ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

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

Αξιολογώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης και κριτικής σκέψης μαθητών σε εργαστήρια Φυσικής με την υποστήριξη φορητών ψηφιακών συσκευών (IB-mlabs)

Μανόλης Κουσλόγλου, Αναστάσιος Μολοχίδης, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης

doi: 10.12681/codiste.5597

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 20/01/2026 09:09:52

ΑΞΙΟΛΟΓΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΚΡΙΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΣΕ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΦΥΣΙΚΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΦΟΡΗΤΩΝ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ (IB-mLabs)

Μανόλης Κουσλόγλου[1], Αναστάσιος Μολοχίδης[2], Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης[3]
[1]Υποψ. Διδάκτωρ, Διεύθυνση Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης Καβάλας, [2]Αναπλ. Καθηγητής, [3]Καθηγητής,
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ.
ekouslog@physics.auth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning) αποτελεί τον διδακτικό μετασχηματισμό επιστημονικών μεθόδων και βοηθά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, κριτικής σκέψης & επίλυσης προβλήματος. Η αξιοποίηση των ψηφιακών φορητών συσκευών συνεπικουρούν στην ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων. Στην παρούσα εργασία περιγράφεται ο σχεδιασμός και εφαρμογή παρεμβάσεων διερευνητικού τύπου με την αξιοποίηση φορητών ψηφιακών συσκευών σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου, ενώ παρουσιάζονται και τα ευρήματα σχετικά με την ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, κριτικής σκέψης & επίλυσης προβλήματος από τους μαθητές.

Λέξεις κλειδιά: Διερευνητική μάθηση, φορητές ψηφιακές συσκευές, δεξιότητες διερεύνησης, κριτική σκέψη

ASSESSING THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' INQUIRY PROCESS AND CRITICAL THINKING SKILLS IN PHYSICS LABS SUPPORTED BY PORTABLE DIGITAL DEVICES (IB-mLabs)

Manolis Kousloglou[1], Anastasios Molohidis[2], Euripides Hatzikraniotis[3]
[1]PhD Candidate, Directorate of Secondary Education of Kavala, [2]Associate Professor, [3]Professor,
Laboratory of Didactics of Physics & Educational Technology, School of Physics, A.U.Th.
ekouslog@physics.auth.gr

ABSTRACT

Inquiry-based learning is a pedagogical transformation of scientific methods that promotes the development of inquiry process skills, as well as critical thinking & problem solving skills. The use of digital mobile devices facilitates the growth of these skills. This paper describes the design and implementation of inquiry type interventions using portable digital devices as well as the findings regarding the development of inquiry process skills and critical thinking & problem solving skills among the Grade-9 high school students.

