα έκανες για να ερευνήσεις το ζήτημα;», «Τι θα αλλάξεις - Τι θα κρατάς ίδιο - Τι θα ελέγχεις», «Τι υλικά θα χρειαστείς», «Τι θα παρατηρείς / μετράς»). Η σχεδίαση και υλοποίηση της πειραματικής διάταξης βασίζεται στη μέθοδο ED (προσδιορισμός του τι πρέπει να ελέγχεται με την πειραματική διάταξη, ανάπτυξη πιθανών λύσεων και επιλογή της καταλληλότερης, υλοποίηση-δοκιμή-αξιολόγηση και κοινοποίηση της λύσης, επανασχεδίαση αν χρειαστεί).

Για τη διαδικασία εκτέλεσης του πειράματος, η Διαδραστική Επίδειξη (ILD) δίνει λύσεις, όταν είναι περιορισμένος ο αριθμός των πειραματικών διατάξεων. Η ILD συνίσταται στις φάσεις: (α) την πρόβλεψη, όπου ο εκπαιδευτικός περιγράφει το πρόβλημα και οι μαθητές προβλέπουν το αποτέλεσμα και συζητούν με τους συμμαθητές τους την επιλογή τους, (β) το πείραμα, το οποίο διεξάγεται μπροστά στην τάξη, και (γ) τον αναστοχασμό, όπου οι μαθητές συζητούν στην τάξη τα ευρήματα της ανάλυσής τους, εντοπίζοντας τις τυχόν διαφορές μεταξύ της αρχικής πρόβλεψης και του αποτελέσματος του πειράματος (Sokoloff & Thornton, 2004).

### Συμμετέχοντες, διάρκεια:

Το εργαστήριο απευθύνεται στους εκπαιδευτικούς που διδάσκουν Φυσική στη Β'θμια, αλλά και στην Α'θμια Εκπαίδευση. Ο μέγιστος αριθμός συμμετεχόντων είναι: 16. Η διάρκεια του εργαστηρίου είναι 2 ώρες.

### Περιγραφή δραστηριοτήτων:

Η εργαστηριακή άσκηση με θέμα «παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή» χωρίζεται σε 3 ενότητες:

1<sup>η</sup> ενότητα (Εισαγωγή στη διερευνητική μέθοδο): Σύντομη παρουσίαση των φάσεων της διερευνητικής μεθόδου στους συμμετέχοντες.

2<sup>η</sup> ενότητα (Αισθητήρες PASCO και λογισμικό SPARKvue): Επίδειξη της λειτουργίας των αισθητήρων της PASCO, καθώς και των πολύ βασικών παροχών του συνοδευτικού λογισμικού SPARKvue.

3<sup>η</sup> ενότητα (Πραγματοποίηση εργαστηρίων): Οι συμμετέχοντες χωρίζονται σε ομάδες των 4 ατόμων και τους διαμοιράζονται Φύλλα Εργασίας διερευνητικού τύπου, σύμφωνα με το πλαίσιο που αναπτύχθηκε από τους Pedaste et al. (2015). Η διαδικασία ξεκινά με μια φανταστική ιστορία που αποτελεί τον προσανατολισμό, στη συνέχεια οι συμμετέχοντες θέτουν ερωτήματα και κάνουν υποθέσεις που πρέπει να ελεγχθούν πειραματικά. Ακολουθεί η σχεδίαση της πειραματικής διαδικασίας και της πειραματικής διάταξης, με τη μέθοδο της Μηχανικής Σχεδίασης (ED). Η εκτέλεση του πειράματος πραγματοποιείται με Διαδραστική Επίδειξη (ILD), αξιοποιώντας την παροχή του SPARKvue για τον διαμοιρασμό και την απεικόνιση των μετρήσεων στις οθόνες των κινητών των μαθητών (shared screen). Η διαδικασία ολοκληρώνεται με ανάλυση



των αποτελεσμάτων και εξαγωγή συμπερασμάτων. Θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η συζήτηση, που περιλαμβάνει και συνεχή αναστοχασμό, είναι διάχυτη, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

### **Υλικοτεχνική υποδομή:**

Χρησιμοποιούνται tablets, ασύρματοι αισθητήρες PASCO, λογισμικό Sparkvue και συμβατικός εργαστηριακός εξοπλισμός (βαράκια, ξύλινα κουτιά, διαφορετικού τύπου επιφάνειες, τροχαλίες, σπάγγοι, κλπ), τα οποία θα παρασχεθούν από τους εισηγητές τους εργαστηρίου. Απαιτείται χώρος με τουλάχιστον τέσσερις πάγκους και πρόσβαση στο διαδίκτυο, καθώς και ύπαρξη ενός laptop συνδεδεμένου με προτζέκτορα. Οι συμμετέχοντες στο εργαστήριο μπορούν να έχουν εγκαταστήσει στο κινητό τους το λογισμικό SPARKvue.

### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

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.

### **ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

- 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* (Cengage 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>.
- 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.