

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

Τόμ. 14, Αρ. 2 (2026)

Πρακτικά 14ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση


ΠΡΑΚΤΙΚΑ

14°

**ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ
ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
και ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ στην ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

Διδασκαλία και Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες
στην Εποχή της Τεχνητής Νοημοσύνης: Έρευνες, Καινοτομίες και Πρακτικές

Στην μνήμη της Άννας Σπύριου




12-14 Απριλίου 2025

**ΥΠΟ ΤΗΝ ΑΙΓΙΔΑ
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, ΑΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΑΠΘ**

Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Σχολή Θετικών Επιστημών,
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

synedrio2025.enepnet.gr



Διδασκαλία της Εξάτμισης των Υγρών μέσω Πρακτικών: Η Συμβολή της στις Πρακτικές που Αφορούν στο Σχεδιασμό Διερευνήσεων και τη Συγκρότηση Επιχειρημάτων

Αλέξανδρος Σακελλαρόπουλος, Μιχαήλ Σκουμιός

doi: [10.12681/codiste.9858](https://doi.org/10.12681/codiste.9858)

Διδασκαλία της Εξάτμισης των Υγρών μέσω Πρακτικών: Η Συμβολή της στις Πρακτικές που Αφορούν στο Σχεδιασμό Διερευνήσεων και τη Συγκρότηση Επιχειρημάτων

Αλέξανδρος Σακελλαρόπουλος¹ και Μιχαήλ Σκουμιός²

¹Προπτυχιακός φοιτητής, ²Καθηγητής,

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

¹pre20233@rhodes.aegean.gr, ²skoumios@rhodes.aegean.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή μελετά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση των υγρών, στις πρακτικές που αναπτύσσουν μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Αναπτύχθηκε εκπαιδευτικό υλικό για την εξάτμιση των υγρών, βασισμένο στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», το οποίο εφαρμόστηκε σε 48 μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου. Για τη συλλογή των δεδομένων διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση. Προέκυψε, μέσω της ανάλυσης των δεδομένων, ότι η διδακτική παρέμβαση βελτίωσε τις πρακτικές των μαθητών να σχεδιάζουν διερευνήσεις και να συγκροτούν επιχειρήματα.

Λέξεις κλειδιά: διδασκαλία Φυσικών Επιστημών, διερεύνηση, εξάτμιση υγρών, επιχειρήματα, μάθηση μέσω πρακτικών

Teaching the Evaporation of Liquids through Practices: its Contribution to Practices Related to Planning Investigations and Engaging in Arguments

Alexandros Sakellariopoulos¹ and Michael Skoumios²

¹Undergraduate Student, ²Professor,

Department of Primary Education, University of the Aegean

¹pre20233@rhodes.aegean.gr, ²skoumios@rhodes.aegean.gr

Abstract

This paper studies the contribution of a teaching intervention on the evaporation of liquids to the practices developed by primary school students in the fifth grade concerning the planning of investigations and the construction of arguments. Instructional materials on evaporation of liquids, based on the "learning through practices" approach, were developed and applied to 48 students in the fifth grade of primary school students. To collect data, a questionnaire was formulated and completed by the students before and after the teaching intervention. It emerged, through data analysis, that instructional intervention improved students' practices of designing investigations and constructing arguments.

Keywords: arguments, evaporation of liquids, investigations, science and engineering practices, science teaching

Εισαγωγή

Η εργασία αυτή υπάγεται στο ευρύτερο πεδίο των ερευνών που μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων σε πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής που

αναπτύσσουν οι μαθητές. Ειδικότερα, η εργασία επικεντρώνεται στις πρακτικές που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων (εστιάζοντας στην εξάτμιση των υγρών).

Κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη πρακτικών στους μαθητές, αφού έχει επισημανθεί ότι η κατανόηση των ιδεών και των εννοιών των Φυσικών Επιστημών από τους μαθητές εδράζεται στην εμπλοκή τους με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής («μάθηση μέσω πρακτικών») (Schwarz et al., 2017). Με τον όρο πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής νοούνται οι κύριες πρακτικές τις οποίες υιοθετούν οι επιστήμονες των Φυσικών Επιστημών όταν διερευνούν φαινόμενα και οικοδομούν μοντέλα και θεωρίες ή οι μηχανικοί όταν σχεδιάζουν και κατασκευάζουν συστήματα (National Research Council [NRC], 2012). Ο όρος πρακτικές ενσωματώνει δεξιότητες και γνώσεις. Οι πρακτικές για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες είναι (NRC, 2012): (α) υποβολή ερωτημάτων και καθορισμός προβλημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση διερευνήσεων, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων και σχεδίαση λύσεων, (ζ) εμπλοκή με επιχειρήματα που εδράζονται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Η εργασία επικεντρώνεται στις πρακτικές που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και την εμπλοκή με επιχειρήματα. Η πρακτική που αφορά στο σχεδιασμό διερευνήσεων εμπереύει δεξιότητες σχεδιασμού διερευνήσεων (ενδεικτικά: διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, αναγνώριση και έλεγχος μεταβλητών και περιγραφή των πειραματικών δραστηριοτήτων) και γνώσεις για την έννοια της διερεύνησης, ενώ η πρακτική που αφορά στην εμπλοκή με επιχειρήματα συμπεριλαμβάνει δεξιότητες συγκρότησης επιχειρημάτων (ενδεικτικά: παραγωγή επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς) και γνώσεις για την έννοια του επιχειρήματος (NRC, 2012).

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση των συναφών ερευνών προέκυψε ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν αναπτυγμένες τις δεξιότητες που σχετίζονται με τις παραπάνω δύο πρακτικές. Ειδικότερα, οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν αναπτυγμένες τις δεξιότητες σχεδιασμού διερευνήσεων (Pedaste et al. 2021). Αναφορικά με τη συγκρότηση επιχειρημάτων, συνήθως οι μαθητές προτείνουν ισχυρισμούς χωρίς να τους αιτιολογούν (Jiménez-Aleixandre et al., 2000), προτείνουν ακατάλληλα και μη επαρκή αποδεικτικά στοιχεία για τεκμηρίωση των ισχυρισμών (Songer, & Gotwals 2012) και σπάνια χρησιμοποιούν συλλογισμούς που συνδέουν τα αποδεικτικά στοιχεία με τους ισχυρισμούς (McNeill & Krajcik, 2012). Επιπρόσθετα, είναι περιορισμένη η έρευνα που μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις δεξιότητες των μαθητών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (Edelsbrunner et al., 2018) και τη συγκρότηση επιχειρημάτων (Angeloudi & Papageorgiou, 2022; Sampson et al., 2011). Έχει επισημανθεί η αναγκαιότητα πραγματοποίησης περαιτέρω έρευνας που να μελετά την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων στις πρακτικές (τόσο στο επίπεδο των δεξιοτήτων, όσο και στο επίπεδο των γνώσεων) που αναπτύσσουν οι μαθητές (Schwarz et al., 2017).

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση των υγρών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», σε πρακτικές που αναπτύσσουν οι μαθητές αναφορικά με το σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Πιο συγκεκριμένα η παρούσα εργασία επιδιώκει να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

(α) Ποια είναι η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση των υγρών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», στις πρακτικές τις οποίες αναπτύσσουν μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων;

(β) Ποια είναι η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση των υγρών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», στις πρακτικές τις οποίες

αναπτύσσουν μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου που αφορούν στη συγκρότηση επιχειρημάτων;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση αναπτύχθηκε το εκπαιδευτικό υλικό και διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο. Τόσο το εκπαιδευτικό υλικό όσο και το ερωτηματολόγιο εφαρμόστηκαν σε μαθητές και με βάση τα αποτελέσματα, πραγματοποιήθηκαν τροποποιήσεις (πιλοτική έρευνα). Στη δεύτερη φάση (κύρια έρευνα) εφαρμόστηκε η διδακτική παρέμβαση στους μαθητές της έρευνας και τους ζητήθηκε να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 48 μαθητές, οι οποίοι φοιτούσαν στη Ε' τάξη του δημοτικού σχολείου.

Το εκπαιδευτικό υλικό για την εξάτμιση των υγρών που αναπτύχθηκε για μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού σχολείου, βασίστηκε στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών» (Schwarz et al., 2017). Για την συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού αξιοποιήθηκε το μαθησιακό μοντέλο 5E (Bybee, 2015). Αυτό περιλαμβάνει πέντε φάσεις, την ενεργοποίηση, τη διερεύνηση, την εξήγηση, την εφαρμογή και την αξιολόγηση. Οι δραστηριότητες κάθε φάσης του εκπαιδευτικού υλικού ενέπλεκαν τους μαθητές με πρακτικές των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής.

