

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^ο

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, ΔΠΘ
ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ, ΔΠΘ**

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

synedrio2025.enepht.gr

Σχεδιάζοντας Συμπεριληπτικά Περιβάλλοντα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες: Μια Σειρά Διερευνητικών Δραστηριοτήτων για τη Διδασκαλία της Πλεύσης/Βύθισης

Αναστασία Οικονόμου, Άγγελος Σοφιανίδης

doi: [10.12681/codiste.9790](https://doi.org/10.12681/codiste.9790)

Σχεδιάζοντας Συμπεριληπτικά Περιβάλλοντα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες: Μια Σειρά Διερευνητικών Δραστηριοτήτων για τη Διδασκαλία της Πλεύσης/Βύθισης

Αναστασία Οικονόμου¹ και Άγγελος Σοφιανίδης²

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

^{1,2}Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

¹feperms01066@uowm.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό, εφαρμογή και αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας σειράς συμπεριληπτικών διερευνητικών δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία της πλεύσης/βύθισης, σε φοιτητές/φοιτήτριες 1^{ου} έτους Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Οι δραστηριότητες βασίστηκαν στον Καθολικό Σχεδιασμό για τη Μάθηση και περιλάμβαναν τη χρήση Επαυξημένης Πραγματικότητας. Στην έρευνα συμμετείχαν 74 φοιτητές/φοιτήτριες, ενώ η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων πριν, σε ενδιάμεση φάση και μετά την εφαρμογή. Η ανάλυση με περιγραφική και μη παραμετρική στατιστική έδειξε στατιστικά σημαντική βελτίωση σε όλα τα ερωτήματα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι συμπεριληπτικά μαθησιακά περιβάλλοντα που ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες των φοιτητών/φοιτητριών μπορούν να οδηγήσουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Λέξεις κλειδιά: επαυξημένη πραγματικότητα, καθολικός σχεδιασμός για τη μάθηση, μάθηση μέσω διερεύνησης, πλεύση/βύθιση, συμπεριληπτική εκπαίδευση

Designing Inclusive Learning Environments in Science Education: A Series of Inquiry-Based Activities for Teaching Floating and Sinking

Anastasia Oikonomou¹ and Angelos Sofianidis²

¹Postgraduate Student ²Laboratory Teaching Staff

^{1,2}Department of Early Childhood Education, University of Western Macedonia

¹feperms01066@uowm.gr

Abstract

This study presents the design, implementation, and assessment of the learning outcomes of a series of inclusive inquiry-based activities for teaching floating and sinking to first-year students of a Department of Primary Education. The activities were based on Universal Design for Learning (UDL) with the use of Augmented Reality (AR). A total of 74 students participated in the research, and data were collected through questionnaires administered before, during and after the implementation. The analysis using descriptive and non-parametric statistics revealed statistically significant improvements in all questions. The findings indicate that inclusive learning environments respond to the diverse needs of students, leading to positive learning outcomes.

Keywords: augmented reality, universal design for learning, inquiry-based learning, floating and sinking, inclusive education

Εισαγωγή

Τόσο Διεθνείς Οργανισμοί (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2009) όσο και οι Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals [SDG]) 4 (Ποιοτική Εκπαίδευση) και 10 (Μείωση Ανισοτήτων), υπογραμμίζουν την ανάγκη για τη διαμόρφωση περιβαλλόντων μάθησης, που ανταποκρίνονται στις ανάγκες όλων των μαθητευόμενων. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, αναπτύχθηκε μία σειρά συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων για φοιτητές/φοιτήτριες Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, αξιοποιώντας την Επαυξημένη Πραγματικότητα, βασισμένη στο πλαίσιο του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (Center for Applied Special Technology [CAST], 2018). Οι δραστηριότητες ακολουθούν το ερευνητικό πλαίσιο των Pedaste et al. (2015), και βασίζονται στη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, που ανέπτυξαν οι Zoupidis et al. (2016) για την πλεύση/βύθιση (Π/Β). Το εν λόγω περιεχόμενο επιλέχθηκε διότι είναι ένα σημαντικό θέμα στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) (Kariotoglou & Psillos, 2019), καθώς θεμελιώνει βασικές επιστημονικές έννοιες και τις συνδέει με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών/μαθητριών (Schwichow & Zoupidis, 2024).

