ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Ο Προφορικός Λόγος των Μαθητών σε Πειραματικές Δραστηριότητες που Αξιοποιούν Προσομοιώσεις και Εδράζονται σε Επιχειρήματα

Μιχαήλ Σκουμιός

doi: 10.12681/cetpe.9472

Βιβλιογραφική αναφορά:

Σκουμιός Μ. (2026). Ο Προφορικός Λόγος των Μαθητών σε Πειραματικές Δραστηριότητες που Αξιοποιούν Προσομοιώσεις και Εδράζονται σε Επιχειρήματα. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 1017–1026. https://doi.org/10.12681/cetpe.9472

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 11:37:15

Ο Προφορικός Λόγος των Μαθητών σε Πειραματικές Δραστηριότητες που Αξιοποιούν Προσομοιώσεις και Εδράζονται σε Επιχειρήματα

Μιχαήλ Σκουμιός
skoumios@rhodes.aegean.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Σε αυτή την εργασία εξετάζεται ο λόγος των μαθητών κατά την πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων που εδράζονται σε επιχειρήματα και αξιοποιούν προσομοιώσεις, για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη ενός ηλεκτρομαγνήτη. Οι συνδέσεις ανάμεσα στην "πρακτική" και τη "θεωρία" στο λόγο των μαθητών, συνιστούν μέτρο της αποτελεσματικότητας μιας πειραματικής δραστηριότητας. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν έξι ομάδες μαθητών της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Σε τρεις ομάδες μαθητών εφαρμόστηκαν πειραματικές δραστηριότητες για τους ηλεκτρομαγνήτες δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" και στις άλλες τρεις ομάδες εφαρμόστηκαν πειραματικές δραστηριότητες "παραδοσιακού τύπου" αντίστοιχης θεματολογίας, αξιοποιώντας την ίδια προσομοίωση. Τα δεδομένα της έρευνας προήλθαν από την ανάλυση του προφορικού λόγου των μαθητών. Προέκυψε ότι οι πειραματικές δραστηριότητες που εδράζονται σε επιχειρήματα είναι πιο αποτελεσματικές συγκριτικά με τις "παραδοσιακού τύπου" δραστηριότητες, αναφορικά με τη σύνδεση της "πρακτικής" με τη "θεωρία".

Λέξεις κλειδιά: αποτελεσματικότητα πειραματικών δραστηριοτήτων, επιχειρηματολογία, μάθηση Φυσικών Επιστημών, περιβάλλον προσομοίωσης,

Εισαγωγή

Οι πειραματικές δραστηριότητες θεωρούνται αναπόσπαστο μέρος της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στους μαθητές (Abrahams & Reiss, 2012). Όμως, όπως συνήθως είναι οργανωμένες, δεν είναι αποτελεσματικές για τους μαθητές αφού δεν επιτυγχάνουν τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα για τα οποία αξιοποιούνται (Hofstein & Kind, 2012). Έχει τονιστεί η αναγκαιότητα τροποποίησης της δομής των πειραματικών δραστηριοτήτων ώστε να αναβαθμιστεί η αποτελεσματικότητά τους (Oliveira & Bonito, 2023).

Η εργασία αυτή κατατάσσεται στο ερευνητικό πεδίο το οποίο διερευνά την αποτελεσματικότητα των πειραματικών δραστηριοτήτων κατά τη μαθησιακή διαδικασία των Φυσικών Επιστημών, μέσω της μελέτης του προφορικού λόγου των μαθητών (Spaan et al., 2022). Ειδικότερα, επικεντρώνεται στη μελέτη της αποτελεσματικότητας μιας σειράς πειραματικών δραστηριοτήτων (που αξιοποιούν ένα περιβάλλον προσομοίωσης) για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη, οι οποίες παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να συγκροτούν και να αξιολογούν επιχειρήματα.

Θεωρητικό πλαίσιο

Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και επιχειρηματολογία

Η αναγκαιότητα της παραγωγής και αξιολόγησης επιστημονικών επιχειρημάτων από τους μαθητές έχει επισημανθεί ως βασική πρακτική στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και αυτή συνιστά έναν από τους ουσιώδεις στόχους της εκπαίδευσής τους στις Φυσικές Επιστήμες (González-Howard & McNeill, 2019).

Ένα επιστημονικό επιχείρημα στοχεύει να πιστοποιήσει ή να καταρρίψει μια άποψη χρησιμοποιώντας στοιχεία τα οποία είναι αποδεκτά από την ευρύτερη επιστημονική κοινότητα (Phillips & Norris, 1999). Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες, ένα επιστημονικό επιχείρημα αρθρώνεται με βάση τα ακόλουθα συστατικά στοιχεία (McNeill & Krajcik, 2012): (α) ισχυρισμός (claim): ένα συμπέρασμα που απαντά σε μια ερώτηση, (β) αποδεικτικά στοιχεία (evidence): τα δεδομένα που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό, (γ) συλλογισμός (reasoning): συνδέει τον ισχυρισμό με τα αποδεικτικά στοιχεία και τεκμηριώνει γιατί τα δεδομένα θεωρούνται ως αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και (δ) αντίκρουση (rebuttal): αιτιολογεί πώς ή γιατί ένας οποιοσδήποτε άλλος ισχυρισμός είναι λανθασμένος.