Υπήρχαν δραστηριότητες στο εκπαιδευτικό υλικό (και συγκεκριμένα στη φάση της διερεύνησης) που αφορούσαν σε σχεδιασμό διερευνήσεων και ζητούσαν από τους μαθητές να διατυπώνουν ερωτήματα, να εκφέρουν υποθέσεις, να εντοπίζουν σε κάθε έρευνα την ανεξάρτητη μεταβλητή, τις μεταβλητές ελέγχου και την εξαρτημένη μεταβλητή, καθώς επίσης και να περιγράφουν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας που πρέπει να υλοποιηθεί. Στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται μια τέτοια δραστηριότητα.

Εικόνα 1. Ενδεικτική δραστηριότητα του εκπαιδευτικού υλικού που εμπλέκει τους μαθητές με τον σχεδιασμό και την πραγματοποίηση διερευνήσεων

2^η Δραστηριότητα

Ερευνητικό ερώτημα: Η επιφάνεια του υγρού επηρεάζει το χρόνο εξάτμισής του;

> Ποιά είναι η άποψή σου;

.....

.....

.....

> Συμπλήρωσε προσεκτικά τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζει	Τι κρατά ίδιο	Τι μετρώ

> Περιέγραψε τη διαδικασία που θα ακολουθήσεις βήμα-βήμα για να κάνεις το πείραμα.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

> Πραγματοποίησε το πείραμα προσεκτικά ακολουθώντας τα βήματα που έγραψες παραπάνω.

.....

.....

> Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα βάσει των μετρήσεων που έκανες:

Πιάτο	Μέγεθος επιφάνειας πιάτου	Είδος υγρού	Ποσότητα υγρού	Χρόνος εξάτμισης υγρών
1 ^ο πιάτο				
2 ^ο πιάτο				

Επίσης, υπήρχαν δραστηριότητες μέσω των οποίων παρουσιάστηκαν και εξηγήθηκαν στους μαθητές τα συστατικά στοιχεία ενός επιχειρήματος (ισχυρισμός, αποδεικτικά στοιχεία, συλλογισμός) και τους δόθηκαν πλαίσια, τα οποία μπορούσαν να αξιοποιήσουν για να παράγουν και να αξιολογήσουν επιχειρήματα. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται μια τέτοια δραστηριότητα.

Εικόνα 2. Ενδεικτική δραστηριότητα εκπαιδευτικού υλικού που εμπλέκει τους μαθητές με τη συγκρότηση και την αξιολόγηση επιχειρημάτων

Σελίδα |24

3^η Δραστηριότητα

Απάντησε στην παρακάτω ερώτηση και αιτιολόγησε την απάντησή σου, αξιοποιώντας τα δεδομένα που συμπλήρωσες στον πίνακα (σελ.23).

Εικόνα: Ποτήρια με διαφορετικό μέγεθος επιφάνειας

Ερώτηση: Ο αέρας επηρεάζει τον χρόνο εξάτμισης ενός υγρού;

Ισχυρισμός

.....

.....

Αποδεικτικά στοιχεία

.....

.....

.....

.....

Συλλογισμός

.....

.....

.....

Σελίδα |25

Πίνακας αξιολόγησης επιχειρημάτων

Με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα να αξιολογήσεις την απάντησή σου έδωσες στην παραπάνω ερώτηση (σελ.24). Σημείωσε με ✓ στην αντίστοιχη στήλη.

Ερωτήσεις αυτοαξιολόγησης	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Έγραψες ισχυρισμό;		
Στον ισχυρισμό σου έγραψες ότι ο αέρας επηρεάζει το χρόνο εξάτμισης του;		
Έγραψες αποδεικτικά στοιχεία που στηρίζουν τον ισχυρισμό σου;		
Είναι τα αποδεικτικά στοιχεία μετρήσεις από Πίνακα;		
Ανέφερες στα αποδεικτικά στοιχεία ότι το οινόπνευμα που βρίσκεται στο δοχείο πάνω από το οποίο δημιουργούνται ρεύματα αέρα εξετμήθηκε σε 3min, ενώ το οινόπνευμα που βρίσκεται στο δοχείο πάνω από το οποίο δεν δημιουργούνται ρεύματα αέρα εξετμήθηκε σε 8min.		
Έγραψες συλλογισμό που συνδέει τα αποδεικτικά στοιχεία με τον ισχυρισμό;		
Ανέφερες στο συλλογισμό σου ότι: Επειδή το οινόπνευμα στο 1 ^ο δοχείο πάνω από το οποίο δημιουργούνται ρεύματα αέρα εξετμήθηκε γρηγορότερα από το οινόπνευμα στο 2 ^ο δοχείο πάνω από το οποίο δεν δημιουργούνται ρεύματα αέρα, ισχύει ότι τα ρεύματα αέρα επηρεάζουν τον χρόνο εξάτμισης ενός υγρού.		