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει τα χαρακτηριστικά μιας συμπεριληπτικής σειράς διερευνητικών δραστηριοτήτων και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης της ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα των φοιτητών/φοιτητριών που συμμετείχαν σε αυτή.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση (ΚΣΜ)

Η Συμπεριληπτική Εκπαίδευση ορίζεται ως μία διαδικασία που αποσκοπεί στην αύξηση της συμμετοχής των μαθητών/μαθητριών και στη μείωση των εμποδίων που συναντούν στη συμμετοχή τους στη διαδικασία της μάθησης (Florian & Beaton, 2018), εξασφαλίζοντας πρόσβαση στην εκπαίδευση και τη δια βίου μάθηση για όλους/όλες (SDG4). Ο ΚΣΜ, περιγράφεται ως «ένα πλαίσιο που στοχεύει στη βελτίωση και βελτιστοποίηση της διαδικασίας της μάθησης για όλους και όλες, βασισμένο σε επιστημονικές γνώσεις σχετικά με τον τρόπο που οι άνθρωποι μαθαίνουν» (Meyer et al., 2014, σ. 3). Επιδιώκει να υποστηρίξει τη διαφορετικότητα όλων των μαθητών/μαθητριών με έναν οργανωμένο και βασισμένο στην έρευνα τρόπο (CAST, 2018).

Διερευνητική Μάθηση

Η διερευνητική μάθηση επιτρέπει τους/τις μαθητές/μαθήτριες να έρθουν σε επαφή με επιστημονικές έννοιες και φαινόμενα, να διατυπώσουν υποθέσεις και ερωτήματα και να τα εξερευνήσουν κριτικά, μέσω μίας ενεργής και ουσιαστικής εμπειρίας (Pedaste et al., 2015). Παρότι πολλά μοντέλα διερεύνησης έχουν προταθεί, οι Pedaste et al. (2015) πρότειναν ένα πλαίσιο που περιλαμβάνει πέντε φάσεις (Πίνακας 1), οι οποίες κατά τους συγγραφείς συμπυκνώνουν τις φάσεις της διερεύνησης από τη πλειονότητα των μοντέλων που έχουν προταθεί στη βιβλιογραφία.

Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR)

Η επαυξημένη πραγματικότητα είναι μία τεχνολογία που επιτρέπει τη σύνδεση ψηφιακού περιεχομένου με τον φυσικό κόσμο, προβάλλοντας το σε πραγματικό χρόνο μέσω τοποθεσιών ή εικόνων (Azuma, 1997). Τα οφέλη της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία περιλαμβάνουν την αύξηση της συμμετοχής και του ενδιαφέροντος των μαθητών/μαθητριών, ενώ προάγει τη βιωματική και συνεργατική μάθηση (Alzahrani, 2020). Επιπλέον, έχουν αναδειχθεί οι δυνατότητες που προσφέρει ως φορέας πολυτροπικότητας στην ενίσχυση και διαμόρφωση κατάλληλα σχεδιασμένων συμπεριληπτικών περιβαλλόντων μάθησης (Sofianidis, 2024).

