

ΤΟΜΟΣ ΣΥΝΟΨΕΩΝ

6^ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ Νέων

ερευνητών και ερευνητριών

στη διδακτική
των φυσικών επιστημών
και νέων τεχνολογιών
στην εκπαίδευση

27-29
ΜΑΡΤΙΟΥ

Ramada
by Wyndham
Athens
Attica Riviera



Λεωφ. Ποσειδώνος 55-57, 190 05, Νέα Μάκρη

1



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικών και Καποδιστριακών
Πανεπιστήμιων Αθηνών



ENEΦET
Ένωση για την Εκπαίδευση στις
Φυσικές Επιστήμες & την Τεχνολογία

Στεφανίδου Κ., Μαρώση Ν., Μπόικος Η. (2026), Τόμος Συνόψεων του 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών/τριών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Νέα Μάκρη Αττικής, 27-29 Μαρτίου 2026 https://synedrio2026.enepnet.gr/wp-content/uploads/2026/03/book_of_abstracts.pdf

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ	5
ΟΜΑΔΑ Α	13
Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Σχετικά με τη Μελλοντοστραφή Σκέψη στη Διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής.....	14
Ο Ρόλος των podcast στην Επικοινωνία της Φύσης της Επιστήμης.....	19
Η Κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου ως Προβλεπτικός Παράγοντας για την Εννοιολογική Ολοκλήρωση των Μηχανισμών της Εξέλιξης: Μια Εμπειρική Μελέτη	25
Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας σειράς Συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων για την Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών για μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού .	30
Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης για την Επαγγελματική Ανάπτυξη εν ενεργεία Εκπαιδευτικών ΦΕ στην Διδασκαλία της Μελλοντοστραφούς Σκέψης	35
Διερευνώντας Αντιλήψεις Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για τη Συμπεριληπτική Διερευνητική Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	40
Εκπαίδευση Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για την Ενίσχυση της Επιστημονικής Ταυτότητας Κοριτσιών μέσω Κοινωνικοεπιστημονικών Ζητημάτων στην Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών	45
Πειραματική Διαδικασία στις Φυσικές Επιστήμες με Χρήση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης. Η Περίπτωση της Διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού	50
Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη διδασκαλία της Φυσικής: απόψεις και διδακτικές παρεμβάσεις στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	55
Ενσωμάτωση Arduino και Generative AI στη Διδασκαλία της Απορρόφησης Φωτός: Σχεδιασμός Πιλοτικής Παρέμβασης για Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς	60
Η συμβολή της προσέγγισης STEAM στην καλλιέργεια της υπολογιστικής και μεταγνωστικής σκέψης στην προσχολική εκπαίδευση	65
Επιστημονικός Γραμματισμός μελλοντικών εκπαιδευτικών: Η περίπτωση κατανόησης των μεθόδων που οδηγούν στην επιστημονική γνώση.....	70
Η Διδασκαλία της Χημείας μέσω Κοινωνικά Ευαίσθητων Ερωτημάτων: Ανάπτυξη Κριτικού Χημικού Γραμματισμού στο Λύκειο	75
ΟΜΑΔΑ Β	81
Πιλοτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Διάδοση της Θερμότητας στο Δημοτικό Σχολείο	87
Ανίχνευση των Εναλλακτικών Αντιλήψεων Μαθητών Γυμνασίου, πάνω σε θέματα Βιοποικιλότητας: Τα πρώτα Αποτελέσματα μιας Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης	92
Επαναληπτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας σχετικά με την Εξέλιξη των Αστέρων στο Λύκειο	97
Από τον Σχεδιασμό στη Διερεύνηση: Μια Συνδυαστική Παρέμβαση στη Διδασκαλία της Θερμότητας και η Επίδρασή της στην Εννοιολογική Κατανόηση, τις Στάσεις και την Αυτό-αποτελεσματικότητα των Μελλοντικών Εκπαιδευτικών	102
Ανάπτυξη Διερευνητικής Διδακτικής Παρέμβασης για τη Διδασκαλία Αρχαιομετρικών Μεθόδων με Βάση τον Καθολικό Σχεδιασμό για τη Μάθηση.....	106

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στην Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία: Αρχικός Εννοιολογικός Προσανατολισμός	111
Σχεδίαση και Εφαρμογή μίας Διδακτικής Παρέμβασης για την Προώθηση της Εννοιολογικής Κατανόησης των Φαινομένων Διαβροχής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση	116
Force Concept Inventory: Μετάφραση και Εγκυροποίηση στην Ελληνική Γλώσσα με Υποβοήθηση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης για Εφαρμογή στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	121
Σχεδιασμός Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου σε αίθουσες διδασκαλίας με τη χρήση Εργαλείων Φυσικού Υπολογισμού	126
Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για την Ερμηνεία Γραφικών Παραστάσεων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Αποτελέσματα Πρώτου Επαναληπτικού Σχεδιασμού	130
Η Διερεύνηση της οικοδόμησης εννοιολογικού πλαισίου για φαινόμενα αστρονομίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσω αφηγηματικών Επιτραπέζιων Παιχνιδιών Ρόλων (TTRPGs).....	135
Διερεύνηση Απόψεων και Πρόθεσης Αξιοποίησης Εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από Εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών	140
POSTER	144
Assessing Training Needs and Curriculum Design for a Master’s Program in Sustainability and Circular Economy for Asian Countries – The CEBCAT Project	145
FEDORAS’ Academy: Εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε STEM αντικείμενα για τον οραματισμό βιώσιμων μελλόντων	146
ENerGISE: Επιμόρφωση εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών για την υποστήριξη της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών/τριών.....	149
Ιστορικά επιστημονικά όργανα στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης: Η περίπτωση του Athens Science Festival 2025	151
STEM-IT: Integrating Satellite Earth Observation and Citizen Science in Teacher Education through Wildfire Monitoring	152

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Ramada by Wyndham Athens Attica Riviera, Λεωφόρος Ποσειδώνος 55-57, 190 05, Νέα Μάκρη, 27
– 29 Μαρτίου 2026

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 27 ΜΑΡΤΙΟΥ 2026

14.00-14.30	Έναρξη – Χαιρετισμοί
14.30 – 16.30	Παράλληλες Συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές)
ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Α. Ζουπίδης & Α. Κοκολάκη Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Γκιόλμας Α. Κοκολάκη Α. Κουμαρά Α. Νιτυράκης Π. Παπαδοπούλου Γ. Πέικος	ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Ευγενία Ποτηριάδου (Επ. Κ. Σκορδούλης) <i>Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη διδασκαλία της Φυσικής: απόψεις και διδακτικές παρεμβάσεις στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση</i> Δημήτρης Κούζας (Επ. Κ. Αθανασίου) <i>Η Κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου ως Προβλεπτικός Παράγοντας για την Ενωσιολογική Ολοκλήρωση των Μηχανισμών της Εξέλιξης: Μια Εμπειρική Μελέτη</i>
ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Μ. Καλογιαννάκης & Αι. Μιχαηλίδη Μέντορες Α. Γαλάνη Α. Ζουρμπάκης Ν. Μαρώση Ε. Μαυρικάκη Α. Σοφιανίδης Δ. Σταύρου Κ. Στεφανίδου	ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Σοφία Φίλη (Επ. Π. Παντίδος & Ι. Σταράκης) <i>Η Διερεύνηση της οικοδόμησης εννοιολογικού πλαισίου για φαινόμενα αστρονομίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσω αφηγηματικών Επιτραπέζιων Παιχνιδιών Ρόλων (TTRPGs).</i> Ελίνα Καραγιαννίδου (Επ. Α. Γκιόλμας) <i>Από τον Σχεδιασμό στη Διερεύνηση: Μια Συνδυαστική Παρέμβαση στη Διδασκαλία της Θερμότητας και η Επίδρασή της στην Αυτό-αποτελεσματικότητα των Μελλοντικών Εκπαιδευτικών</i>
16.30 – 17.00	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ – ΚΑΦΕΣ
17.00 – 19.00	Παράλληλες Συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές & Μεταπτυχιακές εργασίες)
ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Α. Γκιόλμας & Α. Νιτυράκης Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Ζουπίδης Α. Κοκολάκη Α. Κουμαρά Ι. Λεύκος	ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Αναστασία Οικονόμου (Επ. Α. Σοφιανίδης) <i>Διερευνώντας Αντιλήψεις Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για τη Συμπεριληπτική Διερευνητική Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών – Μεταπτυχιακή εργασία</i> Νικόλαος Παπακωνσταντίνου (Επ. Μ. Καλογιαννάκης)

Π. Παπαδοπούλου Γ. Πέικος	<i>Πειραματική Διαδικασία στις Φυσικές Επιστήμες με Χρήση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης. Η Περίπτωση της Διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού – Διδακτορική διατριβή</i>
ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Α. Γαλάνη & Α. Σοφινιάδης Μέντορες Α. Ζουρμπάκης Μ. Καλογιαννάκης Ν. Μαρώση Ε. Μαυρικάκη Αι. Μιχαηλίδη Δ. Σταύρου Κ. Στεφανίδου	ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Νίκος Τουμανίδης (Επ. Α. Γκιόλμας) <i>Σχεδιασμός Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου σε αίθουσες διδασκαλίας με τη χρήση Εργαλείων Φυσικού Υπολογισμού – Διδακτορική διατριβή</i> Μαρία Σταυρούλα Μπελίτσου (Επ. Α. Μολοχίδης) <i>Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στην Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία: Αρχικός Εννοιολογικός Προσανατολισμός – Διδακτορική διατριβή</i>
19.30 – 21.00	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ 1 Κυριάκος Αθανασίου, Ομότιμος Καθηγητής, ΤΕΑΠΗ, ΕΚΠΑ «Διαφορετικότητες στη Φιλοσοφία και Διδακτική Φυσικής και Νέας Βιολογίας: Η STEM διδασκαλία ως πρόκληση για ένα άλλο τρόπο σκέψης».
21.00	ΔΕΙΠΝΟ – ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ

ΣΑΒΒΑΤΟ 28 ΜΑΡΤΙΟΥ 2026

9.00 – 11.00	Παράλληλες Συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές & Μεταπτυχιακές εργασίες)
ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Ι. Λεύκος & Π. Παπαδοπούλου Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Γκιόλμας Α. Ζουπίδης Α. Κοκολάκη Α. Κουμαρά Π. Παπαδοπούλου Γ. Πέικος	ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Ιωάννης Ξυπολιάς (Επ. Αι. Μιχαηλίδη) <i>Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης για την Επαγγελματική Ανάπτυξη εν ενεργεία Εκπαιδευτικών ΦΕ στην Διδασκαλία της Μελλοντοστραφούς Σκέψης – Μεταπτυχιακή εργασία</i> Θεόδωρος Σπασόπουλος (Επ. Μ. Καλογιαννάκης) <i>Ενσωμάτωση Arduino και Generative AI στη Διδασκαλία της Απορρόφησης Φωτός: Σχεδιασμός Πιλοτικής Παρέμβασης για Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς – Διδακτορική διατριβή</i>

<p>ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Μ. Καλογιαννάκης & Ε. Μαυρικάκη Μέντορες Α. Γαλάνη Α. Ζουρμπάκης Ν. Μαρώση Αι. Μιχαηλίδη Α. Σοφιανίδης Δ. Σταύρου Κ. Στεφανίδου</p>	<p>ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Αθηνά Γεωργούση (Επ. Π. Παπαδοπούλου) <i>Ανίχνευση των Εναλλακτικών Αντιλήψεων Μαθητών Γυμνασίου, πάνω σε θέματα Βιοποικιλότητας: Τα πρώτα Αποτελέσματα μιας Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης – Διδακτορική διατριβή</i></p> <p>Κωνσταντίνος Σωφρονίδης (Επ. Α. Ζουπίδης) <i>Force Concept Inventory: Μετάφραση και Εγκυροποίηση στην Ελληνική Γλώσσα με Υποβοήθηση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης για Εφαρμογή στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση – Διδακτορική διατριβή</i></p>
<p>11.00-11.30</p>	<p>ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ - ΚΑΦΕΣ</p>
<p>11.30-13.30</p>	<p>Παράλληλες Συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές & Μεταπτυχιακές εργασίες)</p>
<p>ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Α. Κουμαρά & Γ. Πέικος Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Γκιόλιας Α. Ζουπίδης Α. Κοκολάκη Ι. Λεύκος Α. Νιπυράκης Π. Παπαδοπούλου</p>	<p>ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Σοφία Παναγιωτάκη (Επ. Αι. Μιχαηλίδη) <i>Εκπαίδευση Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για την Ενίσχυση της Επιστημονικής Ταυτότητας Κοριτσιών μέσω Κοινωνικοεπιστημονικών Ζητημάτων στην Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p> <p>Άννα Τέκα (Επ. Κ. Στεφανίδου & Α. Γαλάνη) <i>Επιστημονικός Γραμματισμός μελλοντικών εκπαιδευτικών: Η περίπτωση κατανόησης των μεθόδων που οδηγούν στην επιστημονική γνώση – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p> <p>Μυρτώ Μπερίκου (Επ. Α. Σοφιανίδης) <i>Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας σειράς Συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων για την Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών για μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p>
<p>ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Αι. Μιχαηλίδη & Α. Ζουρμπάκης Μέντορες Α.Γαλάνη Μ.Καλογιαννάκης Ν. Μαρώση Ε. Μαυρικάκη Α. Σοφιανίδης Δ. Σταύρου</p>	<p>ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Ελένη Φιλιπούση (Επ. Ι. Λεύκος) <i>Διερεύνηση Απόψεων και Πρόθεσης Αξιοποίησης Εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από Εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p> <p>Φλώρα Μαντελάκη (Επ. Ε. Πετρίδου) <i>Ανάπτυξη Διερευνητικής Διδακτικής Παρέμβασης για τη Διδασκαλία Αρχαιομετρικών Μεθόδων με Βάση τον</i></p>

<p>Κ. Στεφανίδου</p>	<p><i>Καθολικό Σχεδιασμό για τη Μάθηση – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p> <p>Ατλάσης Χρήστος (Επ. Γ. Τσαπαρλής) <i>Προφίλ μαθητών υψηλής επίδοσης στη Χημεία: ψυχομετρικά και γνωστικά χαρακτηριστικά – Διδακτορική διατριβή</i></p>
<p>13.30 – 14.30</p>	<p>Ελαφρύ γεύμα – Συνεδρία αναρτημένων εργασιών (Poster)</p> <p>Michail Kalogiannakis & Alkinoos Zourmpakis University of Thessaly, Greece <i>Assessing Training Needs and Curriculum Design for a Master’s Program in Sustainability and Circular Economy for Asian Countries – The CEBCAT Project</i></p> <p>Ιωάννα Καλτσά, Γιάννης Ξυπολιάς, Σοφία Παναγιωτάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Αργύρης Νιπυράκης, Γιώργος Πέικος, Αιμιλία Μιχαηλίδη και Δημήτρης Σταύρου Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης <i>FEDORAS’ Academy: Εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε STEM αντικείμενα για τον οραματισμό βιώσιμων μελλόντων</i></p> <p>Σοφία Παναγιωτάκη, Ιωάννα Καλτσά, Γιάννης Ξυπολιάς, Αθανασία Κοκολάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη και Δημήτρης Σταύρου Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης <i>ENerGISE: Επιμόρφωση εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών για την υποστήριξη της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών/τριών</i></p> <p>Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παναγιώτης Λάζος, Βασιλίνα Ψωμά & Κωνσταντίνος Σκορδούλης Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, ΕΚΠΑ <i>INSIGHT Project: Ιδέες για την αξιοποίηση των ιστορικών επιστημονικών οργάνων στην εκπαίδευση</i></p> <p>Myrto Koutra-Iliopoulou¹, Xana Sá-Pinto², Evangelia Mavrikaki¹, Nausica Kapsala¹, Athina Karatza ¹,Antonio García Jiménez³, Eirini Chatzara¹, Tania Jenkins⁴, Rita Ponce⁵, Apostolia (Lia) Galani¹, Héloïse D. Dufour⁶ ¹ National and Kapodistrian University of Athens</p>

	<p>2 CIDTFF, Department of Education and Psychology, University of Aveiro 3 Rey Juan Carlos University 4 University of Geneva Cosie-science 5 Polytechnic Institute of Setúbal, School of Education 6 Cercle FSER</p> <p><i>The Implementation of the Citizen Science Project “Schools against Fake News for a Cooler Future (SchoolFaN)” in Greece</i></p> <p>Eirini Chatzara, Athina Karatza, Evangelia Mavrikaki, Apostolia (Lia) Galani National and Kapodistrian University of Athens, Greece</p> <p>STEM-IT: Integrating Satellite Earth Observation and Citizen Science in Teacher Education through Wildfire Monitoring</p>
14.30 – 16.30	<p>Workshop ακαδημαϊκής γραφής Νέλλη Μαρώση, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΕΚΠΑ</p> <p>«Από τα δεδομένα στο άρθρο: Τόσο κοντά κι όμως τόσο μακριά»</p>
16.30 – 18.30	<p>Παράλληλες Συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές & Μεταπτυχιακές εργασίες)</p>
<p>ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Π. Παπαδοπούλου & Α. Κουμαρά</p> <p>Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Γκιόλμας Α. Ζουπίδης Α. Κοκολάκη Ι. Λεύκος Α. Νιπυράκης Γ. Πέικος</p>	<p>ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Κωνσταντίνα Τσίπρα (Επ.Μ.Καλογιαννάκης)</p> <p><i>Η Διδασκαλία της Χημείας μέσω Κοινωνικά Ευαίσθητων Ερωτημάτων: Ανάπτυξη Κριτικού Χημικού Γραμματισμού στο Λύκειο – Διδακτορική διατριβή</i></p> <p>Ειρήνη Κατσιφή (Επ.Κ.Στεφανίδου & Ε.Μαυρικάκη)</p> <p><i>Ο Ρόλος των podcast στην Επικοινωνία της Φύσης της Επιστήμης – Μεταπτυχιακή εργασία</i></p>
<p>ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Δ. Σταύρου, Κ. Στεφανίδου</p> <p>Μέντορες Α. Γαλάνη Β. Γκάγκας Α. Ζουρμπάκης Μ. Καλογιαννάκης Ε. Μαυρικάκη Αι. Μιχαηλίδη Α. Σοφιανίδης</p>	<p>ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Μαριλένα Βαλκάνου (Επ. Α. Ζουπίδης)</p> <p><i>Πιλοτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Διάδοση της Θερμότητας στο Δημοτικό Σχολείο – Διδακτορική διατριβή</i></p> <p>Μαρία Ιωαννίδου (Επ. Α. Μολοχίδης)</p> <p><i>Επαναληπτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας σχετικά με την Εξέλιξη των Αστέρων στο Λύκειο – Διδακτορική διατριβή</i></p>
18.30-19.00	<p>ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ – ΚΑΦΕΣ</p>

19.00 – 21.00	ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΟΜΙΛΙΑ 2 Κρυσταλλία Χαλκιά, Ομότιμη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ «Ταξίδι στην άκρη της νύχτας Η ελευθερία της μέτρησης και η πειθαρχία της διαίσθησης»
21.00	ΔΕΙΠΝΟ – ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ

ΚΥΡΙΑΚΗ 29 ΜΑΡΤΙΟΥ 2026

9.00 – 11.00	Παράλληλες συνεδρίες (Διδακτορικές διατριβές & Μεταπτυχιακές εργασίες)
ΟΜΑΔΑ Α Προεδρείο μεντόρων Α. Γκιόλμας & Π. Παπαδοπούλου Μέντορες Β. Γκάγκας Α. Ζουπίδης Α. Κοκολάκη Α. Κουμαρά Ι. Λεύκος Α. Νιτυράκης Γ. Πέικος	ΟΜΑΔΑ Α (ΑΙΘΟΥΣΑ 1) Κατερίνα Σπεντζούρη (Επ. Γ. Κρητικός & Α. Δημητρακοπούλου) <i>Η συμβολή της προσέγγισης STEAM στην καλλιέργεια της υπολογιστικής και μεταγνωστικής σκέψης στην προσχολική εκπαίδευση – Διδακτορική διατριβή</i> Ιωάννα Καλτσά (Μ. Καλαϊτζιδάκη, Δ. Σταύρου) <i>Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Σχετικά με τη Μελλοντοστραφή Σκέψη στη Διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής – Μεταπτυχιακή εργασία</i>
ΟΜΑΔΑ Β Προεδρείο μεντόρων Α. Σοφιανίδης & Μ. Καλογιαννάκης Μέντορες Α. Γαλάνη Α. Ζουρμπάκης Ν. Μαρώση Ε. Μαυρικάκη Αι. Μιχαηλίδη Δ. Σταύρου Κ. Στεφανίδου	ΟΜΑΔΑ Β (ΑΙΘΟΥΣΑ 2) Λάζαρος Πελέκας (Επ. Ε. Χατζηκρανιώτης – Η. Κολιάκου) <i>Σχεδίαση και Εφαρμογή μίας Διδακτικής Παρέμβασης για την Προώθηση της Εννοιολογικής Κατανόησης των Φαινομένων Διαβροχής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση – Διδακτορική διατριβή</i> Μαρίνα Τσαουσίδη (Επ. Α. Μολοχίδης) <i>Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για την Ερμηνεία Γραφικών Παραστάσεων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Αποτελέσματα Πρώτου Επαναληπτικού Σχεδιασμού – Διδακτορική διατριβή</i>
11.00 – 12.00	ΔΙΑΛΕΙΜΜΑ – ΚΑΦΕΣ
11.30 – 12.30	Αξιολόγηση – Λήξη εργασιών του Συνεδρίου

ΟΜΑΔΑ Α

Μέντορες ΟΜΑΔΑΣ Α

1. Βασίλης Γκάγκας, Διδάκτορας, ΑΠΘ
2. Αριστοτέλης (Τέλης) Γκιόλμας, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΔΕ, ΑΠΘ
3. Αναστάσιος Ζουπίδης, Αν. Καθηγητής, ΠΤΔΕ, ΔΠΘ
4. Αθανασία Κοκολάκη, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΠΤΔΕ, ΠΚ
5. Άννα Κουμαρά, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΑΠΘ
6. Ιωάννης Λεύκος, ΕΔΙΠ, ΤΕΚΠ, ΠΑΜΑΚ
7. Αργύρης Νιτυράκης, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΠΤΔΕ, ΠΚ
8. Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Αφ. Καθηγήτρια, ΠΤΝ, ΠΔΜ
9. Γιώργος Πέικος, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΠΤΔΕ, ΠΚ

Συμμετέχοντες ΟΜΑΔΑΣ Α

1. Ιωάννα Καλτσά (Επ. Αι. Μιχαηλίδη, Μ. Καλαϊτζιδάκη, Δ. Σταύρου)
2. Ειρήνη Κατσιφή (Επ. Κ. Στεφανίδου & Ε. Μαυρικάκη)
3. Δημήτρης Κούζας (Επ. Κ. Αθανασίου)
4. Μυρτώ Μπερίκου (Επ. Α. Σοφινίδης)
5. Ιωάννης Ξυπολιάς (Επ. Αι. Μιχαηλίδη)
6. Αναστασία Οικονόμου (Επ. Α. Σοφινίδης)
7. Σοφία Παναγιωτάκη (Επ. Αι. Μιχαηλίδη)
8. Νικόλαος Παπακωνσταντίνου (Επ. Μ. Καλογιαννάκης)
9. Ευγενία Ποτηριάδου (Επ. Κ. Σκορδούλης)
10. Θεόδωρος Σπασόπουλος (Επ. Μ. Καλογιαννάκης)
11. Αικατερίνη Σπεντζούρη (Επ. Γ. Κρητικός & Α. Δημητρακοπούλου)
12. Άννα Τέκα (Επ. Κ. Στεφανίδου & Α. Γαλάνη)
13. Κωνσταντίνα Τσίπρα (Επ. Μ. Καλογιαννάκης)

ΟΜΑΔΑ Β

Μέντορες ΟΜΑΔΑΣ Β

1. Αποστολία (Λία) Γαλάνη, Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
2. Αλκίνοος Ζουρμπάκης, Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, ΠΤΕΑ, ΠΘ
3. Μιχαήλ Καλογιαννάκης, Καθηγητής, ΠΤΕΑ, ΠΘ
4. Νέλλη Μαρώση, Μεταδιδακτορική Ερευνήτρια, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
5. Ευαγγελία Μαυρικάκη, Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ
6. Αιμιλία Μιχαηλίδη, Επίκουρη Καθηγήτρια, ΠΤΔΕ, ΠΚ
7. Άγγελος Σοφινίδης, Επίκουρος Καθηγητής, ΠΤΝ, ΠΔΜ
8. Δημήτρης Σταύρου, Καθηγητής, ΠΤΔΕ, ΠΚ
9. Κωνσταντίνα Στεφανίδου, ΕΔΙΠ, ΠΤΔΕ, ΕΚΠΑ

Συμμετέχοντες ΟΜΑΔΑΣ Β

1. Χρήστος Ατλάσης (Επ. Γ. Τσαπαρλής)

2. Μαριλένα Βαλκάνου (Επ. Α. Ζουπίδης)
3. Αθηνά Γεωργούση (Επ. Π. Παπαδοπούλου)
4. Μαρία Ιωαννίδου (Επ. Α. Μολοχίδης)
5. Ελίνα Καραγιαννίδου (Επ. Α. Γκιόλμας)
6. Φλώρα Μαντελάκη (Επ. Ε. Πετρίδου)
7. Μαρία Σταυρούλα Μπελίτσου (Επ. Α. Μολοχίδης)
8. Λάζαρος Πελέκας (Επ. Ε. Χατζηκρανιώτης – Η. Κολιάκου)
9. Κωνσταντίνος Σωφρονίδης (Επ. Α. Ζουπίδης)
10. Νίκος Τουμανίδης (Επ. Α. Γκιόλμας)
11. Μαρίνα Τσαουσίδη (Επ. Α. Μολοχίδης)
12. Σοφία Φίλη (Επ. Π. Παντίδος & Ι. Σταράκης)
13. Ελένη Φιλιππούση (Επ. Ι. Λεύκος)

ΟΜΑΔΑ Α

Επαγγελματική Ανάπτυξη Εκπαιδευτικών Σχετικά με τη Μελλοντοστραφή Σκέψη στη Διδασκαλία της Κλιματικής Αλλαγής

Ιωάννα Καλτσά¹, Μαριάννα Καλαϊτζιδάκη², Αιμιλία Μιχαηλίδη³, Δημήτρης Σταύρου⁴

¹Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

²Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

³Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

⁴Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
ptdep388@edc.uoc.gr

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή που αντιμετωπίζει η ανθρωπότητα σήμερα, γεγονός που έχει αυξήσει το ερευνητικό ενδιαφέρον για τη διδασκαλία της. Ωστόσο, η πολυπλοκότητα, η διεπιστημονικότητα και η αβεβαιότητα του φαινομένου δημιουργούν προκλήσεις για μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς, οι οποίοι τείνουν να το προσεγγίσουν γραμμικά. Η μελλοντοστραφής εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες, επιχειρεί να ενσωματώσει αυτές τις διαστάσεις, ενισχύοντας τη μελλοντοστραφή σκέψη (future thinking). Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Fedoras' Teacher Academy, η παρούσα έρευνα εξετάζει την επαγγελματική ανάπτυξη 13 εν ενεργεία εκπαιδευτικών Β/βάθμιας κατά τη διαμόρφωση διδασκαλίας για την κλιματική αλλαγή, με μελλοντοστραφή οπτική.

Λέξεις κλειδιά: διδασκαλία για την κλιματική αλλαγή, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών, μελλοντοστραφής σκέψη, προκλήσεις εκπαιδευτικών

Teacher Professional Development in Future-oriented Thinking in the Context of Climate Change Education

Abstract

Climate change education is widely regarded as one of the most significant challenges facing humanity today, a fact that has increasingly attracted research interest in the field of education. However, the complexity, interdisciplinarity, and uncertainty of the phenomenon create challenges for students and teachers, who tend to approach it in linear ways. Future-oriented science education seeks to integrate these concepts, by fostering future thinking. Within the framework of the research programme Fedoras' Teacher Academy, the present study examines the professional development of 13 in-service secondary teachers during the design of teaching practices on climate change, with a future-oriented perspective.

Keywords: climate change education, teacher professional development, future thinking, challenges

Εισαγωγή

Η αύξηση των φαινομένων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με το ενδιαφέρον της κοινωνίας και την προώθηση της αειφορίας από θεσμικούς φορείς (Bianchi et al., 2022), έχει εντείνει την έρευνα γύρω από την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής.

Ωστόσο, η διδασκαλία για την κλιματική αλλαγή συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις, καθώς το φαινόμενο χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα, διεπιστημονικότητα και αβεβαιότητα. Η πολυπλοκότητα λειτουργεί ως εμπόδιο στην κατανόηση της σοβαρότητας του φαινομένου και του ρόλου του ατόμου στην αντιμετώπισή του (Mochizuki & Bryan, 2015), ενώ η αβεβαιότητα συχνά εκλαμβάνεται από μαθητές/τριες και εκπαιδευτικούς ως στοιχείο που πρέπει να εξαλειφθεί (Miani et al., 2025). Παράλληλα, η κλιματική αλλαγή εγείρει ποικίλα κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα. Καθίσταται συνεπώς αναγκαία η ανάπτυξη νέων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, για την αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας και αβεβαιότητας του φαινομένου.

Το 2022, δημιουργήθηκε το ευρωπαϊκό πλαίσιο ικανοτήτων για την αειφορία (GreenComp) (Bianchi et al., 2022). Στην έκθεση του GreenComp, αναδεικνύεται η ανάγκη για την ανάπτυξη ικανοτήτων που σχετίζονται με τον οραματισμό αειφορικών μελλοντικών εκδοχών (envisioning sustainability futures), την ενσωμάτωση των αξιών αειφορίας (embodying sustainability values), την αποδοχή της πολυπλοκότητας στην αειφορία (embracing complexity in sustainability), καθώς και τη δράση για την αειφορία (acting for sustainability) (Bianchi et al., 2022).

Η ικανότητα του οραματισμού μελλοντικών εκδοχών έχει αρχίσει να αξιοποιείται στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Φ.Ε.) στο πλαίσιο της μελλοντοστραφούς εκπαίδευσης στις Φ.Ε. (Future-Oriented Science Education – FOSE), η οποία αποσκοπεί στην ενσωμάτωση των διαστάσεων της πολυπλοκότητας και αβεβαιότητας (Miani et al., 2025). Η προσέγγιση αυτή αντλεί από το πεδίο των «μελετών για τα μέλλοντα» (Futures Studies) (Kuosa, 2011) και ενσωματώνει τις βασικές ικανότητες για την αειφορία που περιγράφει το GreenComp (Laherto et al., 2023a), εστιάζοντας στην ανάπτυξη μελλοντοστραφούς σκέψης (future thinking).