Keywords: Inquiry-based learning, portable digital devices, inquiry skills

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η διερευνητική μάθηση (Inquiry-based learning - IBL) αποτελεί μια εποικοδομητική προσέγγιση όπου οι μαθητές μπαίνουν στη θέση των επιστημόνων και αναπτύσσουν δικά τους ερωτήματα, διατυπώνουν υποθέσεις και σχεδιάζουν δραστηριότητες για να τις ελέγξουν, αναλύουν τα αποτελέσματα από τα πειράματά τους, εξάγουν συμπεράσματα και προχωρούν σε αναστοχασμό και κοινοποίηση των πορισμάτων τους. Έτσι, διεξάγουν έρευνες οικοδομώντας νέα γνώση με βάση τα τεκμήρια (Liu et al., 2021). Οι φυσικές επιστήμες, από τη φύση τους βασίζονται στη διερεύνηση του φυσικού κόσμου και οι ψηφιακές φορητές συσκευές θεωρούνται κατάλληλες να την υποστηρίξουν (Suarez et al., 2018). Μάλιστα, τα MBL (Microcomputer-based Labs), δηλαδή οι ασύρματοι αισθητήρες που συνδέονται με υπολογιστικές συσκευές, όπως tablets και smartphones, προσφέρουν πολλά πλεονεκτήματα, ως προς την αξιοποίησή τους σε πειραματικές δραστηριότητες (Linn & Songer, 1988). Η κατανόηση της επιστήμης που αναπτύσσεται στο εργαστήριο περιλαμβάνει και την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχετικά με την επιστημονική έρευνα του υπό μελέτη πεδίου (Lefkos et al., 2010). Οι δεξιότητες διερεύνησης είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κατά την παραγωγή επιστημονικής γνώσης και θεμελιώνουν συμπεριφορές, οι οποίες είναι αποδεκτές στους περισσότερους επιστημονικούς κλάδους (American Association for the Advancement of Science - AAAS, 1993). Η κριτική σκέψη είναι μια λογική, στοχαστική, υπεύθυνη και εξειδικευμένη διαδικασία σκέψης που εστιάζει στο τι πρέπει να πιστέψουμε και να πράξουμε (Cavus & Uzunboylu, 2009). Πολλοί ερευνητές, όπως ο Kurfiss (1988) ορίζουν την κριτική σκέψη ως μια νοητική διαδικασία που σκοπός της είναι να διερευνήσει μια κατάσταση, φαινόμενο, ερώτημα ή πρόβλημα για να καταλήξει σε μια υπόθεση ή ένα συμπέρασμα που ενσωματώνει όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες και που μπορεί επομένως να ελεγχθεί πειστικά. Η διερευνητική μάθηση θεωρείται μια εξαιρετικά επωφελής στρατηγική διδασκαλίας που μεταξύ άλλων βοηθά τους μαθητές να βελτιώσουν την κριτική σκέψη και την επίλυση προβλήματος, αλλά και να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν τις δεξιότητες διερεύνησης στην καθημερινή τους ζωή (Arantika et al., 2019˙ Hwang et al., 2020).

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η εφαρμογή μιας σειράς παρεμβάσεων διερευνητικού τύπου με την αξιοποίηση φορητών ψηφιακών συσκευών σε μαθητές της Γ' Γυμνασίου καθώς και τα ευρήματα σχετικά με την ανάπτυξη τόσο δεξιοτήτων διερεύνησης όσο και κριτικής σκέψης & επίλυσης προβλήματος από τους συμμετέχοντες μαθητές. Η σειρά αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια τεσσάρων μηνών και σχετίζεται με τη μελέτη τεσσάρων ενοτήτων της Φυσικής.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το δείγμα είναι 13 μαθητές Γ' Γυμνασίου, μέλη Εκπαιδευτικού Ομίλου, εκ των οποίων 11 κορίτσια και 2 αγόρια, με διαφορετικές επιδόσεις στο μάθημα της Φυσικής. Οι συναντήσεις πραγματοποιούνταν μία φορά/εβδομάδα για ένα διδακτικό δίωρο. Για τις ανάγκες της έρευνας σχεδιάστηκαν και εφαρμόστηκαν τέσσερις συνολικά παρεμβάσεις, τρεις εκ των οποίων αφορούσαν τη μελέτη των ταλαντώσεων (Νόμος του Hooke, Κατακόρυφη ταλάντωση ελατηρίου και Απλό εκκρεμές), ενώ η τέταρτη αφορούσε την Τριβή, ώστε να αξιολογηθεί και η δυνατότητα μεταφοράς (transferability) της ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης από τους μαθητές. Όλες οι παρεμβάσεις είχαν την ίδια, διερευνητικού τύπου δομή (Πίνακας 1), σύμφωνα με το πλαίσιο που αναπτύχθηκε από τους Pedaste et al. (2015).