Πίνακας 1. Οι φάσεις και η περιγραφή του πλαισίου μάθησης μέσω διερεύνησης, όπου προτάθηκαν από τους Pedaste et al. (2015)

Φάση	Περιγραφή
Προσανατολισμός	Εντοπισμός προβλήματος, ερωτήματος ή φαινομένου προς διερεύνηση
Εννοιολόγηση	Διατύπωση υποθέσεων Καθορισμός ερευνητικών ερωτημάτων
Έρευνα	Πειραματισμός ή Εξερεύνηση Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων
Συμπεράσματα	Επιβεβαίωση ή απόρριψη υποθέσεων
Συζήτηση	Επικοινωνία Αναστοχασμός

Μεθοδολογία

Σκοπός της έρευνας είναι η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των φοιτητών/φοιτητριών ΠΤΔΕ, για την πλεύση/βύθιση, που συμμετείχαν σε μια σειρά συμπεριληπτικών διερευνητικών δραστηριοτήτων. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του εργαστηριακού μέρους ενός εισαγωγικού μαθήματος Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Η διδακτική παρέμβαση διήρκησε 4 ώρες που πραγματοποιήθηκαν σε δύο εβδομαδιαία εργαστηριακά μαθήματα των 2 ωρών.

Συμμετέχοντες/Συμμετέχουσες και Ερευνητικό εργαλείο

Οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες της έρευνας ήταν 74 φοιτητές/φοιτήτριες Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης (82,4% γυναίκες, 17,6% άνδρες), οι οποίοι φοιτούσαν στο 1^ο έτος σπουδών. Οι ερευνητές βασίστηκαν στο ανοικτού τύπου ερωτηματολόγιο που προτάθηκε από τους Ζουρίδης et al. (2016), το οποίο προσαρμόστηκε κατάλληλα για τις ανάγκες της έρευνας. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από τρία σύνολα ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής: πριν την παρέμβαση (pre-test), σε ενδιάμεση φάση (mid-test) και μετά την παρέμβαση (post-test).

Εκπαιδευτικός Σχεδιασμός

Η σειρά δραστηριοτήτων αποτελείται από τέσσερις κύκλους διερεύνησης, περιλαμβάνοντας τα εξής ερωτήματα:

1. Ποιες μεταβλητές επηρεάζουν την πλεύση και τη βύθιση;
2. Πώς μπορεί η πυκνότητα ενός υλικού να σχετίζεται με την πλεύση και τη βύθιση;
3. Πώς μπορεί η πυκνότητα να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει την πλεύση και τη βύθιση;
4. Πώς μπορεί ένα υλικό που βυθίζεται να επιπλέει;

Οι φοιτητές/φοιτήτριες εργάζονται σε ομάδες, χρησιμοποιώντας ένα φύλλο εργασίας, εμπλουτισμένο με AR, το οποίο τους καθοδηγεί στη διαδικασία της διερεύνησης.

Σχετικά με το πρώτο ερώτημα: «Ποιες μεταβλητές επηρεάζουν την πλεύση και τη βύθιση;» η δραστηριότητα ξεκινά με αναφορά σε μια ανθρωπιστική τραγωδία που συνέβη στην Ελλάδα. Ένα περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας προβάλλει ένα απόσπασμα τηλεοπτικού δελτίου ειδήσεων που περιγράφει το ναυάγιο ενός πλοίου που μετέφερε πρόσφυγες κοντά στην Πύλο. Το βίντεο ολοκληρώνεται με ερωτήσεις σχετικά με τις πληροφορίες που παρουσιάζει η δημοσιογράφος (σχήμα, υλικό, βάρος του πλοίου) και προτρέπει τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να συζητήσουν τους πιθανούς λόγους του ναυαγίου. Στη συνέχεια, ζητείται από τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να σαρώσουν μια εικόνα, να χρησιμοποιήσουν τη διαδραστική προσομοίωση PhET για τη βύθιση και την πλεύση και να δοκιμάσουν να σύρουν αντικείμενα μέσα στο νερό (Φάση: Προσανατολισμός).