Ωστόσο, η διδασκαλία πολύπλοκων συστημάτων, όπως η κλιματική αλλαγή, συχνά συνοδεύεται από επιστημολογικά εμπόδια, καθώς οι μαθητές τείνουν να τα αντιλαμβάνονται με γραμμικούς και προβλέψιμους όρους και όχι ως δυναμικές ισορροπίες (Jacobson et al., 2017). Για τη μετάβαση από μία ντετερμινιστική αντίληψη των πολύπλοκων συστημάτων, εισάγονται έννοιες όπως «τυχασιότητα», «αβεβαιότητα» παράλληλα με την έννοια των πολύπλοκων συστημάτων (Stavrou & Duit, 2014). Σε αυτό το πλαίσιο, οι Levirini et al., (2019) υποστηρίζουν ότι μία μελλοντοστραφής εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη βαθύτερης και πιο ολοκληρωμένης κατανόησης των σχετικών ζητημάτων, μειώνοντας παράλληλα το άγχος που συνδέεται με τις παγκόσμιες μελλοντικές αβεβαιότητες.

Αντίστοιχες δυσκολίες αντιμετωπίζουν και οι εκπαιδευτικοί, τείνοντας να προσεγγίζουν τα πολύπλοκα συστήματα με γραμμικές περιγραφές (Taube 2024; Miani et al., 2025), αν και η βιβλιογραφία σχετικά με τα ζητήματα αυτά είναι περιορισμένη.

Καθίσταται, επομένως, αναγκαία η διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο αναπτύσσονται επαγγελματικά οι εκπαιδευτικοί, κατά τη διαμόρφωση διδασκαλίας με μελλοντοστραφή οπτική για την κλιματική αλλαγή, καθώς και των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η μελέτη της επαγγελματικής ανάπτυξης εν ενεργεία εκπαιδευτικών σχετικά με την ενσωμάτωση της μελλοντοστραφούς σκέψης στη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής, στο πλαίσιο κοινοτήτων μάθησης. Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Τι προκλήσεις αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί, κατά την ενσωμάτωση της μελλοντοστραφούς σκέψης στη διδασκαλία για την κλιματική αλλαγή;
- Πώς υπερβαίνουν αυτές τις προκλήσεις στο πλαίσιο ενός προγράμματος επαγγελματικής ανάπτυξης που βασίζεται στην εγκαθίδρυση κοινοτήτων μάθησης;

- Ποια χαρακτηριστικά της μελλοντοστραφούς σκέψης ενσωματώνουν οι εκπαιδευτικοί στην διδασκαλία για την κλιματική αλλαγή, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης για την αειφορία;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα διεξάγεται στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος Fedoras' Teacher Academy (Future-Oriented STEAM education for a sustainable world). Το πρόγραμμα έχει τριετή διάρκεια κατά την οποία θα πραγματοποιηθούν δύο κύκλοι επιμόρφωσης εκπαιδευτικών πάνω σε ζητήματα μελλοντοστραφούς εκπαίδευσης στις Φ.Ε. και αξιολόγησης των ικανοτήτων αυτών. Ο πρώτος κύκλος, ο οποίος βρίσκεται αυτή την ακαδημαϊκή χρονιά σε εξέλιξη, διακρίνεται σε δύο φάσεις.

Στη πρώτη φάση (εικόνα 1), διαμορφώθηκε ένα δίκτυο ανοιχτής εκπαίδευσης, που αποτελούνταν από τέσσερις εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Β/βάθμιας εκπαίδευσης (Φ.Ε.), εκπαιδευτικούς συμβούλους, έναν εκπρόσωπο Κ.Ε.Π.Ε.Α., τον κάτοχο της έδρας UNESCO (με αντικείμενο την «έρευνα για τα μέλλοντα») και ερευνητές διδακτικής Φ.Ε.. Τα μέλη του δικτύου συναντήθηκαν διαδικτυακά σε τέσσερις συναντήσεις, οι οποίες οργανώθηκαν κλιμακωτά από εισαγωγή για τον προσανατολισμό ως προς τους πυλώνες του προγράμματος, στο θεωρητικό πλαίσιο των επιστημών για το μέλλον, έως τη συν-διαμόρφωση εκπαιδευτικού υλικού. Το εκπαιδευτικό υλικό που διαμορφώθηκε τον Δεκέμβριο 2025, εφαρμόστηκε πιλοτικά στις τάξεις από τους/τις συμμετέχοντες/ουσες εκπαιδευτικούς, τον Ιανουάριο του 2026 και αποτέλεσε τη βάση για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη δεύτερη φάση.

Στη δεύτερη φάση, προστέθηκαν στο δίκτυο 9 ακόμη εκπαιδευτικοί Β/βάθμιας εκπαίδευσης. Πραγματοποιούνται συναντήσεις, και αναλυτική επισκόπηση του υπάρχοντος διδακτικού υλικού για τη μελλοντοστραφή εκπαίδευση στις ΦΕ. Στη συνέχεια οι εκπαιδευτικοί προχωρούν στη διαμόρφωση εκπαιδευτικού υλικού κατάλληλα προσαρμοσμένου για τους/τις μαθητές/τριες τους, το οποίο θα εφαρμοστεί στις σχολικές τους τάξεις. Η φάση αυτή βρίσκεται σε εξέλιξη.

Βάσει του παραπάνω σχεδιασμού, η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται και στις δύο ανωτέρω φάσεις του προγράμματος.

Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση της πρώτης φάσης του προγράμματος FEDORAS Teacher Academy



Συμμετέχοντες/ουσες της έρευνας είναι οι 13 εν ενεργεία εκπαιδευτικοί Β/βάθμιας εκπαίδευσης και στις δύο φάσεις του προγράμματος.

Εργαλεία συλλογής δεδομένων και ανάλυση δεδομένων

Εργαλεία συλλογής δεδομένων αποτελούν:

1. οι ηχογραφήσεις των συναντήσεων που πραγματοποιούν οι συμμετέχοντες/ουσες εκπαιδευτικοί καθώς και
2. το εκπαιδευτικό υλικό που διαμόρφωσαν οι εκπαιδευτικοί στην πρώτη φάση και αντίστοιχα εκείνο που θα διαμορφώσουν στη δεύτερη φάση.

Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθείται ποιοτική ανάλυση περιεχομένου, με κατηγορίες οι οποίες σε πρώτο χρόνο προκύπτουν από τη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια, η κωδικοποίηση των δεδομένων γίνεται απαγωγικά (abductive), και ως εκ τούτου οι κατηγορίες μετασχηματίζονται ή επεκτείνονται βάσει των δεδομένων.

Πιο συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί της πρώτης φάσης έχουν ήδη διαμορφώσει εκπαιδευτικό υλικό για τη διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής με μελλοντοστραφή οπτική. Το υλικό αυτό αναλύεται ως προς τις βασικές έννοιες της μελλοντοστραφούς οπτικής, οι οποίες με βάση τη βιβλιογραφία είναι, η «πολυπλοκότητα», η «πολυπαραγοντικότητα» και η «διαμόρφωση μελλοντικών σεναρίων». Συγκεκριμένα, εντοπίζεται ο τρόπος ενσωμάτωσης των εννοιών αυτών στο εκπαιδευτικό υλικό καθώς και η συχνότητα εμφάνισής τους, στο πλαίσιο της ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου.

Αρχικά, μέσω της βιβλιογραφίας αποσαφηνίζονται οι συνιστώσες που πλαισιώνουν κάθε μία έννοια. Συγκεκριμένα για την έννοια της «διαμόρφωσης μελλοντικών σεναρίων», εντοπίστηκαν πέντε βασικές συνιστώσες για ανάπτυξη μελλοντοστραφούς σκέψης στο πλαίσιο διδασκαλίας κοινωνικοεπιστημονικών θεμάτων (Jones et al., 2012): 1) κατανόηση της τρέχουσας κατάστασης 2) προσδιορισμός των τάσεων (drivers) με δημιουργία πιθανού σεναρίου (probable) 3) ανάλυση σχετικών drivers με δημιουργία εύλογου σεναρίου (plausible) 4) ανάλυση αξιών, επιθυμιών με διαμόρφωση επιθυμητού σεναρίου 5) σχεδιασμός δράσεων στο παρόν για διαμόρφωση επιθυμητού σεναρίου (backcasting).

Για την έννοια της πολυπλοκότητας, οι συνιστώσες που την αναδεικνύουν αφορούν τη μη γραμμικότητα, την ευαισθησία στις αρχικές συνθήκες, την θετική και αρνητική ανάδραση, την αυτοοργάνωση (self-organization), την ανάδυση (emergence), τα πολλαπλά επίπεδα οργάνωσης και τα οριακά αντικείμενα (boundary objects) (Miani et al., 2025). Αντίστοιχα, η έννοια της πολυπαραγοντικότητας περιγράφει την ύπαρξη πολλών παραγόντων που επηρεάζουν ένα φαινόμενο.

Κατά τη διαδικασία της κατηγοριοποίησης, σε περιπτώσεις αμφισημίας ως προς την ένταξη κωδικών ή τη δημιουργία κατηγοριών, πραγματοποιείται συζήτηση μεταξύ των μελών της ερευνητικής ομάδας, με τη συμβολή πιο έμπειρων ερευνητών, προκειμένου να επιτευχθεί συναίνεση ως προς την τελική ταξινόμηση.

Αποτελέσματα

Καθώς η συλλογή δεδομένων βρίσκεται ακόμα σε εξέλιξη, δεν έχουν διαμορφωθεί ακόμη τελικά αποτελέσματα.

Ωστόσο, η ανάλυση του διδακτικού υλικού των εκπαιδευτικών της πρώτης φάσης αναδεικνύει ότι, ενσωματώνουν βασικές έννοιες της μελλοντοστραφούς οπτικής στη διδασκαλία για την κλιματική αλλαγή, και συγκεκριμένα μετά την κωδικοποίηση προκύπτουν οι κατηγορίες: πολυπλοκότητα, πολυπαραγοντικότητα, διαμόρφωση μελλοντικών σεναρίων, και ανάληψη δράσης. Φαίνεται ότι οι εκπαιδευτικοί της πρώτης φάσης ενσωματώνουν με μεγαλύτερη συχνότητα δραστηριότητες που αφορούν στη διαμόρφωση μελλοντικών σεναρίων και στην ανάληψη δράσης, σε σύγκριση με έννοιες που σχετίζονται με την πολυπλοκότητα και την πολυπαραγοντικότητα του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής. Η δημιουργία των συγκεκριμένων κατηγοριών θα αποτελέσει τη βάση για την καλύτερη διάκριση των κατηγοριών που θα προκύψουν από την ανάλυση των δεδομένων του εκπαιδευτικού υλικού της δεύτερης φάσης.

Αναμένεται ότι, με την ολοκλήρωση της ανάλυσης των επόμενων συνεδριών, θα αποτυπωθούν με μεγαλύτερη σαφήνεια οι τάσεις που αφορούν τον τρόπο ενσωμάτωσης των προαναφερθείσων

εννοιών, καθώς και οι προκλήσεις που αναδύονται μέσα από τις ηχογραφήσεις των συνεδριών. Τα ευρήματα αυτά, θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp—The European sustainability competence framework* (EUR 30955 EN). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Jacobson, M. J., Markauskaite, L., Portolese, A., Kapur, M., Lai, P. K., & Roberts, G. (2017). Designs for learning about climate change as a complex system. *Learning and instruction, 52*, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.03.007>
- Jones, A., Buntting, C., Hipkins, R., McKim, A., Conner, L., & Saunders, K. (2012). Developing students' futures thinking in science education. *Research in Science Education, 42*(4), 687–708. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9214-9>
- Kuosa, T. (2011). Evolution of futures studies. *Futures, 43*(3), 327-336. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2010.04.001>
- Laherto, A., Rasa, T., Miani, L., Levrini, O., & Erduran, S. (2023a). Future-oriented science education building sustainability competences: An approach to the European GreenComp framework. In X. Fazio (Ed.), *Science curriculum for the Anthropocene, Volume 2* (pp. 83–105). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-37391-6_5
- Levrini, O., Tasquier, G., Branchetti, L., & Barelli, E. (2019). Developing future-scaffolding skills through science education. *International Journal of Science Education, 41*(18), 2647-2674. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693080>
- Miani, L., Bitsaki, C., Metaxas, I., Stavrou, D., & Levrini, O. (2025). Embracing Complexity and Uncertainties to Deal with Climate Change Challenges: An Interdisciplinary Module for Preservice Teacher Education: Miani et al. *Science & Education, 1*-36. <https://doi.org/10.1007/s11191-025-00658-9>
- Miani, L., De Zuani Cassina, F., & Levrini, O. (2025). Raising awareness on the complexity of decision-making through climate change education. *Research in Science Education, 55*(4), 873-897. <https://doi.org/10.1007/s11165-025-10266-w>
- Mochizuki, Y., & Bryan, A. (2015). Climate change education in the context of education for sustainable development: Rationale and principles. *Journal of Education for Sustainable Development, 9*(1), 4-26. <https://doi.org/10.1177/0973408215569109>
- Stavrou, D., & Duit, R. (2014). Teaching and learning the interplay between chance and determinism in nonlinear systems. *International Journal of Science Education, 36*(3), 506-530. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.802056>
- Taube, D. (2024). Complexity as a challenge in teaching sustainable development issues: an exploration of teachers' beliefs. *Environmental Education Research, 30*(3), 361-376. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2255393>

Ο Ρόλος των podcast στην Επικοινωνία της Φύσης της Επιστήμης

Ειρήνη Κατσιφή¹, Κωνσταντίνα Στεφανίδου² και Ευαγγελία Μαυρικάκη³

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών
eirinikat@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά την αναπαράσταση της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) στα επιστημονικά podcast. Αξιοποιώντας το μοντέλο της Οικογενειακής Ομοιότητας (FRA) ως θεωρητικό πλαίσιο, πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου σε επεισόδια δημοφιλών επιστημονικών podcast. Στόχος της μελέτης είναι να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνούνται οι διαστάσεις της επιστήμης στο ευρύ κοινό. Τα προκαταρκτικά αποτελέσματα δείχνουν ότι τα podcast δίνουν έμφαση σε στοιχεία της γνωστικό-επιστημικής διάστασης, αναδεικνύοντας τις επιστημονικές πρακτικές και τις μεθοδολογικές αρχές. Παράλληλα, αναδεικνύεται η επιρροή της πολιτικής και κοινωνικής διάστασης στην επιστημονική διαδικασία. Με αυτόν τον τρόπο, τα επιστημονικά podcast συμβάλλουν στην κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας, προβάλλοντας την επιστήμη ως ένα έγκυρο, αλλά ταυτόχρονα δυναμικό και εξελισσόμενο σύστημα παραγωγής γνώσης.

Λέξεις κλειδιά: επικοινωνία της επιστήμης, μοντέλο οικογενειακής ομοιότητας, podcast, φύση της επιστήμης

Exploring the Nature of Science Through Podcasts

Abstract

This paper investigates the representation of the Nature of Science (NOS) in science podcasts. Using the Family Resemblance Approach (FRA) as a theoretical framework, content analysis was conducted on episodes of popular podcast series. The study aims to examine how various facets of science are communicated to the general public. Primary results indicate that podcasts emphasize elements of the cognitive-epistemic system, highlighting scientific practices and methodological principles. Simultaneously, they emphasize political influences within the scientific process. Thus, podcasts contribute to understanding the scientific endeavor, presenting science as a reliable yet evolving system of knowledge production.

Keywords: fra model, nature of science, podcast, science communication

Εισαγωγή

Τα podcast αποτελούν σήμερα ένα διαδεδομένο και εύκολα προσβάσιμο ακουστικό μέσο ενημέρωσης και ψυχαγωγίας, πάνω σε πληθώρα θεμάτων (Yuan κ.ά., 2022). Συγκεκριμένα, τα podcasts με θέμα την επιστήμη, λόγω της προσβασιμότητάς τους και στο άμεσο ύψος τους δύνανται να καταστήσουν σύνθετα επιστημονικά θέματα πιο προσιτά στο ευρύ κοινό (Persohn κ.ά., 2024; Rehman κ.ά., 2024), υποστηρίζοντας την ευρύτερη κατανόηση της επιστημονικής διαδικασίας και γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της ακαδημαϊκής κοινότητας και του κοινού (MacKenzie, 2019; Persohn κ.ά., 2024). Χρησιμοποιώντας διάφορες μεθόδους παρουσίασης και κυρίως μέσω συζητήσεων με ειδικούς πάνω σε τρέχοντα επιστημονικά θέματα και γεγονότα (MacKenzie, 2019; Picardi & Regina, 2008), έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν στο ευρύ κοινό όχι μόνο την

επιστημονική γνώση αλλά να παρουσιάσουν το σύνολο της επιστημονικής διαδικασίας και του πλαισίου μέσα στο οποίο αυτή παράγεται (Persohn & Branson, 2025; Quintana & Heathers, 2021). Κατά συνέπεια, ιδιαίτερη σημασία αποκτά η μελέτη του τρόπου με τον οποίο αναπαριστούν τη Φύση της Επιστήμης (ΦΤΕ), καθώς η κατανόηση των επιστημονικών πρακτικών και της κοινωνικής δομής της επιστήμης συμβάλλει στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης του κοινού στην επιστημονική γνώση (Poer κ.ά., 2025; Weisberg κ.ά., 2021).

Θεωρητικό πλαίσιο

Για τη διερεύνηση της παρουσίας της ΦΤΕ στα επιστημονικά podcasts χρησιμοποιείται το μοντέλο της Οικογενειακής Ομοιότητας (Family Resemblance Approach – FRA) (Erduran & Dagher, 2014; Irzik & Nola, 2011) προσφέροντας μια ολιστική και δυναμική οπτική της ΦΤΕ. Σε αντίθεση με παραδοσιακές προσεγγίσεις που βασίζονται σε στατικές λίστες χαρακτηριστικών, το FRA αντιμετωπίζει την επιστήμη ως ένα σύνολο αλληλεξαρτώμενων συνιστωσών που μοιράζονται κοινά στοιχεία αλλά παρουσιάζουν και ιδιαιτερότητες ανάλογα με το επιστημονικό πεδίο (Erduran & Dagher, 2014). Το μοντέλο οργανώνεται σε δύο αλληλένδετες διαστάσεις: τη γνωστικό-επιστημική, που περιλαμβάνει τις επιστημονικές πρακτικές, τις μεθόδους, τις αξίες και τους σκοπούς και αξίες της επιστήμης, και την κοινωνικο-θεσμική, που αναδεικνύει το ανθρώπινο και οργανωτικό πλαίσιο, όπως τις επαγγελματικές δραστηριότητες, το ήθος, το θεσμικό πλαίσιο και τις πολιτικο-οικονομικές δομές εξουσίας. Οι δύο αυτές διαστάσεις αλληλεπιδρούν και αλληλοεξαρτώνται όπως φαίνεται στην εικόνα (1).



Εικόνα 1. Αναπαράσταση του μοντέλου FRA

Σημείωση. Προσαρμογή από *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories* (σ. 28), από S. Erduran και Z. R. Dagher, 2014, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>. Copyright 2014 από Springer Netherlands

Η χρήση του FRA επιτρέπει την ανίχνευση μιας ευρύτερης εικόνας της επιστήμης στα podcasts, εξετάζοντας όχι μόνο τα αποτελέσματα της έρευνας, αλλά και το πολύπλοκο πλαίσιο μέσα στο οποίο αυτή παράγεται και επικοινωνείται.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση του κατά πόσο τα επιστημονικά podcast ως μέσο επικοινωνίας της επιστήμης ανταποκρίνονται στις δυνατότητες που περιγράφονται στην εισαγωγή.

Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας είναι τα εξής:

E.E.1: Πώς παρουσιάζεται η ΦΤΕ σε επιστημονικά podcast, σύμφωνα με το FRA μοντέλο;

E.E.2: Ποιες διαστάσεις της ΦΤΕ τονίζονται περισσότερο στα επιστημονικά podcast;

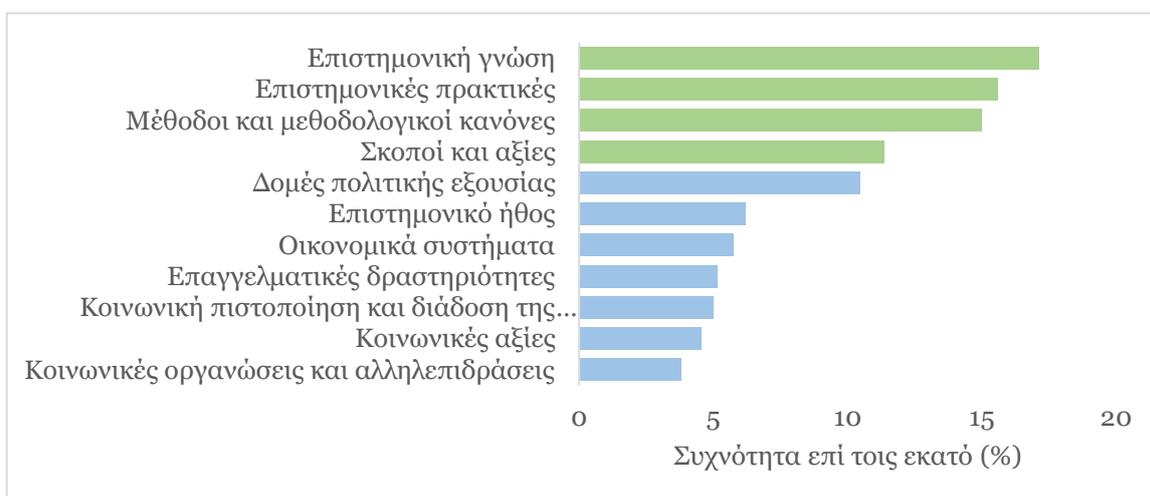
Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποιεί τη μέθοδο της ανάλυσης περιεχομένου (Krippendorff, 2019). Ως εργαλείο ανάλυσης και κωδικοποίησης χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο FRA (Erduran & Dagher, 2014). Συγκεκριμένα, οι επιμέρους κατηγορίες του μοντέλου (π.χ. σκοποί και αξίες, επιστημονικό ήθος, μεθοδολογικοί κανόνες) λειτούργησαν ως οι βασικοί άξονες ανάλυσης, εντός των οποίων

αναπτύχθηκαν συγκεκριμένοι κωδικοί βασισμένοι στη σχετική βιβλιογραφία. Το δείγμα της μελέτης αποτελούν 27 επεισόδια από πέντε επιστημονικά podcast υψηλής δημοτικότητας ([Science Friday](#), [Short Wave](#), [StarTalk](#), [AstronomyCast](#), [Science Vs](#)), τα οποία επιλέχθηκαν με κριτήριο την κατάταξή τους στις παγκόσμιες πλατφόρμες (ListenNotes), και τη θεματολογία τους. Σε πρώτη φάση αναλύθηκαν 14 επεισόδια από τον Ιανουάριο ως το Μάιο του 2025. Τα απομαγνητοφωνημένα κείμενα κωδικοποιήθηκαν σε δύο άξονες: τις Γνωστικό-Επιστημικές και τις Κοινωνικο-Θεσμικές διαστάσεις της επιστήμης. Ως μονάδα ανάλυσης ορίστηκαν τμήματα των επεισοδίων, προτάσεις και φράσεις που μεταφέρουν ένα αυτοτελές μήνυμα σχετικά με τη ΦΤΕ. Η διαδικασία αυτή επέτρεψε τον εντοπισμό και την κατηγοριοποίηση των αναφορών στη ΦΤΕ, αναδεικνύοντας τις διαστάσεις που προβάλλονται εντονότερα στο ευρύ κοινό. Σε δεύτερη φάση θα αναλυθούν 13 επεισόδια από τον Ιούνιο ως τον Δεκέμβριο του 2025.

Αποτελέσματα

Σχήμα 1. Ραβδόγραμμα της επί τοις εκατό συχνότητας εμφάνισης θεματικών στο δείγμα



Η ανάλυση του πρώτου δείγματος παρήγαγε τα εξής αποτελέσματα. Στο παρακάτω γράφημα εξετάζεται η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται η κάθε κατηγορία του FRA στο δείγμα, χρησιμοποιώντας τον αριθμό των κωδικοποιημένων αποσπασμάτων που αντιστοιχούν σε κάθε κατηγορία σε σχέση με τον συνολικό αριθμό των αποσπασμάτων. Οι τέσσερις επικρατέστερες κατηγορίες ανήκουν όλες στις γνωστικο-επιστημικές διαστάσεις. Η κατηγορία με τη μεγαλύτερη εκπροσώπηση είναι η επιστημονική γνώση (17,2%), ακολουθούμενη από τις επιστημονικές πρακτικές (15,6%). Όσον αφορά την αναπαράσταση της κοινωνικο-θεσμικής διάστασης, έμφαση δόθηκε στην πολιτική εξουσία, με ποσοστό 10% επί των κωδικοποιημένων αποσπασμάτων. Οι υπόλοιπες κατηγορίες παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερα ποσοστά εκπροσώπησης.

Όσον αφορά τις θεματικές ενότητες που παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες, οι κωδικοί κατατάσσονται ανά θεματική με βάση την έκταση αναφοράς τους στα επεισόδια που αναλύθηκαν. Η έκταση αυτή εκτιμήθηκε από τον αριθμό των χαρακτήρων των αποσπασμάτων, και η συχνότητα από την ποσοστιαία συμμετοχή κάθε κωδικού στη θεματική του ενότητα (αριθμός χαρακτήρων κωδικού / σύνολο χαρακτήρων θεματικής). Η συγκεκριμένη μέθοδος προτιμήθηκε έναντι της απλής συχνότητας εμφάνισης των κωδικών, καθώς επιτρέπει μια ακριβέστερη ανάλυση των διαστάσεων που αναδείχθηκαν στο δείγμα.

Πίνακας 1. Κωδικοί με τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης ανά θεματική στο δείγμα βάσει της έκτασης αναφοράς τους

FRA Σύστημα	Θεματική	Επικρατέστε-ρος κωδικός ανά θεματική	Σχετική συχνότητα % εμφάνισης κωδικού στη θεματική	Κωδικοποιημένο παράδειγμα
	Επιστημονική γνώση	Δήλωση επιστημονικής γνώσης	56.39%	<i>Radium has a half-life of 1,600 years.</i>
Γνωστικο-Επιστημολογικό Σύστημα	Επιστημονικές πρακτικές	Παρατήρηση/ Συλλογή δεδομένων	22.66%	<i>We were already starting to think through how are we going to observe Apophis</i>
	Μέθοδοι και μεθοδολογικοί κανόνες	Μεθοδολογικοί/ Πειραματικοί περιορισμοί	51.55%	<i>-Just to be clear, you haven't observed them because you don't have the capacity to do so yet. -Yes, our instrumentation just isn't sensitive enough.</i>
	Στόχοι και αξίες	Περιέργεια/ Επιθυμία για γνώση	16.68%	<i>And so once you have stripped away all of your reasons and rationales and justifications, all you're left with is because that's the next place for human beings to go because we're curious and we want to do it and we want to prove it.</i>
Κοινωνικο-Θεσμικό Σύστημα	Δομές πολιτικής εξουσίας	Κυβερνητική επιρροή/ Πολιτικές	77.68%	<i>This time, I think that conversation is changed because so many more scientists are being directly affected by the policies and the priorities of the Trump administration.</i>
	Επιστημονικό ήθος/κανόνες	Υπεράσπιση δικαιωμάτων	25.99%	<i>They're in the streets protesting, calling their representatives, doing more outreach with the public to get across the importance of science.</i>
	Χρηματοοικονομικά Συστήματα	Περιορισμοί/ Προτεραιότητες Χρηματοδότησης	64.70%	<i>Grants funded by the National Science Foundation this year are less than half of what they have been in previous years, its lowest funding level in decades.</i>
	Επαγγελματικές Δραστηριότητες	Επικοινωνία/ Διάχυση	46.32%	<i>...they would have programs at night, which we still do, and speakers would come in and give lectures on modern astrophysics.</i>
	Κοινωνική Πιστοποίηση και Διάχυση Επιστημονικής Γνώσης	Αξιολόγηση από ομοτίμους (peer review)	43.52%	<i>From what I can tell, there's a general consensus that the strength of the evidence did not warrant the kind of enthusiasm that surrounded it. And already, there's been more than one reanalysis of the data put out there.</i>
	Κοινωνικές Αξίες της Επιστήμης	Κοινωνική ωφέλεια/ Αντιμέτωπιση ανθρωπίνων αναγκών	52.25%	<i>...how the physics of fluids can help crowd control.</i>
	Κοινωνικές Οργανώσεις και Αλληλεπιδράσεις	Αλληλεπιδράσεις μεταξύ επιστημόνων/ συνεργατών	42.56%	<i>No, as a scientist, I would compare notes. Yeah. And I would do things. There's certain Things that should be common between us, even if we don't otherwise speak the same language.</i>

Συζήτηση

Σύμφωνα με τα πρωταρχικά αποτελέσματα η πλειονότητα του περιεχομένου εστιάζει στην γνωστικο-επιστημολογική διάσταση, με κυρίαρχες κατηγορίες την επιστημονική γνώση και τις πρακτικές, γεγονός που συνάδει με την παραδοσιακή εικόνα της επιστήμης ως συστήματος παραγωγής δεδομένων (Erduran & Dagher, 2014). Ωστόσο, η σημαντική ανάδειξη των δομών πολιτικής εξουσίας στη κοινωνικο-θεσμική διάσταση υποδηλώνει μια τάση του μέσου να παρουσιάζει το ευρύτερο κοινωνικό-πολιτικό πλαίσιο της επιστήμης (Scheufele, 2014) ενισχύοντας τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη του κοινού (Zimmermann κ.ά., 2024). Επισημαίνονται, βέβαια, ορισμένοι περιορισμοί της παρούσας μελέτης. Τα αποτελέσματα είναι προκαταρκτικά και βασίζονται σε ένα μικρό δείγμα επεισοδίων εντός του πρώτου εξαμήνου του 2025, όπου οι αναλυόμενες εκπομπές παράγονται όλες στις ΗΠΑ και επηρεάζονται έντονα από τα πολιτικά δρόμενα της χώρας γεγονός που καθιστά δύσκολη τη γενίκευσή τους σε όλο το εύρος των επιστημονικών podcasts.