➤ Γράψε ξανά το επιχειρημά σου για την παραπάνω ερώτηση στη 3^η Δραστηριότητα: Ο αέρας επηρεάζει το χρόνο εξάτμισης ενός υγρού;

.....

.....

.....

.....

Για τη συλλογή των δεδομένων, διαμορφώθηκε ένα ερωτηματολόγιο που περιείχε έργα και ερωτήσεις, οι οποίες επικεντρώνονταν στις δεξιότητες που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων, καθώς επίσης και στις γνώσεις των μαθητών για τις έννοιες της διερεύνησης και του επιχειρήματος (Πίνακας 1).

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στο σύνολο των μαθητών του δείγματος της έρευνας πριν (προ-τεστ) και μετά (μετά-τεστ) την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης.

Πίνακας 1. Οι δεξιότητες και γνώσεις των μαθητών που εξετάζονται σε κάθε έργο του ερωτηματολογίου

Έργα	Δεξιότητες και Γνώσεις
Έργο 1 (Ερώτηση 1)	Δεξιότητα των μαθητών να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα
Έργο 1 (Ερώτηση 2)	Δεξιότητα των μαθητών να διατυπώνουν υποθέσεις
Έργο 1 (Ερώτηση 3)	Δεξιότητα των μαθητών να εντοπίζουν την ανεξάρτητη μεταβλητή
Έργο 1 (Ερώτηση 4)	Δεξιότητα των μαθητών να εντοπίζουν τις μεταβλητές ελέγχου
Έργο 1 (Ερώτηση 5)	Δεξιότητα των μαθητών να εντοπίζουν την εξαρτημένη μεταβλητή
Έργο 1 (Ερώτηση 6)	Δεξιότητα των μαθητών να περιγράφουν την πειραματική διαδικασία που θα ακολουθήσουν
Έργο 2	Γνώσεις για τις έννοιες της διερεύνησης και του επιχειρήματος
Έργο 3	Δεξιότητα των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα
Έργο 4	Δεξιότητα των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται ένα μέρος των ερωτήσεων που περιλαμβάνονται στο Έργο 1 του ερωτηματολογίου και συγκεκριμένα οι ερωτήσεις 1 και 2, οι οποίες αποσκοπούν στη

διερεύνηση των δεξιοτήτων των μαθητών να διατυπώνουν ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις στο πλαίσιο του σχεδιασμού διερευνήσεων.

Εικόνα 3. Οι ερωτήσεις 1 και 2 του Έργου 1 του ερωτηματολογίου

Έργο 1

Η Άννα μια ηλιόλουστη μέρα έπλυνε το αγαπημένο της ρούχο. Αφού το έστειλε καλά κοίταξε τις ενδείξεις των θερμομέτρων που είχε μέσα και έξω από το σπίτι. Διαπίστωσε ότι η θερμοκρασία και στους δύο χώρους ήταν η ίδια 25°C. Η Άννα τότε αποφάσισε να απλώσει το ρούχο της μέσα στο σπίτι, που δεν έχει ρεύμα αέρα πιστεύοντας ότι θα στεγνώσει πιο γρήγορα σε σχέση με τον αν το απλώνει έξω που έχει αέρα. Η μητέρα της είπε «Άννα δεν έκανες καλά! Έπρεπε να το είχες απλώσει έξω που έχει ρεύμα αέρα και αυτό θα στεγνώσει πιο γρήγορα, απ' ό,τι μέσα στο σπίτι που δεν έχει αέρα». Η Άννα απόρησε με τα λόγια της μητέρας της και αποφάσισε να κάνει μια έρευνα για να διαπιστώσει εάν η μαμά της έχει δίκιο.



Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις (1-6) να κυκλώσεις τη σωστή απάντηση.