Στη συνέχεια, οι φοιτητές/φοιτήτριες περνούν στη φάση της εννοιολόγησης, όπου συζητούν στις ομάδες τους και καταγράφουν τις μεταβλητές που πιστεύουν ότι επηρεάζουν τη βύθιση και την πλεύση. Ακολούθως, οι φοιτητές/φοιτήτριες σχεδιάζουν και υλοποιούν πειράματα στις ομάδες τους, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και εξάγουν συμπεράσματα για κάθε μεταβλητή ξεχωριστά (Φάση: Διερεύνηση). Αφού εξετάσουν όλες τις μεταβλητές, επανεξετάζουν τις αρχικές τους υποθέσεις και εξάγουν τελικά συμπεράσματα βάσει των πειραμάτων τους. Για να επιβεβαιώσουν τα συμπεράσματά τους, συμμετέχουν σε ένα κουίζ Kahoot σε περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας. Τέλος, μια συζήτηση με όλη την τάξη υπό την καθοδήγηση του διδάσκοντα αναδεικνύει πως το υλικό είναι η μοναδική μεταβλητή που επηρεάζει το φαινόμενο (Φάση: Συμπεράσματα).

Σχετικά με το δεύτερο ερώτημα: «*Πώς μπορεί η πυκνότητα ενός υλικού να σχετίζεται με την πλεύση και τη βύθιση;*» οι φοιτητές/φοιτήτριες σαρώνουν κύβους από σίδηρο, ξύλο και μάρμαρο χρησιμοποιώντας εικόνες (trigger images), οι οποίες προβάλλουν ένα μοντέλο πυκνότητας γνωστό ως «τελείες μέσα σε ένα κουτί» (“dots-in-a-box”), όπως προτάθηκε αρχικά από τους Smith et al. (1992) (Φάση: Προσανατολισμός). Οι φοιτητές/φοιτήτριες συζητούν το μοντέλο και την αναπαράστασή του μέσα στις ομάδες τους και στη συνέχεια μοιράζονται τις ιδέες τους με ολόκληρη την τάξη (Φάση: Εννοιολόγηση). Μετά από μια συζήτηση υπό την καθοδήγηση του διδάσκοντα, οι φοιτητές/φοιτήτριες περιγράφουν και ορίζουν την έννοια της πυκνότητας. Περνώντας στη φάση της διερεύνησης, οι φοιτητές/φοιτήτριες, μέσα στις ομάδες τους, συγκρίνουν το μοντέλο των κύβων με το μοντέλο ενός υποθετικού κύβου νερού, κατηγοριοποιούν τους κύβους και συνδέουν την πυκνότητα με τα φαινόμενα της πλεύσης και της βύθισης. Τέλος, συζητούν τις ερμηνείες τους σε μια συζήτηση με όλη την τάξη και καταλήγουν σε συμπεράσματα.

Σχετικά με το τρίτο ερώτημα: «*Πώς μπορεί η πυκνότητα να χρησιμοποιηθεί για να προβλέψει την πλεύση και τη βύθιση;*» δίνονται δύο κύβοι από άγνωστα υλικά, οι οποίοι ενεργοποιούνται με εικόνες (trigger images). Το μοντέλο της πυκνότητας προβάλλεται πάνω σε αυτούς τους δύο κύβους, ενώ το μοντέλο πυκνότητας για το νερό προβάλλεται πάνω σε έναν υποθετικό κύβο στο φύλλο εργασίας με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Βάσει του μοντέλου, οι φοιτητές/φοιτήτριες προβλέπουν ποιος κύβος θα επιπλέει και ποιος θα βυθιστεί. Στη συνέχεια, σχεδιάζουν και πραγματοποιούν ένα πείραμα για να ελέγξουν τις προβλέψεις τους, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και εξάγουν συμπεράσματα. Επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματά τους μέσω ενός κουίζ Kahoot με επαυξημένη πραγματικότητα και συζητούν τα ευρήματά τους με ολόκληρη την τάξη.