Βιβλιογραφία

- deGrasse Tyson, N. (Host). (2009-σήμερα). *StarTalk* [Broadcast]. StarTalk Media. Ανακτήθηκε <https://startalkmedia.com/category/startalk-radio/>
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories* (τ. 43). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9057-4>
- Flatow, I., & Lichtman, F. (2004-σήμερα). (). *Science Friday* [Broadcast]. Science Friday Initiative. Ανακτήθηκε <https://www.sciencefriday.com>
- Gay, P., & Cain, F. (Hosts). (2006-σήμερα). *AstronomyCast* [Broadcast]. AstronomyCast. www.astronomycast.com
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7–8), 591–607. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4>
- Krippendorff, K. (2019). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Kwong, E., & Barber, R. (Hosts). (2019-σήμερα). *Short Wave* [Broadcast]. National Public Radio. <https://www.npr.org/podcasts/510351/short-wave>
- MacKenzie, L. (2019). Science Podcasts: Analysis of Global Production and Output From 2004 to 2018. *Royal Society Open Science*, 6(1). <https://doi.org/10.1098/rsos.180932>
- Persohn, L., & Branson, S. (2025). Scholarly Podcasting for Research Dissemination: A Scoping Review. *Sage Open*, 15(1), 21582440241311694. <https://doi.org/10.1177/21582440241311694>
- Persohn, L., Letourneau, R., Abell-Selby, E., Boczar, J., Symulevich, A., Szempruch, J., Torrence, M., Woolf, T., & Holtzman, A. (2024). Podcasting for Public Knowledge: A Multiple Case Study of Scholarly Podcasts at One University. *Innovative Higher Education*, 49(4), 757–782. <https://doi.org/10.1007/s10755-024-09704-w>
- Picardi, I., & Regina, S. (2008). Science via podcast. *Journal of Science Communication*, 07(02), C05. <https://doi.org/10.22323/2.07020305>
- Poor, S. V., Herman, B. C., & Janney, B. A. (2025). How Scientists Perceive NOS and Its Value for Science Communication. *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00592-2>
- Quintana, D. S., & Heathers, J. A. J. (2021). How Podcasts Can Benefit Scientific Communities. *Trends in Cognitive Sciences*, 25(1), 3–5. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.10.003>
- Rehman, N., Edkins, V., & Ogrinc, N. (2024). Using podcasts to bridge the gap between science communication and specialized scientific fields: A case study of mass spectrometry. *Frontiers in Communication*, 9, 1384389. <https://doi.org/10.3389/fcomm.2024.1384389>
- Scheufele, D. A. (2014). Science communication as political communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(supplement_4), 13585–13592. <https://doi.org/10.1073/pnas.1317516111>
- Weisberg, D. S., Landrum, A. R., Hamilton, J., & Weisberg, M. (2021). Knowledge about the nature of science increases public acceptance of science regardless of identity factors. *Public Understanding of Science*, 30(2), 120–138. <https://doi.org/10.1177/0963662520977700>
- Yuan, S., Kanthawala, S., & Ott-Fulmore, T. (2022). “Listening” to Science: Science Podcasters’ View and Practice in Strategic Science Communication. *Science Communication*, 44(2), 200–222. <https://doi.org/10.1177/10755470211065068>

- Zimmermann, F., Petersen, C., & Kohring, M. (2024). Who, if not science, can you trust to guide you through a crisis? The relationship between public trust in science and exposure to established and alternative online sources in times of crisis. *Journal of Science Communication*, 23(09). <https://doi.org/10.22323/2.23090205>
- Zukerman, W. (Host). (2014-σήμερα). *ScienceVs* [Broadcast]. Spotify Studios. Ανακτήθηκε <https://open.spotify.com/show/5IY4b5PGOvMuOYOjOVEcb9?si=fe859702a12347f3>

Η Κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου ως Προβλεπτικός Παράγοντας για την Εννοιολογική Ολοκλήρωση των Μηχανισμών της Εξέλιξης: Μια Εμπειρική Μελέτη

Δημήτριος Κούζας¹ και Κυριάκος Αθανασίου²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Προσχολική Ηλικία, ΕΚΠΑ

²Ομοτιμος Καθηγητής, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης στην Προσχολική Ηλικία, ΕΚΠΑ
dkouzas@yahoo.gr

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη σχέση μεταξύ της κατανόησης του γεωλογικού χρόνου και της κατανόησης της Θεωρίας της Εξέλιξης σε μαθητές/τριες της Γ' Γυμνασίου (N=72). Η έρευνα βασίζεται σε οιοδήποτε πειραματικό σχεδιασμό, όπου η Πειραματική Ομάδα εργάστηκε με καθοδηγούμενη διερεύνηση αξιοποιώντας σύστημα παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης, ενώ η Ομάδα Ελέγχου ακολούθησε συμβατική διδασκαλία. Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι η κατανόηση του γεωλογικού χρόνου συνδέεται με υψηλότερα επίπεδα κατανόησης της Εξέλιξης, ιδίως στο πλαίσιο της διερευνητικής προσέγγισης με υποστήριξη τεχνητής νοημοσύνης. Συζητούνται οι παιδαγωγικές προεκτάσεις της αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης ως υποστηρικτικού εργαλείου μάθησης για τη διασύνδεση γεωλογικών και βιολογικών εννοιών.

Λέξεις κλειδιά: Εξέλιξη, Φυσική Επιλογή, Γεωλογικός Χρόνος, παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη, Εννοιολογική Αλλαγή

Understanding Geologic Time as a Predictor for Conceptual Integration of Evolutionary Mechanisms: An Empirical Study

Abstract

This study examines the relationship between ninth-grade students' understanding of geological time and their understanding of the Theory of Evolution (N=72). A quasi-experimental design was used: the Experimental Group engaged in guided inquiry supported by a generative AI system, while the Control Group followed conventional instruction. Findings suggest that stronger understanding of geological time is associated with better understanding of evolutionary concepts, particularly within the AI-supported inquiry setting. Implications are discussed regarding the pedagogical use of artificial intelligence as a learning support for connecting geological and biological ideas.

Keywords: Evolution, Natural Selection, Geological Time, generative AI, Conceptual Change

Εισαγωγή

Η Θεωρία της Εξέλιξης αποτελεί τον ενοποιητικό ιστό της σύγχρονης βιολογίας, ωστόσο η διδασκαλία της στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση προσκρούει σε σημαντικά επιστημολογικά και γνωστικά εμπόδια (Vosniadou, 2019). Η πολυπλοκότητα των μηχανισμών της Εξέλιξης και η απαίτηση για σύνθεση γνώσεων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία δημιουργούν ένα δύσβατο μαθησιακό τοπίο. Οι μαθητές προσέρχονται στην τάξη με εναλλακτικές αντιλήψεις που συχνά συγκρούονται με την επιστημονική γνώση (Kamrouvakis, 2020). Ένα από τα κρισιμότερα, αλλά συχνά παραμελημένα εμπόδια, είναι η δυσκολία αντίληψης του "Βαθέως Χρόνου" (Deep Time). Ο ανθρώπινος εγκέφαλος, εξελικτικά προσαρμοσμένος σε βραχύβιες χρονικές κλίμακες, δυσκολεύεται να επεξεργαστεί χρονικά

διαστήματα εκατομμυρίων ετών, καθιστώντας την κατανόηση της μακρο-εξέλιξης μια εξαιρετικά αφηρημένη διαδικασία (Gould, 1987).

Η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η αδυναμία κατανόησης του γεωλογικού χρόνου οδηγεί σε παρανοήσεις σχετικά με τους μηχανισμούς της ειδογένεσης και της φυσικής επιλογής (Catley & Novick, 2009; Trend, 2001). Συγκεκριμένα, αν οι μαθητές αδυνατούν να συλλάβουν το χρονικό βάθος στο οποίο λειτουργούν οι γεωλογικές μεταβολές, δυσκολεύονται να αποδεχθούν τη συσσώρευση μικρών βιολογικών αλλαγών. Οι Dodick και Orion (Dodick & Orion, 2003) προτείνουν ότι η γεωλογική εκπαίδευση μπορεί να λειτουργήσει ως γνωστικό ικρίωμα ("scaffolding") για την κατανόηση βιολογικών εννοιών, επιτρέποντας στους μαθητές να μεταβούν από μια στατική σε μια δυναμική – εξελικτική θεώρηση του κόσμου. Έρευνες (Baroud et al., 2025) έδειξαν ότι η ενσωμάτωση εργαλείων παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Βιολογίας μπορεί να ενισχύσει σημαντικά τη μαθησιακή διαδικασία, γεφυρώνοντας το χάσμα μεταξύ της διαισθητικής αντίληψης του χρόνου και της επιστημονικής πραγματικότητας. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει εμπειρικά τη σχέση μεταξύ της κατανόησης του γεωλογικού χρόνου και της κατανόησης της Εξέλιξης, καθώς και τον ρόλο που διαδραματίζει η σύγχρονη τεχνολογία (Generative AI) στη σύνδεση αυτών των εννοιών μέσα σε ένα τέτοιο πλαίσιο διδακτικής παρέμβασης.

Μεθοδολογία

Πλαίσιο Έρευνας και Σχεδιασμός

Η παρούσα εργασία αναλύει δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πλαίσιο ευρύτερης πειραματικής μελέτης (Κούζας & Αθανασίου, 2025). Ενώ η αρχική έρευνα εστίασε στη σύγκριση των μέσων όρων επίδοσης στην κατανόηση της Εξέλιξης για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της διδακτικής μεθόδου (καθοδηγούμενη διερεύνηση μέσω παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης vs Συμβατική Διδασκαλία), η παρούσα μελέτη θέτει δύο ερευνητικά ερωτήματα: (1) Σε ποιον βαθμό η κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου προβλέπει την κατανόηση της Εξέλιξης; και (2) Πώς η διδακτική μέθοδος επηρεάζει τη συσχέτιση αυτή;

Συμμετέχοντες/ουσες

Στην έρευνα συμμετείχαν 72 μαθητές της Γ' Τάξης Γυμνασίου (42 αγόρια, 30 κορίτσια). Το δείγμα χωρίστηκε σε δύο ομάδες:

- **Πειραματική Ομάδα** (N=40): Εφαρμόστηκε διδακτική παρέμβαση με διερευνητική μάθηση υποβοηθούμενη από το σύστημα παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης.
- **Ομάδα Ελέγχου** (N=21): Ακολουθήθηκε η συμβατική διδασκαλία σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα.

Σημείωση: Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε επί των 61 έγκυρων ερωτηματολογίων που ολοκλήρωσαν πλήρως τη διαδικασία.

Εργαλεία της Έρευνας. Χρησιμοποιήθηκε σταθμισμένο ερωτηματολόγιο γνώσεων που περιλάμβανε δύο διακριτές κλίμακες (βαθμολογία 0-10):

- **Earth Score** (Γεωλογικός Χρόνος): Αξιολογεί την κατανόηση της ηλικίας της Γης, τη διαδοχή των γεωλογικών εποχών και την εκτίμηση χρονικών αποστάσεων.
- **Evo Score** (Εξέλιξη): Αξιολογεί την κατανόηση των μηχανισμών της φυσικής επιλογής, της κοινής καταγωγής και της προσαρμογής.

Στατιστική Ανάλυση

Διενεργήθηκε έλεγχος κανονικότητας Shapiro-Wilk, ο οποίος έδειξε ότι τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή ($p < .05$). Κατά συνέπεια, χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι: Mann-Whitney U test για τη σύγκριση των ομάδων και Spearman's rho για τον έλεγχο συσχετίσεων. Η

ανάλυση παλινδρόμησης εφαρμόστηκε στο σύνολο του δείγματος για τη διερεύνηση της γενικής προβλεπτικής ισχύος του μοντέλου.

Αποτελέσματα

Περιγραφική Στατιστική και Σύγκριση Ομάδων

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά των δύο ομάδων. Η ανάλυση επιβεβαιώνει ότι η Πειραματική Ομάδα σημείωσε στατιστικά σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις τόσο στο Evo Score ($U=233.5$, $p=.004$) όσο και στο Earth Score ($p=.005$). Το εύρημα αυτό λειτουργεί ως πλαίσιο αναφοράς για την ερμηνεία των συσχετίσεων που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Μέσοι Όροι, Τυπικές Αποκλίσεις και Σύγκριση Ομάδων (Mann-Whitney U)

Μεταβλητή	M (SD) Πειραματική Ομάδα (N=40)	M (SD) Ομάδα Ελέγχου (N=21)	Mann-Whitney U	p-value	Μέγεθος Επίδρασης rrb
Evo Score	6.23 (1.97)	4.57 (SD=2.09)	233.5	.004*	0.44 (Μέτριο/ Μεγάλο)
Earth Score	4.88 (2.25)	3.38 (SD=1.91)	248.0	.005*	0.41 (Μέτριο)

Σημείωση: * $p < .05$. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

Ανάλυση Συσχέτισης και Γραμμικής Παλινδρόμησης

Όσον αφορά τη σχέση των δύο μεταβλητών, η ανάλυση συσχέτισης Spearman ανά ομάδα ανέδειξε μια κρίσιμη διαφοροποίηση:

Πειραματική Ομάδα: Εντοπίστηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μέτριας ισχύος ($\rho=.450$, $p=.004$). Αυτό σημαίνει ότι στην ομάδα που χρησιμοποίησε το σύστημα παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης, η κατανόηση του χρόνου αποτέλεσε ισχυρό προγνωστικό δείκτη για την κατανόηση της εξέλιξης.

Ομάδα Ελέγχου: Παρόλο που παρατηρήθηκε θετική τάση ($\rho=.326$), η συσχέτιση **δεν** ήταν στατιστικά σημαντική ($p=.149$).

Το εύρημα αυτό οπτικοποιείται στο Σχήμα 1, όπου φαίνεται η σαφέστερη γραμμική τάση στην Πειραματική Ομάδα.

Σχήμα 1. Διαγράμματα Διασποράς (Scatter Plots) για τη συσχέτιση Earth Score και Evo Score. Αριστερά: Πειραματική Ομάδα (Ισχυρή Συσχέτιση). Δεξιά: Ομάδα Ελέγχου (Ασθενής Συσχέτιση).



Για τη διερεύνηση της προβλεπτικής σχέσης μεταξύ Earth Score και Evo Score εφαρμόστηκε απλή γραμμική παλινδρόμηση (OLS), και πριν από την ερμηνεία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκαν διαγνωστικοί έλεγχοι των καταλοίπων (residuals). Η κανονικότητα των καταλοίπων εξετάστηκε με έλεγχο Shapiro-Wilk, ο οποίος έδειξε απόκλιση από την πλήρη κανονικότητα ($p=.0078$) (Shapiro & Wilk, 1965). Η ομοσκεδαστικότητα ελέγχθηκε με Breusch-Pagan, χωρίς ένδειξη ετεροσκεδαστικότητας ($p=.91$) (Breusch & Pagan, 1979). Τέλος, ελέγχθηκε η πιθανή υπερβολική

επιρροή μεμονωμένων παρατηρήσεων με το κριτήριο Cook's distance, χωρίς ένδειξη influential cases (μέγιστο Cook's D=.088) (Cook, 1977). Συνολικά, τα διαγνωστικά υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχουν ενδείξεις σοβαρής ετεροσκεδαστικότητας ή υπερβολικής επιρροής, ενώ η μη πλήρης κανονικότητα των καταλοίπων λαμβάνεται υπόψη στα συμπεράσματα.

Η απλή γραμμική παλινδρόμηση έδειξε ότι το μοντέλο ήταν στατιστικά σημαντικό και ότι η κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου ερμηνεύει το 20.5% της συνολικής διακύμανσης της βαθμολογίας στην Εξέλιξη ($R^2=.205$, $F(1,59)=15.23$, $p=.00025$), με εξίσωση πρόβλεψης:

$$\text{Evo Score} = 3.52 + 0.49 \times \text{Earth Score}$$

Ο συντελεστής $b = 0.49$ υποδεικνύει ότι για κάθε μονάδα βελτίωσης στην κατανόηση του γεωλογικού χρόνου, η κατανόηση της εξέλιξης βελτιώνεται σχεδόν κατά μισή μονάδα (0.49).

Συζήτηση & Συμπεράσματα

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υποστηρίζουν εμπειρικά τη θεωρητική θέση ότι ο «Βαθύς Χρόνος» λειτουργεί ως γνωστικό ικρίωμα για την κατανόηση των εξελικτικών μηχανισμών. Η εκτιμώμενη κλίση του μοντέλου παλινδρόμησης ($b=0.49$) υποδεικνύει ότι υψηλότερη κατανόηση του γεωλογικού χρόνου συσχετίζεται με υψηλότερη επίδοση στην κατανόηση της Εξέλιξης, αναδεικνύοντας τη σημασία του γεωλογικού χρόνου ως εννοιολογικού άξονα στη διδασκαλία της Εξέλιξης.

Το σημαντικότερο εύρημα, ωστόσο, αφορά την ποιοτική διαφορά στη συσχέτιση ανάμεσα στις δύο ομάδες. Η στατιστικά σημαντική συσχέτιση που παρατηρήθηκε μόνο στην Πειραματική Ομάδα υποδηλώνει ότι η διδακτική προσέγγιση δεν συνδέθηκε απλώς με υψηλότερες επιδόσεις στις έννοιες της Εξέλιξης, αλλά και με ισχυρότερη εννοιολογική σύνδεση μεταξύ του γεωλογικού χρόνου και των βιολογικών αλλαγών (Conceptual Integration). Στην Ομάδα Ελέγχου, η έλλειψη σημαντικής συσχέτισης είναι συμβατή με μια πιο αποσπασματική κατανόηση των εννοιών του Γεωλογικού Χρόνου και της Εξέλιξης, χωρίς σαφή ανάδειξη της σύνδεσης μεταξύ τους.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι η κατανόηση του Γεωλογικού Χρόνου, σε συνδυασμό με εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που προάγουν τη διερευνητική μάθηση και προσαρμόζονται στο επίπεδο κάθε μαθητή/τριας, συνδέεται με ευνοϊκότερες προϋποθέσεις για τη διδασκαλία της Εξέλιξης.

Βιβλιογραφία

- Baroud, S., El Alaoui, M., Janati Idrissi, R., Boucetta, N., Ghariz, G., & Seghir, H. (2025). Improving biology learning in high school with σύστημα παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης: A case study in Morocco. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2669. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16606>
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroskedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*, 47(5), 1287–1294. <https://doi.org/10.2307/1911963>
- Catley, K. M., & Novick, L. R. (2009). Digging deep: Exploring college students' knowledge of macroevolutionary time. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(3), 311–332. <https://doi.org/10.1002/tea.20273>
- Cook, R. D. (1977). Detection of influential observation in linear regression. *Technometrics*, 19(1), 15–18. <https://doi.org/10.1080/00401706.1977.10489493>
- Dodick, J., & Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time. *Science Education*, 87(5), 708–731. <https://doi.org/10.1002/sce.1057>
- Gould, S. J. (1987). *Time's arrow, time's cycle: Myth and metaphor in the discovery of geological time*. Harvard Univ. Pr. ISBN 9780674891999
- Kampourakis, K. (2020). *Understanding evolution (2nd ed)*. Cambridge university press. https://assets.cambridge.org/97811084/78694/frontmatter/9781108478694_frontmatter.pdf
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Trend, R. D. (2001). Deep time framework: A preliminary study of U.K. primary teachers' conceptions of geological time and perceptions of geoscience. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 191–221. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2%3C191::AID-TEA1003%3E3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2%3C191::AID-TEA1003%3E3.0.CO;2-C)

- Vosniadou, S. (2019). *The Development of Students' Understanding of Science*. *Frontiers in Education*, 4, 32.
<https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00032>
- Κούζας, Δ., & Αθανασίου, Κ. (2025). Αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Κατανόηση της Εξέλιξης: Μελέτη Παρέμβασης στη Γ' Γυμνασίου. *Πρακτικά Συνεδρίου (Υπό Έκδοση)*. 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Π.Ε.Β., Βέροια.

Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας σειράς Συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων για την Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Στρατηγικής Ελέγχου Μεταβλητών για μαθητές/μαθήτριες Δημοτικού

Μυρτώ Μπερίκου¹ και Σοφιανίδης Άγγελος²

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

²Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

myrtoberikou@gmail.com

Περίληψη

Η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ) θεωρείται μια από τις σημαντικότερες επιστημονικές δεξιότητες, συμβάλλοντας στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού και ερμηνείας πειραμάτων που οδηγούν σε έγκυρα επιστημονικά συμπεράσματα. Στην παρούσα μελέτη, 88 μαθητές και μαθήτριες του Δημοτικού σχολείου συμμετείχαν σε μια σειρά συμπεριληπτικών δραστηριοτήτων με στόχο την ενίσχυση των δεξιοτήτων τους στη ΣΕΜ. Το μαθητικό κοινό υποστηρίχθηκε από μια παιδαγωγική πράκτορα κατά τις διερευνήσεις προβλημάτων. Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης αξιολογήθηκε μέσω ερωτηματολογίων πριν και μετά την παρέμβαση, τα οποία εξέτασαν τις επιμέρους δεξιότητες της ΣΕΜ, μέσα από 6 ερωτήσεις σε δύο θεματικές ενότητες των Φυσικών Επιστημών. Τα ευρήματα καταδεικνύουν σημαντική βελτίωση σε όλες τις επιμέρους δεξιότητες.

Λέξεις κλειδιά: Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών, Συμπεριληπτική Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Development, Implementation, and Assessment of a Series of Inclusive Activities to enhance Primary School Students' Control-of Variables Strategy Skills

Abstract

The Control of Variables Strategy (CVS) is considered as a key scientific skill that enables students to design and interpret experiments leading to valid conclusions. In this study 88 primary school students participated in a series of inclusive activities aiming on enhancing CVS skills. Students were supported by a pedagogical agent and participated in real-life inquiries. The effectiveness of the intervention was evaluated using pre- and post-intervention questionnaires assessing students' CVS sub-skills through 6 questions on two physics topics (12 items). The findings indicate a significant improvement of students' responses across all CVS sub-skills and physics topics.

Keywords: Control of Variables Strategy, Inclusive Science Education, Universal Design for Learning

Εισαγωγή

Οι στόχοι της σύγχρονης εκπαίδευσης περιλαμβάνουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων, ώστε οι μελλοντικοί πολίτες να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις που προκύπτουν από την ταχεία εξέλιξη της τεχνολογίας και τις προκλήσεις του 21ου αιώνα. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) θέτει εξίσου σύγχρονους στόχους, όπως την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικής σκέψης. Η επιστημονική σκέψη περιλαμβάνει την ικανότητα παρατήρησης, διατύπωσης ερωτημάτων, σχεδιασμού και εκτέλεσης πειραμάτων, καθώς και ανάλυσης δεδομένων, διαδικασίες που οδηγούν ταυτόχρονα στην

ανάπτυξη πολλαπλών δεξιοτήτων όπως της κριτικής σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και της συνεργασίας (Xinyang & Hualin, 2024). Η συμπεριληπτική εκπαίδευση μέσω του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (UDL) διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων αυτών, καθώς διασφαλίζει ότι κάθε μαθητής και μαθήτρια έχει την δυνατότητα να συμμετάσχει στην εκπαιδευτική διαδικασία, με κοινούς στόχους και ευκαιρίες μάθησης.

Μια από τις σημαντικότερες στρατηγικές που διδάσκονται στο πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και δύναται να συμβάλει στην ανάπτυξη των σύγχρονων δεξιοτήτων είναι η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ). Η ΣΕΜ χρησιμοποιείται κατά τη διερεύνηση από τους επιστήμονες και αφορά τις διαδικασίες του σχεδιασμού και της ερμηνείας ενός πειράματος, το οποίο περιλαμβάνει συγκεκριμένες αλλαγές στις τιμές ορισμένων μεταβλητών, με σκοπό την παρατήρηση της επίδρασης μιας μεταβλητής στο σύστημα και την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων (Chen & Kahr, 1999). Μέσα από τη ΣΕΜ, οι μαθητές και οι μαθήτριες μαθαίνουν να σχεδιάζουν, ερμηνεύουν και αξιολογούν πειράματα που απαντούν σε συγκεκριμένα ερωτήματα.

Πεδίο έντονης συζήτησης έχει αποτελέσει τα τελευταία χρόνια η αποτελεσματικότητα και οι προσεγγίσεις διδασκαλίας της ΣΕΜ. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει τρεις βασικές διδακτικές προσεγγίσεις. Η πρώτη υποστηρίζει ότι η ρητή διδασκαλία της ΣΕΜ είναι καθοριστική για τη βελτίωση της κατανόησης της μεθόδου (Chen & Klahr, 1999). Η δεύτερη, υποστηρίζει ότι η εμπλοκή των μαθητών και μαθητριών σε διερευνητικά πειράματα αρκεί για να αναπτύξουν την ικανότητα κατανόησης της ΣΕΜ, χωρίς να απαιτείται ρητή διδασκαλία (Dean & Kuhn, 2007, Schauble, 1996). Η τρίτη προσέγγιση προτείνει τον συνδυασμό των δύο, δηλαδή τόσο τη σαφή διδασκαλία της μεθόδου όσο και τη συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών σε πειράματα, ώστε να αναπτύξουν ένα αφηρημένο και γενικευμένο σχήμα της ΣΕΜ (Lorch et al., 2010; Strand-Cary & Klahr, 2008; Zohar & David, 2008).

Στόχος της έρευνας είναι η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε σχέση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με την ΣΕΜ από μαθητές και μαθήτριες των δυο τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου μέσα από τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες διερεύνησης προβλημάτων που απαιτούν διαχείριση μεταβλητών. Η παρέμβαση που σχεδιάστηκε ακολουθεί τη προσέγγιση της ρητής διδασκαλίας. Οι δεξιότητες που θα αξιολογηθούν αφορούν τον σχεδιασμό έγκυρου πειράματος (PLAN), τη διάκριση έγκυρου από μη έγκυρου πειράματος (IDENTIFY), την ερμηνεία ενός έγκυρου πειράματος (INTERPRET) καθώς και την κατανόηση της ασάφειας των μη έγκυρων (UNDERSTAND) (Zouridis et al., 2021).

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες/Συμμετέχουσες και Πλαίσιο

Στην έρευνα συμμετείχαν 88 μαθητές και μαθήτριες της Ε' (43 άτομα) και Στ' (45 άτομα) τάξης δημοτικών σχολείων, εκ των οποίων 41 αγόρια και 47 κορίτσια. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε πραγματικές συνθήκες σχολικής τάξης, με τη σύμφωνη γνώμη των εκπαιδευτικών, της Διεύθυνσης Πρωτοβάθμιας και την έγκριση της Επιτροπής Ηθικής και Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας (6-2026/19.09.2025).

Περιγραφή Παρέμβασης και Ψηφιακής Παιδαγωγικής Πράκτορας

Η παρέμβαση είχε συνολική διάρκεια 5 διδακτικών ωρών, εντάχθηκε στο μάθημα των Φυσικών και διαρθρώθηκε σε 3 φάσεις. Οι δύο πρώτες φάσεις αποτελούνται από δραστηριότητες δομημένης διερεύνησης προβλημάτων που απαιτούν διαχείριση εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών (διάρκειας δύο ωρών η κάθε μία). Τα προβλήματα προέρχονται από συναφείς με τα παιδιά καταστάσεις. Οι μαθητές/μαθήτριες εργάζονται σε δύο μελέτες περίπτωσης με τίτλους «Ο γύρος της Γαλλίας» και «Υπάρχει πρόβλημα στο δίκτυο;», χωρίς να εντάσσονται στα πλαίσια ενός μόνου διδακτικού αντικειμένου. Καθοριστικό ρόλο κατά την διερεύνηση είχε η «Μυρτώ», μια παιδαγωγική πράκτορας επαυξημένης πραγματικότητας, η οποία σχεδιάστηκε για να υποστηρίζει τους μαθητές και τις μαθήτριες, που εργάζονται σε ομάδες των 4-5 ατόμων. Δημιουργήθηκε στο περιβάλλον του προγράμματος "CreateStudio_3" και έπειτα ενσωματώθηκε στο περιβάλλον επαυξημένης

πραγματικότητας μέσω του λογισμικού Zappag. Η αλληλεπίδραση με το μαθητικό κοινό γίνεται μέσω σάρωσης QR codes στα φύλλα εργασίας, με τη χρήση φορητών συσκευών (τάμπλετ). Η ψηφιακή πράκτορας παρείχε στρατηγική καθοδήγηση και ανατροφοδότηση παρέχοντας ρητές συμβουλές βασισμένες στις αρχές της ΣΕΜ, βοηθώντας τους μαθητές και τις μαθήτριες να διαχειριστούν τις μεταβλητές χωρίς να δίνει έτοιμες λύσεις. Η τρίτη φάση αποτελείται από μια συνεδρία καθοδηγούμενου αναστοχασμού με στόχο την ανάδειξη των αρχών της ΣΕΜ από τους μαθητές και τις μαθήτριες μέσα από ερωτοαπαντήσεις του εκπαιδευτικού σε μορφή παιχνιδιού και συζήτηση γύρω από μια από τις δύο περιπτώσεις μελέτης που προηγήθηκαν.

Ενσωμάτωση Αρχών UDL

Κατά τον σχεδιασμό της εκπαιδευτικής παρέμβασης, αποτέλεσαν κύριο πυλώνα οι αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (UDL), με στόχο τη διασφάλιση της συμμετοχής και την παροχή ίσων ευκαιριών μάθησης σε όλους και όλες. Σε ό,τι αφορά τα πολλαπλά μέσα εμπλοκής, δημιουργήθηκαν σενάρια που άπτονται των θεμάτων της καθημερινότητας και υποστηρίζονται από την παιδαγωγική πράκτορα, η οποία διατηρεί το κίνητρο και το ενδιαφέρον τους σε υψηλά επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια της διερευνητικής διαδικασίας. Ομοίως και για τα πολλαπλά μέσα αναπαράστασης αναδεικνύουν το περιεχόμενο των φύλλων εργασίας, μέσω ενός πολυτροπικού περιβάλλοντος επαυξημένης πραγματικότητας, που συνδυάζει γραπτό λόγο, εικόνες και ηχητικές οδηγίες από την ψηφιακή πράκτορα «Μυρτώ». Τέλος, η αρχή των πολλαπλών μέσων δράσης και έκφρασης υλοποιείται επιτρέποντας στον μαθητικό πληθυσμό να εκδηλώσει τις γνώσεις του με ποικίλους τρόπους, όπως η συμπλήρωση πινάκων, η σχεδίαση πειραματικών διατάξεων ή η επιλογή οπτικοποιημένων απαντήσεων στα φύλλα εργασίας.