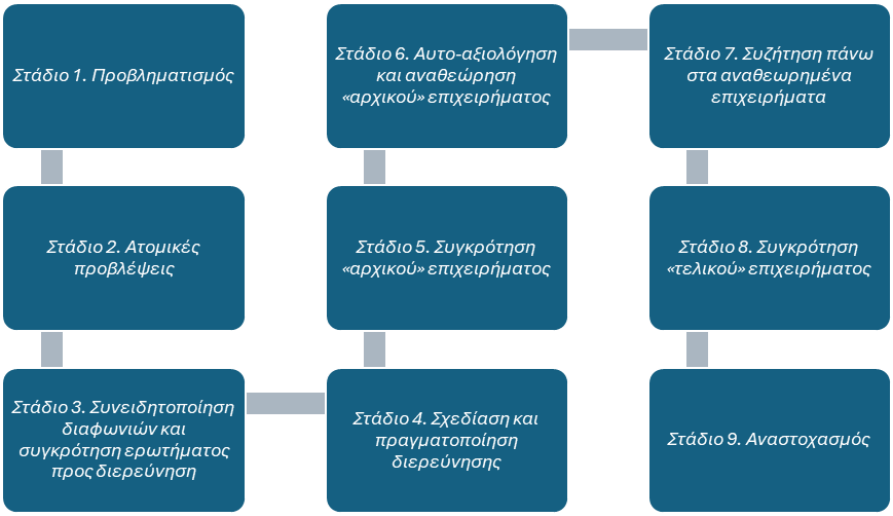
Αποτελεσματικότητα πειραματικών δραστηριοτήτων

Μια πειραματική δραστηριότητα είναι μια μαθησιακή δραστηριότητα όπου οι μαθητές δουλεύοντας ατομικά ή ομαδικά χρησιμοποιούν φυσικά ή ψηφιακά μέσα, ώστε να οικειοποιηθούν ζητήματα των Φυσικών Επιστημών (Lunetta et al., 2007). Οι πειραματικές δραστηριότητες αποσκοπούν να βοηθήσουν τους μαθητές να οικοδομήσουν γνώσεις των Φυσικών Επιστημών και να σχεδιάζουν και να πραγματοποιούν τα στάδια μιας πειραματικής δραστηριότητας αξιοποιώντας φυσικά ή ψηφιακά μέσα (Millar & Abrahams, 2009).

Αναφορικά με την οικοδόμηση της γνώσης, ο βασικός στόχος μιας πειραματικής δραστηριότητας είναι να υποστηρίξει τους μαθητές να πραγματοποιήσουν συσχετίσεις ανάμεσα στην "πρακτική" και τη "θεωρία" (Niedderer et al., 1998) ή με άλλα λόγια ανάμεσα σε δύο πεδία, το "πεδίο των αντικειμένων" και το "πεδίο των ιδεών" (Tiberghien, 2000). Σύμφωνα με την Tiberghien (2000), το "πεδίο των αντικειμένων" ("πρακτική") αναφέρεται σε όλα όσα μπορούν να παρατηρηθούν στο φυσικό κόσμο (όργανα, υλικά), ενώ το "πεδίο των ιδεών" ("θεωρία") αναφέρεται στις επιστημονικές έννοιες, τις σχέσεις ανάμεσα σε έννοιες, τις ποσότητες και τα μοντέλα. Οι πειραματικές δραστηριότητες που προάγουν συσχετίσεις ανάμεσα στην "πρακτική" και τη "θεωρία" περιλαμβάνουν συζήτηση για επιστημονικές έννοιες ή συζήτηση για τις σχέσεις μεταξύ επιστημονικών εννοιών και πραγματικών αντικειμένων. Οι συσχετίσεις μεταξύ της "πρακτικής" και της "θεωρίας" είναι απαραίτητες για την οικοδόμηση της γνώσης (Becu-Robinault, 2002). Συνεπώς, αυτές οι συσχετίσεις ανάμεσα στην "πρακτική" ("πεδίο των αντικειμένων") και τη "θεωρία" ("πεδίο των ιδεών") συνιστούν μέτρο της αποτελεσματικότητας μιας πειραματικής δραστηριότητας (Millar et al., 2002).