Σχετικά με το τέταρτο ερώτημα «*Πώς μπορεί ένα υλικό που βυθίζεται να επιπλέει;*» ένα βίντεο με επαυξημένη πραγματικότητα παρουσιάζει ένα πλοίο που επιπλέει στην ανοιχτή θάλασσα παρά τις αντίξοες καιρικές συνθήκες. Ο/Η διδάσκων/διδάσκουσα τοποθετεί ένα πραγματικό μοντέλο πλοίου από σίδηρο μέσα σε μια δεξαμενή νερού. Στη συνέχεια, ζητά από τους φοιτητές και τις φοιτήτριες να σκεφτούν πώς ένα αντικείμενο κατασκευασμένο από υλικό που συνήθως βυθίζεται μπορεί να επιπλέει, και τους/τις αφήνει να το συζητήσουν στις ομάδες τους και να καταγράψουν τις απόψεις τους στο φύλλο εργασίας. Οι φοιτητές/φοιτήτριες προτείνουν ότι το υλικό του πλοίου δεν είναι συμπαγές και περιλαμβάνει κοιλότητες γεμάτες με αέρα. Ο/Η διδάσκων/διδάσκουσα προτείνει τη χρήση πλαστελίνης ως εύκαμπτου υλικού που βυθίζεται όταν είναι συμπαγές, προκειμένου να ξεπεραστούν οι πρακτικές δυσκολίες πειραματισμού με σίδηρο. Οι φοιτητές/φοιτήτριες σχεδιάζουν και πραγματοποιούν το πείραμα, ερμηνεύουν τα αποτελέσματα και εξάγουν συμπεράσματα. Σε περίπτωση αποτυχίας, ο/η διδάσκων/διδάσκουσα τονίζει την ανάγκη να μεγιστοποιηθεί ο όγκος του αντικειμένου. Βάσει αυτής της συζήτησης, εισάγει την έννοια της μέσης πυκνότητας σε αντικείμενα που δεν είναι συμπαγή.

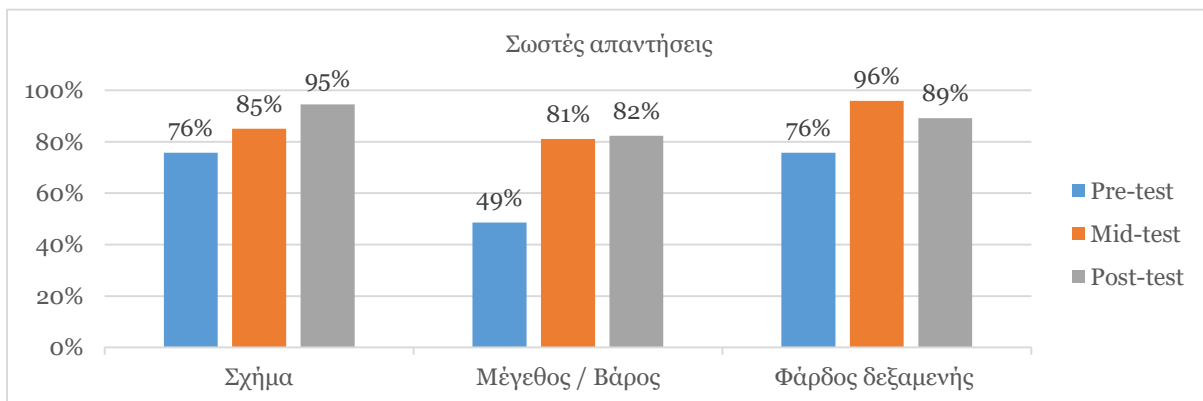
Οι διερευνητικές δραστηριότητες σχεδιάστηκαν με βάση τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη μάθηση (CAST, 2018), με στόχο να ανταποκριθούν στις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες των φοιτητών/φοιτητριών, αξιοποιώντας τις τρεις αρχές (Meyer et al., 2014):