Εργαλεία και Ανάλυση Δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τρία δομημένα ερωτηματολόγια (1Α, 1Β, 1Γ) για πριν (pre) και μετά (post) την παρέμβαση, που με στόχο την αξιολόγηση τεσσάρων υπόδεξιότητων της ΣΕΜ: Σχεδιασμό (PL), Αναγνώριση (ID), Ερμηνεία (IN) και Κατανόηση Ασάφειας (UN). Για τη δημιουργία των ερωτηματολογίων αξιοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο των Zouridis et al. (2021), όπου εξετάζονται τέσσερις δεξιότητες της ΣΕΜ, σε δύο θεματικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών: Πλεύση/Βύθιση και Μαγνητισμός. Η αξιολόγηση των απαντήσεων έγινε με βάση μια τετραβάθμια ρουμπρίκα (0-3), η οποία στη συνέχεια ανακωδικοποιήθηκε σε κλίμακα 0-2 για να ελαχιστοποιηθεί η επίδραση της γλωσσικής ικανότητας στον γραπτό λόγο στην τελική βαθμολογία. Η ανάλυση των δεδομένων βασίστηκε στη σύγκριση των επιδόσεων πριν και μετά την παρέμβαση (περιγραφική στατιστική) με τη χρήση του στατιστικού ελέγχου Wilcoxon (μη παραμετρική στατιστική) για τον έλεγχο στατιστικά σημαντικών αλλαγών. Στις περιπτώσεις που παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά πραγματοποιήθηκε και υπολογισμός του βαθμού επίδρασης.

Αποτελέσματα

Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων από τους 88 συμμετέχοντες που ολοκλήρωσαν την παρέμβαση, ανέδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές σε όλες τις συγκρίσεις μεταξύ αρχικής (pre-test) και τελικής μέτρησης (post-test) ($p < .001$). Οι τιμές z κυμάνθηκαν από 4,393 έως 6,172, ενώ το μέγεθος της επίδρασης (r) κυμάνθηκε από 0,47 έως 0,66. Οι τιμές αυτές υποδηλώνουν μια ισχυρή επίδραση της παρέμβασης στο σύνολο των εξεταζόμενων μεταβλητών (Πίνακας 1).

Πίνακας 1: Αποτελέσματα μη παραμετρικών στατιστικών ελέγχων

Q	PL 1 F/S	PL 2 F/S	PL 1 Magn	PL 2 Magn	ID 1 F/S	ID 2 F/S
z	6,172	4,897	5,848	4,393	5,962	5,196
p	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
r	0,66	0,52	0,62	0,47	0,64	0,55

Q	ID 1 Magn	ID 2 Magn	IN F/S	UN F/S	IN Magn	UN Magn
z	5,668	5,279	5,766	4,596	5,756	4,868
p	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001
r	0,60	0,56	0,61	0,49	0,61	0,52

Συζήτηση

Τα ευρήματα τεκμηριώνουν τη συνολική αποτελεσματικότητα της παρέμβασης, καθώς και οι τέσσερις δεξιότητες (Σχεδιασμός, Αναγνώριση, Ερμηνεία, Κατανόηση Ασάφειας) παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση. Τα αποτελέσματα ενισχύουν την αποτελεσματικότητα της ρητής διδασκαλίας της ΣΕΜ (Schwichow & Zoupidis, 2024), ακόμη και χωρίς τη χρήση πειραμάτων (Sofianidis et al., 2024). Η βελτίωση παρατηρήθηκε τόσο στη θεματική ενότητα της πλεύσης/βύθισης όσο και σε αυτή των μαγνητών/μαγνητισμού, παρέχοντας ενδείξεις για την πιθανότητα ανάπτυξης ενός αφηρημένου και γενικευμένου σχήματος της ΣΕΜ με δυνατότητα μεταφοράς των αποκτηθέντων δεξιοτήτων και γνώσεων από προβλήματα σχετιζόμενα σε προβλήματα μη σχετιζόμενα με τις Φυσικές Επιστήμες (Lorch et al., 2010).

Συμπεράσματα

Η έρευνα εμπλουτίζει με νέα ευρήματα τον διάλογο γύρω από την εκπαίδευση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνδεδεμένων με τη ΣΕΜ σε μαθητές και μαθήτριες, ενισχύοντας τα ερευνητικά δεδομένα που υποστηρίζουν τη ανάπτυξη τους μέσω ρητής διδασκαλίας και προτείνοντας μια νέα προσέγγιση για την εκπαίδευση σχετικά με τη ΣΕΜ. Μελλοντικές έρευνες μπορούν να στοχεύσουν στην περαιτέρω αξιολόγηση της προσέγγισης τόσο σε μεγαλύτερο δείγμα όσο και σε άλλες βαθμίδες της εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

- CAST (2024). CAST Universal Design for Learning Guidelines version 3.0. Ανακτήθηκε στις 23/12/2025 από: <https://udlguidelines.cast.org>
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All Other Things Being Equal: Acquisition and Transfer of the Control of Variables Strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00081>
- Dean, Jr., D., & Kuhn, D. (2007). Direct instruction vs. discovery: The long view. *Science Education*, 91(3), 384–397. <https://doi.org/10.1002/sce.20194>
- Lorch, R.F., Lorch, E.P., Calderhead, W.J., Dunlap, E.E., Hodell, E.C., & Freer, B.D. (2010). Learning the Control of Variables Strategy in Higher and Lower Achieving Classrooms: Contributions of Explicit Instruction and Experimentation. *Journal of Educational Psychology*, 102(1), 90–101. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0017972>
- Schauble, L. (1996). The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts. *Developmental Psychology*, 32(1), 102–119. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0012-1649.32.1.102>
- Schwichow, M., & Zoupidis, A. (2024). Teaching and learning floating and sinking: A meta-analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(2), 295–329. <https://doi.org/10.1002/tea.21909>
- Sofianidis, A., Sakellariou, S., Zoupidis, A., & Harzikraniotis, E. (2024). Introducing the control of variables strategy to early childhood student teachers with the assistance of an augmented pedagogical agent. In M. Sardag, G. Kaya, & M. Sogut (Eds.), *Proceedings Book Series–I of the ESERA 2023 Conference. Connecting Science Education with Cultural Heritage, Strand 4 (co-ed. M. Napal & L. Garcia-Romano)*, (pp. 212–223). Cappadocia, Türkiye. Nobel Bilimsel Eserler Ανακτήθηκε στις 23/12/2025 από <https://www.esera.org/esera-2023/>
- Strand-Cary, M., & Klahr, D. (2008). Developing elementary science skills: Instructional effectiveness and path independence. *Cognitive Development*, 23, 488–511. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.cogdev.2008.09.005>
- Xinyang Hu, Hualin Bi, Exploring and validating the componential model of students' scientific critical thinking in science education, *Thinking Skills and Creativity*, Volume 55, 2025, 101695, ISSN 1871-1871. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101695>

- Zohar, A., & David, A.B. (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations. *Metacognition Learning*, 3, 59-82. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1007/s11409-007-9019-4>
- Zoupidis, A., Tselfes, V., and Kariotoglou, P. (2021). Pre-service early childhood teachers' beliefs that influence their intention to use inquiry-based learning methods, *International Journal of Early Years Education*. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1080/09669760.2021.1890552>

Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης για την Επαγγελματική Ανάπτυξη εν ενεργεία Εκπαιδευτικών ΦΕ στην Διδασκαλία της Μελλοντοστραφούς Σκέψης

Γιάννης Ξυπολιάς¹ και Αιμιλία Μιχαηλίδη²

¹Μεταπτυχιακός Φοιτητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

²Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
ptdep387@edc.uoc.gr

Περίληψη

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία διερευνά την επαγγελματική ανάπτυξη εν ενεργεία εκπαιδευτικών ΦΕ στο πλαίσιο δικτύων ανοιχτής εκπαίδευσης με έμφαση στη μελλοντοστραφή εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Η έρευνα υλοποιείται στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Fedoras' Teacher Academy» και εστιάζει στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ εκπαιδευτικών, ερευνητών και εξωτερικών φορέων σε ένα δίκτυο ανοιχτής εκπαίδευσης. Για την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω ηχογραφημένων συναντήσεων και ημιδομημένων συνεντεύξεων, θα ακολουθηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να αφορούν την εξέλιξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών και συγκεκριμένα τα χαρακτηριστικά των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών του δικτύου.

Λέξεις κλειδιά: δίκτυα ανοιχτής εκπαίδευσης, επαγγελματική ανάπτυξη εκπαιδευτικών, μελλοντοστραφή σκέψη

Open Schooling Networks for the Professional Development of In-Service Science Teachers in Teaching Futures-Oriented Thinking

Abstract

This master's thesis investigates the professional development of in-service science education teachers within the framework of open education networks, with an emphasis on future-oriented science education. The research is conducted within the context of the European program "Fedoras' Teacher Academy" and focuses on the interactions among teachers, researchers, and external stakeholders within an open schooling network. For the analysis of the data collected through audio-recorded meetings and semi-structured interviews, qualitative content analysis methods will be employed. The expected outcomes of the study concern the evolution of teachers' professional development, specifically the characteristics of the interactions among members of the network.

Keywords: future thinking, open schooling networks, teacher's professional development

Εισαγωγή

Η εκπαίδευση του 21ου αιώνα καλείται να ανταποκριθεί σε σύνθετες κοινωνικές, περιβαλλοντικές και πολιτισμικές προκλήσεις, γεγονός που καθιστά αναγκαία την αναθεώρηση των παραδοσιακών αντιλήψεων για τον ρόλο του σχολείου και του εκπαιδευτικού. Ιδιαίτερα στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), η εκπαίδευση οφείλει να προετοιμάζει τους μαθητές ώστε να κατανοούν και να αντιμετωπίζουν ζητήματα που σχετίζονται με την επιστημονική γνώση, την αβεβαιότητα, τη

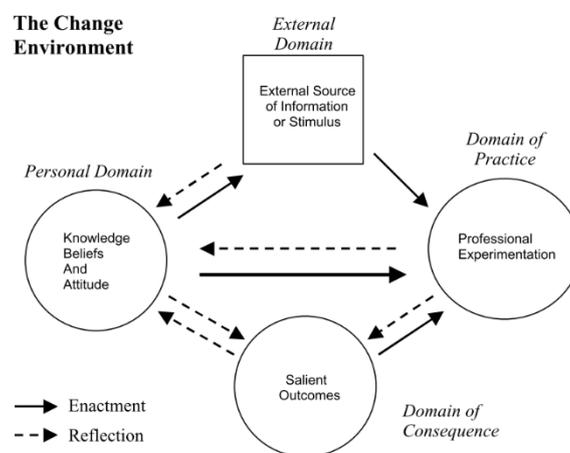
βιωσιμότητα και τις μελλοντικές κοινωνικές αλλαγές. Στο σύγχρονο εκπαιδευτικό πλαίσιο, η μελλοντοστραφής σκέψη (future thinking) (Levrini et al., 2021) αναγνωρίζεται ως βασική δεξιότητα και βασικό στοιχείο της προσανατολισμένης στο μέλλον διδασκαλίας των ΦΕ (future-oriented science education). Πρόκειται για μια δημιουργική και οργανωμένη διαδικασία διερεύνησης πιθανών μελλοντικών εξελίξεων, με στόχο τη λήψη περισσότερο τεκμηριωμένων αποφάσεων στο παρόν (Hines & Bishop, 2013).

Η καλλιέργεια της μελλοντοστραφούς σκέψης συνιστά σημαντική παιδαγωγική πρόκληση, καθώς απαιτεί γνωστικές, κοινωνικές και δημιουργικές ικανότητες που δεν αναπτύσσονται εύκολα στο παραδοσιακό σχολικό πλαίσιο. Οι εκπαιδευτικοί ΦΕ συχνά δυσκολεύονται να προσεγγίσουν έννοιες που αφορούν το μέλλον, την αβεβαιότητα και τη βιωσιμότητα, ιδιαίτερα όταν αυτές συνδέονται με σύνθετα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα (Bishop & Strong, 2010).

Στο πλαίσιο αυτό, η ανοιχτή εκπαίδευση (open schooling) (Knain et al., 2025) αναδεικνύεται ως μια σύγχρονη παιδαγωγική προσέγγιση που στοχεύει στη διασύνδεση της μαθησιακής διαδικασίας με την κοινωνία και την επιστημονική γνώση με αυθεντικά προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Λόγω αυτών, η ανοιχτή εκπαίδευση αμφισβητεί τις καθιερωμένες αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για το περιεχόμενο και τον τρόπο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Σε συνδυασμό με την ανάγκη για αυξημένη συνεργασία οι εκπαιδευτικοί καλούνται να επαναπροσδιορίσουν τον ρόλο τους, γεγονός που καθιστά αναγκαία την υποστήριξη τους μέσω κατάλληλων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης (Jornet et al., 2022).

Στο πλαίσιο της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών παρουσιάζεται το Διασυνδεδεμένο Μοντέλο Επαγγελματικής Ανάπτυξης (IMPG, Clarke & Hollingsworth, 2002).

Εικόνα 1. Σχηματική Απεικόνιση Διασυνδεδεμένου Μοντέλου Επαγγελματικής Ανάπτυξης



Πηγή: Interconnected Model of Professional Growth – IMPG (Clarke & Hollingsworth, 2002)

Σκοπός του μοντέλου, είναι να αποτελέσει ένα υποστηρικτικό πλαίσιο για τη διερεύνηση των επιμέρους διαδικασιών και συνθηκών που ευνοούν την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού κατά τη διάρκεια της συμμετοχής του σε δίκτυα ανοιχτής εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τη φιλοσοφία του μοντέλου, η επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού δύναται να λάβει χώρα σε τέσσερις διακριτούς τομείς που απαρτίζουν τον κόσμο του εκπαιδευτικού, μέσα από τις διαμεσολαβητικές διαδικασίες της υιοθέτησης και του αναστοχασμού νέων ιδεών ή εκπαιδευτικών πρακτικών. Οι διαδικασίες αυτές αναπαρίστανται με βέλη που συνδέουν τα διαφορετικά πεδία αποτυπώνοντας σχηματικά τους μηχανισμούς μέσα από τους οποίους η αλλαγή σε ένα πεδίο προκαλεί την αλλαγή σε ένα άλλο. Ο Προσωπικός Τομέας σύμφωνα με τις αρχές του μοντέλου, περιλαμβάνει τις γνώσεις, τις απόψεις και τις στάσεις του εκπαιδευτικού. Ο Τομέας της Πρακτικής περιλαμβάνει όλες τις μορφές επαγγελματικού πειραματισμού του ενώ ο Τομέας των Συνεπειών αφορά τα προεξέχοντα

αποτελέσματα από την πρακτική του. Τέλος, ο Εξωτερικός Τομέας περιλαμβάνει κάθε πηγή πληροφοριών, ερεθισμάτων ή υποστήριξης του εκπαιδευτικού.

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημερινή σχολική πραγματικότητα, η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών ΦΕ σε θέματα ανοιχτής εκπαίδευσης και μελλοντοστραφούς διδασκαλίας καθίσταται ιδιαίτερα σημαντική. Τα Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης (ΔΑΕ) αποτελούν ένα αποτελεσματικό μοντέλο επαγγελματικής μάθησης, καθώς προάγουν τη συνεργασία, την ανταλλαγή εμπειριών και τον συλλογικό αναστοχασμό πάνω στις διδακτικές πρακτικές (Jornet et al., 2022). Επιπλέον, η συμμετοχή ερευνητών και εξωτερικών φορέων εμπλουτίζει τις αλληλεπιδράσεις και υποστηρίζει την υιοθέτηση καινοτόμων και μελλοντοστραφών παιδαγωγικών πρακτικών (Jones et al., 2013).

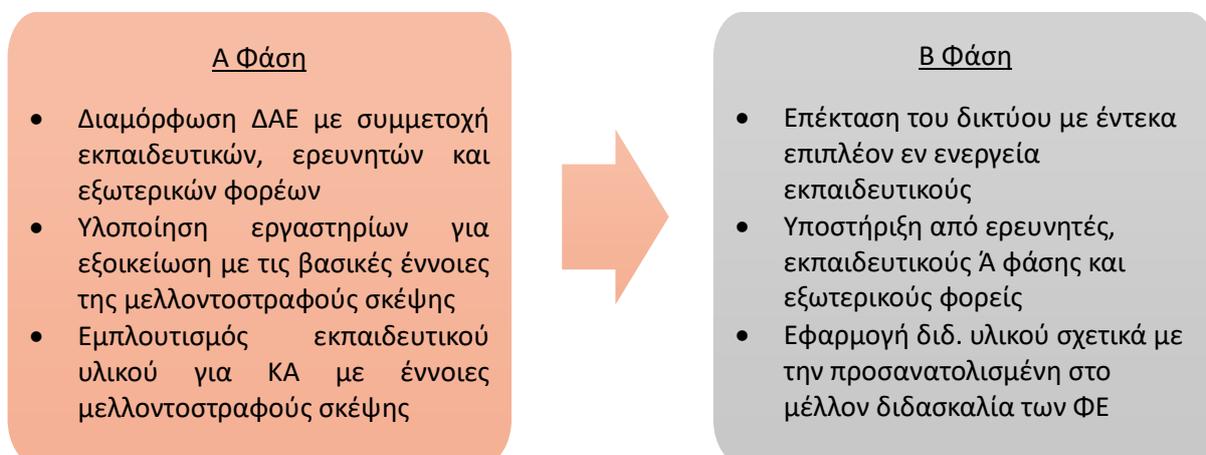
Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής έρευνας είναι η μελέτη της επαγγελματικής ανάπτυξης εν ενεργεία εκπαιδευτικών ΦΕ σε δίκτυα ανοιχτής εκπαίδευσης σχετικά με την μελλοντοστραφή σκέψη, με το ερευνητικό ερώτημα και τα υποερωτήματα αυτού να διαμορφώνονται ως εξής:

- Πώς αναπτύσσονται επαγγελματικά εν ενεργεία εκπαιδευτικοί σχετικά με την προσανατολισμένη στο μέλλον διδασκαλία των ΦΕ (future-oriented science education) στο πλαίσιο Δικτύων Ανοιχτής Εκπαίδευσης;
 - Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μεταξύ των εκπαιδευτικών, των ερευνητών και των φορέων που συμμετέχουν σε Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης;
 - Πώς αξιοποιούν οι εκπαιδευτικοί τη συνεισφορά των ερευνητών και των φορέων που συμμετέχουν σε Δίκτυα Ανοιχτής Εκπαίδευσης κατά τον σχεδιασμό και υλοποίηση προσανατολισμένων στο μέλλον διδασκαλιών ΦΕ;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα διεξάγεται στα πλαίσια ενός ευρωπαϊκού προγράμματος με σκοπό την εκπαίδευση εκπαιδευτικών για την ανάπτυξη ικανοτήτων βιωσιμότητας και της μελλοντοστραφούς σκέψης. Το πρόγραμμα “Fedoras’ Teacher Academy” (<https://www.fedoras-academy.eu/>) στοχεύει στη δημιουργία τοπικών και ενός πανευρωπαϊκού δικτύου εκπαιδευτικών προωθώντας τη διεπιστημονική συνεργασία και τις αρχές της ανοιχτής εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο του προγράμματος, στη χώρα μας έχει σχηματιστεί ένα ανοιχτό δίκτυο εκπαίδευσης που αποτελείται από 11 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, ερευνητές/τριες και εξωτερικούς φορείς, όπως ερευνητικά κέντρα, κέντρα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και σύμβουλους εκπαίδευσης. Ο σχεδιασμός του προγράμματος διεξάγεται σε δύο φάσεις την τρέχουσα ακαδημαϊκή χρονιά.

Εικόνα 2 . Στάδια Έρευνας στο πλαίσιο του Προγράμματος “Fedoras’ Teacher Academy”



Κατά την *πρώτη φάση*, τέσσερις εν ενεργεία εκπαιδευτικοί ΦΕ υψηλών προσόντων (κάτοχοι διδακτορικού και μεταπτυχιακού) εξοικειώθηκαν με τις θεμελιώδεις έννοιες και πτυχές της μελλοντοστραφούς σκέψης, μέσα από μια σειρά εξ' αποστάσεως εργαστηρίων (workshops), στα οποία συμμετείχαν όλα τα μέλη του δικτύου. Έπειτα οι εκπαιδευτικοί αυτοί κλήθηκαν να τροποποιήσουν εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο αφορούσε την διδασκαλία της κλιματικής αλλαγής, σε μία κατεύθυνση ενίσχυσης των ικανοτήτων μελλοντοστραφούς σκέψης. Ενώ σε επόμενο διάστημα ακολούθησε πιλοτική εφαρμογή του τροποποιημένου υλικού σε σχολικές μονάδες, ώστε οι εκπαιδευτικοί να λάβουν ανατροφοδότηση για την διδασκαλία της μελλοντοστραφούς σκέψης σε συνθήκες πραγματικής τάξης. Στόχος της παρούσας φάσης είναι η διαμόρφωση εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο μαζί με σχετικά επιμορφωτικά μέσα θα αξιοποιηθεί στην επόμενη φάση του προγράμματος.

Στη *δεύτερη φάση* της έρευνας το δίκτυο διευρύνθηκε με την προσθήκη εννέα εν ενεργεία εκπαιδευτικών, επεκτείνοντας το δίκτυο ανοιχτής εκπαίδευσης. Οι τέσσερις εκπαιδευτικοί υψηλών προσόντων της πρώτης φάσης με την καθοδήγηση των ερευνητών, αλλά και την υποστήριξη των εξωτερικών φορέων καθοδηγούν τους εννέα εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, καθ' όλη την διάρκεια της επιμόρφωσής τους. Μέσα από μια σειρά εργαστηρίων θα εξοικειωθούν με τις βασικές διαστάσεις του προγράμματος και θα εφαρμόσουν στις τάξεις τους σχετικό διδακτικό υλικό.

Συμμετέχοντες/ουσες

Για την πραγματοποίηση της παρούσας εργασίας, το δείγμα της θα αποτελέσουν οι έντεκα εκπαιδευτικοί από την πρώτη και την δεύτερη φάση της έρευνας.

Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων στην παρούσα έρευνα θα βασιστεί στις ηχογραφημένες συναντήσεις που θα γίνονται μεταξύ των μελών του δικτύου, καθ' όλη την διάρκεια της πρώτης και δεύτερης φάσης της έρευνας, με στόχο την διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών και κατ' επέκταση την πορεία της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών. Συμπληρωματικά, για την συλλογή των δεδομένων θα αξιοποιηθούν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις, με στόχο την βαθύτερη κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών. Τέλος, ως δεδομένα θα αξιοποιηθούν και οι διδακτικές ενότητες που θα αναπτύξει κάθε εκπαιδευτικός, καθώς προσφέρουν μεγαλύτερη κατανόηση για τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται οι διδακτικές πρακτικές του εκάστοτε εκπαιδευτικού.

Ανάλυση δεδομένων

Έπειτα από την συλλογή των δεδομένων θα ακολουθήσει η απομαγνητοφώνηση και η μετέπειτα προσεκτική μελέτη των δεδομένων. Λόγω της διερευνητικής φύσης της έρευνας, για την ανάλυση των δεδομένων θα αξιοποιηθούν ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης περιεχομένου.

Καθώς η επαγγελματική ανάπτυξη του εκπαιδευτικού δεν νοείται ως μια γραμμική διαδικασία, αλλά περιλαμβάνει πολλαπλές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε τέσσερις διακριτούς τομείς, για την ανάλυση αυτών των αλληλεπιδράσεων θα αξιοποιηθεί το Διασυνδεδεμένο Μοντέλο Επαγγελματικής Ανάπτυξης (IMPG, Clarke & Hollingsworth, 2002).

Η κωδικοποίηση των δεδομένων θα βασιστεί σε μια απαγωγική (abductive) προσέγγιση, κατά την οποία οι κατηγορίες ανάλυσης που θα αφορούν όλες τις πιθανές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των τεσσάρων τομέων του IMPG θα προκύψουν αρχικά από τη σχετική βιβλιογραφία, ενώ στη συνέχεια θα ευαισθητοποιηθούν με βάση τα δεδομένα της έρευνας.

Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση της παραπάνω έρευνας και την ανάλυση των δεδομένων, στόχος είναι να εξαχθούν συμπεράσματα ως προς την εξέλιξη της επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών. Συγκεκριμένα αυτή την περίοδο βρίσκεται σε εξέλιξη η φάση της συλλογής δεδομένων. Μέχρι την περίοδο διεξαγωγής του συνεδρίου αναμένεται να υπάρχουν αποτελέσματα, όσον αφορά τα

χαρακτηριστικά των αλληλεπιδράσεων των μελών του δικτύου, τα οποία θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

- Bishop, P. C., & Strong, K. E. (2010). Why teach the future. *Journal of Futures Studies*, 14(4), 99-106.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education*, 18(8), 947-967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Hines, A., & Bishop, P. C. (2013). Framework foresight: Exploring futures the Houston way. *Futures*, 51, 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2013.05.002>
- Jones, M. G., Gardner, G. E., Robertson, L., & Robert, S. (2013). Science Professional Learning Communities: Beyond a singular view of teacher professional development. *International Journal of Science Education*, 35(10), 1756–1774. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.791957>
- Jornet, A., Müller, M., & Knain, E. (2022). Open schooling assessment framework report. Oslo: University of Oslo. <https://www.seas.uio.no/publications-reports/reports/d5.5-assessment-framework.pdf>
- Knain, E., Tasquier, G., Jornet, A., Rokenes, H., & Mueller, M. L. (2025). School boundaries coming alive: Transforming education towards sustainability through open schooling initiatives. *Acta Psychologica*, 258, 105192. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105192>
- Levrini, O., Tasquier, G., Barelli, E., Laherto, A., Palmgren, E., Branchetti, L., & Wilson, C. (2021). Recognition and operationalization of future-scaffolding skills: Results from an empirical study of a teaching–learning module on climate change and futures thinking. *Science Education*, 105(2), 281-308. <https://doi.org/10.1002/sce.21612>
- Sgouros, G., & Stavrou, D. (2019). Teachers’ professional development in Nanoscience and nanotechnology in the context of a Community of Learn-ers. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2070-2093. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1659521>

Διερευνώντας Αντιλήψεις Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για τη Συμπεριληπτική Διερευνητική Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Αναστασία Οικονόμου¹ και Άγγελος Σοφιανίδης²

¹Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια

²Επίκουρος Καθηγητής

^{1,2} Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,

Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

fepms01066@uowm.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τις αντιλήψεις μελλοντικών εκπαιδευτικών για τη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες. Η έρευνα ακολουθεί ποιοτική προσέγγιση και βασίζεται σε ημιδομημένες συνεντεύξεις με 20 μελλοντικούς/μελλοντικές εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν σε μάθημα Διδακτικής των Φυσικών με έμφαση στη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία. Τα δεδομένα αναλύθηκαν με Αναστοχαστική Θεματική Ανάλυση. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία εκλαμβάνεται ως μαθητοκεντρική και ενεργητική διαδικασία μάθησης που διασφαλίζει τη συμμετοχή όλων. Παρά τις προκλήσεις, οι στάσεις είναι θετικές και η διερεύνηση συνδέεται στενά με τη συμπερίληψη. Οι ΦΕ θεωρούνται κατάλληλο γνωστικό αντικείμενο, με τη συμπερίληψη να προτεραιοποιείται ως προϋπόθεση ουσιαστικής μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: διερευνητική διδασκαλία, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, συμπεριληπτική διδακτική των φυσικών επιστημών

Exploring Pre-Service Teachers' Perceptions on Inclusive Inquiry-Based Science Teaching and Learning

Abstract

The present study explores pre-service teachers' perceptions of inclusive inquiry-based teaching in Science. The study follows a qualitative research approach and is based on semi-structured interviews with 20 pre-service teachers who participated in a Science Education course with emphasis on inclusive inquiry-based teaching. The data were analysed using Reflexive Thematic Analysis. Findings indicate that inclusive inquiry-based teaching is perceived as a student-centered and active learning process that ensures the participation of all students. Despite implementation challenges, the overall perspective is positive with inquiry perceived as closely connected to inclusion. Science is considered a suitable subject domain while inclusion is prioritized as a prerequisite for meaningful learning.

Keywords: inclusive science education, inquiry-based teaching, teacher education

Εισαγωγή

Οι δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα και ο επιστημονικός γραμματισμός αναδεικνύονται ως κεντρικοί άξονες της σύγχρονης εκπαίδευσης, καθώς θεωρούνται απαραίτητοι για την προετοιμασία ενεργών και κριτικά σκεπτόμενων πολιτών. Στο πλαίσιο αυτό, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) αποκτά

ιδιαίτερη σημασία (Ananiadou & Claro, 2009) ήδη από τα πρώτα χρόνια της σχολικής ζωής, γεγονός που καθιστά αναγκαίες παιδαγωγικές προσεγγίσεις που διασφαλίζουν τη συμμετοχή όλων των μαθητών και μαθητριών.

Η διερευνητική διδασκαλία και μάθηση στις ΦΕ (Inquiry-Based Science Education – IBSE) έχει αναδειχθεί ως κυρίαρχη προσέγγιση, αφού η έρευνα έχει αναδείξει τη συμβολή της στην ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, τη διατύπωση ερωτημάτων, τη χρήση επιστημονικών πρακτικών και την επίτευξη μαθησιακών αποτελεσμάτων (Crawford, 2014· Pedaste et al., 2015), παίζοντας πρωταγωνιστικό ρόλο στην επίτευξη του παραπάνω στόχου.

Τις τελευταίες δεκαετίες, το όραμα του «Science for All» αναδείχθηκε ως βασικό στοιχείο της σύγχρονης εκπαίδευσης στις ΦΕ, προβάλλοντας την αρχή ότι η επιστημονική γνώση πρέπει να είναι προσβάσιμη σε όλους τους μαθητές και σε όλες τις μαθήτριες, ανεξαρτήτως ατομικών ή κοινωνικών διαφορών. Ωστόσο, παρά τη σαφή σύγκλισή του με τους στόχους που θέτει η Συμπεριληπτική Εκπαίδευση, η σύνδεση της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης με τη διερευνητική διδασκαλία στις ΦΕ παραμένει περιορισμένη και αποσπασματική (Stinken-Rösner et al., 2020). Όπως επισημαίνουν οι Fränkel et al. (2023), ένα από τα βασικά εμπόδια για μια Συμπεριληπτική Εκπαίδευση στις ΦΕ είναι το γεγονός ότι η συμπεριληπτική εκπαίδευση συχνά αντιμετωπίζεται ως πρόσθετη (add-on) και όχι ως ενσωματωμένη παιδαγωγική διάσταση.

Στο πλαίσιο αυτό, ο Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση – ΚΣΜ (Universal Design for Learning – UDL) (CAST, 2024) προτείνεται 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). Το ΚΣΜ αποτελεί ένα θεωρητικό και παιδαγωγικό πλαίσιο που μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ της διερευνητικής και συμπεριληπτικής εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο της διδασκαλίας των ΦΕ, η αξιοποίηση των αρχών του ΚΣΜ (πολλαπλά μέσα εμπλοκής, αναπαράστασης, έκφρασης και δράσης) μπορεί να υποστηρίξει τη συμμετοχή όλων των μαθητών/μαθητριών σε διερευνητικές διαδικασίες, ενισχύοντας τη σύνδεση συμπεριληπτικής και διερευνητικής διδασκαλίας.