Πίνακας 1. Δομή των παρεμβάσεων

Φύλλο Εργασίας	Περιεχόμενα (βήματα στις φάσεις κατά Pedaste)	Φάσεις κατά Pedaste
1ο	Αφόρμηση	ORIENTATION (ΑΦΟΡΜΗΣΗ)
	Ερώτηση, Διατύπωση Υποθέσεων	CONCEPTUALIZATION (ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΗΣΗ)
2ο	Σχεδίαση & Εκτέλεση Πειράματος. Ανάλυση	INVESTIGATION (ΕΡΕΥΝΑ)
3ο	Αξιολόγηση, Γενίκευση	CONCLUSION (ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ)
1ο, 2ο, 3ο	Επικοινωνία, Αναστοχασμός	DISCUSION (ΣΥΖΗΤΗΣΗ)

Κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων αξιοποιήθηκε συμβατικός εργαστηριακός εξοπλισμός (ελατήρια, βαρίδια, σφιγκτήρες κλπ,), αλλά και φορητή ψηφιακή τεχνολογία, δηλαδή αισθητήρες δύναμης SmartCart της PASCO και το συνοδευτικό λογισμικό SPARKvue (2014) που εγκαταστάθηκε στα tablets τους σχολείου.

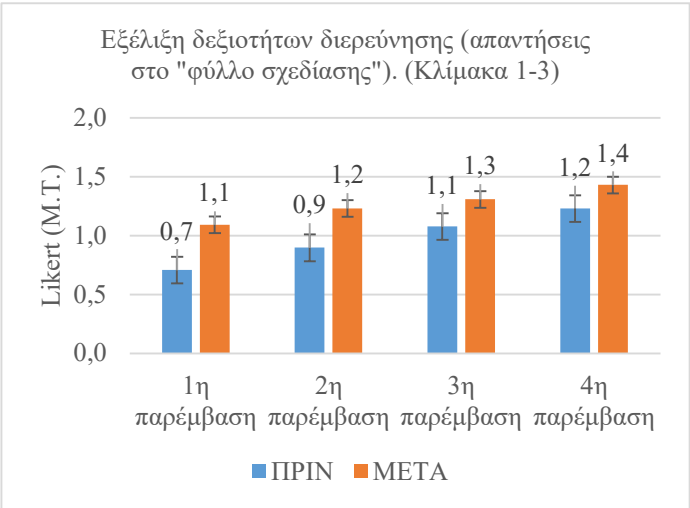
Κάθε παρέμβαση ξεκινούσε με μία νοηματοδοτούμενη ιστορία, εμπνευσμένη από την καθημερινότητα που λειτουργούσε ως αφόρμηση. Ένα δείγμα ιστορίας-αφόρμησης δίνεται παρακάτω:

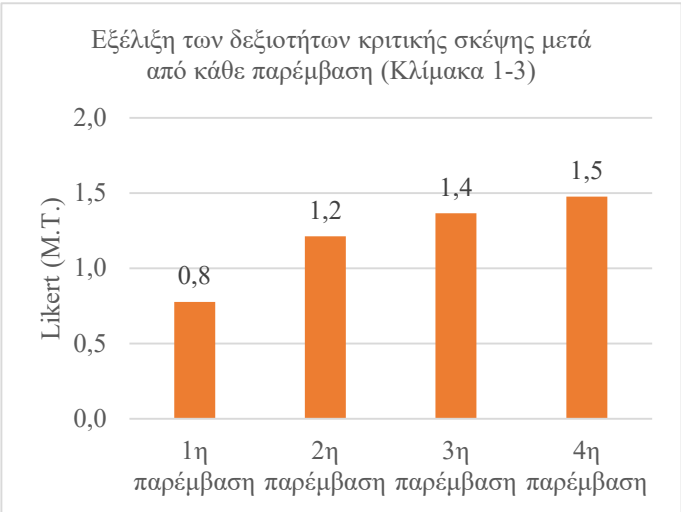
> *Ο Γιάννης θέλει να αγοράσει ένα ποδήλατο, αλλά δεν έχει αποφασίσει αν θα είναι ποδήλατο πόλης ή βουνού. Στο κατάστημα του είπαν ότι μια βασική διαφορά στους δυο τύπους είναι ότι το ποδήλατο βουνού έχει πιο σκληρά ελατήρια. Ο Γιάννης διάβασε στο internet για τη σκληρότητα του ελατηρίου, αλλά δεν το πολυκατάλαβε, και έτσι αποφάσισε να διερευνήσει πώς η δύναμη επιδρά στην επιμήκυνση των ελατηρίων.*