- I. Παροχή πολλαπλών μέσων Συμμετοχής: Στοχεύοντας στην κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των φοιτητών/φοιτητριών και στη σύνδεση των εμπειριών τους, επιλέχθηκε η ανάλυση βίντεο ειδήσεων για τις αιτίες βύθισης του ναυαγίου στην Πύλο, συνδέοντας την Π/Β με κοινωνικά φαινόμενα. Ο πειραματισμός, τόσο μέσω προσομοίωσης όσο και με φυσικά αντικείμενα που επιπλέουν/βυθίζονται, σε συνδυασμό με ομαδικές συζητήσεις και προβλέψεις, επιδίωκε την ενεργή συμμετοχή, την ανταλλαγή απόψεων και επιχειρημάτων.
- II. Παροχή πολλαπλών μέσων Αναπαράστασης: Η χρήση AR για την προβολή μοντέλων πυκνότητας, καθώς και τα μοντέλα σιδερένιου καραβιού και πλαστελίνης για την κατανόηση της μέσης πυκνότητας, στόχευε στην παροχή οπτικών και πολυαισθητηριακών αναπαραστάσεων. Το Φύλλο Εργασίας προσέφερε ακουστική περιγραφή των γραπτών οδηγιών, ενώ διασφαλίστηκε ότι όλες οι πληροφορίες δίνονταν με οπτικό, ακουστικό και γραπτό τρόπο.
- III. Παροχή πολλαπλών μέσων Δράσης και Έκφρασης: Η πρόβλεψη της συμπεριφοράς άγνωστων υλικών και ο πειραματισμός με τη χρήση AR και φυσικών αντικειμένων αποσκοπούσαν στην ανάπτυξη πολλαπλών στρατηγικών σκέψης. Επιπλέον, δόθηκαν ευκαιρίες έκφρασης μέσω συζήτησης, γραπτού λόγου ή σχεδίασης και επίδειξης πειραμάτων, παρέχοντας έτσι τη δυνατότητα επιλογής του τρόπου που ταιριάζει καλύτερα στις ατομικές ανάγκες όλων των μαθητών/μαθητριών.

Αποτελέσματα

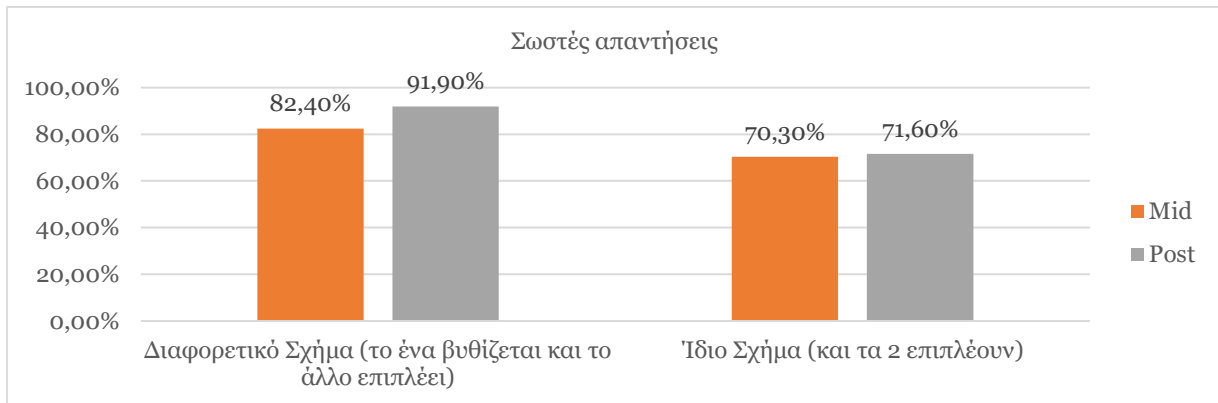
Τα μαθησιακά αποτελέσματα φανερώνουν στατιστικά σημαντική βελτίωση μετά την παρέμβαση στις τρεις πρώτες ερωτήσεις, που αφορούσαν μεταβλητές που συνήθως οι φοιτητές/φοιτήτριες υποστηρίζουν ότι επηρεάζουν την Π/Β (Q1: $z = 3,50, p < ,001$ Q2: $z = 4,26, p < ,001$ Q3: $z = 2,23, p < ,05$). Όπως είναι εμφανές στο Σχήμα 1, κατά τη διάρκεια και μετά την παρέμβαση, πάνω από το 80% απάντησε με επιτυχία ότι το βάρος δεν επηρεάζει την βύθιση/πλεύση. Η πλειονότητα προέβλεψε σωστά τη θέση των αντικειμένων, παρά τις αλλαγές στο σχήμα, το μέγεθος/βάρος ή το φάρδος του δοχείου.