Δεδομένου ότι τέτοια μαθήματα δεν έχουν εφαρμοστεί εκτεταμένα (Sofianidis & Stylianidou, 2025), η βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι οι στάσεις και οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την εφαρμογή τόσο της διερευνητικής (Strat et al., 2024), όσο και της συμπεριληπτικής διδασκαλίας στις ΦΕ (Kraska & Boyle, 2014), επηρεάζοντας την πρόθεση και την αυτόαποτελεσματικότητά τους να υιοθετήσουν τέτοιες προσεγγίσεις στις μελλοντικές τους πρακτικές. Έτσι, η διερεύνηση των στάσεων και των αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών που έχουν συμμετάσχει σε μαθήματα Συμπεριληπτικής Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών αποτελεί ουσιαστικό βήμα για τη διαμόρφωση προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών που ανταποκρίνονται στις σύγχρονες παιδαγωγικές και κοινωνικές απαιτήσεις.

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των αντιλήψεων μελλοντικών εκπαιδευτικών που συμμετείχαν σε ένα μάθημα συμπεριληπτικής διδακτικής των ΦΕ σχετικά με τη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Ειδικότερα, εστιάζει στο πώς μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται και συσχετίζουν τη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία και μάθηση στις ΦΕ, ποια στάση κρατούν απέναντι σε αυτές (παιδαγωγικά, αξιακά και πρακτικά) και πώς τοποθετούν τον εαυτό τους ως μελλοντικό/μελλοντική εκπαιδευτικό που διδάσκει ΦΕ.

Πλαίσιο του μαθήματος

Το μάθημα «Διδακτική των Φυσικών» το οποίο παρακολούθησαν οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες επικεντρώνεται στη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες και διατίθεται στο πλαίσιο της Β' Φάσης της πρακτικής άσκησης σε Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. Εισάγει τους/τις μελλοντικούς/μελλοντικές εκπαιδευτικούς στις θεωρίες μάθησης και στα διδακτικά

μοντέλα, με έμφαση στον κονστρουκτιβισμό και στη διερευνητική διδασκαλία και μάθηση, αξιοποιώντας το μοντέλο των Pedaste et al. (2015), και στη Συμπεριληπτική Εκπαίδευση και Σχεδιασμό μέσω της εφαρμογής του ΚΣΜ (CAST, 2024). Στο θεωρητικό μέρος, οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί εξοικειώνονται με τον σχεδιασμό διερευνητικών δραστηριοτήτων και αναπτύσσουν συνεργατικά σειρές διερευνητικών δραστηριοτήτων βασισμένων σε κύκλους διερεύνησης. Στη συνέχεια, οι δραστηριότητες ανασχεδιάζονται με βάση τις αρχές του ΚΣΜ, ώστε να είναι προσβάσιμες σε όλους τους μαθητές και όλες τις μαθήτριες. Σε όλα τα στάδια του θεωρητικού μέρους εμπλέκονται σε αναστοχαστικές δραστηριότητες. Στο πρακτικό μέρος, τους/τις ζητείται να σχεδιάσουν συνεργατικά και να εφαρμόσουν σε τάξη δημοτικού σχολείου μία συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία, διάρκειας μίας διδακτικής ώρας. Ακολουθεί ο αναστοχασμός του πρακτικού μέρους, στον οποίο οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες παρουσιάζουν και συζητούν την παρέμβασή τους και καλούνται να τεκμηριώσουν γιατί θεωρούν ότι ο σχεδιασμός και η διδασκαλία τους είναι διερευνητική και συμπεριληπτική.

Ερευνητικά Ερωτήματα και Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων

Η παρούσα έρευνα εφαρμόζει ποιοτική μεθοδολογία για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των συμμετεχόντων/συμμετεχουσών. Με βάση τους στόχους της έρευνας, τα ερευνητικά ερωτήματα διαμορφώθηκαν ως εξής:

1. Ποιες είναι οι αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με τη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία στις ΦΕ;
2. Ποιες δυσκολίες, προκλήσεις και ανάγκες υποστήριξης αντιλαμβάνονται οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί σχετικά με την εφαρμογή συμπεριληπτικής διερευνητικής διδασκαλίας στις ΦΕ;
3. Ποιες είναι οι στάσεις, οι προθέσεις και τα κίνητρα των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς την υιοθέτηση συμπεριληπτικής διερευνητικής διδασκαλίας στις ΦΕ στη μελλοντική εκπαιδευτική πρακτική;
4. Πώς αντιλαμβάνονται οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί τη σχέση μεταξύ της συμπεριληπτικής και διερευνητικής διδασκαλίας στις ΦΕ;

Συμμετέχοντες/Συμμετέχουσες

Οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες της έρευνας ήταν είκοσι (20) φοιτητές/φοιτήτριες, οι οποίοι/οποίες ολοκλήρωσαν το μάθημα της Διδακτικής των Φυσικών. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και πραγματοποιήθηκε μετά την ολοκλήρωση και βαθμολόγηση του μαθήματος, ώστε οι συμμετέχοντες και οι συμμετέχουσες να έχουν αποκτήσει εμπειρία από τον σχεδιασμό και την εφαρμογή συμπεριληπτικών διερευνητικών πρακτικών στη διδασκαλία των ΦΕ.

Πριν τη συμμετοχή, οι συμμετέχοντες/συμμετέχουσες ενημερώθηκαν για τον σκοπό της έρευνας και παρείχαν προφορική και γραπτή συγκατάθεση. Διασφαλίστηκαν η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα των δεδομένων, ενώ ήταν δυνατή η αποχώρηση από την έρευνα σε οποιοδήποτε στάδιο. Η έρευνα έλαβε έγκριση από την Επιτροπή Ηθικής και Δεοντολογίας της Έρευνας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας [15-2026/23.09.2025].

Εργαλείο της Έρευνας και Ανάλυση Δεδομένων

Με βάση τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, σχεδιάστηκε ένας οδηγός ημιδομημένης συνέντευξης που αποτελούνταν από ερωτήσεις οργανωμένες σε τέσσερις θεματικούς άξονες:

- i. Αντιλήψεις για τη Διερευνητική Διδασκαλία (τι είναι, τι σημαίνει, πώς την αντιλαμβάνονται)
- ii. Αντιλήψεις για τη Συμπεριληπτική Διδασκαλία και το ΚΣΜ (τι είναι, τι σημαίνει, ποιοι/ποιες επωφελούνται)
- iii. Αντιλαμβανόμενες δυσκολίες, εμπόδια και ανάγκες υποστήριξης (γνώσεις, εμπειρία, πρακτική άσκηση)

iv. Στάσεις, Προθέσεις και Κίνητρα για μελλοντική εφαρμογή

Τα δεδομένα αναλύθηκαν με Αναστοχαστική Θεματική Ανάλυση (Reflexive Thematic Analysis – RTA) σύμφωνα με την προσέγγιση των Braun και Clarke (2021). Η μέθοδος αυτή δίνει έμφαση στον ενεργό ρόλο του/της ερευνητή/ερευνήτριας στην ερμηνεία των δεδομένων και στη διαμόρφωση των θεμάτων μέσα από αναστοχαστική διαδικασία. Η ανάλυση περιλάμβανε εξοικείωση με τα δεδομένα, αρχική κωδικοποίηση, αναζήτηση και ανάπτυξη θεμάτων, αναθεώρηση και οριστικοποίηση των θεμάτων. Η διαδικασία αυτή ήταν επαναληπτική και ερμηνευτική. Η πρώτη ερευνήτρια πραγματοποίησε την αρχική κωδικοποίηση, ενώ δεύτερος ερευνητής λειτούργησε ως κριτικός συνομιλητής μέσω αναστοχαστικών συζητήσεων που υποστήριξαν την ερμηνευτική ανάπτυξη των θεμάτων.

Αποτελέσματα

Η ανάλυση ανέδειξε τέσσερα κύρια θέματα. Το πρώτο θέμα, *Από τη μέθοδο στο νόημα: Η συμπεριληπτική διερεύνηση ως παιδαγωγική στάση*, αναδεικνύει τη μετατόπιση από τη διερεύνηση ως μέθοδο προς τη νοηματοδότηση της ως παιδαγωγική στάση που ενσωματώνει τη συμμετοχή όλων. Το δεύτερο θέμα, *Γίνομαι εκπαιδευτικός συμπεριληπτικής διερεύνησης: Ανακατασκευή ρόλου, ευθύνης και επαγγελματικής ταυτότητας*, αφορά τον μετασχηματισμό του ρόλου και της επαγγελματικής ταυτότητας του/της εκπαιδευτικού, δίνοντας έμφαση στον σχεδιασμό συμπεριληπτικών διερευνητικών διδασκαλιών. Το τρίτο θέμα, *Μεταξύ έμπνευσης και ευαλωτότητας: όρια, κίνδυνοι και ανάγκες υποστήριξης*, αποτυπώνει τις δυσκολίες και τους περιορισμούς της εφαρμογής, υπογραμμίζοντας την ανάγκη θεσμικής και παιδαγωγικής υποστήριξης. Τέλος, το τέταρτο θέμα, *Από την εμπειρία στην πρόθεση: Κίνητρα και αναδυόμενη αυτενέργεια*, συνδέει τις εμπειρίες με την ενίσχυση της πρόθεσης και της αναδυόμενης αυτενέργειας των μελλοντικών εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν συμπεριληπτικές διερευνητικές διδασκαλίες στις ΦΕ.

Συζήτηση

Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία στις ΦΕ ως μαθητοκεντρική και ενεργητική διαδικασία μάθησης, που διασφαλίζει τη συμμετοχή όλων. Η αντίληψη αυτή τεκμηριώνεται κυρίως σε αξιακές και ηθικές τοποθετήσεις και δεν βασίζεται στην αντίληψη προσαρμογών για ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (EE1) (Meyer et al., 2014). Στην έρευνα εντοπίζονται προκλήσεις εφαρμογής, όπως αυξημένες απαιτήσεις σχεδιασμού, περιορισμένη εμπειρία και παράγοντες που αφορούν το εκπαιδευτικό πλαίσιο (EE2). Το εύρημα αυτό συγκλίνει με τα ευρήματα της έρευνας των Essex et al. (2019), οι οποίοι επισημαίνουν αντίστοιχες προκλήσεις. Ωστόσο, οι συνολικές στάσεις απέναντι στη συμπεριληπτική διερευνητική διδασκαλία είναι ιδιαίτερα θετικές. Οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί εκφράζουν ισχυρή πρόθεση υιοθέτησης τέτοιων προσεγγίσεων, με βασικά κίνητρα την ενίσχυση της εμπλοκής, τη βαθύτερη και ουσιαστική μάθηση και την επαγγελματική τους ικανοποίηση (Sofianidis & Stylianidou, 2025), ενώ θεωρούν τις ΦΕ ευνοϊκό πεδίο για συμπεριληπτικές διερευνητικές πρακτικές (EE3). Τέλος, η συμπεριληπτική και η διερευνητική διδασκαλία εκλαμβάνονται ως αλληλένδετες, με τη συμπεριληπτική διδασκαλία να θεωρείται συχνά προϋπόθεση για ουσιαστική διερεύνηση και σε ορισμένες περιπτώσεις οριζόντια αρχή που διέπει τη διδασκαλία των ΦΕ (EE4). Τα δυο τελευταία αυτά ευρήματα έρχονται σε αντίθεση με τη διαμορφωμένη αντίληψη για τις πεποιθήσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών που έχουν ακολουθήσει μια εκπαιδευτική πορεία που εντάσσει τον συμπεριληπτικό σχεδιασμό ως πρόσθετο, χωρίς να ενσωματώνεται στη διδακτική των ΦΕ.

Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι όταν η συμπεριληπτική προσέγγιση ενσωματώνεται στη διδακτική των ΦΕ, συμβάλλει σε έναν μετασχηματισμό του τρόπου με τον οποίο οι μελλοντικοί/μελλοντικές εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη διδασκαλία, καθώς η συμπεριληπτική διδασκαλία δεν αντιμετωπίζεται ως προσθήκη στον διερευνητικό σχεδιασμό, αλλά ως ενιαία διάσταση. Η ανάδειξη των ΦΕ ως προνομιακό πεδίο εφαρμογής συμπεριληπτικών διερευνητικών διδασκαλιών και η αναδυόμενη αυτενέργεια υποδηλώνουν ότι η συμπεριληπτική εκπαίδευση στις

ΦΕ μπορεί να συμβάλλει τόσο στη διαμόρφωση θετικών στάσεων (Kraska & Boyle, 2014) όσο και στη συγκρότηση μιας επαγγελματικής στάσης (Sofianidis & Stylianidou, 2025) όπου η διερευνητική και συμπεριληπτική διδασκαλία συνυπάρχουν ως ενιαίο παιδαγωγικό πλαίσιο. Συνολικά η έρευνα φαίνεται να ενισχύει την αντίληψη ότι η ενσωμάτωση αρχών της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης στη διδακτική των ΦΕ είναι αναγκαία προϋπόθεση για την προώθηση μιας ουσιαστικής εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες για όλους και όλες (Fränkel et al., 2023).

Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας συμβάλλουν στη συζήτηση για το πώς η αρχική εκπαίδευση εκπαιδευτικών στις ΦΕ μπορεί να αναμορφωθεί, μετατοπίζοντας το επίκεντρο από την προσαρμογή βασισμένη σε «ειδικές ανάγκες» προς την καλλιέργεια μίας «Επιστήμης για όλους/όλες», ικανής να ανταποκρίνεται στην ποικιλομορφία των τάξεων του 21^{ου} αιώνα.

Βιβλιογραφία

- Ananiadou, K., & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD Education Working Papers, No. 41. *OECD Publishing (NJ1)*, 41, 33. <https://doi.org/10.1787/218525261154>
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic Analysis: A Practical Guide*. Sage, London.
- CAST. (2024). *Universal design for learning guidelines version 3.0*. 2024. <https://udlguidelines.cast.org/>
- Crawford, B. A. (2014). From inquiry to scientific practices in the science classroom. Στο N. G. Lederman, & S. K. Abell (επιμ.), *Handbook of research on science education* (1st ed., Vol. II, pp. 409–425). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203097267-30>
- Essex, J., Alexiadou, N., & Zwodziak-Myers, P. (2021). Understanding inclusion in teacher education – a view from student teachers in England. *International Journal of Inclusive Education*, 25(12), 1425–1442. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1614232>
- Fränkel, S., Sterken, M., & Stinken-Rösner, L. (2023). From barriers to boosters: Initial teacher education for inclusive science education. *Frontiers in Education*, 8, 1191619. <https://doi.org/10.3389/FEDUC.2023.1191619>
- Kraska, J., & Boyle, C. (2014). Attitudes of preschool and primary school pre-service teachers towards inclusive education. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 42(3), 228–246. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2014.926307>
- 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. N., 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>
- Sofianidis, A., & Stylianidou, N. (2025). Towards an inclusive science education: preparing twenty-first century preschool student teachers for inclusive science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2595578>
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking inclusive science education from two perspectives: inclusive pedagogy and science education. *Research in Subject-matter Teaching and Learning (RISTAL)*, 3(1), 30-45. <https://doi.org/10.23770/rt1831>
- Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: A systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191–249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>

Εκπαίδευση Μελλοντικών Εκπαιδευτικών για την Ενίσχυση της Επιστημονικής Ταυτότητας Κοριτσιών μέσω Κοινωνικοεπιστημονικών Ζητημάτων στην Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Σοφία Παναγιωτάκη¹ και Αιμιλία Μιχαηλίδη²

¹Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Κρήτης

²Επίκουρη Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης
e.michailidi@uoc.gr

Περίληψη

Σκοπός της μεταπτυχιακής εργασίας είναι η διερεύνηση της επαγγελματικής ανάπτυξης των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς την αξιοποίηση Κοινωνικοεπιστημονικών Ζητημάτων (ΚΕΖ), και πιο συγκεκριμένα εκείνων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή, με στόχο την ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητριών, καθώς βάσει βιβλιογραφίας προκύπτει το ζήτημα της υποεκπροσώπησης των γυναικών/κοριτσιών στις Φυσικές Επιστήμες. Η έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος ENerGISE, όπου υλοποιείται πιλοτικό σεμινάριο σε φοιτητές/φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Δεδομένα θα συλλεχθούν από τις δραστηριότητες που θα εκπονήσουν οι φοιτητές/τριες στη διάρκεια του σεμιναρίου και από το διδακτικό υλικό που θα αναπτύξουν.

Λέξεις κλειδιά: επιστημονική ταυτότητα, κλιματική αλλαγή, κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, φύλο

Pre-service Teacher Education for Enhancing Girls' Science Identity through Socio-Scientific Issues in Science Education

Abstract

The purpose of the Master's Thesis is to investigate the professional development of pre-service teachers regarding the use of Socio-Scientific Issues (SSI), and more specifically those related to climate change, with the aim of strengthening female students' science identity, as the literature highlights the issue of women's/girls' underrepresentation in Science. The research is conducted within the framework of the European ENerGISE project, in which a pilot seminar course is implemented with undergraduate students of the Department of Primary Education. Data will be collected from the activities carried out by the students during the seminar course and from the instructional materials that they will develop.

Keywords: climate change, gender, science identity, socio-scientific issues

Εισαγωγή

Η υποεκπροσώπηση των γυναικών στους τομείς των Φυσικών Επιστημών αποτελεί κοινωνικό και εκπαιδευτικό ζήτημα. Οι γυναίκες συμμετέχουν σε μικρότερα ποσοστά σε σπουδές και επαγγέλματα φυσικών επιστημών, γεγονός που οφείλεται σε ένα σύνολο κοινωνικών, πολιτισμικών και εκπαιδευτικών παραγόντων (Conner & Danielson, 2016).

Παρότι στον δημόσιο διάλογο η άνιση συμμετοχή των κοριτσιών στην επιστήμη αποδίδεται συχνά σε ατομικές επιλογές ή προσωπικά ενδιαφέροντα, πιο κριτικές προσεγγίσεις αναδεικνύουν τον ρόλο που παίζουν έμφυλοι παράγοντες και ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται η επιστήμη. Συγκεκριμένα, η σχολική επιστήμη συχνά προβάλλεται ως ουδέτερη και αποκομμένη από κοινωνικά συμφραζόμενα, αναπαράγοντας στερεότυπες αντιλήψεις για το ποιος «ταιριάζει» στην επιστήμη. Στην παρούσα έρευνα, για να διερευνηθεί σε βάθος η εμπλοκή (ή μη) των μαθητών με την επιστήμη, αξιοποιείται η έννοια της επιστημονικής ταυτότητας, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές αντιλαμβάνονται και τοποθετούν τον εαυτό τους σε σχέση με την επιστήμη (Carlone & Johnson, 2007). Η επιστημονική ταυτότητα δεν συνιστά ένα στατικό ατομικό χαρακτηριστικό, αλλά μια δυναμική και κοινωνικά διαμορφούμενη διαδικασία, η οποία αναπτύσσεται μέσα από την αλληλεπίδραση του ατόμου με συγκεκριμένα εκπαιδευτικά, κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια (Beauchamp & Thomas, 2011). Σύμφωνα με το μοντέλο των Carlone και Johnson (2007), η επιστημονική ταυτότητα συγκροτείται μέσα από διαστάσεις όπως η αντίληψη της ικανότητας (competence), η δυνατότητα ενεργού συμμετοχής σε επιστημονικές πρακτικές (performance) και, κυρίως, η αναγνώριση (recognition) από σημαντικούς άλλους. Ιδιαίτερα για τα κορίτσια, η έλλειψη κοινωνικής και σχολικής αναγνώρισης ως «ικανών» στην επιστήμη λειτουργεί συχνά ανασταλτικά στη διαμόρφωση μιας θετικής επιστημονικής ταυτότητας.

Σύμφωνα με την έρευνα για την επιστημονική ταυτότητα, η αλληλεπίδραση των κοριτσιών με γυναικεία επιστημονικά πρότυπα αποτελεί κλειδί για την ανάπτυξη του επιστημονικού ενδιαφέροντος, της αυτοαντίληψης και της επιστημονικής ταυτότητας (Eccles, 2009, όπ.αναφ. στο Conner & Danielson, 2016). Παράλληλα, υποστηρίζεται πως για να παρουσιαστεί η επιστήμη συμπεριληπτική ως προς τα κορίτσια, θα πρέπει να ενισχυθεί η προσωπική της διάσταση –η αντίληψή της δηλαδή ως μιας διαδικασίας που επηρεάζεται από προσωπικούς, πολιτισμικούς και κοινωνικούς παράγοντες– αλλά και η πλαισιοθετημένη (contextualized) φύση της υπό τη έννοια της ενσωμάτωσής της σε ευρύτερα κοινωνικά, πολιτισμικά και ιστορικά πλαίσια (Avraamidou & Schwartz, 2021).

Υπό αυτό το πρίσμα, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών καλείται να μετακινηθεί από μια αποκλειστικά γνωσιοκεντρική προσέγγιση προς πρακτικές που επιτρέπουν στους μαθητές και ιδιαίτερα στις μαθήτριες να συνδέσουν την επιστήμη με προσωπικά ενδιαφέροντα, αξίες και κοινωνικές ανησυχίες. Η δυνατότητα των μαθητριών να εκφράζουν απόψεις, να λαμβάνουν θέση και να αναγνωρίζονται ως ενεργά υποκείμενα επιστημονικής σκέψης συμβάλλει καθοριστικά στη διαμόρφωση μιας θετικής σχέσης με την επιστήμη και, κατ' επέκταση, στην ενίσχυση της επιστημονικής τους ταυτότητας.

Μια προσέγγιση που δύναται να επιτύχει αυτούς τους σκοπούς είναι αυτή των κοινωνικο-επιστημονικών ζητημάτων (KEZ) (Zeidler & Nichols, 2009). Τα KEZ αφορούν κοινωνικά ζητήματα που εμπεριέχουν επιστημονικές, ηθικές, πολιτικές και οικονομικές διαστάσεις. Πέρα από τη συμβολή τους στην ανάπτυξη γνωστικών και κριτικών δεξιοτήτων, τα KEZ προσφέρουν ένα μαθησιακό πλαίσιο μέσα στο οποίο η επιστήμη παρουσιάζεται ως κοινωνικά συναφής, ανοιχτή σε πολλαπλές οπτικές και άρρηκτα συνδεδεμένη με ζητήματα κοινωνικής δικαιοσύνης και ευθύνης. Η συγκεκριμένη προσέγγιση έχει αναδειχθεί ως ιδιαίτερα πρόσφορη για την εμπλοκή ομάδων μαθητών που παραδοσιακά υποεκπροσωπούνται στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς δημιουργεί ευκαιρίες για διαπραγμάτευση νοημάτων, ανάδειξη εμπειριών και ενεργή συμμετοχή στον επιστημονικό διάλογο (Zeidler & Nichols, 2009).

Ειδικότερα ένα ζήτημα που ενδείκνυται ως πλαίσιο μίας κοινωνικοεπιστημονικής διδασκαλίας είναι η κλιματική αλλαγή, καθώς αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό ζήτημα που εμπλέκει διαφορετικές οπτικές ποικίλων σχετιζόμενων φορέων (Peel et al., 2020). Παράλληλα για την αντιμετώπισή της χρειάζεται να ληφθούν υπόψιν τόσο επιστημονικές όσο και κοινωνικές, πολιτικές, οικονομικές και ηθικές πτυχές του ζητήματος. Στο πλαίσιο αυτό, η κλιματική αλλαγή συνιστά ένα προνομιακό KEZ, καθώς συνδέεται άμεσα με την καθημερινή ζωή, το μέλλον των κοινωνιών και ζητήματα συλλογικής ευθύνης. Η ενασχόληση με την κλιματική αλλαγή μπορεί να λειτουργήσει ως ισχυρό κίνητρο για την

εμπλοκή των μαθητριών στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς προσφέρει δυνατότητες σύνδεσης της επιστημονικής γνώσης με αξίες φροντίδας, κοινωνικής συμμετοχής και δράσης (Peel et al., 2020).

Παρότι η διδασκαλία ΚΕΖ ενισχύει την προώθηση της κριτικής σκέψης, του επιστημονικού γραμματισμού και της ενεργού συμμετοχής, οι έρευνες δείχνουν ότι λίγοι εκπαιδευτικοί τις ενσωματώνουν στην διδασκαλία τους (Borgerding & Dagistan, 2018), καθώς δεν είναι εξοικειωμένοι με την διδασκαλία αυτών των κοινωνικών πτυχών. Παράλληλα, τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι πολλοί εκπαιδευτικοί δεν αναγνωρίζουν το μέγεθος του έμφυλου χάσματος στα μαθήματα Φυσικών Επιστημών και, σε αρκετές περιπτώσεις, δεν το αντιλαμβάνονται ως πρόβλημα που χρήζει εκπαιδευτικής παρέμβασης (Masri et al., 2025). Ταυτόχρονα, καταγράφονται περιορισμένες γνώσεις σχετικά με συγκεκριμένες παιδαγωγικές πρακτικές και στρατηγικές που θα μπορούσαν να συμβάλουν στην άμβλυνση αυτής της κατάστασης (Thorsen et al., 2025).

Παρότι η διεθνής βιβλιογραφία αναγνωρίζει τη σημασία τόσο των ΚΕΖ όσο και του φακού της επιστημονικής ταυτότητας για την ενίσχυση της συμμετοχής των κοριτσιών στις Φυσικές Επιστήμες, λιγότερες έρευνες εστιάζουν συστηματικά στην εκπαίδευση των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς τη συνδυαστική αξιοποίηση αυτών των δύο πλαισίων. Ιδιαίτερα περιορισμένες είναι οι μελέτες που διερευνούν πώς οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αναπτύσσονται επαγγελματικά ώστε να σχεδιάζουν και να εφαρμόζουν κοινωνικοεπιστημονικές παρεμβάσεις με ρητή στόχευση την ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητριών.

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών ώστε να μπορούν να εντάξουν αποτελεσματικά τα ΚΕΖ στην διδασκαλία τους με σκοπό να επιτευχθεί η ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητας των κοριτσιών, να καλλιεργηθεί το ενδιαφέρον τους προς τις φυσικές επιστήμες και να αυξηθεί η συμμετοχή τους στα μαθήματα φυσικών επιστημών.

Το ερευνητικό ερώτημα που διέπει την έρευνα είναι:

Πώς αναπτύσσονται επαγγελματικά οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί για την αξιοποίηση ΚΕΖ ως εργαλείο για την ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητα των μαθητριών;

Μεθοδολογία

Πλαίσιο Διεξαγωγής της έρευνας

Η έρευνα διεξάγεται στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος ENerGISE, σκοπός του οποίου είναι η επιμόρφωση μελλοντικών και εν ενεργεία εκπαιδευτικών όλων των βαθμίδων για την ενίσχυση της συμμετοχής των κοριτσιών στις Φυσικές Επιστήμες. Στο πλαίσιο του προγράμματος αναπτύσσεται υλικό για την επιμόρφωση μελλοντικών εκπαιδευτικών αναφορικά με ζητήματα ενίσχυσης της επιστημονικής ταυτότητας των κοριτσιών, αξιοποιώντας ως όχημα την ΚΕΖ διδακτική προσέγγιση. Το επιμορφωτικό υλικό που έχει αναπτυχθεί βασίζεται σε σύγχρονες προσεγγίσεις εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, οι οποίες δίνουν έμφαση στον αναστοχασμό και στην ενεργό εμπλοκή των συμμετεχόντων. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στη ρητή ανάδειξη ζητημάτων φύλου και επιστημονικής ταυτότητας, καθώς και στην παροχή δομημένων ευκαιριών στους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς να αναλύουν, να αξιολογούν και να επανασχεδιάζουν διδακτικό υλικό υπό αυτό το πρίσμα. Το υλικό αυτό δοκιμάζεται πιλοτικά στο πλαίσιο ενός σεμιναρίου στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, το οποίο διεξάγεται κατά το τρέχον εαρινό εξάμηνο, από τον Φεβρουάριο μέχρι και τον Ιούνιο του 2026.

Σχετικά με την δομή του σεμιναρίου, θα πραγματοποιηθεί σε πρώτη φάση ο προσανατολισμός των μελλοντικών εκπαιδευτικών σε ζητήματα σχετικά με: α) την ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητας των κοριτσιών, β) την αξιοποίηση της Κοινωνικοεπιστημονικής Προσέγγισης στη διδασκαλία των ΦΕ.

Σε δεύτερη φάση, η οποία θα πραγματοποιηθεί από τα μέσα Μαρτίου, θα τους δοθούν παραδείγματα υλικού που συνδυάζουν την ενίσχυση της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητριών μέσα από την χρήση Κοινωνικοεπιστημονικών Ζητημάτων για να τα αναλύσουν και να αναστοχαστούν σχετικά με την αξιοποίησή τους.

Σε μια τρίτη φάση, η οποία θα υλοποιηθεί από τον Απρίλιο μέχρι και τον Μάιο, θα κληθούν οι ίδιοι να αναπτύξουν το δικό τους διδακτικό υλικό, το οποίο στη συνέχεια θα εφαρμόσουν πιλοτικά στα τέλη Μαΐου σε έναν χώρο άτυπης μάθησης.

Η δομή του σεμιναρίου σχεδιάστηκε με τρόπο ώστε να υποστηρίζει μια σταδιακή μετάβαση από την κατανόηση θεωρητικών εννοιών στην εφαρμογή τους σε αυθεντικά διδακτικά πλαίσια. Η διαδοχή των φάσεων αποσκοπεί στη σταδιακή οικοδόμηση γνώσεων και στάσεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών, ενισχύοντας την ικανότητά τους να ενσωματώνουν κοινωνικές, επιστημονικές και έμφυλες διαστάσεις στον διδακτικό τους σχεδιασμό.

Συμμετέχοντες/ουσες

Οι συμμετέχοντες/ουσες της έρευνας είναι δεκαοχτώ (18) προπτυχιακοί φοιτητές/τριες που βρίσκονται στο τρίτο και τέταρτο έτος των σπουδών τους.

Συλλογή δεδομένων

Τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν για την συλλογή των δεδομένων θα είναι οι γραπτές απαντήσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών στις εβδομαδιαίες δραστηριότητες του σεμιναριακού μαθήματος καθώς και το εκπαιδευτικό υλικό που θα αναπτύξουν. Μετά την ολοκλήρωση του σεμιναρίου θα πραγματοποιηθούν ατομικές ημιδομημένες συνεντεύξεις με τους/τις συμμετέχοντες/ουσες μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς.

Αποτελέσματα

Την παρούσα περίοδο πραγματοποιείται ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης του σεμιναρίου, καθώς και των πρότυπων διδακτικών υλικών που θα αξιοποιηθούν για την εμπλοκή των φοιτητών/τριών σε διαδικασίες διδακτικής ανάλυσης και αναστοχασμού.