Με βάση την ιστορία αφόρμησης, στη φάση της εννοιολόγησης οι μαθητές καλούνται αρχικά να συμπληρώσουν το "φύλλο σχεδίασης" απαντώντας σε ερωτήσεις που αντιστοιχούν στις φάσεις της επιστημονικής μεθόδου και αφορούν τα βήματα της <u>ερώτησης</u> (*Τι πρόκειται να ερευνήσει ο πρωταγωνιστής της ιστορίας)*, της <u>διατύπωσης πρόβλεψης ή υπόθεσης</u> (*Από τι πιστεύεις ότι εξαρτάται το φυσικό μέγεθος που εξετάζουμε, Γιατί το πιστεύεις αυτό),* της <u>σχεδίασης του πειράματος</u> *(Τι θα έκανες για να το ερευνήσεις - Τι θα αλλάζεις - Τι θα κρατάς ίδιο - Τι θα ελέγχεις, Τι υλικά θα χρειαστείς, Τι θα παρατηρείς / μετράς)* και της <u>αποτίμησης των μετρήσεων</u> (*Πώς θα συμπεράνεις αν έκανες σωστή πρόβλεψη*). Ουσιαστικά, έπρεπε οι μαθητές να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν μια σειρά δραστηριοτήτων, να συλλέξουν τα απαραίτητα δεδομένα, τα οποία να οργανώσουν και να ερμηνεύσουν, ώστε στο τέλος να καταλήξουν σε συμπέρασμα (Hackling, 2005). Οι μαθητές συμπλήρωναν το "φύλλο σχεδίασης" πριν από κάθε παρέμβαση, στη φάση της εννοιολόγησης και ξανά μετά την παρέμβαση με διαφορετικό χρώμα στυλό, παίρνοντας υπόψη τι είχαν συμπληρώσει προηγουμένως. Μετά το τέλος της παρέμβασης οι μαθητές καλούνταν να συμπληρώσουν και το "δοκίμιο αναστοχασμού", απαντώντας σε ερωτήσεις που άπτονται της <u>ανάλυσης των δεδομένων</u> (*Πώς διαχειρίστηκες τα δεδομένα που συνέλεξες, Διαπίστωσες κάποια σχέση ανάμεσα στο φυσικό μέγεθος που μετρούσες και σε αυτό που άλλαζες κάθε φορά, Πώς το διαπίστωσες*) και του <u>αναστοχασμού</u> (*Πόσο εμπιστεύεσαι τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από τις μετρήσεις, Πώς θα μπορούσες να βελτιώσεις τη διαδικασία, Τι έμαθες όσον αφορά τις επιστημονικές μεθόδους στη Φυσική*).

Για την αξιολόγηση της ανάπτυξης δεξιοτήτων διερεύνησης, κάθε ερώτηση στο "φύλλο σχεδίασης" και στο "δοκίμιο αναστοχασμού" αποτιμήθηκε με τριβάθμια κλίμακα: 0-λανθασμένη απάντηση, 1-ελλιπής απάντηση, 2-πλήρης απάντηση. Για την αποτίμηση της ανάπτυξης της κριτικής σκέψης υιοθετήθηκε, κατάλληλα τροποποιημένη η ρουμπρίκα Critical Thinking Project (Condon & Kelly-Riley, 2004).