Σχήμα 1. Σωστές απαντήσεις σχετικά με την επίδραση του σχήματος, βάρους και φάρδους δοχείου στο φαινόμενο της Βύθισης Πλεύσης (πριν, ενδιάμεσα, και μετά την παρέμβαση)



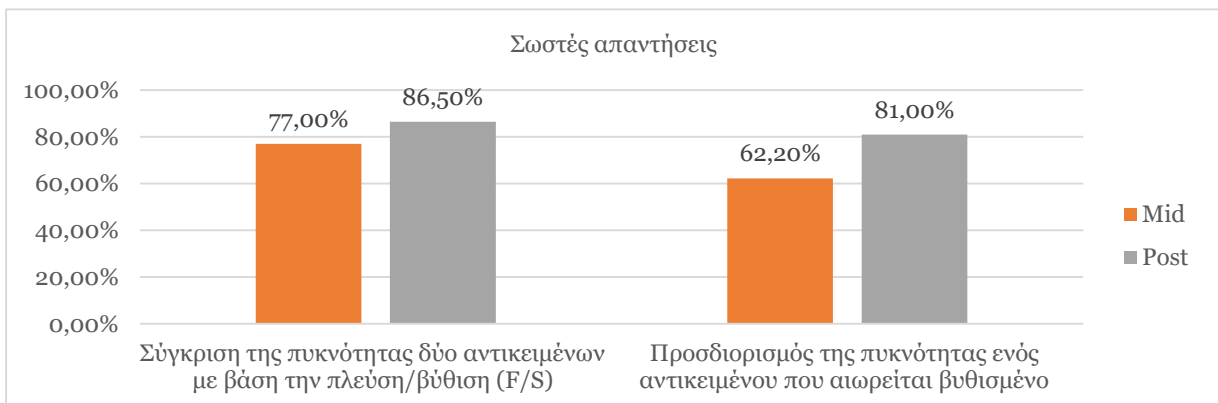
Στο Σχήμα 2 φαίνεται πως μετά την εισαγωγή του μοντέλου της πυκνότητας, πάνω από το 80%, προέβλεψε επιτυχώς ποιο αντικείμενο θα επιπλεύσει και ποιο θα βυθιστεί με βάση τις πληροφορίες που λάμβανε από το μοντέλο της πυκνότητας για τα υλικά των αντικειμένων, και πάνω από το 70% προέβλεψε ακριβώς τη θέση, που τα δύο αντικείμενα θα επιπλεύσουν, χρησιμοποιώντας το μοντέλο της πυκνότητας.

Σχήμα 2. Σωστές απαντήσεις σχετικά με τη χρήση του μοντέλου της πυκνότητας για πρόβλεψη (ενδιάμεσα και μετά την παρέμβαση)



Παρατηρώντας το Σχήμα 3, πάνω από το 85% προέβλεψε με επιτυχία τη σχέση μεταξύ των πυκνοτήτων των δύο αντικειμένων βάσει της συμπεριφοράς τους στη βύθιση/πλεύση. Επιπλέον, πάνω από το 80%, απάντησαν ότι η πυκνότητα ενός αντικειμένου, το οποίο αιωρείται βυθισμένο σε ένα υγρό, είναι ίση με την πυκνότητα του υγρού (Q7: $z = 2,16, p < ,05$).

Σχήμα 3. Σωστές απαντήσεις σχετικά με τη σύνδεση της πυκνότητας με την πλεύση/βύθιση



Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η πλειονότητα των φοιτητών/φοιτητριών ήταν σε θέση να απορρίψουν μεταβλητές που δεν σχετίζονται με την Π/Β, όπως το σχήμα, το βάρος του αντικειμένου και το φάρδος του δοχείου, οι οποίες αποτελούν κοινές εναλλακτικές αντιλήψεις (Driver et al., 1985). Επιπλέον, κατάφεραν να διατυπώσουν σωστές προβλέψεις για το αν ένα αντικείμενο θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί βάσει της πυκνότητάς του, και αντιστρόφως.