Οι πειραματικές δραστηριότητες συνήθως περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στάδια: σκοπός, υλικά και όργανα, πειραματική διαδικασία, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, και συμπεράσματα. Αυτού του τύπου οι πειραματικές δραστηριότητες θεωρούνται ως "παραδοσιακού" τύπου (Hofstein & Kind, 2012). Ερευνητικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι αυτές συνήθως δεν είναι αποτελεσματικές και έχει τονιστεί η αναγκαιότητα αλλαγής τους (Oliveira & Bonito, 2023).

Προκειμένου να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητα των πειραματικών δραστηριοτήτων μια κατεύθυνση της έρευνας έχει επικεντρωθεί στον εμπλουτισμό τους με διαδικασίες επιχειρηματολογίας και πιο συγκεκριμένα, έχει προταθεί το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" (Σκουμιός, 2025). Ειδικότερα, σε ό,τι αφορά τη δομή των πειραματικών δραστηριοτήτων, αυτές προτείνεται να περιλαμβάνουν εννέα στάδια (Σχήμα 1).



Σχήμα 1. Τα στάδια του μοντέλου της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" (Σκουμιός, 2025)

Στο Στάδιο 1 (προβληματισμός) με αφορμή μια διαφωνία που παρουσιάζεται στους μαθητές πάνω σε ένα πρόβλημα, ζητείται από τους μαθητές (που είναι οργανωμένοι σε ομάδες) να καταγράψουν το ερώτημα που προκύπτει από αυτή τη διαφωνία.

Στο Στάδιο 2 (ατομικές προβλέψεις), οι μαθητές εργάζονται ατομικά και απαντούν γραπτά στο ερώτημα.

Στο Στάδιο 3 (συνειδητοποίηση διαφωνιών και συγκρότηση ερωτήματος προς διερεύνηση) πραγματοποιείται συζήτηση ανάμεσα στους μαθητές κάθε ομάδας, πάνω στις απαντήσεις τους. Οι αντιπρόσωποι των ομάδων ανακοινώνουν τα αποτελέσματα των συζητήσεων των ομάδων στο σύνολο των μαθητών. Ακολουθεί συζήτηση των μαθητών με την βοήθεια του εκπαιδευτικού με σκοπό τη διατύπωση ενός ερωτήματος προς διερεύνηση.

Στο Στάδιο 4 (σχεδίαση και πραγματοποίηση διερεύνησης), οι μαθητές με τη βοήθεια ερωτήσεων που περιλαμβάνονται στο φύλλο εργασίας, σχεδιάζουν και υλοποιούν μια διερεύνηση με σκοπό να δώσουν απάντηση στο ερώτημα που είχαν διατυπώσει. Ειδικότερα, υπάρχουν ερωτήσεις που υποστηρίζουν τους μαθητές να προτείνουν υποθέσεις, να κάνουν έλεγχο των μεταβλητών (αναγνωρίζοντας την ανεξάρτητη και την εξαρτημένη μεταβλητή, καθώς επίσης και τις μεταβλητές ελέγχου), να περιγράφουν τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας, να υλοποιούν το πείραμα και να συλλέγουν και να καταγράφουν τα δεδομένα.

Στο Στάδιο 5 (συγκρότηση "αρχικού" επιχειρήματος), οι μαθητές, με τη βοήθεια ερωτήσεων που υπάρχουν στο φύλλο εργασίας τους, καλούνται ατομικά να καταγράψουν ένα επιχείρημα αναφέροντας έναν ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και ένα συλλογισμό.

Στο Στάδιο 6 (αυτο-αξιολόγηση και αναθεώρηση "αρχικού" επιχειρήματος), οι μαθητές, με τη βοήθεια μιας λίστας ελέγχου, κρίνουν το "αρχικό" επιχείρημά τους. Ακολούθως, διατυπώνουν ένα νέο επιχείρημα.

Στο Στάδιο 7 (συζήτηση πάνω στα αναθεωρημένα επιχειρήματα), πραγματοποιείται συζήτηση των μαθητών σε επίπεδο τάξης με τον συντονισμό του εκπαιδευτικού πάνω στα αναθεωρημένα επιχειρήματα.

Στο Στάδιο 8 (συγκρότηση "τελικού" επιχειρήματος), ζητείται από τους μαθητές να καταγράψουν εκ νέου ένα ισχυρισμό, τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό και ένα συλλογισμό ("τελικό" επιχείρημα").

Στο Στάδιο 9 (αναστοχασμός), οι μαθητές συγκρίνουν το "αρχικό" επιχείρημα με το "τελικό" επιχείρημα. Συζητούν τις ομοιότητες και τις διαφοροποιήσεις με τους συμμαθητές της ομάδας τους.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Έχει επισημανθεί ότι οι πειραματικές δραστηριότητες, έτσι όπως πραγματοποιούνται στο σχολικό πλαίσιο, δεν είναι κατάλληλα δομημένες, συνεισφέρουν ελάχιστα στη μαθησιακή διαδικασία (Hodson, 1991) και οι μαθητές περισσότερο επικεντρώνονται στο να διεξάγουν και να ολοκληρώσουν την πειραματική δραστηριότητα παρά στο να μάθουν από τη διεξαγωγή της (Berry et al., 1999). Ο Osborne (1998) επεσήμανε ότι οι πειραματικές δραστηριότητες, έτσι όπως υλοποιούνται στο σχολικό πλαίσιο, δεν επιτελούν σημαντικό ρόλο στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών και έχουν περιορισμένη διδακτική αξία.