1. Ποιο από τα παρακάτω ερωτήματα έχει να ερευνηθεί;
 - α) Το χρώμα του ρούχου επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει;
 - β) Το είδος του ρούχου επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει;
 - γ) Η θερμοκρασία περιβάλλοντος επηρεάζει το χρόνο που στεγνώνει το ρούχο;
 - δ) Η κίνηση του αέρα επηρεάζει το χρόνο που στεγνώνει το ρούχο;
 - ε) Το είδος του υγρού με το οποίο θα πλύνει το ρούχο επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει;
2. Ποια μπορεί να είναι η απάντηση στο ερώτημα που έχει να ερευνηθεί;
 - α) Το είδος του ρούχου επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει.
 - β) Το χρώμα του ρούχου επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει.
 - γ) Η κίνηση του αέρα επηρεάζει το χρόνο που στεγνώνει το ρούχο.
 - δ) Το είδος του υγρού με το οποίο θα πλύνει το ρούχο επηρεάζει το χρόνο που αυτό στεγνώνει.
 - ε) Η θερμοκρασία περιβάλλοντος επηρεάζει το χρόνο που στεγνώνει το ρούχο.

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζονται οι ερωτήσεις των Έργων 3 και 4 του ερωτηματολογίου, οι οποίες αποσκοπούν στην εξέταση της δεξιότητας των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα.

Εικόνα 4. Οι ερωτήσεις των Έργων 3 και 4 του ερωτηματολογίου

Έργο 3

Μια ομάδα μαθητών θέλει να μάθει τι επηρεάζει τον χρόνο που εξετμίζεται το νερό. Βρήκαν τον παρακάτω Πίνακα 1 από μια έρευνα που είχε γίνει με τέσσερις λακκούβες με νερό που βρίσκονταν στην ίδια περιοχή και είχαν την ίδια ποσότητα νερού (βλ. Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Λακκούβες που βρίσκονται σε μαθητές

Πίνακας 1: Δεδομένα για τις τέσσερις λακκούβες με νερό

Λακκούβη	Είδος υγρού	Επιφάνεια υγρού (τ.μ.)	Απόσταση από τη θάλασσα (μ.)	Χρόνος εξετμικής νερού (ώρες)
Λακκούβη 1	Νερό	1	500	8
Λακκούβη 2	Νερό	2	300	5
Λακκούβη 3	Νερό	3	400	3
Λακκούβη 4	Νερό	4	350	2

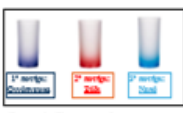
Οι μαθητές χρειάζονται τη βοήθειά σου. Έχουν διαφορετικές απόψεις για το τι επηρεάζει τον χρόνο που εξετμίζεται το νερό. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που οι μαθητές βρήκαν στον Πίνακα 1, γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση των μαθητών:

Τι επηρεάζει το χρόνο που εξετμίζεται το νερό;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς.

Έργο 4

Μια ομάδα μαθητών θέλει να μάθει τι επηρεάζει τον χρόνο που εξετμίζεται ένα υγρό. Βρήκαν τον παρακάτω Πίνακα 2 από μια έρευνα που είχε γίνει με τρία διαφορετικά είδη υγρών που είχαν ίδια ποσότητα (βλ. Εικόνα 2).



Εικόνα 2: Ποτήρια με διαφορετικά υγρά

Πίνακας 2: Δεδομένα για τα τρία είδη υγρών

Ποτήρι	Είδος υγρού	Επιφάνεια υγρού (τ.εκ.)	Θερμοκρασία περιβάλλοντος (°C)	Χρόνος εξετμικής υγρών (min)
1 ^ο ποτήρι	Οινόπνευμα	2	24	10
2 ^ο ποτήρι	Ξυδι	2	24	30
3 ^ο ποτήρι	Νερό	2	24	60

Οι μαθητές χρειάζονται τη βοήθειά σου. Έχουν διαφορετικές απόψεις για το τι επηρεάζει τον χρόνο που εξετμίζεται ένα υγρό. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που οι μαθητές βρήκαν στον Πίνακα 2, γράψε και αιτιολόγησε την απάντησή σου στην ερώτηση των μαθητών:

Τι επηρεάζει το χρόνο εξετμικής των υγρών που βρίσκονται μέσα στα ποτήρια;

Όταν γράφεις την απάντησή σου, μην ξεχάσεις να την αιτιολογήσεις όσο πιο καλά μπορείς.

Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών που αφορούσαν στις δεξιότητες σχεδιασμού διερευνήσεων (Έργο 1) ταξινομήθηκαν οι απαντήσεις σε επίπεδα (επίπεδο 0: καμία επιλογή ή λανθασμένη επιλογή, επίπεδο 1: ορθή επιλογή). Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών που αφορούσαν στις γνώσεις για τις έννοιες της διερεύνησης και

του επιχειρήματος (Έργο 2) ταξινομήθηκαν οι απαντήσεις σε επίπεδα (επίπεδο 0: δεν προτείνει απάντηση ή προτείνει μη κατάλληλη απάντηση, επίπεδο 1: προτείνει μερικώς κατάλληλη απάντηση ή κατάλληλη απάντηση). Για την αξιολόγηση των απαντήσεων των μαθητών που αφορούσαν στη συγκρότηση επιχειρημάτων (Έργα 3 και 4) έγινε ανάλυση περιεχομένου και ταξινομήθηκαν οι απαντήσεις σε επίπεδα, με χρήση μιας κλίμακας διαβαθμισμένων κριτηρίων (Πίνακας 2). Η κλίμακα αυτή βασίστηκε στο πλαίσιο αξιολόγησης εξηγήσεων και επιχειρημάτων των Σκουμιού και Χατζινικήτα (2014).

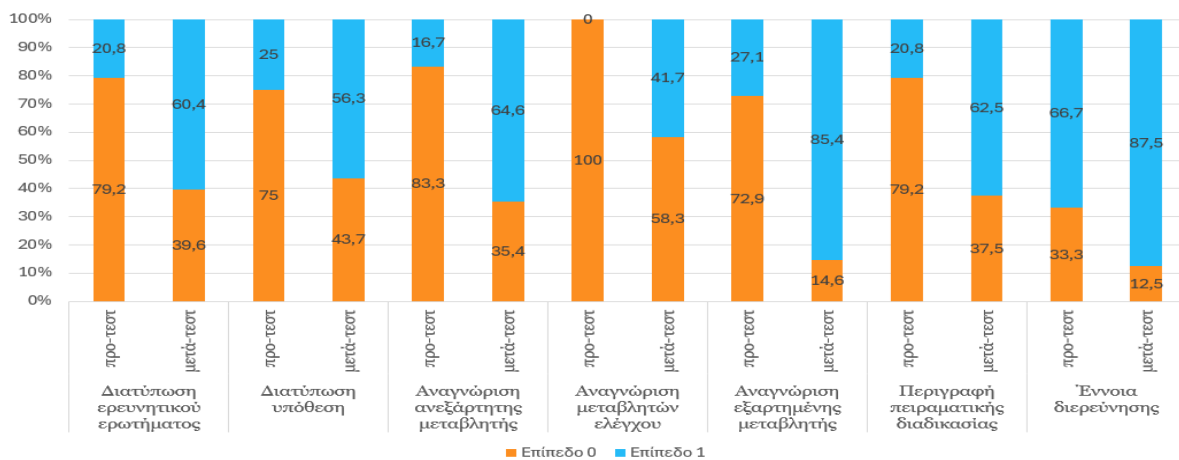
Πίνακας 2. Κλίμακα διαβαθμισμένων κριτηρίων για την κατηγοριοποίηση των απαντήσεων των μαθητών που αφορούσαν στη συγκρότηση επιχειρημάτων

Ποιότητα επιχειρήματος	Συστατικά στοιχεία	Επίπεδο 0	Επίπεδο 1
Δομή	Ισχυρισμός	Δεν υπάρχει ισχυρισμός	Υπάρχει ισχυρισμός
	Αποδεικτικά στοιχεία	Δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία
	Συλλογισμός	Δεν υπάρχει συλλογισμός	Υπάρχει συλλογισμός
Περιεχόμενο	Ισχυρισμός	Υπάρχει ακατάλληλος ισχυρισμός	Υπάρχει κατάλληλος ισχυρισμός
	Αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν ακατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία	Υπάρχουν κατάλληλα αποδεικτικά στοιχεία
	Συλλογισμός	Υπάρχει ακατάλληλος συλλογισμός	Υπάρχει κατάλληλος συλλογισμός

Αποτελέσματα

Ύστερα από τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών, προέκυψε ότι είναι βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων τους στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν τη διδακτική παρέμβαση, στις ερωτήσεις που εστιάζονταν στις δεξιότητες που αφορούσαν στο σχεδιασμό διερευνήσεων (διατύπωση ερευνητικού ερωτήματος, αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής, εξαρτημένης μεταβλητής, μεταβλητών ελέγχου, καθώς επίσης και περιγραφή πειραματικής διαδικασίας) και στην έννοια της διερεύνησης (Σχήμα 1). Μάλιστα, με το τεστ McNemar προέκυψε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδο 1) -για κάθε ζήτημα που αφορά στη πρακτική του σχεδιασμού διερευνήσεων- ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ, με $p < 0,05$.