Στη διάρκεια του συνεδρίου αναμένεται να παρουσιαστεί το δειγματικό διδακτικό υλικό που θα αναπτυχθεί και θα είναι βασισμένο στην ΚΕΖ διδακτική προσέγγιση, εστιασμένο στο αντικείμενο της κλιματικής αλλαγής και θα είναι εμπλουτισμένο με στοιχεία που θα ενισχύουν την επιστημονική ταυτότητα των κοριτσιών.

Βιβλιογραφία

- Anraamidou, L., & Schwartz, R. (2021). Who aspires to be a scientist/who is allowed in science? Science identity as a lens to exploring the political dimension of the nature of science. *Cultural Studies of Science Education*, 16(2), 337-344. <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10059-3>
- Beauchamp, C., & Thomas, L. (2011). New teachers' identity shifts at the boundary of teacher education and initial practice. *International Journal of Educational Research*, 50(1), 6-13. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2011.04.003>
- Borgerding, L. A., & Dagistan, M. (2018). Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. *Journal of Science Teacher Education*, 29(4), 283-306. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1440860>
- Brotman, J. S., & Moore, F. M. (2008). Girls and science: A review of four themes in the science education literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 971-1002. <https://doi.org/10.1002/tea.20241>
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007). Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), 1187-1218. <https://doi.org/10.1002/tea.20237>
- Masri, A., Ollis, T., & Tytler, R. (2025). "It is just how things are": physics teachers' perceptions about the gender gap in secondary school physics. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 53(1), 80-95. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2024.2433094>
- Peel, A., Sadler, T. D., Kinslow, A. T., Zangori, L., & Friedrichsen, P. (2017). Climate change as an issue for socio-scientific issues teaching and learning. In D. Shepardson, A. Roychoudhury & A. Hirsch (Eds.) *Teaching and learning about climate change* (pp. 153-165). Routledge.
- Thorsen, G. E., Madsen, L. M., & Holmegaard, H. T. (2025). The (re) production of insecurities: an ethnographic study of the gendered science classroom in upper secondary school. *Cultural Studies of Science Education*, 1-27. <https://doi.org/10.1007/s11422-025-10252-8>

Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of elementary science education*, 21(2), 49-58. <https://doi.org/10.1007/BF03173684>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

Πειραματική Διαδικασία στις Φυσικές Επιστήμες με Χρήση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης. Η Περίπτωση της Διδασκαλίας του Ηλεκτρισμού

Παπακωνσταντίνου Νικόλαος¹ και Καλογιαννάκης Μιχαήλ²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
nirarakonst@uth.gr

²Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
mkalogian@uth.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την ενσωμάτωση της παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) και ειδικότερα του ChatGPT στη διδασκαλία βασικών εννοιών του ηλεκτρισμού στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Ακολουθείται πειραματικός σχεδιασμός με προ- και μετα-τεστ, συγκρίνοντας ομάδα ελέγχου και πειραματική ομάδα. Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιείται μέσω του ερωτηματολογίου S-STEM και του τεστ DIRECT. Με βάση προηγούμενα ευρήματα, αναμένεται θετική στάση απέναντι στη χρήση της παραγωγικής TN και βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης στην πειραματική ομάδα. Τα αποτελέσματα εκτιμάται ότι θα επιβεβαιώσουν τη συμβολή της παραγωγικής TN ως υποστηρικτικού εργαλείου στις ΦΕ. Η παρούσα έρευνα επιδιώκει να αναδείξει πρακτικούς τρόπους παιδαγωγικής αξιοποίησης της παραγωγικής TN σε εργαστηριακά περιβάλλοντα.

Λέξεις κλειδιά: διδασκαλία φυσικών επιστημών, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη, ηλεκτρισμός, ChatGPT

Experimental Procedure in Science Education Using Generative Artificial Intelligence: The Case of Teaching Electricity

Abstract

This study examines the integration of generative Artificial Intelligence (GenAI), specifically ChatGPT, into the teaching of fundamental electricity concepts in science education for pre-service teachers. A pre-test/post-test experimental design is employed to compare a control group with a treatment group using ChatGPT during instruction. Data are collected through the S-STEM questionnaire and the DIRECT assessment. Based on prior findings, the experimental group is expected to demonstrate more positive attitudes toward GenAI and improved conceptual understanding. The results are expected to confirm GenAI's role as a supportive tool in science education. This study aims to highlight practical ways to integrate generative AI into pedagogical laboratory-based learning environments.

Keywords: science education, future educators, generative artificial intelligence, electricity phenomena, ChatGPT

Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΤΝ) έχει αρχίσει να μεταμορφώνει ουσιαστικά την εκπαίδευση, με διεθνείς μελέτες να αναδεικνύουν τον αυξανόμενο ρόλο της στη μαθησιακή διαδικασία και στην αλληλεπίδραση φοιτητών/τριών και διδασκόντων/ουσών (Fuller & Barnes, 2024; Zhai et al., 2024). Στο επίκεντρο αυτής της αλλαγής βρίσκονται τα εργαλεία Παραγωγικής ΤΝ (GenAI), όπως το ChatGPT, τα οποία υποστηρίζουν την κατανόηση εννοιών, τη συγγραφή, την παροχή ανατροφοδότησης και την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση (Kotsis, 2024) και σε επίπεδο προσχολικής εκπαίδευσης (Uğraş et al., 2025; Çakır et al., 2026). Παράλληλα, η αυξανόμενη χρήση της GenAI στην ανώτατη εκπαίδευση υπογραμμίζει την ανάγκη να μελετηθεί σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας, λαμβάνοντας υπόψη τις μαθησιακές δυνατότητές της και τον τρόπο που επηρεάζει τις στάσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών (Collie & Martin, 2024). Πρόσφατη μελέτη καταδεικνύει ότι οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν τις δυνατότητες της στην εκπαίδευση STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), αλλά τονίζουν την ανάγκη για στοχευμένη παιδαγωγική υποστήριξη και καθοδήγηση κατά την ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική πράξη (Sotiropoulos & Meletiou-Mavrotheris, 2025).

Θεωρητικό Πλαίσιο

Η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών, όπως η εικονική και επαυξημένη πραγματικότητα, τα εκπαιδευτικά λογισμικά, οι προσομοιώσεις, η εκπαιδευτική ρομποτική και η εκπαίδευση STEM, έχει συμβάλει σημαντικά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), μετασχηματίζοντας τις παραδοσιακές διδακτικές προσεγγίσεις (Barak, 2017). Σε αυτή την πορεία εξέλιξης η GenAI ίσως αποδειχτεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο εργαλείο για τη διδακτική των ΦΕ αφού μπορεί να προσφέρει άμεσες απαντήσεις και καθοδήγηση σε πειραματικά σενάρια, επιτρέποντας στους/ις μαθητές/τριες να συνδέουν τη θεωρία με την πράξη (Rasul et al., 2023). Όπως επισημαίνεται το ChatGPT φαίνεται να μπορεί να προσφέρει στους φοιτητές/τριες μια μοναδική ευκαιρία σύνδεσης της θεωρητικής γνώσης με την πρακτική εφαρμογή της στην πραγματική ζωή (Javaid et al., 2023). Η άμεση υποστήριξη που παρέχει ενισχύει την κατανόηση και καλλιεργεί θετικές στάσεις απέναντι στη μάθηση των ΦΕ (Mustofa et al., 2024). Επίσης, η χρήση του ChatGPT μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων στους/ις μαθητές/τριες, ενισχύοντας παράλληλα την κριτική τους σκέψη, καθώς τους παρέχει τη δυνατότητα να επεξεργαστούν διαφορετικές προοπτικές και να αναπτύξουν επιχειρηματολογία κατά την αλληλεπίδρασή τους με την εφαρμογή (Orara et al., 2023).

Σκοπός της έρευνας

Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα έρευνα εξετάζει την ενσωμάτωση της GenAI, με τη χρήση της εφαρμογής ChatGPT, στη διδασκαλία των ΦΕ, με έμφαση στην κατανόηση βασικών εννοιών του ηλεκτρισμού και στις στάσεις των φοιτητών/τριών απέναντι στη χρήση του ChatGPT ως εργαλείου υποστήριξης της μάθησης κατά την πειραματική διαδικασία.

Ερευνητικά ερωτήματα

Ερώτημα 1: Ποιες είναι οι αρχικές στάσεις και αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στις ΦΕ και τη χρήση του ChatGPT ως εργαλείου υποστήριξης στη διδασκαλία των ΦΕ;

Ερώτημα 2: Ποιες είναι οι διαφορές στις βαθμολογίες στο τεστ κατανόησης του ηλεκτρισμού μεταξύ της ομάδας ελέγχου (ΟΕ), η οποία παρακολούθησε διδασκαλία χωρίς τη χρήση του ChatGPT, και της πειραματικής ομάδας (ΠΟ), η οποία συμμετείχε στη διδασκαλία με τη βοήθεια του ChatGPT;

Ερώτημα 3: Ποιες αλλαγές παρατηρούνται στις στάσεις και τις αντιλήψεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών της ΠΟ απέναντι στις ΦΕ και τη χρήση του ChatGPT ως εργαλείο υποστήριξης στη διδασκαλία των ΦΕ μετά τη συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία;

Μεθοδολογία

Για τη διερεύνηση των παραπάνω ερωτημάτων κρίνεται κατάλληλη η υιοθέτηση πειραματικού σχεδιασμού με προ-τεστ και μετα-τεστ, προκειμένου να αποτυπωθούν οι μεταβολές στην κατανόηση των φοιτητών/τριών. Οι συμμετέχοντες/ουσες στο εργαστήριο ΦΕ του Παιδαγωγικού Τμήματος

Ειδικής Αγωγής (ΠΤΕΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας θα κατανεμηθούν σε δύο ομάδες με χρήση τυχαίας δειγματοληψίας: σε ΟΕ και σε ΠΟ. Οι διαφοροποιήσεις που θα προκύψουν ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο ομάδων μεταξύ προ-ελέγχου και μετα-ελέγχου θα επιτρέψουν την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) που σχεδιάζουμε ακολουθώντας όλους τους κανόνες της δεοντολογίας έρευνας (Petousi & Sifaki, 2020).

Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ)

Η ΔΜΑ που θα εφαρμοστεί στην πειραματική ομάδα σχεδιάζεται με βάση αρχές του εποικοδομισμού και της διερευνητικής μάθησης, όπως αυτές έχουν αξιοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες για τη διδασκαλία των ΦΕ σε εργαστηριακά περιβάλλοντα. Στο πλαίσιο αυτό, η επιστημονική κατανόηση προσεγγίζεται ως αποτέλεσμα μιας κυκλικής διαδικασίας νοητικής μοντελοποίησης και συνεχούς μετακίνησης μεταξύ εμπειρικού και θεωρητικού πεδίου (Ραβάνης, 2025). Ο σχεδιασμός της στοχεύει στην ενεργή εμπλοκή των φοιτητών/τριών στη διερεύνηση βασικών εννοιών του ηλεκτρισμού μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων με απλά ηλεκτρικά κυκλώματα, στη διατύπωση προβλέψεων, στην ερμηνεία αποτελεσμάτων και στον αναστοχασμό. Η αξιοποίηση της παραγωγικής ΤΝ εντάσσεται οργανικά σε αυτή τη διαδικασία, λειτουργώντας ως γνωστικό εργαλείο υποστήριξης του ελέγχου, της ανατροφοδότησης και της αναδιοργάνωσης των νοητικών παραστάσεων των φοιτητών, ιδιαίτερα όταν συγκρίνουν αρχικές προβλέψεις με εμπειρικά δεδομένα και επιχειρούν να διατυπώσουν ερμηνείες. Πέρα από τη διευκρίνιση επιμέρους ερωτημάτων κατά τη διάρκεια της πειραματικής δραστηριότητας, το ChatGPT συμβάλλει στην εννοιολογική αποσαφήνιση και στη σύνδεση εμπειρικών παρατηρήσεων με θεωρητικές έννοιες, διευκολύνοντας τη ρητή αντιπαραβολή βιωματικών και επιστημονικών αναπαραστάσεων (Kalogiannakis et al., 2025).

Η εφαρμογή της ΔΜΑ εκτείνεται σε τρεις διδακτικές ώρες και ενσωματώνεται στο πλαίσιο του εργαστηρίου ΦΕ του Π.Τ.Ε.Α. Ο διδακτικός μετασχηματισμός του επιστημονικού περιεχομένου επιδιώκει τη μετάβαση από αφηρημένες έννοιες του ηλεκτρισμού σε πειραματικά προσβάσιμες δραστηριότητες, ώστε οι φοιτητές/τριες να οικοδομήσουν συνεκτικό και λειτουργικό τρόπο σκέψης για τη λειτουργία του ηλεκτρικού κυκλώματος, συνδέοντας την αγωγιμότητα των υλικών, τη διάταξη των στοιχείων (σε σειρά και παράλληλα) και τη σχέση τάσης, έντασης και αντίστασης μέσα από συστηματική ερμηνεία πειραματικών δεδομένων. Ο σχεδιασμός επιτρέπει την επαναληψιμότητα της παρέμβασης σε αντίστοιχα εκπαιδευτικά πλαίσια ανώτατης εκπαίδευσης, με σαφώς ορισμένους στόχους, δραστηριότητες και εργαλεία υποστήριξης, ανεξάρτητα από τον διδάσκοντα.

Συλλογή Δεδομένων

Για τη διερεύνηση των στάσεων και αντιλήψεων των φοιτητών/τριών θα χρησιμοποιηθεί προσαρμοσμένο το ερωτηματολόγιο S-STEM (Faber et al., 2013) το οποίο αποτυπώνει το ενδιαφέρον για τις ΦΕ, το επίπεδο αυτοπεποίθησης στις σχετικές δεξιότητες, την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητά τους και τη σημασία που αποδίδεται στο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Όλες οι απαντήσεις θα δίνονται μέσω κλίμακας Likert, επιτρέποντας την ποσοτική ανάλυση των στάσεων. Το εργαλείο θα εμπλουτιστεί με πρόσθετες ερωτήσεις που εξετάζουν την αποδοχή της χρήσης του ChatGPT στη μάθηση, με στόχο τη διερεύνηση της συμβολής του στην κατανόηση εννοιών, στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος για το μάθημα και στη συνολική υποστήριξη της μελέτης. Πριν από τη χρήση του ερωτηματολογίου, θα ζητηθεί επίσημη άδεια από τον δημιουργό σύμφωνα με τις προβλεπόμενες διαδικασίες της δεοντολογίας έρευνας (Petousi & Sifaki, 2020).

Η αξιολόγηση της κατανόησης των βασικών εννοιών του ηλεκτρισμού θα πραγματοποιηθεί με το τεστ DIRECT (Determining and Interpreting Resistive Electric Circuits Concepts Test) των Engelhardt και Beichner (2004), το οποίο έχει μεταφραστεί και προσαρμοστεί στα ελληνικά από τον ερευνητή. Το DIRECT αποτελείται από 29 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και εξετάζει θεμελιώδεις πτυχές ηλεκτρικών κυκλωμάτων, όπως η διάκριση συνδέσεων σε σειρά και παράλληλα, η σύγκριση της φωτεινότητας λαμπτήρων και της έντασης του ρεύματος σε διαφορετικά σημεία του κυκλώματος, η ερμηνεία και αντιστοίχιση διαγραμμάτων με πραγματικά κυκλώματα, η κατανόηση των σχέσεων

τάσης, ρεύματος και αντίστασης βάσει του νόμου του Ohm, η ανάλυση μεταβολών σε κυκλώματα όταν προστίθενται ή αφαιρούνται στοιχεία καθώς και η κατανόηση των ιδιοτήτων αγωγών και μονωτών. Οι ερωτήσεις του τεστ έχουν σχεδιαστεί ώστε να εντοπίζουν συνηθισμένες παρανοήσεις των φοιτητών/τριών και να αποτυπώνουν με ακρίβεια το επίπεδο κατανόησης θεμελιωδών εννοιών του ηλεκτρισμού, όπως τεκμηριώνεται και στο μεταφρασμένο υλικό του τεστ.

Πίνακας 1: Διαδικασία συλλογής δεδομένων

Χρόνος	Ομάδα Ελέγχου	Πειραματική Ομάδα
Προ-έλεγχος	Συμπλήρωση του τεστ DIRECT	Συμπλήρωση τεστ DIRECT & S-STEM ερωτηματολογίου
Εκπαιδευτική Παρέμβαση	Διδασκαλία χωρίς ChatGPT	Διδασκαλία με ChatGPT
Μετα-έλεγχος	Συμπλήρωση τεστ DIRECT	Συμπλήρωση τεστ DIRECT & S-STEM ερωτηματολογίου

Για τη διασφάλιση της εγκυρότητας των εργαλείων συλλογής δεδομένων και της καταλληλότητάς τους στο συγκεκριμένο εκπαιδευτικό πλαίσιο, θα υιοθετηθεί διαδικασία τριγωνοποίησης, η οποία συνίσταται στη συνδυαστική αξιοποίηση πολλαπλών οπτικών και διαδικασιών κατά την ανάπτυξη και προσαρμογή των εργαλείων, με στόχο τη σύγκλιση και επιβεβαίωση των ερευνητικών επιλογών, όπως προτείνεται από τους Moeller et al. (2016).

Συμμετέχοντες/ουσες – Προσδοκώμενα αποτελέσματα

Το δείγμα της έρευνας θα περιλαμβάνει περίπου 100 μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς, φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής (ΠΤΕΑ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Θα διερευνηθεί κατά πόσο οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί της ΠΟ θα εκδηλώσουν θετική στάση απέναντι στη χρήση της GenAI, αναγνωρίζοντας ενδεχομένως τη συμβολή της στην παροχή άμεσων επεξηγήσεων, στη διευκόλυνση της κατανόησης απαιτητικών εννοιών και στη συνολική υποστήριξη της πειραματικής διαδικασίας. Παράλληλα, θα εξεταστεί αν η αλληλεπίδραση με εργαλεία GenAI θα σχετίζεται με αυξημένη μαθησιακή εμπλοκή, στοιχείο που θα αναζητηθεί στα δεδομένα της μελέτης. Η διαμόρφωση των ερωτημάτων βασίστηκε στην συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση των (Kalogiannakis et al., 2025). Σε ό,τι αφορά το γνωστικό επίπεδο, θα διερευνηθεί το ενδεχόμενο η ΠΟ να παρουσιάσει υψηλότερες επιδόσεις στο τεστ DIRECT, καθώς σχετικές εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει ότι η αξιοποίηση της GenAI μπορεί να συμβάλει στη βαθύτερη εννοιολογική κατανόηση και στη βελτίωση της ικανότητας εφαρμογής επιστημονικών αρχών (El Fathi et al., 2025). Συνολικά, η παρούσα έρευνα θα επιδιώξει να εξετάσει διεξοδικά κατά πόσο η παιδαγωγικά πλαισιωμένη χρήση της GenAI θα μπορεί να λειτουργήσει ως υποστηρικτικό εργαλείο για τη διδασκαλία των ΦΕ.

Βιβλιογραφία

- Ραβάνης, Κ. (2025). *Εισαγωγή στη διδακτική και τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών* (2η έκδ.). Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Barak, M. (2017). Science teacher education in the twenty-first century: A pedagogical framework for technology-integrated social constructivism. *Research in Science Education*, 47(2), 283–303. <https://doi.org/10.1007/s11165-015-9501-y>
- Çakır, Z., Uğraş, M., Sotiropoulos, D., & Kalogiannakis, M. (2026). Scientific Trends Towards the Use of Generative Artificial Intelligence Tools in Early Childhood STEM Education: A Bibliometric Analysis. In M. Kalogiannakis & D. Sotiropoulos (Eds.), *Generative AI-Enhanced Science Education From Early Childhood to Higher Education* (pp. 41-68). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-9074-1.ch002>
- Collie, R. J., & Martin, A. J. (2024). Teachers' generative AI self-efficacy, valuing, and integration at work: Examining job resources and demands. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, 100333. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100333>

- El Fathi, T., Saad, A., Larhzil, H., Lamri, D., & Al Ibrahim, E. M. (2025). Integrating generative AI into STEM education: Enhancing conceptual understanding, addressing misconceptions, and assessing student acceptance. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7, 6. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00125-z>
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct-current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98–115. <https://doi.org/10.1119/1.1614813>
- Faber, M., Unfried, A., Wiebe, E. N., Corn, J., Townsend, L. W., & Collins, T. L. (2013). Student attitudes toward STEM: The development of upper elementary school and middle/high school student surveys. In *Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition (Paper ID 22479)*. American Society for Engineering Education. <http://doi.org/10.18260/1-2--22479>
- Fuller, M., & Barnes, N. (2024). The impact of ChatGPT on teaching and learning in higher education: Exploring the dual perspectives of participants who were students and teachers. *New Directions for Higher Education*, 2024(207), 31–46. <http://doi.org/10.1002/he.20507>
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Khan, S., & Khan, I. H. (2023). Unlocking the opportunities through ChatGPT tool towards ameliorating the education system. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 3(2). <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2023.100115>
- Kalogiannakis, M., Papakonstantinou, N., & Sotiropoulos, D. (2025). From support tool to learning partner: A systematic review of GenAI integration in university science labs. *Creative Education*, 16(9), 1364–1401. <https://doi.org/10.4236/ce.2025.169083>
- Kotsis, K. T. (2024). ChatGPT in teaching physics hands-on experiments in primary school. *European Journal of Education Studies*, 11(10). <https://doi.org/10.46827/ejes.v11i10.5549>
- Moeller, A. J., Creswell, J. W., & Saville, N. (Eds.). (2016). *Second Language Assessment and Mixed Methods Research*. Cambridge University Press.
- Mustofa, H. A., Bilad, M. R., & Grendis, N. W. B. (2024). Utilizing AI for physics problem solving: A literature review and ChatGPT experience. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(1), 78–97. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.11748>
- Opara, E. C., Adalikwu, M.-E. T., & Tolorunleke, C. A. (2023). ChatGPT for teaching, learning and research: Prospects and challenges. *Global Academic Journal of Humanities and Social Sciences*, 5(2), 33–40. <http://doi.org/10.36348/gajhss.2023.v05i02.001>
- Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualizing Harm in the Framework of Research Misconduct. Findings from a Discourse Analysis of Scientific Publications. *International Journal of Sustainable Development*, 23, 149-174. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655>
- Rasul, T., Nair, S., Kalendra, D., Robin, M., Santini, F. de O., Ladeira, W. J., Sun, M., Day, I., Rather, R. A., & Heathcote, L. (2023). The role of ChatGPT in higher education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 41–56. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.29>
- Sotiropoulos, D. J., & Meletiou-Mavrotheris, M. (2025). Postgraduate student teachers' perspectives concerning AI and its integration into STEAM teaching and learning. In S. Papadakis (Ed.), *AI roles and responsibilities in education* (pp. 3–21). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-96855-6_1
- Uğraş, M., Çakır, Z., Zacharis, G., & Kalogiannakis, M. (2025). ChatGPT in Early Childhood Science Education: Can It Offer Innovative Effective Solutions to Overcome Challenges? *Computers*, 14(9), 368. <https://doi.org/10.3390/computers14090368>
- Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. *Smart Learning Environments*, 11, 28. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7>

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στη διδασκαλία της Φυσικής: απόψεις και διδακτικές παρεμβάσεις στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Ευγενία Ποτηριάδου¹ και Κωνσταντίνος Σκορδούλης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ² Καθηγητής Επιστημολογίας και Διδακτικής Μεθοδολογίας της Φυσικής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
¹evgpot@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών και μαθητών Δευτεροβάθμιας για τη βέλτιστη ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στη Φυσική. Μέσω τροποποιημένης μεθόδου Delphi και της μεθοδολογίας IBSE (Inquiry Based Science Education), σχεδιάστηκε και αξιολογήθηκε διδακτική παρέμβαση με χρήση TN. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν 17 βέλτιστες πρακτικές κατά τους εκπαιδευτικούς και 21 κατά τους μαθητές, με 14 κοινές πρακτικές να προκύπτουν συνολικά. Η παρέμβαση βελτίωσε τις μαθητικές επιδόσεις, επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα της TN. Τα ευρήματα συμβάλλουν στον σχεδιασμό Αναλυτικών Προγραμμάτων, όπου η γνώση οργανώνεται ακολουθώντας τις εξελίξεις της τεχνολογίας, καταλήγει σε συμπεράσματα και αλληλεπιδρά με τον υπόλοιπο πολιτισμό.

Λέξεις κλειδιά: Διδασκαλία της Φυσικής, Τεχνητή Νοημοσύνη, IBSE, καινοτομική αντίληψη, έρευνα Delphi

Artificial Intelligence in Physics: Perspectives and Teaching Interventions in Secondary Education

Abstract

The purpose of this research is to investigate the perspectives of secondary education teachers and students regarding the optimal integration of Artificial Intelligence (AI) into Physics teaching. Utilizing a modified Delphi method and the Inquiry-Based Science Education (IBSE) framework, an AI-enhanced teaching intervention was designed and evaluated. Results identified 17 best practices according to teachers and 21 according to students, with a total of 14 shared practices emerging. The intervention improved student performance, confirming the effectiveness of AI. These findings contribute to Curriculum design, where knowledge is organized following technological advancements, leads to conclusions, and interacts with broader culture.

Keywords: Physics Teaching, Artificial Intelligence, IBSE, innovative perception, Delphi research

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναδεικνύεται ως ένα ισχυρό εργαλείο που αναδιαμορφώνει τη διδασκαλία και τη μάθηση (Nogot, 2025). Στις φυσικές επιστήμες, η διδασκαλία που βασίζεται στη διερεύνηση θεωρείται αποτελεσματική προσέγγιση και η ενσωμάτωσή της με την TN οδηγεί σε θετικά αποτελέσματα (Nursurila, 2025). Έρευνες διεθνώς δείχνουν ότι τέτοιες προσεγγίσεις ενισχύουν τον επιστημονικό γραμματισμό, τη συμμετοχή και τα μαθησιακά αποτελέσματα (Nogot, 2025· Ramli & Mahmud, 2025). Ωστόσο, παραμένει ερευνητικό κενό σχετικά με την έκταση και την αποτελεσματικότητα της ενσωμάτωσης της TN ειδικά στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς οι υπάρχουσες μελέτες εστιάζουν κυρίως στις γενικές εφαρμογές της TN ή στα οφέλη

της διδασκαλίας της Φυσικής βασισμένης στη διερεύνηση (Hamid, Yunus, Safira, Satria, & Dīpalaya, 2023· Orosz, Németh, Kovács, Somogyi & Korom, 2022), ενώ λίγες εξερευνούν τον συνδυασμό τους στο πεδίο αυτό (Nogot, 2025). Στο πλαίσιο της καινοτομικής αντίληψης προωθείται η διδασκαλία με πολιτισμικό προσανατολισμό και η διδακτέα ύλη αναδιατάσσεται με βάση εννοιολογικούς, μεθοδολογικούς και πολιτισμικούς στόχους (Matthews, 2007· Κολιόπουλος, 2006). Αυτή η προσέγγιση επικαιροποιείται στα σύγχρονα διεθνή πρότυπα, όπως τα Next Generation Science Standards (NGSS) και το νέο πλαίσιο PISA 2025, τα οποία βασίζονται σε μια συνδυαστική οργάνωση της διδακτέας ύλης, όπου οι θεμελιώδεις επιστημονικές έννοιες (εννοιολογικοί στόχοι) ενσωματώνονται οργανικά με τις ερευνητικές πρακτικές (μεθοδολογικοί στόχοι) και την κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας (πολιτισμικοί στόχοι) (Deta, A'yun, Laila, Prahani & Suprpto, 2024· NGSS Lead States, 2013).

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των απόψεων των εκπαιδευτικών και των μαθητών/τριών σχετικά με τις βέλτιστες πρακτικές και τους τρόπους ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση καθώς και ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση της ΤΝ στο πλαίσιο της μεθοδολογίας IBSE (Inquiry Based Science Education) και της καινοτομικής αντίληψης. Οι απόψεις εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών συλλέχθηκαν μέσω τριών σταδίων της μεθόδου Delphi (Cutia-Pluff, 2023).

Τα ευρήματα του δεύτερου κύκλου της έρευνας Delphi αξιοποιήθηκαν ως σχεδιαστικό πλαίσιο για την ανάπτυξη της διδακτικής παρέμβασης, καθώς οι πρακτικές που συγκέντρωσαν θετική συναίνεση (π.χ. υποστηρικτική χρήση ΤΝ για έλεγχο υποθέσεων και ανατροφοδότηση, καθοδηγούμενη διερεύνηση και διατήρηση του κεντρικού ρόλου του εκπαιδευτικού) ενσωματώθηκαν λειτουργικά στα στάδια της μεθοδολογίας IBSE μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων φύλλων εργασίας. Σε κάθε φύλλο εργασίας βασισμένο στη μεθοδολογία IBSE, περιλαμβάνονταν στοχευμένες ερωτήσεις αλληλεπίδρασης με την ΤΝ, σχεδιασμένες ώστε να αναζητούν την επεξήγηση φυσικών εννοιών, να διευκολύνουν τον έλεγχο υποθέσεων, την ερμηνεία δεδομένων και την πρόκληση αναστοχασμού.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας ήταν:

1. Ποιες είναι οι βέλτιστες πρακτικές και οι τρόποι ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς;
2. Ποιες είναι οι βέλτιστες πρακτικές και οι τρόποι ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Φυσικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σύμφωνα με τους μαθητές και τις μαθήτριες;
3. Ποια είναι τα αποτελέσματα της σύγκρισης των βέλτιστων πρακτικών σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/τριες;
4. Υπήρξε διαφορά στη μαθησιακή επίδοση των μαθητών/τριών μετά την ολοκλήρωση (μεταέλεγχος) της διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στη χρήση της ΤΝ, τη διδακτική μεθοδολογία IBSE (Inquiry Based Science Education) και την καινοτομική αντίληψη σε σχέση με την επίδοση τους πριν την παρέμβαση (προέλεγχος);

Μεθοδολογία

Η ερευνητική μεθοδολογία Delphi

Η μεθοδολογία Delphi αξιοποιείται για τον εντοπισμό πιθανών κοινών σημείων μεταξύ βασικών ενδιαφερόμενων μερών στη δημόσια εκπαίδευση (Quesel, Möser & Mittag, 2025). Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε για την αναζήτηση συναίνεσης μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών σχετικά με βέλτιστες πρακτικές και τρόπους ενσωμάτωσης της ΤΝ στη διδασκαλία της Φυσικής. Παρά την απουσία καθολικά αποδεκτών διαδικασιών συναίνεσης, θεωρείται ότι αυτή επιτυγχάνεται όταν ο μέσος όρος είναι ≥ 4 (θετική συναίνεση) ή ≤ 2 (αρνητική συναίνεση) (Režek & Žvanut, 2025· Hsu & Sandford, 2007· Kennedy, 2004). Οι πρακτικές ενσωμάτωσης της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία της Φυσικής που συγκέντρωσαν θετική συναίνεση ($M.O. \geq 4$) από καθηγητές ή

μαθητές/τριες μέσω της έρευνας Delphi θεωρούνται οι βέλτιστες. Οι απαντήσεις του 2ου κύκλου αναλύθηκαν για τον υπολογισμό μέσου όρου και τυπικής απόκλισης.