Έχουν γίνει έρευνες, που εξέτασαν τον προφορικό λόγο των μαθητών κατά την διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων (Abrahams & Millar, 2008· Becu-Robinault, 2002· Sharpe & Abrahams, 2019). Προέκυψε ότι οι μαθητές κυρίως επικεντρώνονταν στο "πεδίο των αντικειμένων" και δεν έκαναν συσχετίσεις με το "πεδίο των ιδεών".

Έχει τονιστεί η αναγκαιότητα τροποποίησης της οργάνωσης των πειραματικών δραστηριοτήτων ώστε να βελτιωθεί η αποτελεσματικότητά τους (Oliveira & Bonito, 2023). Μια διάσταση της έρευνας έχει επικεντρωθεί στον εμπλουτισμό του εκπαιδευτικού υλικού με διαδικασίες επιχειρηματολογίας (Sampson et al., 2011· Skoumios, 2023). Προς αυτή την κατεύθυνση, έχει προταθεί ένα μοντέλο οργάνωσης πειραματικών δραστηριοτήτων, το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" (Σκουμιός, 2025). Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που εξετάζει αν οι πειραματικές δραστηριότητες που βασίζονται στην επιχειρηματολογία βοηθούν τους μαθητές να κάνουν συσχετίσεις ανάμεσα στην "πρακτική" και τη "θεωρία" ή ανάμεσα στο "πεδίο των αντικειμένων" και το "πεδίο των ιδεών" (Bantie Belay, 2024). Επίσης, απουσιάζουν εργασίες που να συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα πειραματικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία και πειραματικών δραστηριοτήτων "παραδοσιακού" τύπου. Αναδύεται, λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης τέτοιων έρευνών.

Σκοπός και ερευνητικά ερωτήματα

Η εργασία αυτή διερευνά την αποτελεσματικότητα πειραματικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία και πειραματικών δραστηριοτήτων "παραδοσιακού" τύπου -οι οποίες αξιοποιούν το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης- για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη, μέσω της μελέτης του λόγου των μαθητών της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου.

Ειδικότερα, η εργασία επιχειρεί να απαντήσει στο ακόλουθο ερευνητικό ερώτημα: ποια είναι η συμβολή πειραματικών δραστηριοτήτων οι οποίες είναι δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" και "παραδοσιακού" τύπου πειραματικών δραστηριοτήτων -οι οποίες αξιοποιούν το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης- για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη, στη μετάβαση του λόγου των μαθητών της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου από τη "πρακτική" στη "θεωρία";

Μεθοδολογία

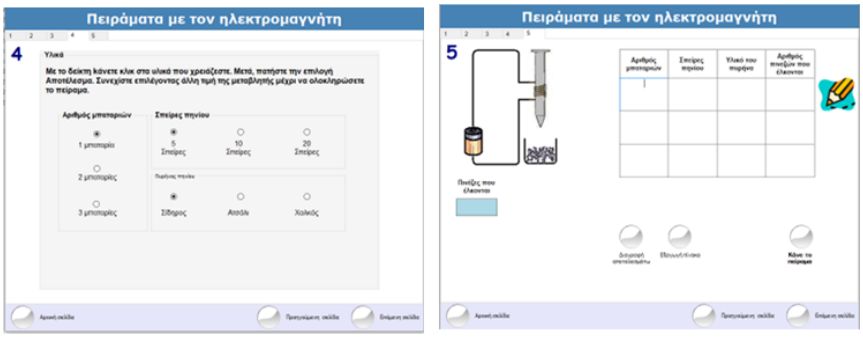
Ερευνητικός σχεδιασμός και δείγμα

Η εργασία αυτή εντάσσεται στη κατηγορία των μελετών περίπτωσης. Η έρευνα διεξάχθηκε σε δύο φάσεις. Στη πρώτη φάση (πιλοτική έρευνα), αναπτύχθηκε μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη οι οποίες είναι δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" και επίσης μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων παραδοσιακού τύπου αντίστοιχης θεματολογίας και στη συνέχεια έγινε η πιλοτική εφαρμογή τους σε μαθητές. Στη δεύτερη φάση (κύρια έρευνα), διαμορφώθηκαν οι πειραματικές δραστηριότητες στην τελική εκδοχή τους (με βάση τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας) και εκτελέστηκαν από τους μαθητές. Πριν την εφαρμογή τους στους μαθητές είχαν ενημερωθεί οι γονείς των μαθητών οι οποίοι έδωσαν τη συναίνεσή τους.