Σχήμα 1. (α) Σύγκριση απαντήσεων μαθητών ΠΡΙΝ & ΜΕΤΑ την κάθε παρέμβαση β) Εξέλιξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων κριτικής σκέψης & επίλυσης προβλήματος από τους μαθητές





ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά τη διάρκεια των παρεμβάσεων καταγράφηκε βελτίωση των μαθητών, όσον αφορά τις δεξιότητες διερεύνησης (σχήμα 1α), όπου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πριν & μετά από κάθε παρέμβαση. Παρατηρούμε ότι εμφανίζεται μια συνεχή αύξηση στη μέση τιμή των απαντήσεων, τόσο από παρέμβαση σε παρέμβαση, όσο και πριν/μετά την κάθε παρέμβαση. Στο σχήμα 1β αποτυπώνεται η βελτίωση των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος των μαθητών, μετά από κάθε παρέμβαση, από 0,8 μετά την 1η, σε 1,5 μετά την 4η παρέμβαση. Τα πλήρη αποτελέσματα τόσο ανά μαθητή/μαθήτρια, όσο και ανά ερώτημα στις διάφορες φάσεις της διερεύνησης και η ανάλυση-τους θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία περιγράφονται οι παρεμβάσεις διερευνητικού τύπου, πάνω στο μάθημα της Φυσικής, συνολικής διάρκειας τεσσάρων μηνών σε 13 μαθητές Γ' Γυμνασίου, κατά το σχολικό έτος 2022-23. Τα ευρήματα αποτελούν ένδειξη ότι η παρέμβαση πράγματι ανέπτυξε τις δεξιότητες διερεύνησης, όπως και αυτές της κριτικής σκέψης & επίλυσης προβλήματος των μαθητών. Επίσης, φαίνεται ότι υπάρχει δυνατότητα μεταφοράς (transferability), καθώς συνεχίστηκε η βελτίωση στις δεξιότητες και στην 4η παρέμβαση (Τριβή).

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

AAAS (1993). *Benchmarks for science literacy, a project 2061 report.* Oxford University Press.

Arantika, J., Saputro, S., & Mulyani, S. (2019). Effectiveness of guided inquiry-based module to improve science process skills. In *Journal of physics: conference series* (Vol. 1157, No. 4, p. 042019). IOP Publishing. http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042019

Cavus, N., & Uzunboylu, H. (2009). Improving critical thinking skills in mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *1*(1), 434-438. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.078

Condon, W., & Kelly-Riley, D. (2004). Assessing and teaching what we value: The relationship between college-level writing and critical thinking abilities. *Assessing Writing*, *9*(1), 56-75. https://doi.org/10.1016/j.asw.2004.01.003

Hackling, M. W. (2005). *Working scientifically: Implementing and assessing open investigation work in science.* Department of Education and Training, Western Australia. ISBN 0 7307 4146 X.

Hwang, G. J., Li, K. C., & Lai, C. L. (2020). Trends and strategies for conducting effective STEM research and applications: A mobile and ubiquitous learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *14*(2), 161-183. https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.106166

Kurfiss, J. G. (1988). *Critical Thinking: Theory, Research, Practice, and Possibilities. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2, 1988*. ASHE-ERIC Higher Education Reports, The George Washington University, One Dupont Circle, Suite 630, Dept. RC, Washington, DC 20036-1183.

Lefkos, I., Psillos, D., & Hatzikraniotis, E. (2010). Talking physics in inquiry based virtual laboratory activities. In *CBLIS Conference Proceedings 2010 Application of new technologies in science and education. CY - Λευκωσία: University of Cyprus.* Ανακτήθηκε στις 01/8/2023 από το *https://gnosis.library.ucy.ac.cy/handle/7/64752*

Linn, M. C. & Songer, N.B. (1988). Curriculum Reformulation: Incorporating technology into science instruction. Paper presented at the American Educational 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

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

Suárez, Á., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., & Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers and Education*, *118*, 38–55. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.004.