Το δείγμα της μεθόδου Delphi

Στον 1^ο κύκλο συμμετείχαν δέκα (10) εκπαιδευτικοί οι οποίοι διδάσκουν Φυσική στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με εμπειρία στη χρήση ΤΝ μέσω ερωτηματολογίου ανοικτών ερωτήσεων. Στον 2^ο κύκλο συμμετείχαν πενήντα ένας (51) εκπαιδευτικοί που διδάσκουν Φυσική και εκατόν δεκατέσσερις (114) μαθητές/τριες ενός Γενικού Λυκείου βορειοδυτικού προαστίου της Αθήνας, ενώ ο 3^{ος} κύκλος βρίσκεται σε εξέλιξη. Τα δεδομένα του 2^{ου} κύκλου αναλύθηκαν με SPSS και Excel.

Εργαλεία της μεθόδου Delphi

Οι ερωτήσεις του 2ου κύκλου χρησιμοποίησαν 5βάθμια κλίμακα Likert (1: Διαφωνώ απόλυτα – 5: Συμφωνώ απόλυτα). Ενδεικτικές ερωτήσεις του 2^{ου} κύκλου που συγκέντρωσαν κοινή θετική συναίνεση εκπαιδευτικών (N=51) και μαθητών/τριών (N=114) είναι οι ακόλουθες: «2.5 Μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στην ενσωμάτωση της ΤΝ στη διδασκαλία της Φυσικής αποτελεί ο σωστός σχεδιασμός των δραστηριοτήτων που θα ακολουθήσουν οι μαθητές ώστε να αναπτύσσονται οι επιθυμητές δεξιότητες χωρίς να υπάρχουν ζητήματα λογοκλοπής ή στείρας απομνημόνευσης» και «10.6 Η ΤΝ δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως απειλή για τον εκπαιδευτικό αλλά ως εργαλείο που ενισχύει το ρόλο του».

Σχεδιασμός, εφαρμογή και αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων με τη χρήση ΤΝ

Για το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα εξετάζεται η διαφορά στη μαθησιακή επίδοση μετά τη διδακτική παρέμβαση με σχεδιασμό χρονολογικής σειράς (προέλεγχος–μεταέλεγχος), όπως προτείνει ο Creswell (2016). Η παρέμβαση στην «οριζόντια βολή» έχει ολοκληρωθεί, ενώ οι διδακτικές παρεμβάσεις στους «κανόνες Kirchhoff», την «κυκλική κίνηση» και τη «σύνθετη κίνηση» βρίσκονται στο στάδιο της εφαρμογής.

Συμμετέχοντες

Το δείγμα περιλαμβάνει 47 μαθητές/τριες Προσανατολισμού Θετικών Σπουδών για την ενότητα της «Οριζόντιας Βολής» και 128 μαθητές/τριες πέντε τμημάτων Γενικής Παιδείας για τις υπόλοιπες παρεμβάσεις των οποίων η εφαρμογή είναι σε εξέλιξη. Η επιλογή των τμημάτων Γενικής Παιδείας έγινε λόγω της μεγαλύτερης διδακτικής ευελιξίας για την εφαρμογή του IBSE με ΤΝ, ενώ η σύνθεση του δείγματος αυτού αποτελείται από μαθητές/τριες Θετικών (73,4%) και Ανθρωπιστικών Σπουδών (26,6%).

Εργαλεία

Δόθηκε ερωτηματολόγιο προελέγχου (9 ερωτήσεις: μεθοδολογικοί, εννοιολογικοί και πολιτισμικοί στόχοι, με συνδυασμό κλειστού και ανοικτού τύπου). Για κάθε παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν τρία φύλλα εργασίας στα στάδια IBSE: α) Σενάριο, β) Έρευνα, γ) Λήψη αποφάσεων. Μετά την παρέμβαση δόθηκε ίδιο ερωτηματολόγιο μεταελέγχου για αξιολόγηση επίδοσης. Η επεξεργασία δεδομένων έγινε με SPSS και Excel.

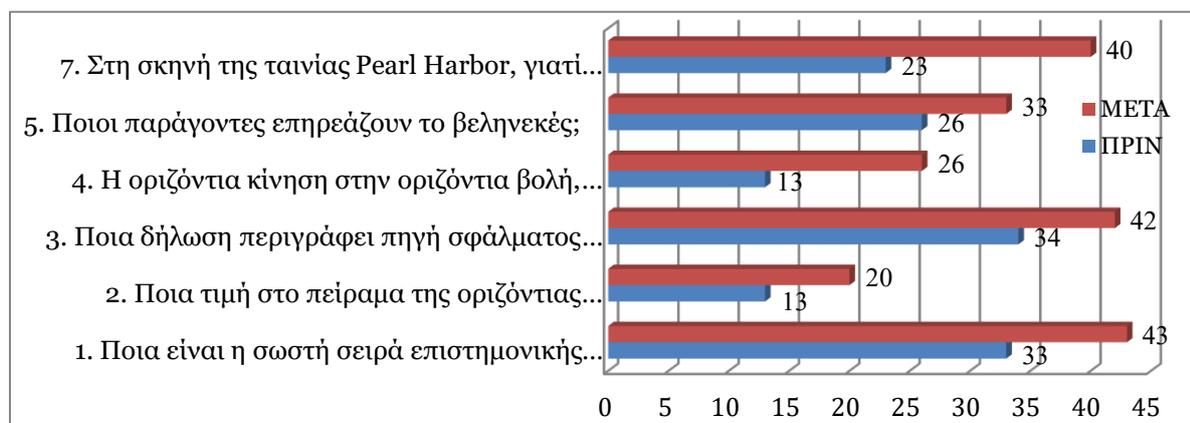
Αποτελέσματα

Οι απαντήσεις του 2^{ου} κύκλου αναλύθηκαν για τον υπολογισμό μέσου όρου και τυπικής απόκλισης. Από το σύνολο των 94 δηλώσεων, 17 συγκέντρωσαν θετική συναίνεση (Μ.Ο. ≥ 4) από τους εκπαιδευτικούς και 21 συγκέντρωσαν θετική συναίνεση (Μ.Ο. ≥ 4) από τους μαθητές/τριες. Η συγκριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων ανέδειξε 14 δηλώσεις με κοινή θετική συναίνεση μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών/τριών.

Η επαγωγική ανάλυση του τελευταίου ερευνητικού ερωτήματος έδειξε αξιοσημείωτη πρόοδο στη μαθησιακή απόδοση και θετική επίδραση της διδακτικής παρέμβασης με τη χρήση ΤΝ στο πεδίο της

«οριζόντιας βολής». Στο Σχήμα 1 παρουσιάζονται οι σωστές απαντήσεις πριν και μετά τις παρεμβάσεις για κάθε ερώτηση κλειστού τύπου.

Σχήμα 1. Ο αριθμός των σωστών απαντήσεων ανά ερώτηση κλειστού τύπου πριν και μετά τις διδακτικές παρεμβάσεις για τα όλο το δείγμα



Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών στις ανοικτού τύπου ερωτήσεις 6, 8 και 9 αξιολογήθηκαν βάσει της ακόλουθης κλίμακας: Άριστα (3), Πολύ καλά (2), Καλά (1) και Ανεπαρκώς (0).

Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου παρατηρήθηκε βελτίωση στην επίδοση των μαθητών/τριών.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας Delphi και των διδακτικών παρεμβάσεων αναδεικνύουν την Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) ως πολύτιμο υποστηρικτικό εργαλείο στη διδασκαλία της Φυσικής. Εκπαιδευτικοί και μαθητές συμφωνούν ότι η TN ενισχύει την εξατομικευμένη ανατροφοδότηση, διευκολύνει την κατανόηση σύνθετων εννοιών και αυξάνει το μαθησιακό ενδιαφέρον, με την προϋπόθεση ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού παραμένει κεντρικός και αναντικατάστατος. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας IBSE με χρήση TN οδήγησε σε βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, εύρημα που ευθυγραμμίζεται με τις μελέτες των Chen et al. (2025) και Gomez (2025) για τη διδασκαλία της Φυσικής βασισμένη στη διερεύνηση, καθώς και των Altal & Abo Ehsaiyan (2025) και του Younis (2025) για τη συμβολή της TN. Παρά τους περιορισμούς στη δειγματοληψία όπως η χρήση ακέραιων τμημάτων αντί τυχαίας επιλογής (Creswell, 2016) και η εστίαση μόνο σε πειράματα της Β΄ Λυκείου, τα στοιχεία κρίνονται ενθαρρυντικά. Μελλοντικές έρευνες σε ευρύτερα πεδία της Φυσικής θα επιτρέψουν τη γενίκευση της επίδρασης της TN στη μαθησιακή διαδικασία.

Βιβλιογραφία

- Altal, A. and, & Abo Ehsaiyan, H. (2025). Evaluating AI-Assisted Instructional Systems in Secondary Physics: A Quasi-Experimental Study From the United Arab Emirates. *Inquisiva Open*, 1(1), 53–64. Retrieved from <https://inquisiva.com/article/154761-evaluating-ai-assisted-instructional-systems-in-secondary-physics-a-quasi-experimental-study-from-the-united-arab-emirates>
- Chen, C., Rabu, S. N. A., & Jamiat, N. (2025). Enhancing Physics Learning Achievement, Motivation and Inquiry Skills in a Flipped Classroom: A Structured Inquiry-Based Virtual Lab Approach. *Journal of Baltic Science Education*, 24(1), 16. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=EJ1463991>
- Creswell, J. (2016). *Η Έρευνα στην Εκπαίδευση: Σχεδιασμός, Διεξαγωγή και Αξιολόγηση Ποσοτικής και Ποιοτικής Έρευνας*. (Χ. Τσορμπατζούδης, Ed.) (Δεύτερη Ελ). Ίων.
- Creswell, J. W. (2016). *Η Έρευνα στην Εκπαίδευση: Σχεδιασμός, Διεξαγωγή και Αξιολόγηση Ποσοτικής και Ποιοτικής Έρευνας*. (Χ. Τσορμπατζούδης, Ed.) (2η Ελληνικ). Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων.
- Cutia-Pluff, M. (2023). *A Delphi Study of Possible, Probable, and Desirable Futures at 4-Year U.S. Higher Education Institutions by 2035*. University of Massachusetts Global.
- Deta, U. A., A'yun, S. K., Laila, L., Prahani, B. K., & Suprpto, N. (2024). PISA science framework 2018 vs 2025 and its impact in physics education: Literature review. *Momentum: Physics Education Journal*, 8(1), 95–107. Retrieved from

- https://www.researchgate.net/publication/399436713_PISA_science_framework_2018_vs_2025_and_its_impact_in_physics_education_Literature_review/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6I9kaXJlY3QiLCJwYXVWdWlljoiX2RpcmVjdCJ9fQ
- Gomez, J. (2025). The Impact of Inquiry-Based Learning in Science Education: A Systematic Review of Student Engagement and Achievement. *Journal of Education, Learning, and Management (JELM)*, 2(2), 353–363. <https://doi.org/https://doi.org/10.69739/jelm.v2i2.1143>
- Hamid, S., Yunus, M., Safira, I., Satria, & Divalaya, T. (2023). Guided Inquiry Learning Model in Science Learning on Responsible Attitudes of Elementary School Students. *Mimbar PGSD Undiksha*, 11(3), 446–453.
- Hsu, C.-C., & Sandford, B. A. (2007). The Delphi Technique: Making Sense of Consensus. *Practical Assessment, Research, and Evaluation*, 10(1), 1–8. <https://doi.org/https://doi.org/10.7275/g48q-je05>
- Kennedy, H. P. (2004). Enhancing Delphi research: Methods and results. *Journal of Advanced Nursing*, 45, 504–511. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2003.02933.x>
- Matthews, M. R. (2007). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*. Επίκεντρο.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States. Next Generation Science Standards: For States, By States* (Vol. 1–2). Washington, DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Nogot, W. R. (2025). Integration of Artificial Intelligence Tools in Inquiry-Based Physics Instruction for Grade 10 in Public Secondary Schools of Quezon Province. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, IX(IIIS), 7326–7337. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.903SEDU0546>
- Nursurila, N. (2025). Analysis of Artificial Intelligence Assistance in Inquiry Learning Model on Students' Critical Thinking. *Journal of Physics, Science, and Technology Education*, 1(01), 30–35. Retrieved from <https://educationalresearchjournal.com/index.php/njmste/article/view/7/7>
- Orosz, G., Németh, V., Kovács, L., Somogyi, Z., & Korom, E. (2022). Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes: a case study. *Chemistry Education Research and Practice*, 24, 50–70. <https://doi.org/10.1039/d2rp00110a>
- Quesel, C., Möser, G., & Mittag, M. (2025). Pedagogical priorities as a professional resource for advocacy coalition building? A Swiss Delphi study on future schooling. *Policy Futures in Education*, 16. <https://doi.org/10.1177/14782103251411704>
- Ramli, N. A., & Mahmud, S. N. D. (2025). Integration of Artificial Intelligence to Support Inquiry-Based Science Teaching and Learning: A Systematic Literature Review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(2), 893–911. Retrieved from [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://kwpublications.com/papers_submitted/17657/integration-of-artificial-intelligence-to-support-inquiry-based-science-teaching-and-learning-a-systematic-literature-review.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://kwpublications.com/papers_submitted/17657/integration-of-artificial-intelligence-to-support-inquiry-based-science-teaching-and-learning-a-systematic-literature-review.pdf)
- Režek, P., & Žvanut, B. (2025). Enhancing crisis response efficiency through ICT: A Delphi study on operational and decision-making improvements in mass casualty incidents. *Sustainable Futures*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101259>
- Younis, A. (2025). Advancing Learning Outcomes in Physics Education through Artificial Intelligence Integration. *European Journal of Education and Pedagogy*, 6(5), 34–39. Retrieved from <https://euopensci.org/index.php/ejedu/article/view/30996>
- Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών, Η Συγκρότηση της Σχολικής Γνώσης* (1η). Αθήνα: Μεταίχμιο.

Ενσωμάτωση Arduino και Generative AI στη Διδασκαλία της Απορρόφησης Φωτός: Σχεδιασμός Πιλοτικής Παρέμβασης για Μελλοντικούς Εκπαιδευτικούς

Θεόδωρος Σπασόπουλος¹ και Μιχαήλ Καλογιαννάκης²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

spthedo@uth.gr

²Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής,

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

mkalogian@uth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό μιας πιλοτικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (DMA) που στοχεύει στην αντιμετώπιση λανθασμένων αντιλήψεων των μελλοντικών εκπαιδευτικών σχετικά με την απορρόφηση ορατής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας από επιφάνειες διαφορετικού χρώματος. Η παρέμβαση αξιοποιεί αισθητήρες θερμοκρασίας με Arduino και καθοδηγούμενη χρήση Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (GenAI), ενταγμένα στο πλαίσιο TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge). Η πειραματική διαδικασία επιτρέπει άμεση σύγκριση προβλέψεων και μετρήσεων, ενώ η πειραματική ομάδα σχεδιάζεται να αξιοποιήσει καθοδηγούμενη χρήση της GenAI για την ανάλυση και ερμηνεία των δεδομένων, σε αντίθεση με την ομάδα ελέγχου η οποία θα ακολουθήσει παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές. Ο αρχικός σχεδιασμός εστιάζει στην εννοιολογική αλλαγή, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων TPACK καθώς και στο πώς μπορεί να δημιουργηθεί, να εφαρμοστεί και να αξιολογηθεί μία κατάλληλη παιδαγωγικά διδακτική προσέγγιση μέσω της δημιουργίας μιας DMA.

Λέξεις κλειδιά: απορρόφηση φωτός, Arduino, επιστημονικός συλλογισμός, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, παραγωγική τεχνητή νοημοσύνη

Integration of Arduino and Generative AI in Teaching Light Absorption: Design of a Pilot Intervention for Pre-Service Teachers

Abstract

This paper presents the design of a pilot Teaching and Learning Sequence (TLS) aimed at addressing pre-service teachers' misconceptions regarding the absorption of visible electromagnetic radiation by surfaces of different colors. The intervention incorporates temperature sensors with Arduino and guided use of Generative Artificial Intelligence (GenAI), integrated within the TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) framework. The experimental process enables direct comparison between predictions and measurements, while the experimental group is designed to employ guided use of GenAI for the analysis and interpretation of data, in contrast to the control group, which will follow traditional instructional practices. The initial design focuses on conceptual change, the development of TPACK competencies, and on how a pedagogically appropriate instructional approach can be designed, implemented, and evaluated through the development of a Teaching and Learning Sequence (TLS).

Keywords: Arduino, generative artificial intelligence, light absorption, pre-service teachers, scientific reasoning

Εισαγωγή

Η κατανόηση της αλληλεπίδρασης οπτικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας-ύλης αποτελεί ιδιαίτερα απαιτητικό αντικείμενο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), καθώς οι μελλοντικοί/ές εκπαιδευτικοί (Preservice Teachers, PSTs) διατηρούν μερικές επίμονες παρανοήσεις, όπως ότι «το μαύρο τραβά τη θερμότητα» (Métoui, 2023), ή ότι «το λευκό αντανακλά το κρύο» (Martínez-Borreguero et al., 2024). Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει τον σχεδιασμό μιας πιλοτικής παρέμβασης για την οποία έχει δοθεί η σχετική έγκριση από την Επιτροπή Δεοντολογίας Έρευνας του Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και προβλέπεται να τηρηθούν όλοι οι κανόνες ηθικής και δεοντολογίας της έρευνας (Petousi & Sifaki, 2020). Το Arduino, εξοπλισμένο με αισθητήρες θερμοκρασίας, παρέχει ένα άμεσο και αξιόπιστο πλαίσιο πειραματισμού που βοηθά τους/τις φοιτητές/ήτριες, οι οποίοι/ες είναι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, να αναθεωρήσουν λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τη σχέση χρώματος και απορρόφησης της οπτικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (Rahmatullah, 2020). Ταυτόχρονα, η GenAI επιτρέπει να αλληλοεπιδράσουν με έναν γνωστικό συνεργάτη που ενισχύει τον αναστοχασμό (Spasoroulos et al., 2025), εντοπίζει εννοιολογικά κενά και υποστηρίζει τη σύνδεση δεδομένων-ερμηνείας (Kalogiannakis et al., 2025).

Στην παρούσα εργασία η απορρόφηση της φωτεινής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας προσεγγίζεται μέσω των θερμικών της αποτελεσμάτων, καθώς η μεταβολή θερμοκρασίας χρησιμοποιείται ως έμμεσος δείκτης της απορρόφησης της προσπίπτουσας ακτινοβολίας από επιφάνειες διαφορετικού χρώματος. Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι η θερμοκρασιακή μεταβολή δεν ταυτίζεται με την έννοια της θερμότητας, αλλά αξιοποιείται διδακτικά για τη διερεύνηση και αποσαφήνιση των σχετικών παρανοήσεων των φοιτητών/τριών.

Θεωρητικό Πλαίσιο

(α) Παρανοήσεις σχετικά με την απορρόφηση οπτικής ακτινοβολίας.

Η απορρόφηση της φωτεινής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας αποτελεί ένα από τα πεδία των ΦΕ όπου οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί εμφανίζουν συχνά επίμονες παρανοήσεις, κυρίως λόγω ανεπαρκών διδακτικών πρακτικών και παραπλανητικών αναπαραστάσεων της αλληλεπίδρασης φωτός-ύλης (Kotsis & Gavrilas, 2025). Ιδιαίτερα συχνή είναι η σύγχυση μεταξύ της απορρόφησης φωτεινής ακτινοβολίας και των θερμικών της αποτελεσμάτων, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη εναλλακτικών αντιλήψεων σχετικά με τον ρόλο του χρώματος των επιφανειών. Η σχετική βιβλιογραφία του πεδίου αναδεικνύει την ανάγκη για διδακτικές παρεμβάσεις που επιτρέπουν τη συστηματική αντιπαραβολή προβλέψεων και εμπειρικών δεδομένων, ώστε να υποστηριχθεί η εννοιολογική κατανόηση και η αναδόμηση των σχετικών παρανοήσεων.

(β) Το Arduino ως πειραματικό μέσο διερεύνησης φυσικών φαινομένων.

Η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών στη διδασκαλία των ΦΕ έχει μεταμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί προσεγγίζουν τα φυσικά φαινόμενα, οδηγώντας σε πιο ενεργητικά και βιωματικά μαθησιακά περιβάλλοντα (Bhandary & Kumar, 2025). Στο πλαίσιο αυτό, το Arduino, ως ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, διευκολύνει την πρακτική διερεύνηση φυσικών φαινομένων μέσω της χρήσης αισθητήρων, επιτρέποντας στους/στις φοιτητές/τριες να συλλέγουν, να αναπαριστούν και να ερμηνεύουν πειραματικά δεδομένα (Yoma et al., 2025).

Λόγω του χαμηλού κόστους και της ευκολίας χρήσης του, το Arduino καθίσταται κατάλληλο εργαλείο για την υλοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων ακόμη και σε πλαίσια με περιορισμένους πόρους (Moya & Merino, 2022). Στη διδασκαλία της απορρόφησης οπτικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η χρήση αισθητήρων θερμοκρασίας επιτρέπει τη διερεύνηση των θερμικών αποτελεσμάτων της ακτινοβολίας, προσφέροντας ένα απτό και ελέγξιμο πειραματικό πλαίσιο σύνδεσης θεωρίας και παρατήρησης (Rahmatullah, 2020).

(γ) Η Generative AI ως γνωστικός και αναστοχαστικός υποστηρικτής.

Στις μέρες μας, παράλληλα με τα πειραματικά εργαλεία, η GenAI αποκτά ολοένα και πιο κεντρικό ρόλο στην εκπαίδευση STEM. Εργαλεία όπως το ChatGPT μπορούν να λειτουργήσουν ως γνωστικοί συνεργάτες, παρέχοντας καθοδήγηση, ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και υποστήριξη στην ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων (Uğraş et al., 2025a· Uğraş et al., 2025b· Çakır et al., 2026). Η αξιοποίηση της GenAI μπορεί να ενισχύσει τη μεταγνωστική εμπλοκή, την αυτορρύθμιση και την ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού των φοιτητών/τριων (Karrouzis et al., 2024).

Επιπρόσθετα, η παιδαγωγική αξιοποίηση της GenAI εντάσσεται σε θεωρητικά πλαίσια όπως το TRACK, το οποίο περιγράφει τη δυναμική αλληλεπίδραση μεταξύ γνωστικού περιεχομένου, παιδαγωγικών στρατηγικών και ψηφιακών τεχνολογιών, υποστηρίζοντας τον τεκμηριωμένο σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων στις ΦΕ (Tanak, 2018· Yan et al., 2024).

Σκοπός & Ερευνητικά Ερωτήματα

Η παρούσα εργασία αφορά τον σχεδιασμό και την πιλοτική διερεύνηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) που συνδυάζει πειραματισμό με Arduino και καθοδηγούμενη χρήση GenAI, με στόχο τη μελέτη της κατανόησης της απορρόφησης φωτεινής ακτινοβολίας και της ανάπτυξης επιστημονικού συλλογισμού από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Η έρευνα βασίζεται στη σύγκριση δύο διακριτών διδακτικών συνθηκών, όπου οι φοιτητές/τριες εκτελούν το ίδιο πείραμα αλλά διαφοροποιούνται ως προς την υποστήριξη ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων.

Τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα είναι τα ακόλουθα:

- Επηρεάζει η καθοδηγούμενη χρήση GenAI την κατανόηση της απορρόφησης οπτικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας;
- Πώς διαφοροποιείται ο επιστημονικός συλλογισμός των φοιτητών/τριών κατά την ερμηνεία πειραματικών δεδομένων μεταξύ των δύο συνθηκών;

Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα, η οποία βρίσκεται σε αρχικό στάδιο, σχεδιάζεται να υλοποιηθεί με μεικτή μεθοδολογική προσέγγιση (Mixed Method Research, MMR), συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Το δείγμα θα αποτελείται από φοιτητές και φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, οι οποίοι/ες θα καταταχθούν τυχαία σε μία πειραματική ομάδα και μία ομάδα ελέγχου.

Και οι δύο ομάδες θα υλοποιήσουν την ίδια, ως προς τη στοχοθεσία, πιλοτική ΔΜΑ, η οποία βασίζεται σε πειραματική διερεύνηση του θερμικού αποτελέσματος της απορρόφησης ακτινοβολίας επιφανειών ίδιου υλικού αλλά διαφορετικού χρώματος. Η μεταβολή της θερμοκρασίας κάθε επιφάνειας θα καταγράφεται μετά από έκθεση σε σταθερή φωτεινή πηγή, υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες ως προς την απόσταση από την πηγή, τη διάρκεια έκθεσης και την ένταση της ακτινοβολίας.

Τα πειραματικά δεδομένα αφορούν μεταβολές θερμοκρασίας επιφανειών διαφορετικού χρώματος, οι οποίες μετρώνται με ψηφιακό αισθητήρα θερμοκρασίας AFX08, ενσωματωμένο στο εκπαιδευτικό πακέτο ARD:icon S2 Micro:bit (SMART:Box) (Εικόνα 1). Η καταγραφή της μεταβολής της θερμοκρασίας χρησιμοποιείται ως έμμεσος δείκτης της απορρόφησης της προσπίπτουσας φωτεινής ακτινοβολίας, χωρίς να ταυτίζεται με την έννοια της θερμότητας. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιείται μέσω οπτικού προγραμματισμού (block-based environment) (Εικόνα 2), ο οποίος εκτελεί την ανάγνωση των τιμών των αισθητήρων θερμοκρασίας AFX08 και την καταγραφή τους σε σταθερά χρονικά διαστήματα (ανά 30 s).

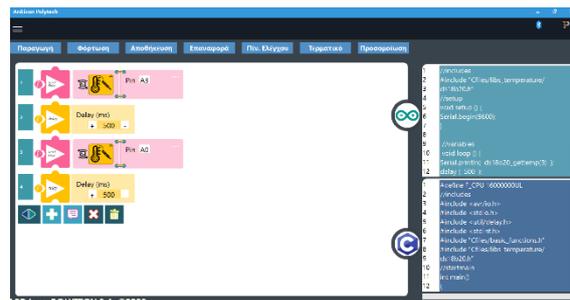
Η διαφοροποίηση μεταξύ των δύο ομάδων αφορά αποκλειστικά το στάδιο της ανάλυσης και ερμηνείας των δεδομένων. Η πειραματική ομάδα αξιοποιεί καθοδηγούμενη χρήση εργαλείων GenAI για την ανάλυση, ερμηνεία και αναστοχασμό επί των πειραματικών δεδομένων, ενώ η ομάδα ελέγχου ακολουθεί συμβατικές πρακτικές ανάλυσης και οπτικοποίησης (πίνακες τιμών, γραφήματα και

καθοδηγούμενες ερωτήσεις από τον διδάσκοντα), χωρίς χρήση εργαλείων GenAI. Η πειραματική ομάδα αξιοποιεί καθοδηγούμενες προτροπές (prompts) για τη χρήση εργαλείων Generative AI (π.χ. ChatGPT) κατά την ανάλυση και ερμηνεία των πειραματικών δεδομένων. Οι προτροπές παρέχονται ως δομημένο φύλλο εργασίας και υποστηρίζουν την ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού μέσω τεκμηριωμένων εξηγήσεων τύπου Claim-Evidence-Reasoning (CER), χωρίς ταύτιση θερμοκρασίας και θερμότητας.

Εικόνα 1. Πειραματική διάταξη ARD:icon για μέτρηση θερμοκρασίας με αισθητήρες AFX08 και πηγή φωτός.



Εικόνα 2. Περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού για την ανάγνωση και καταγραφή δεδομένων θερμοκρασίας.



Η πιλοτική ΔΜΑ θα περιλαμβάνει πέντε φάσεις (εισαγωγή, σχεδιασμός, κατασκευή-εκτέλεση, ανάλυση, αναστοχασμός), με στόχο τον εντοπισμό τεχνικών ή παιδαγωγικών δυσκολιών. Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης θα χρησιμοποιηθούν ερωτηματολόγια προ- και μετα-τεστ (Concept Quiz 10-12 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής) για τη μέτρηση της κατανόησης εννοιών ΦΕ και δεξιοτήτων STEM που σχετίζονται με τη συλλογή δεδομένων, όπως τη γραφική αναπαράσταση, την ερμηνεία πειραματικών αποτελεσμάτων και τη διατύπωση τεκμηριωμένων εξηγήσεων.

Η διδακτική αλληλεπίδραση και η ενεργή συμμετοχή των φοιτητών/τριών θα καταγραφούν μέσω φύλλων παρατήρησης PORTAAL (Practical Observation Rubric to Assess Active Learning), τα οποία περιλαμβάνουν δείκτες όπως Interactive Engagement, Student Accountability, Prompting Student Thinking και Instructor Feedback (Jackson et al., 2022). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι έχει ήδη ζητηθεί η σχετική άδεια χρήσης του εργαλείου.

Επιπλέον, μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, οι συμμετέχοντες/ουσες θα συμπληρώσουν ερωτηματολόγιο πενταβάθμιας κλίμακας Likert για τη διερεύνηση των στάσεων, της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας και των δυσκολιών που σχετίζονται με τη χρήση Arduino και εργαλείων GenAI στη διδασκαλία των ΦΕ.

Η ποσοτική ανάλυση των δεδομένων σχεδιάζεται να πραγματοποιηθεί με στατιστικές δοκιμασίες (t-test, ANOVA, συντελεστές συσχέτισης και ανάλυση παλινδρόμησης), με χρήση του λογισμικού SPSS. Η ποιοτική ανάλυση θα βασιστεί σε θεματική κωδικοποίηση αναστοχαστικών κειμένων και αλληλεπιδράσεων των φοιτητών/τριών, με μονάδα ανάλυσης το επιχείρημα τύπου CER και διασφάλιση αξιοπιστίας μέσω ανεξάρτητης κωδικοποίησης.

Συμπεράσματα

Η εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό μιας πιλοτικής Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας που συνδυάζει πειραματισμό με Arduino και καθοδηγούμενη χρήση GenAI, με στόχο την αντιμετώπιση παρανοήσεων σχετικά με την απορρόφηση φωτεινής ακτινοβολίας. Η προτεινόμενη προσέγγιση εστιάζει στη συγκριτική διερεύνηση δύο διδακτικών συνθηκών και θέτει τις βάσεις για την εμπειρική μελέτη της συμβολής της GenAI στην ερμηνεία δεδομένων και στην ανάπτυξη επιστημονικού συλλογισμού και επιχειρηματολογίας τύπου CER από μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς.