Στην έρευνα συμμετείχαν 24 μαθητές της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου. Σχηματίστηκαν έξι τετραμελείς ομάδες.

Ανάπτυξη πειραματικών δραστηριοτήτων

Αναπτύχθηκαν πειραματικές δραστηριότητες για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη. Για την υλοποίηση των πειραματικών δραστηριοτήτων αξιοποιήθηκε ένα περιβάλλον προσομοίωσης. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκε η εφαρμογή "μαθαίνω να κάνω πειράματα" (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Το περιβάλλον προσομοίωσης "μαθαίνω να κάνω πειράματα"

Σε αυτή την εφαρμογή προσομοιώνεται ένας ηλεκτρομαγνήτης που αποτελείται από ένα καρφί στο οποίο τυλίγεται ένα καλώδιο που συνδέεται με μπαταρία. Ο ηλεκτρομαγνήτης μπορεί να έλκει πινέζες. Ο μαθητής μπορεί να αλλάζει τον αριθμό των μπαταριών, τον αριθμό των σπειρών που έχει το καρφί ή το υλικό του καρφιού και στη συνέχεια να πραγματοποιεί το πείραμα και να εμφανίζεται ο αριθμός των πινεζών που έλκονται από τον ηλεκτρομαγνήτη. Πιο συγκεκριμένα, συγκροτήθηκαν τρεις πειραματικές δραστηριότητες (Πίνακας 1).

Οι τρεις πειραματικές δραστηριότητες για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη, αναπτύχθηκαν σε δύο εκδοχές.

Η πρώτη εκδοχή ήταν πειραματικές δραστηριότητες παραδοσιακού τύπου. Η δομή κάθε τέτοιας πειραματικής δραστηριότητας περιλάμβανε τα παρακάτω στάδια: σκοπός, υλικά και

όργανα, βήματα πειραματικής διαδικασίας, συλλογή και ανάλυση δεδομένων, και συμπέρασμα.

Η δεύτερη εκδοχή ήταν πειραματικές δραστηριότητες που βασίστηκαν στην επιχειρηματολογία. Η ανάπτυξή τους έγινε ακολουθώντας το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" (βλ. θεωρητικό πλαίσιο). Πιο συγκεκριμένα, η δομή κάθε τέτοιας πειραματικής δραστηριότητας, περιλάμβανε εννέα στάδια: προβληματισμός, ατομικές προβλέψεις, σχεδίαση και πραγματοποίηση διερεύνησης, συγκρότηση "αρχικού" επιχειρήματος, αυτο-αξιολόγηση και αναθεώρηση "αρχικού" επιχειρήματος, συζήτηση, συγκρότηση "τελικού" επιχειρήματος και αναστοχασμός (Σκουμιός, 2025). Στο Παράρτημα παρουσιάζεται το φύλλο εργασίας των μαθητών για την πειραματική δραστηριότητα 2.

Πίνακας 1. Οι τίτλοι των τριών πειραματικών δραστηριοτήτων που συγκροτήθηκαν για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη

Πειραματικές δραστηριότητες	Τίτλοι
1	Αριθμός μπαταριών και δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη
2	Αριθμός σπειρών πηνίου και δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη
3	Υλικό καρφιού και δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

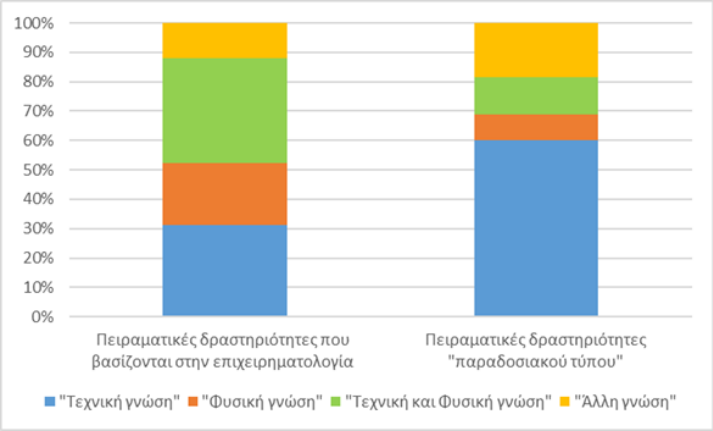
Οι δύο παραπάνω εκδοχές των πειραματικών δραστηριοτήτων εφαρμόστηκαν σε μαθητές. Πιο συγκεκριμένα, σε τρεις ομάδες μαθητών εφαρμόστηκαν οι τρεις πειραματικές δραστηριότητες οι οποίες ήταν δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία". Σε άλλες τρεις ομάδες μαθητών εφαρμόστηκαν οι τρεις πειραματικές δραστηριότητες "παραδοσιακού τύπου" που συγκροτήθηκαν. Οι πειραματικές δραστηριότητες εκτελέστηκαν από τους μαθητές και βιντεοσκοπήθηκαν.

Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσε ο προφορικός λόγος των μαθητών στις βιντεοταινίες κατά την πραγματοποίηση των πειραματικών δραστηριοτήτων από τους μαθητές. Ειδικότερα, ο προφορικός λόγος των μαθητών ταξινομήθηκε σε τρεις κατηγορίες (Niedderer et al., 1998): (α) "τεχνική γνώση" (οι μαθητές περιλαμβάνουν έννοιες και ιδέες που αφορούν στα όργανα και τα υλικά στις προτάσεις που εκφέρουν), (β) "φυσική γνώση" (οι μαθητές περιλαμβάνουν έννοιες και ιδέες των Φυσικών Επιστημών στις προτάσεις που εκφέρουν), (γ) "τεχνική και φυσική γνώση" (οι μαθητές περιλαμβάνουν μαζί έννοιες και ιδέες των Φυσικών Επιστημών και έννοιες και ιδέες που αφορούν στα όργανα και τα υλικά στις προτάσεις που εκφέρουν. Επίσης, προστέθηκε μια ακόμη κατηγορία με τον τίτλο "άλλη γνώση", η οποία αφορά στις προτάσεις των μαθητών που δεν αφορούν στις παραπάνω κατηγορίες.

Κάθε τμήμα από τις βιντεοταινίες διάρκειας μισού λεπτού εντάχθηκε σε μια από τις παραπάνω κατηγορίες του προφορικού λόγου.

Αποτελέσματα

Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται οι εκατοστιαίες συχνότητες των κατηγοριών του προφορικού λόγου των μαθητών κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης των τριών πειραματικών δραστηριοτήτων οι οποίες ήταν δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία" και των τριών πειραματικών δραστηριοτήτων "παραδοσιακού τύπου".



Σχήμα 3. Οι εκατοστιαίες συχνότητες των κατηγοριών του προφορικού λόγου των μαθητών κατά τη διάρκεια της πραγματοποίησης των πειραματικών δραστηριοτήτων

Από τη μελέτη του προφορικού λόγου των μαθητών, κατά την διάρκεια πραγματοποίησης των πειραματικών δραστηριοτήτων "παραδοσιακού τύπου", διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές στο μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τους διατύπωναν προτάσεις οι οποίες σχετίζονταν αποκλειστικά με τα χρησιμοποιούμενα όργανα και υλικά (ενδεικτική πρόταση μαθητή: "*όταν έχει πιο πολλές σπείρες τραβά πιο πολλές πινέζες*"). Αντίθετα, κατά την διάρκεια πραγματοποίησης των πειραματικών δραστηριοτήτων οι οποίες ήταν δομημένες σύμφωνα με το μοντέλο της "πειραματικής δραστηριότητας βασισμένης στην επιχειρηματολογία", προέκυψε ότι οι μαθητές στο μεγαλύτερο μέρος του χρόνου τους διατύπωναν προτάσεις οι οποίες συνδύαζαν τα χρησιμοποιούμενα όργανα και υλικά με έννοιες και ιδέες των Φυσικών Επιστημών ή περιλάμβαναν έννοιες και ιδέες των Φυσικών Επιστημών (ενδεικτική πρόταση μαθητή: "*όταν είναι 5 σπείρες έλκονται 7 πινέζες, όταν είναι 10 σπείρες έλκονται 14 πινέζες άρα ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη, κάθε παραπάνω σπείρα αυξάνει το μαγνητικό πεδίο*").

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία μελέτησε την αποτελεσματικότητα πειραματικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία και πειραματικών δραστηριοτήτων "παραδοσιακού" τύπου -οι οποίες αξιοποιούν το ίδιο περιβάλλον προσομοίωσης- για τους παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη, μέσω της μελέτης του λόγου των μαθητών της Στ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου και ειδικότερα εξέτασε το "πέρασμα" του λόγου τους από τη "πρακτική" στη "θεωρία". Από την εργασία αυτή προέκυψε ότι οι πειραματικές δραστηριότητες που βασίζονται στην επιχειρηματολογία είναι περισσότερο αποτελεσματικές συγκριτικά με τις "παραδοσιακού τύπου" δραστηριότητες στη "μετάβαση" του λόγου των μαθητών από τη "πρακτική" στη "θεωρία". Τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να αποδοθούν σε λόγους που σχετίζονται με τη δομή των δραστηριοτήτων. Έχει επισημανθεί ότι οι δραστηριότητες που ενθαρρύνουν τους μαθητές να ασχοληθούν με διαδικασίες επιχειρηματολογίας βελτιώνουν τα μαθησιακά τους αποτελέσματα (Bantie Belay, 2024· González-Howard & McNeill, 2019).