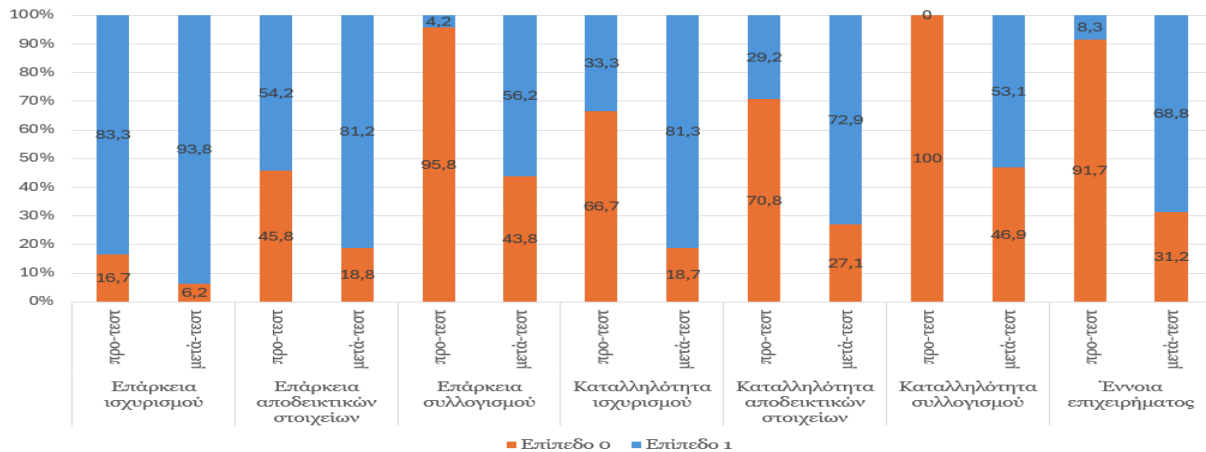
Σχήμα 1. Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στη πρακτική του σχεδιασμού διερευνήσεων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: ποσοστά



Επίσης, διαπιστώθηκε ότι είναι βελτιωμένα τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε μετά τη διδακτική παρέμβαση σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν, στις ερωτήσεις που εστιάζονταν στις

δεξιότητες που αφορούσαν στη συγκρότηση επιχειρημάτων (παραγωγή επιχειρημάτων με επαρκείς και κατάλληλους ισχυρισμούς, αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς) και στην έννοια του επιχειρήματος (Σχήμα 2). Μάλιστα, με το τεστ McNemar διαπιστώθηκε ότι διαφοροποιούνται σημαντικά τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών (Επίπεδο 0, Επίπεδο 1) -για κάθε ζήτημα που αφορά στη πρακτική της συγκρότησης επιχειρημάτων- ανάμεσα στο προ-τεστ και το μετά-τεστ, με $p < 0,05$.

Σχήμα 2. Τα επίπεδα των απαντήσεων των μαθητών που αφορούν στη πρακτική της συγκρότησης επιχειρημάτων στο προ-τεστ και το μετά-τεστ: ποσοστά



Συζήτηση και Συμπεράσματα

Αντικείμενο αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης για την εξάτμιση των υγρών που βασίζεται στην προσέγγιση της «μάθησης μέσω πρακτικών», σε πρακτικές που αναπτύσσουν οι μαθητές αναφορικά με το σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων.

Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές πριν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης δεν είχαν αναπτύξει δεξιότητες σχετικά με τον σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με ευρήματα άλλων ερευνών από τις οποίες είχε προκύψει ότι οι μαθητές δεν είχαν αναπτυγμένες τις δεξιότητες να διατυπώνουν ένα ερευνητικό ερώτημα, να αναγνωρίζουν και να ελέγχουν τις μεταβλητές και να περιγράφουν τη πειραματική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί (Andrikoroulou & Skoumios, 2021· Kruit et al., 2018) και δεν είχαν αναπτυγμένες τις δεξιότητες να συγκροτούν επιχειρήματα επαρκή ως προς τη δομή τους και κατάλληλα ως προς το περιεχόμενό τους (Skoumios & Balia, 2021).

Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι, μέσω της διδακτικής παρέμβασης που εφαρμόστηκε, οι μαθητές βελτίωσαν τις πρακτικές που αφορούσαν στον σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων. Η βελτίωση αυτών θα μπορούσε να αποδοθεί στη διδακτική προσέγγιση που υιοθετήθηκε (μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής). Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η διδακτική προσέγγιση της μάθησης μέσω πρακτικών συνεισφέρει στη βελτίωση των γνώσεων και των πρακτικών των μαθητών (Xiang et al., 2022).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας υπόκεινται σε περιορισμούς που αφορούν στο δείγμα της. Πρόσθετος περιορισμός είναι ότι στην έρευνα αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε ομάδα ελέγχου.

Προτείνεται να υλοποιηθεί έρευνα με χρήση πειραματικής ομάδας (με εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού που βασίστηκε στη μάθηση μέσω πρακτικών των Φυσικών Επιστημών και της Μηχανικής) και ομάδας ελέγχου (με εφαρμογή του σχολικού εγχειριδίου ή άλλου υλικού) και να συγκριθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα που θα προκύψουν από την

εφαρμογή τους. Επιπλέον, προτείνεται η ανάλυση του λόγου των μαθητών κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών με σκοπό τον εντοπισμό εκείνων των δραστηριοτήτων που συνέβαλαν σημαντικά στη βελτίωση των πρακτικών που αφορούν στο σχεδιασμό διερευνήσεων και τη συγκρότηση επιχειρημάτων.

Βιβλιογραφία

- Σκουμιός, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2014). Αξιολογώντας τις γραπτές εξηγήσεις των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες. *Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση*, 3, 9-19.
- Andrikopoulou, E. & Skoumios, M., (2021). Improving elementary school students' knowledge of electromagnets and their abilities to design science investigations. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(4), 1167-1183. <https://doi.org/10.46328/ijres.2398>
- Angeloudi, A., & Papageorgiou, G. (2022). Primary students' argumentation skills on evaporation: A teaching intervention. *Preschool and Primary Education*, 10(1), 1–24. <https://doi.org/10.12681/ppej.27434>
- Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. National Science Teachers Association Press. ISBN: 978-1-941316-00-9
- Edelsbrunner, P.A., Schalk, L., Schumacher, R., & Stern, E. (2018). Variable control and conceptual change: A large-scale quantitative study in elementary school. *Learning and Individual Differences*, 66, 38-53. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.02.003>
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Bugallo Rodríguez, A., & Duschl, R. A. (2000). “Doing the lesson” or “Doing Science”: argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Kruit, P.M., Oostdam, R.J, Berg, E., & Schuitema, J.A. (2018). Assessing students' ability in performing scientific inquiry: instruments for measuring science skills in primary education, *Research in Science & Technological Education*, 36(4), 413-439. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1421530>
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2012). *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science: The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing*. New York, NY: Pearson Allyn & Bacon.
- National Research Council (NRC) (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core ideas*. Washington, D.C.: The National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Pedaste, M., Baucal, A. & Reisenbuk, E. (2021). Towards a science inquiry test in primary education: development of items and scales. *International Journal of STEM Education*, 8(19), 1-19. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00278-z>
- Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. P. (2011). Argument-Driven Inquiry as a way to help students learn how to participate in scientific argumentation and craft written arguments: An exploratory study. *Science Education*, 95(2), 217–257. <https://doi.org/10.1002/sci.20421>
- Schwarz, C., Passmore, C. & Reiser, B. (2017). *Helping Students make Sense of the World through Next Generation Science and Engineering Practices*. The National Science Teachers Association (NSTA) Press. ISBN: 978-1-938946-04-2
- Skoumios, M. & Balia, C. (2021). The Impact of Teaching Interventions for Electrical Circuits on the Structure of Primary School Students' Written Arguments. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 29(1), 16-30. <https://doi.org/10.30722/IJISME.29.01.002>
- Songer, N. B. & Gotwals, A. W. (2012). Guiding explanation construction by children at the entry points of learning progressions. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(2), 141-165.
- Xiang, L., Goodpaster, S. & Mitchell, A. (2022). Supporting three-dimensional learning on ecosystems using an agent-based computer model. *Journal of Science Education and Technology*, 31(2), 473–489. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09968-x>