Η αξιοποίηση ενός δομημένου πλαισίου διερεύνησης στις δραστηριότητες συνέβαλε στη διευκόλυνση της συμμετοχής τους, προσφέροντας μία σαφή διαδικασία, ελκυστική και εύκολη στην παρακολούθηση (Pedaste et al., 2015). Στο πλαίσιο αυτό, η ενσωμάτωση πειραματικών δραστηριοτήτων τύπου hands-on συμβάλλει στη σύνδεση των φυσικών φαινομένων με επιστημονικές έννοιες, ενώ ο συνδυασμός hands-on και εικονικών (virtual) προσεγγίσεων μπορεί να ενισχύσει περαιτέρω τη μαθησιακή διαδικασία. Όπως επισημαίνεται από τους Schwichow και Zoupidis (2024), προηγούμενες μελέτες (π.χ. Smith et al., 1992; Zoupidis et al., 2016) έχουν δείξει ότι τέτοιοι συνδυασμοί διδακτικών στρατηγικών μπορούν να οδηγήσουν σε βαθύτερη κατανόηση φαινομένων, όπως η πλεύση/βύθιση.

Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν το επιχείρημα ότι μαθησιακά περιβάλλοντα στις ΦΕ, σχεδιασμένα με βάση ένα συμπεριληπτικό πλαίσιο, όπως του Καθολικού Σχεδιασμού για τη μάθηση μπορούν να ανταποκριθούν στις διαφορετικές μαθησιακές ανάγκες και να οδηγήσουν σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για τους/τις μαθητούμενους/μαθητευόμενες.

Βιβλιογραφία

- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in e-learning contexts. *Applied Sciences*, 10(16), 5660. <https://doi.org/10.3390/app10165660>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Center for Applied Special Technology (CAST) (2018). *Universal design for learning guidelines* (Έκδ. 2.2). <https://udlguidelines.cast.org/>
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Επιμ.). (1985). *Children's ideas in science*. Open University Press. ISBN 9780335150403
- Florian, L., & Beaton, M. (2018). Inclusive pedagogy in action: getting it right for every child. *International Journal of Inclusive Education*, 22(8), 870–884. <https://doi.org/10.1080/13603116.2017.1412513>
- Kariotoglou, P., & Psillos, D. (2019). Teaching and learning pressure and fluids. *Fluids*, 4(4), 194. <https://doi.org/10.3390/fluids4040194>
- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. T. (2014). *Universal design for learning: Theory and practice*. CAST Professional Publishing. ISBN: 978-0989867405
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia Z. C., & 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>
- Schwichow, M., & Zoupidis, A. (2024). Teaching and learning floating and sinking: A meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(2), 487–516. <https://doi.org/10.1002/tea.21909>
- Smith, C., Snir, J., & Grosslight, L. (1992). Using conceptual models to facilitate conceptual change: The case of weight-density differentiation. *Cognition and Instruction*, 9(3), 221-283. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0903_3
- Sofianidis, A., Skraparlis, C., & Stylianidou, N. (2024). Combining inquiry, universal design for learning, alternate reality games and augmented reality technologies in science education: The IB-ARGI approach and the case of Magnetman. *Journal of Science Education and Technology*, 33, 1-26. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10135-7>
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2009). *Policy guidelines on inclusion in education*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000177849>
- Zoupidis, A., Spyrtou, A., Malandrakis, G., & Kariotoglou, P. (2016). The evolutionary refinement process of a teaching-learning sequence for introducing inquiry aspects and density as materials' property in floating/sinking phenomena. Στο D. Psillos, P. Kariotoglou (Επιμ.) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*, σσ. 167-199. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_8