Στην παρούσα έρευνα το δείγμα αποτέλεσαν μόνο έξι ομάδες μαθητών και αυτό αποτελεί περιορισμό αναφορικά με τα αποτελέσματα της. Επιπρόσθετα, οι πειραματικές

δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν σε ένα ζήτημα (παράγοντες που επηρεάζουν τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη) και κατά συνέπεια τα αποτελέσματα της εργασίας δεν μπορούν να γενικευτούν. Κρίνεται αναγκαίο να γίνει περεταίρω έρευνα ώστε να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα "παραδοσιακού τύπου" πειραματικών δραστηριοτήτων και πειραματικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία και για άλλα ζητήματα των Φυσικών Επιστημών. Προτείνεται επιπλέον η πραγματοποίηση έρευνας που να μελετά τη σχέση ανάμεσα στον προφορικό λόγο και τις δράσεις των μαθητών κατά τη διάρκεια πραγματοποίησης των πειραματικών δραστηριοτήτων. Οι έρευνες αυτές θα βοηθήσουν στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Αναφορές

Abrahams, I., & Reiss. M. (2012). Practical Work: Its Effectiveness in Primary and Secondary Schools in England. *Journal of Research in Science Teaching, 49*(8), 1035-1055. https://doi.org/10.1002/tea.21036

Bantie Belay, E. (2024). Promoting secondary school students scientific argumentation skills through dialogic practical work. *Research in Science & Technological Education*, *2024*, 1-17. https://doi.org/10.1080/02635143.2024.2428622

Becu-Robinault, K. (2002). Modelling activities of students during a traditional labwork. In D. Psillos, & H. Niedderer (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 51-64). Kluwer Academic Publishers.

Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, R. F., & Loughran, J. J. (1999). Helping Students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers Journal*, *45*(1), 27-31.

González-Howard, M., & McNeill, K. L. (2019). Teachers' framing of argumentation goals: Working together to develop individual versus communal understanding. *Journal of Research in Science Teaching, 56*(6), 821-844. https://doi.org/10.1002/tea.21530

Hodson, D. (1991). Practical work in science: Time for a reappraisal. *Studies in Science Education,* 19, 175-184. https://doi.org/10.1080/03057269108559998

Hofstein, A., & Kind, P. (2012). Learning in and from science laboratories. In B. Fraser, K. Tobin & K. McRobbie (Eds.), *Second handbook of research in science teaching* (pp. 189-208). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_15

Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. In N. Lederman, & S. Abel (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441). Lawrence Erlbaum.

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*. Pearson Allyn & Bacon.

Millar, R., & Abrahams, I. (2009). Practical work: Making it more effective. *School Science Review*, *91*(334), 59-64.

Millar, R., Tiberghien, A. & Le Maréchal, J. F. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. In D. Psillos, & H. Niedderer (Eds.). *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 9-20). Kluwer Academic Publishers.

Niedderer, H., Tiberghien, A., Buty, C., Haller, K., Hucke, L., Sander, F., Fischer, H. E., Schecker, H. V., Aufschnaiter, S., & Welzel, M. (1998). *Category based analysis of videotapes from labwork (CBAV)-the method and results from four case studies*. Working paper 9 from the European project labwork in science education (Targeted Socio-Economic Research Programme, Project PL 95-2005).

Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: a systematic literature review. *Frontiers in Education, 8*, 1151641. https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1151641

Osborne, J. (1998). Science education without a laboratory? In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in school science. Which way now?* (pp. 156-173). Routledge.

Phillips, L. M., & Norris, S. P. (1999). Interpreting popular reports of science: What happens when the reader's world meets the world on paper? *International Journal of Science Education*, *21*, 317-327. https://doi.org/10.1080/095006999290723

Sampson, V., Grooms, J., & Walker, J. (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/sce.20421

Sharpe, R., & Abrahams, I. (2019). Secondary school students' attitudes to practical work in Biology, Chemistry and Physics in England. *Research in Science & Technological Education 38*(1), 84-104. https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1597696

Skoumios, M. (2023). Developing primary school students' abilities to evaluate the evidence of written scientific arguments. *Science & Education, 32,* 1139-1164. https://doi.org/10.1007/s11191-022-00352-0

Spaan, W., Oostdam, R., Schuitema, J., & Pijls, M. (2022). Analysing teacher behaviour in synthesizing hands-on and minds-on during practical work. *Research in Science & Technological Education*, *42*(6), 1-18. https://doi.org/10.1080/02635143.2022.2098265

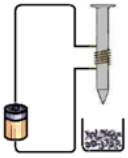
Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 27-47). Open University Press.

Σκουμιός, Μ. (2025). Η επίδραση πειραματικών δραστηριοτήτων που βασίζονται στην επιχειρηματολογία στις ικανότητες των μαθητών να συγκροτούν επιχειρήματα. Στο Κ. Θ. Κώτσης, & Γ. Στύλος (Επιμ.), *Πείραμα και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών* (σσ. 223-245). Εργαστήριο Εκπαίδευσης και Διδασκαλίας της Φυσικής, Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Παράρτημα

Η πειραματική δραστηριότητα 2

Η Γεωργία και οι συμμαθητές της θέλουν να μάθουν αν ο αριθμός των σπειρών επηρεάζει τη δύναμη έλξης ενός ηλεκτρομαγνήτη. Έφτιαξαν έναν ηλεκτρομαγνήτη (χρησιμοποιώντας καρφί, σύρμα και μπαταρία)) ο οποίος μπορεί και έλκει πινέζες.



Σκέφτονται να αυξήσουν τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Για αυτό είπαν να έχει το καρφί περισσότερες σπείρες και να δουν αν αυξηθεί η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Όμως, διαφωνούν μεταξύ τους. Ορισμένα παιδιά λένε ότι αν έχουν περισσότερες σπείρες θα αυξηθεί η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη. Άλλα παιδιά λένε ότι και να έχει περισσότερες σπείρες η δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη θα είναι η ίδια. Επειδή διαφωνούν αποφάσισαν να κάνουν μια έρευνα.

Ποιο ερώτημα έχουν να ερευνήσουν;

…….....

Ποια είναι η άποψή σου;

…….....

Συζήτησε την απάντησή σου με τους συμμαθητές της ομάδας σου.

Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στις απαντήσεις σας; Αν ναι ποιες είναι αυτές;

…….....

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές για την άποψη που έχεις προτείνει. Παρουσίασε τους λόγους για τους οποίους υποστηρίζεις τη δική σου άποψη.

…….....

Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, ποιο ερώτημα έχετε να ερευνήσετε;

…….....

Για να απαντήσετε στο παραπάνω ερώτημα θα κάνετε μια έρευνα. Για να σχεδιάσετε την έρευνα, απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα.

Τι θα αλλάξουμε;

…….....

Τι θα ελέγξουμε;

…….....

Τι θα κρατήσουμε ίδια;

…….....

Τι θα χρειαστούμε;

…….....

Τι θα κάνουμε;

(α) …….....

(β) …….....

(γ) …….....

Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε την εφαρμογή "μαθαίνω να κάνω πειράματα".

Αφού κάνετε την έρευνα, παρουσιάστε τα αποτελέσματα στον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός σπειρών	Αριθμός πινεζών που έλκονται

Χρησιμοποιώντας τα παραπάνω αποτελέσματα προσπάθησε να απαντήσεις στο παρακάτω ερώτημα και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου:

Ο αριθμός των σπειρών στο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

…….....

Ότι έγραψες παραπάνω θα το ονομάσουμε "αρχική απάντηση".

Απάντησε τις ερωτήσεις του πίνακα για να ελέγξεις μόνος σου την απάντησή σου.

Ερωτήσεις	Ναι	Όχι
Έγραψα μια απάντηση στην ερώτηση;		
Η απάντησή μου είναι μια ολοκληρωμένη πρόταση;		
Έγραψα στοιχεία που υποστηρίζουν την απάντησή μου;		
Είναι τα στοιχεία που έγραψα αυτά που περιλαμβάνονται στον πίνακα των αποτελεσμάτων;		
Έγραψα προτάσεις που συνδέουν τα στοιχεία με την απάντησή μου;		
Αυτά που έγραψα δείχνουν γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή μου;		

Με βάση τις απαντήσεις σου στο παραπάνω πίνακα προσπάθησε να απαντήσεις ξανά στο παρακάτω ερώτημα και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

Ο αριθμός των σπειρών στο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

Γράψε την απάντησή σου.

…….....

Γράψε τα στοιχεία εκείνα που υποστηρίζουν την απάντησή σου.

…….....

Γράψε προτάσεις που να συνδέουν τα στοιχεία που έγραψες με την απάντησή σου και να δείχνουν γιατί τα στοιχεία υποστηρίζουν την απάντησή σου.

…….....

Συζητήστε τις απαντήσεις σας στα παραπάνω ερωτήματα με τους συμμαθητές σας.

Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου προσπάθησε να απαντήσεις ξανά στο παρακάτω ερώτημα και να αιτιολογήσεις την απάντησή σου.

Ο αριθμός των σπειρών στο καρφί επηρεάζει τη δύναμη έλξης του ηλεκτρομαγνήτη;

…….....

Ό,τι έγραψες παραπάνω θα το ονομάσουμε "τελική απάντηση".

Διάβασε ξανά το "αρχική απάντηση" που είχες γράψει. Είναι ίδια με την "τελική απάντηση"; Υπάρχουν διαφορές;

…….....

Θεωρείς ότι η τελική απάντηση είναι καλύτερη από την αρχική απάντηση; Γιατί;

…….....