Βιβλιογραφία

- Bhandary, A., & Kumar, V. (2025). Integrating Technology in Science Education: Enhancing Student Learning Outcomes. *International Journal For Multidisciplinary Research*. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2025.v07i02.39375>.
- Çakır, Z., Uğraş, M., Sotiropoulos, D., & Kalogiannakis, M. (2026). Scientific Trends Towards the Use of Generative Artificial Intelligence Tools in Early Childhood STEM Education: A Bibliometric Analysis. In M. Kalogiannakis & D. Sotiropoulos (Eds.), *Generative AI-Enhanced Science Education From Early Childhood to Higher Education* (pp. 41-68). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-9074-1.ch002>
- Jackson, M. A., Moon, S., Doherty, J. H., & Wenderoth, M. P. (2022). Which evidence-based teaching practices change over time? Results from a university-wide STEM faculty development program. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00340-4>
- Kalogiannakis, M., Papakonstantinou, N. and Sotiropoulos, D. (2025) From Support Tool to Learning Partner: A Systematic Review of GenAI Integration in University Science Labs. *Creative Education*, 16, 1364-1401. <https://doi.org/10.4236/ce.2025.169083>
- Karpouzis, K., Pantazatos, D., Taouki, J., & Meli, K. (2024). *Tailoring Education with GenAI: A New Horizon in Lesson Planning*. 2024 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1-10. <https://doi.org/10.1109/EDUCON60312.2024.10578690>
- Kotsis, K. T., & Gavrilas, L. (2025). Review of Scientific Literacy of Pre-Service Teachers on Electromagnetic Radiation. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 3(1), 55-64. [https://doi.org/10.59324/ejceel.2025.3\(1\).05](https://doi.org/10.59324/ejceel.2025.3(1).05)
- Martínez-Borreguero, G., Naranjo-Correa, F., & Nuñez, M. (2024). Exploring color concepts in physics education: Addressing common preconceptions among teachers-in-training. *Color Research & Application*. <https://doi.org/10.1002/col.22919>.
- Métioui, A. (2023). Primary school preservice teachers' alternative conceptions about light interaction with matter (reflection, refraction, and absorption) and shadow size changes on Earth and Sun. *Education Sciences*, 13(5), 462. <https://doi.org/10.3390/educsci13050462>
- Moya, A. A., & Merino, A. (2022). Building a digital barometer with Arduino to study forces due to atmospheric pressure and weather maps at schools. *Physics Education*, 57. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac5c6e>
- Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualizing harm in the framework of research misconduct. Findings from a discourse analysis of scientific publications, *International Journal of Sustainable Development*, 23(3/4), 149-174, <https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655>
- Rahmatullah, R., & Suparno, S. (2020). The Development of Experimental Absorption Based on Arduino-Uno and Labview on Light Radiation by Colourful Surface. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 16, 41-46. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v16i1.23596>.
- Spasopoulos, T., Sotiropoulos, D., & Kalogiannakis, M. (2025). Generative AI in Pre-Service Science Teacher Education: A Systematic Review. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 5(2), 1501-1523. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2025.02.007>
- Tanak, A. (2018). Designing TPACK-based course for preparing student teachers to teach science with technological pedagogical content knowledge. *Kasetsart Journal of Social Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.07.012>.
- Uğraş, H., Uğraş, M., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2025a). Innovative Early Childhood STEM Education with ChatGPT: Teacher Perspectives. *Tech Know Learn*, 30, 809-831 (2025). <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09804-8>
- Uğraş, M., Çakır, Z., Zacharis, G., & Kalogiannakis, M. (2025b). ChatGPT in Early Childhood Science Education: Can It Offer Innovative Effective Solutions to Overcome Challenges? *Computers*, 14(9), 368. <https://doi.org/10.3390/computers14090368>
- Yan, L., Greiff, S., Teuber, Z., & Gašević, D. (2024). Promises and challenges of generative artificial intelligence for human learning. *Nature Human Behaviour*, 8(10), 1839-1850. <https://doi.org/10.1038/s41562-024-02004-5>
- Yoma, F. O., Ranuharja, F., Fauzihardani, E., & Rino, R. (2025). The Impact of Digital Technology and 21st Century Skills on Employee Performance. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 18(1), 602-611. <https://doi.org/10.24036/jtip.v18i1.863>

Η συμβολή της προσέγγισης STEAM στην καλλιέργεια της υπολογιστικής και μεταγνωστικής σκέψης στην προσχολική εκπαίδευση

Κατερίνα Σπεντζούρη¹, Γιώργος Κρητικός² και Αγγελική Δημητρακοπούλου³

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Επίκουρος Καθηγητής, ³Καθηγήτρια,
Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής, Τμήμα Επιστημών της Προσχολικής
Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού, Πανεπιστήμιο Αιγαίου
psed24006@aegean.gr

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη συμβολή της STEAM προσέγγισης στην καλλιέργεια της υπολογιστικής και της μεταγνωστικής σκέψης στην προσχολική ηλικία. Αποτελεί πιλοτική φάση διδακτορικής έρευνας που περιλαμβάνει διδακτική παρέμβαση, η οποία εκκινώντας από την διεπιστημονική προσέγγιση STEAM και ενσωματώνοντας διαστάσεις του Ευρωπαϊκού πλαισίου Ικανοτήτων Βιωσιμότητας, βασίζεται στην κοινωνιο-γνωστική θεωρία μάθησης, στην ενσώματη και τη συνεργατική μάθηση, καθώς και στο μοντέλο διερευνητικής μάθησης 5E, ενώ υποστηρίζει τις μαθησιακές διεργασίες, στοχεύοντας στην ανάπτυξη διαστάσεων της υπολογιστικής σκέψης (αλγόριθμοι, μοτίβα, αλληλούχηση, αποσφαλμάτωση) και στη βελτίωση μεταγνωστικών δεξιοτήτων, όπως η επίγνωση και η αυτορρύθμιση. Τα ερευνητικά αποτελέσματα βασίζονται σε συγκρίσεις δεδομένων pre- και post-test, καθώς και στην ανάλυση κρίσιμων μαθησιακών επεισοδίων.

Λέξεις κλειδιά: STEAM, υπολογιστική σκέψη, μεταγνώση, προσχολική εκπαίδευση

The contribution of the STEAM approach to the cultivation of computational and metacognitive thinking in early childhood education

Abstract

This study investigates the contribution of the STEAM approach to the cultivation of computational and metacognitive thinking in early childhood education. It constitutes a pilot phase of a doctoral research project that includes a didactic intervention, which, starting from the interdisciplinary STEAM approach and incorporating dimensions of the European Sustainability Competence Framework, is based on socio-cognitive learning theory, embodied and collaborative learning, and the 5E inquiry-based learning model, while supporting learning processes, aiming to develop dimensions of computational thinking (algorithms, patterns, sequencing, debugging) and improving metacognitive skills, such as awareness and self-regulation. The research results are based on comparisons of pre- and post-test data, as well as on the analysis of critical learning episodes.

Keywords: STEAM, computational thinking, metacognition, early childhood education

Εισαγωγή

Η ραγδαία τεχνολογική εξέλιξη του 21^{ου} αιώνα καθιστά αναγκαία την καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως η υπολογιστική και η μεταγνωστική σκέψη ήδη από την προσχολική ηλικία (Fridman et al., 2020· Wing, 2006). Οι σύγχρονες προσεγγίσεις ορίζουν την υπολογιστική σκέψη (ΥΣ) ως πολυδιάστατη δεξιότητα που περιλαμβάνει αφαίρεση, αναγνώριση μοτίβων, ανάλυση προβλήματος και αλγοριθμική διαδικασία (Cansu & Cansu, 2019), ενώ η μεταγνώση προσεγγίζεται ως γνωστικό σύστημα ανώτερης τάξης που παρακολουθεί και ρυθμίζει τις γνωστικές διεργασίες (Fiedler et al., 2019).

Ταυτόχρονα, μελέτες έχουν εστιάσει στη σχέση ανάμεσα στην υπολογιστική και τη μεταγνωστική σκέψη των παιδιών (Bers, 2020· Misirli & Komis, 2023).

Παράλληλα, η STEAM προσέγγιση προτείνει την ολιστική σύνδεση επιστημών, τεχνολογίας, μηχανικής, τέχνης και μαθηματικών, προσφέροντας αυθεντικά περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων (Hunter-Doniger, 2021). Παρά τις ενδείξεις ότι η STEAM προσέγγιση μπορεί να ενισχύσει τόσο την υπολογιστική όσο και τη μεταγνωστική σκέψη, η βιβλιογραφία δεν έχει εξετάσει συστηματικά τη σχέση αυτή στην προσχολική ηλικία.

Η παρούσα μελέτη διερευνά τη συνεισφορά της προσέγγισης STEAM στην καλλιέργεια της υπολογιστικής και μεταγνωστικής σκέψης στην προσχολική ηλικία.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η παρούσα έρευνα στηρίζεται σε ένα υβριδικό θεωρητικό πλαίσιο που βασίζεται στην κοινωνιογνωστική θεωρία μάθησης, καθώς και στη συνεργατική και ενσώματη μάθηση. Σύμφωνα με τις κοινωνιογνωστικές θεωρίες, η γνώση οικοδομείται μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση και τη διαμεσολάβηση (Vygotsky, 1986), ενώ η συνεργατική και η ενσώματη μάθηση προσεγγίζουν τη μάθηση ως προϊόν κοινής δράσης, σωματικής εμπλοκής και ενεργού συμμετοχής των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία (Mavilidi et al., 2015).

Στο παιδαγωγικό αυτό πλαίσιο εντάσσεται η προσέγγιση STEAM, σε συνδυασμό με το μοντέλο διερευνητικής μάθησης 5E, τα οποία προσφέρουν αυθεντικά μαθησιακά περιβάλλοντα επίλυσης προβλήματος και οργανώνουν τη μαθησιακή πορεία μέσα από διαδοχικές διερευνητικές φάσεις (Bybee, 2015· Zhou, 2022). Το μοντέλο 5Es (Bybee, 2015) προσφέρει ένα δομημένο πλαίσιο που λειτουργεί ως μεταγνωστικό στήριγμα (scaffolding). Όπως επισημαίνουν οι Tanner (2010), οι φάσεις του μοντέλου ενθαρρύνουν τους μαθητές να παρακολουθούν τη σκέψη τους. Συγκεκριμένα, η φάση της Επεξήγησης (Explain) προάγει τη λεκτικοποίηση των νοητικών μοντέλων, ενώ η Αξιολόγηση (Evaluate) επιτρέπει τον αναστοχασμό πάνω στη διαδικασία επίλυσης προβλήματος.

Παράλληλα, το Ευρωπαϊκό Πλαίσιο Ικανοτήτων Βιωσιμότητας (GreenComp) ενσωματώνεται ως αξιακό και εννοιολογικό πλαίσιο που συνδέει τις δραστηριότητες προγραμματισμού και ρομποτικής με πραγματικά περιβαλλοντικά ζητήματα, καλλιεργώντας πρώιμες στάσεις βιωσιμότητας, συστημικής σκέψης και υπεύθυνης δράσης (European Commission, 2022).

Τέλος, στην παρούσα έρευνα, η ΥΣ προσεγγίζεται ως πολυδιάστατη γνωστική δεξιότητα και εστιάζει μέσα από τέσσερις διαστάσεις: αναγνώριση μοτίβων, αλληλούχηση ενεργειών, αλγοριθμικό σχεδιασμό και αποσφαλμάτωση, οι οποίες θεωρούνται αναπτυξιακά κατάλληλες για την προσχολική ηλικία (ΙΕΠ, 2021· Wing, 2006). Η μεταγνώση προσεγγίζεται ως επίγνωση και ρύθμιση της σκέψης, με έμφαση στον σχεδιασμό, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση (Fiedler et al., 2019).

Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Η καλλιέργεια της ΥΣ και της μεταγνώσης στην προσχολική ηλικία έχει απασχολήσει έντονα τη σύγχρονη εκπαιδευτική έρευνα την τελευταία δεκαετία, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων του 21^{ου} αιώνα για επίλυση προβλημάτων, ευελιξία σκέψης και δημιουργική αξιοποίηση της τεχνολογίας. Η ΥΣ ορίζεται ως σύνολο γνωστικών διεργασιών που περιλαμβάνουν την αλγοριθμική σκέψη, την αναγνώριση μοτίβων, την αφαίρεση και τη διατύπωση προβλημάτων με τρόπο που επιτρέπει την αποτελεσματική εκτέλεση λύσεων (Wing, 2006).

Στο πλαίσιο της προσχολικής εκπαίδευσης, έρευνες δείχνουν ότι παιδιά ηλικίας 4–7 ετών μπορούν να αναπτύξουν βασικές διαστάσεις της ΥΣ μέσα από αναπτυξιακά κατάλληλες δραστηριότητες προγραμματισμού και εκπαιδευτικής ρομποτικής. Παιγνιώδη και κατασκευαστικά περιβάλλοντα υποστηρίζουν την κατανόηση ακολουθιών εντολών, χωρικού προσανατολισμού και αποσφαλμάτωσης, ενώ η εκπαιδευτική ρομποτική ενισχύει τόσο τεχνολογικές όσο και κοινωνιογνωστικές δεξιότητες, μέσα από διαδικασίες σχεδιασμού, πειραματισμού και συνεργασίας (Bers, 2020· Relkin et al., 2021).

Παράλληλα, αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η μεταγνωστική σκέψη στην πρώιμη παιδική ηλικία, η οποία προσεγγίζεται ως σύστημα ανώτερης τάξης που παρακολουθεί και ρυθμίζει τις γνωστικές διεργασίες. Η μεταγνώση οργανώνεται σε μεταγνωστική γνώση και μεταγνωστική ρύθμιση, η οποία περιλαμβάνει τον σχεδιασμό, την παρακολούθηση και την αξιολόγηση της γνωστικής δραστηριότητας (Fiedler et al., 2019; Fridman et al., 2020).

Μελέτες με παιδιά 5–6 ετών δείχνουν ότι κατά την επίλυση προβλημάτων εκδηλώνονται στρατηγικές σχεδιασμού, ελέγχου και αναθεώρησης, οι οποίες διαφοροποιούνται ανάλογα με την επιτυχία της επίλυσης (Escalano-Pérez et al., 2019). Παράλληλα, ο αλγοριθμικός σχεδιασμός και η αποσφαλμάτωση της ΥΣ προϋποθέτουν μεταγνωστικές διεργασίες σχεδιασμού, παρακολούθησης και αξιολόγησης (Bers, 2020).

Εμπειρικά δεδομένα δείχνουν ότι δομημένες παρεμβάσεις μπορούν να ενισχύσουν μετρήσιμα τη μεταγνώση στην προσχολική ηλικία. Εργαλεία όπως το Computerized Computational Thinking Test (CCMT) (Chen et al., 2022) και το Metacognitive Knowledge Inventory for Toddlers (MKIT), τα οποία αναπτύχθηκαν για την αξιολόγηση σχετικών δεξιοτήτων, κατέδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στη μεταγνωστική γνώση και ρύθμιση, ενώ πρόσφατη μετα-ανάλυση επιβεβαιώνει τη σταθερά θετική επίδραση τέτοιων παρεμβάσεων (Oana & Flavia, 2025).

Μεθοδολογία

Κατά την πιλοτική φάση της έρευνας, θα χορηγηθούν pre- και post-tests για τη μέτρηση των τεσσάρων διαστάσεων της ΥΣ πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Για την αξιολόγηση της ΥΣ θα χρησιμοποιηθεί το TechCheck-K (Relkin & Bers, 2020) και για τη μεταγνώση η Strategic Behaviour Observation Scale (SBOS) (Dermitzaki, 2010). Παράλληλα, θα συλλεχθούν πολυμορφικά δεδομένα για την ανάλυση κρίσιμων μαθησιακών επεισοδίων.

Συμμετέχουν 13 νήπια δημόσιου νηπιαγωγείου (8 αγόρια, 5 κορίτσια), τα οποία εργάζονται σε τρεις ομάδες.

Σχεδιασμός Διδακτικής Παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση βασίστηκε σε ένα παιδαγωγικό πλαίσιο που ενσωματώνει την κοινωνιο-γνωστική θεωρία μάθησης (Vygotsky, 1986), την ενσώματη μάθηση (Mavilidi et al., 2015), τη συνεργατική μάθηση (Burns et al., 2024), το μοντέλο διερευνητικής μάθησης 5E (Bybee, 2015), τις αρχές της ΥΣ, με έμφαση την αλληλούχηση, τον αλγόριθμο, την αποσφαλμάτωση και τα μοτίβα (Bers, 2020), τη μεταγνωστική υποστήριξη (Fiedler et al., 2019; Fridman et al., 2020), μέσω της STEAM προσέγγισης εσωκλείοντας τις έννοιες της διεπιστημονικότητας και της σύνδεσης της μάθησης με την καθημερινή ζωή (Zhou, 2022). Η προσέγγιση STEAM συνδέεται με κοινωνικές δεξιότητες και συγκεκριμένα με την καλλιέργεια της συνεργατικότητας. Κάτι τέτοιο συμβαίνει καθώς οι εμπλεκόμενοι χωρισμένοι σε μικρές ομάδες, προσπαθούν να βρουν λύσεις μέσα από τη συνεργασία και την ανταλλαγή απόψεων (Hunter-Doniger, 2021). Ακόμη, ο ρόλος της/του εκπαιδευτικού σχεδιάζεται με τρόπο ώστε να είναι υποστηρικτικός και διαμεσολαβητικός, με χρήση αναστοχαστικών ερωτήσεων και εργαλείων υποστήριξης (scaffolding) τόσο ψηφιακών όσο και απτών, χωρίς παροχή έτοιμων λύσεων.

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες θα κληθούν να προτείνουν λύσεις σε ένα αυθεντικό – ανοιχτό πρόβλημα οικολογικής φύσης, αναζητώντας τρόπους να βοηθήσουν ένα ζώο με κινητικά προβλήματα (τρίποδο). Η διδακτική παρέμβαση ξεκινά με δραστηριότητες ενσώματης μάθησης, όπου οι μαθητές/τριες λειτουργούν σε ζεύγη (ρόλοι "προγραμματιστή" και "ρομπότ"), καθοδηγώντας ο ένας τον άλλον μέσω σωματικών κινήσεων για την επίτευξη ενός στόχου. Στο επόμενο στάδιο, η καθοδήγηση αυτή μεταβαίνει σε επίπεδο αφηρημένης αναπαράστασης, με τη χρήση αποκλειστικά οπτικών συμβόλων (εικονογραμμάτων).

Στη συνέχεια, η μαθησιακή διαδικασία αποκτά κοινωνική διάσταση μέσω της αλληλεπίδρασης με την ευρύτερη κοινότητα. Τα παιδιά ενημερώνονται για τις ανάγκες των ζώων με κινητικά προβλήματα και έρχονται σε επαφή με κτηνίατρο και εθελοντική ομάδα που κατασκευάζει αναπηρικά αμαξίδια από

ανακυκλώσιμα υλικά. Με βάση αυτά τα ερεθίσματα, οι μαθητές/τριες καλούνται να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν τις δικές τους μηχανικές κατασκευές με Lego, προτείνοντας λύσεις υποστηρικτικής τεχνολογίας για τα ζώα. Τέλος, θα προγραμματίσουν τις μηχανικές κατασκευές τους μέσω του Lego Spike, ώστε να περάσουν μια πίστα με κινδύνους κινητικότητας.

Η παρούσα παρέμβαση υιοθετεί το ολιστικό πλαίσιο του STEAM, συνδέοντας τις γνωστικές περιοχές που εσωκλείει. Οι Φυσικές Επιστήμες προσφέρουν το θεωρητικό υπόβαθρο και την σύνδεση με την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση. Τα Μαθηματικά συνδέονται με την κατανόηση του προβλήματος και την ανάπτυξη δεξιοτήτων αλληλούχησης και μοτίβων, ενώ η Τεχνολογία, μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής, καθιστά τη σκέψη των μαθητών/τριών "ορατή" και επιτρέπει την αποσφαλμάτωση. Παράλληλα, η Μηχανική προωθεί τον σχεδιασμό πρακτικών λύσεων για το πρόβλημα που τίθεται και οι Τέχνες πλαισιώνουν την ολοκλήρωση του project μέσα από τη δημιουργία αφίσας με σκοπό την παρουσίαση των λύσεων που δόθηκαν.

Τέλος, στην παρούσα παρέμβαση, η μεταγνωστική δεξιότητα ενεργοποιείται συστηματικά μέσω των φάσεων του 5E.

Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας φάσης της πιλοτικής έρευνας είναι τα ακόλουθα:

EE1: Σε ποιο βαθμό και με ποιον τρόπο η προτεινόμενη προσέγγιση STEAM επηρεάζει τις δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης των νηπίων;

Σε σχέση με την:

- EE1α: αποσφαλμάτωση
- EE1β: αναγνώριση μοτίβων
- EE1γ: αλληλούχηση
- EE1δ: και την έννοια του αλγόριθμου

EE2: Σε ποιο βαθμό και με ποιον τρόπο η προτεινόμενη προσέγγιση STEAM επηρεάζει τις δεξιότητες Μεταγνωστικής σκέψης των νηπίων;

Σε σχέση με την:

- EE2α: επίγνωση
- EE2β: αυτορρύθμιση

Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της παρούσας πιλοτικής φάσης αναμένεται να αναδείξουν τον βαθμό και τον τρόπο με τον οποίο καλλιεργούνται η υπολογιστική και η μεταγνωστική σκέψη, προσφέροντας κρίσιμα δεδομένα για τις μαθησιακές διεργασίες των παιδιών. Η έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση της ανταπόκρισης των μαθητών/τριών σε έννοιες όπως η αποσφαλμάτωση, η αλληλούχηση, η αναγνώριση μοτίβων και ο αλγόριθμος, εξετάζοντας παράλληλα τις ανάγκες τους σε επίπεδο μεταγνωστικής εμπλοκής. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αποτελεσματικότητα της γνωστικής υποστήριξης (scaffolding) στη μεταγνώση και στον ρόλο της συνεργασίας κατά την επίλυση προβλημάτων, ενώ η χρήση του μοντέλου 5Es επιδιώκει να αναδείξει ποιοτικές διαφοροποιήσεις στην καλλιέργεια των παραπάνω δεξιοτήτων. Επιπλέον, η πιλοτική εφαρμογή θα επιτρέψει τον έλεγχο της εγκυρότητας και της λειτουργικότητας των εργαλείων αξιολόγησης, προκειμένου να διαπιστωθεί η καταλληλότητά τους για την ευρύτερη έρευνα, καθώς και την εκτίμηση του απαιτούμενου χρόνου για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της σχολικής πραγματικότητας. Η ταυτόχρονη ποιοτική και ποσοτική ανάλυση των δεδομένων στοχεύει σε μια ολοκληρωμένη εικόνα της διδακτικής παρέμβασης, η οποία θα αποτελέσει τη βάση για τον τελικό σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της κύριας έρευνας της διδακτορικής διατριβής.

Βιβλιογραφία

- Bers, M. U. (2020). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003022602>
- Relkin, E., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers & Education*, 169, 104222. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104222>
- Relkin, E., de Ruiter, L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 482–498. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>
- Burns S., Yu, E., Brathwaite, L., Masum, M., White, L., Dhuey, E., & Perlman, M. (2024). Improving young children's peer collaboration in early educational settings: A systematic review. *Review of Education*, 12(2), e3484. <https://doi.org/10.1002/rev3.3484>
- Bybee, R. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA.
- Cansu, F. K., & Cansu, S. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>
- Chen, C., Wu, J., Wu, Y., Shangguan, X., & Li, H. (2022). Developing metacognition of 5-to 6-year-old children: Evaluating the effect of a circling curriculum based on Anji Play. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11803. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811803>
- Dermitzaki, I. (2010). Developing an instrument to assess student's strategic behavior during problem solving. In *EDULEARN10 Proceedings* (pp. 5461–5469). IATED.
- Escolano-Pérez, E., Herrero-Nivela, M. L., & Anguera, M. T. (2019). Preschool metacognitive skill assessment in order to promote educational sensitive response from mixed-methods approach: complementarity of data analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 1298. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01298>
- European Commission. (2022). *GreenComp: The European sustainability competence framework*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/13286>
- Fiedler, K., Ackerman, R., & Scarampi, C. (2019). Metacognition: Monitoring and controlling one's own knowledge, reasoning and decisions. In R. J. Sternberg & J. Funke (Eds.), *The psychology of human thought: An introduction* (pp. 89–111). <https://doi.org/10.17885/heiup.470.c6669>
- Fridman, R., Eden, S., & Spektor-Levy, O. (2020). Nascent inquiry, metacognitive, and self-regulation capabilities among preschoolers during scientific exploration. *Frontiers in Psychology*, 11, 1790.
- Hunter-Doniger, T. (2021). Early Childhood STEAM Education: The Joy of Creativity, Autonomy, and Play. *Art Education*, 74(4), 22–27. <https://doi.org/10.1080/00043125.2021.1905419>
- Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2021). *Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο*. Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. <https://www.iep.edu.gr>
- Mavilidi, M. F., Okely, A. D., Chandler, P., Cliff, D. P., & Paas, F. (2015). Effects of integrated physical exercises and gestures on preschool children's foreign language vocabulary learning. *Educational Psychology Review*, 27(3), 413–426. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9337-z>
- Misirli, A., & Komis, V. (2023). Computational thinking in early childhood education: The impact of programming a tangible robot on developing debugging knowledge. *Early Childhood Research Quarterly*, 65, 139–158. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2023.05.014>
- Oana, O., & Flavia, P. (2025). The Meta-Intelligent Child: Validating the MKIT as a Tool to Develop Metacognitive Knowledge in Early Childhood. *Journal of Intelligence*, 13(11), 149. <https://doi.org/10.3390/jintelligence13110149>
- Tanner, K. D. (2010). Order matters: using the 5E model to align teaching with how people learn. *CBE—Life Sciences Education*, 9(3), 159–164. <https://doi.org/10.1187/cbe.10-06-0082>
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and Language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Zhou, J. (2022). Research on the Design and Practice of Early Childhood Science Education Activities Based on the Concept of STEAM. *International Journal of New Developments in Education*, 4(4), 12–21. <https://doi.org/10.25236/ijnde.2022.040403>

Επιστημονικός Γραμματισμός μελλοντικών εκπαιδευτικών: Η περίπτωση κατανόησης των μεθόδων που οδηγούν στην επιστημονική γνώση

Άννα Τέκα¹, Κωνσταντίνα Στεφανίδου² και Αποστολία (Λία) Γαλάνη³

¹Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών
annteka@primedu.uoa.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά την επίδοση σε τέσσερις επιλεγμένες δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού προπτυχιακών φοιτητών/τριών παιδαγωγικού τμήματος μετά τη συμμετοχή τους σε εργαστηριακό μάθημα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών. Υιοθετήθηκε μεικτή μεθοδολογική προσέγγιση, με ποσοτικά δεδομένα pre- και post test βασισμένα σε προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο TOSLS και ποιοτικά δεδομένα από ημιδομημένες συνεντεύξεις. Εξετάστηκαν δεξιότητες που αφορούν την αναγνώριση επιστημονικών επιχειρημάτων, την αξιολόγηση πηγών, τη χρήση επιστημονικής πληροφορίας και την κατανόηση του ερευνητικού σχεδιασμού. Τα ποσοτικά αποτελέσματα έδειξαν περιορισμένες μεταβολές, ενώ τα ποιοτικά ανέδειξαν ουσιαστικές εννοιολογικές μετατοπίσεις. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία αυθεντικών εργαστηριακών εμπειριών στην εκπαίδευση μελλοντικών εκπαιδευτικών και αναδεικνύουν την ανάγκη συστηματικής καλλιέργειας δεξιοτήτων επιστημονικού γραμματισμού.

Λέξεις-κλειδιά: επιστημονικός γραμματισμός, εργαστηριακή εκπαίδευση, μελλοντικοί εκπαιδευτικοί, tosls

Scientific Literacy of Pre-Service Teachers: Understanding the Methods That Lead to Scientific Knowledge

Abstract

This study investigates undergraduate students' performance in four selected scientific literacy skills in a teacher education program following their participation in a laboratory-based course in Science Education. A mixed-methods approach was adopted, combining quantitative data from pre- and post-tests based on an adapted version of the Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) with qualitative data from semi-structured interviews. The skills examined included the identification of valid scientific arguments, evaluation of source credibility, appropriate use of scientific information, and understanding of research design. Quantitative results indicated limited changes in overall performance, while qualitative findings revealed meaningful conceptual shifts. The

findings highlight the importance of authentic laboratory and inquiry-based experiences in teacher education and underscore the need for the systematic development of scientific literacy skills in future educators.

Keywords: laboratory-based education, pre-service teachers, scientific literacy, tosls

Εισαγωγή

Ο επιστημονικός γραμματισμός αναγνωρίζεται διεθνώς ως θεμελιώδης συνιστώσα της εκπαίδευσης του πολίτη, καθώς αφορά την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγεται, αξιολογείται και εξελίσσεται η επιστημονική γνώση. Δεν περιορίζεται στη γνώση επιστημονικών εννοιών, αλλά περιλαμβάνει την κατανόηση των επιστημονικών πρακτικών, της φύσης της επιστήμης και της κριτικής αξιολόγησης επιστημονικών ισχυρισμών (Allchin, 2011· Lederman et al., 2014· McComas, 2015). Σε ένα περιβάλλον αυξημένης επιστημονικής πολυπλοκότητας και παραπληροφόρησης, οι δεξιότητες αυτές είναι κρίσιμες για την ενεργό συμμετοχή των πολιτών στον δημόσιο λόγο (Feinstein, 2020). Ιδιαίτερη σημασία αποκτούν στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μελλοντικών εκπαιδευτικών, οι οποίοι καλούνται να καλλιεργήσουν επιστημονικούς τρόπους σκέψης στις επόμενες γενιές. Η παρούσα έρευνα εξετάζει την επίδραση ενός εργαστηριακού μαθήματος Διδακτικής Φυσικών Επιστημών στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων επιστημονικού γραμματισμού φοιτητών/τριών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης.

Μεθοδολογία

Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση της ανάπτυξης τεσσάρων επιλεγμένων δεξιοτήτων επιστημονικού γραμματισμού σε προπτυχιακούς φοιτητές/τριες, μέσα από τη συμμετοχή τους σε ένα εργαστηριακό μάθημα Διδακτικής Φυσικών Επιστημών. Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα που καθοδηγούν την έρευνα είναι τα εξής:

1. Ποιο είναι το αρχικό επίπεδο επίδοσης στις τέσσερις εξεταζόμενες δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού των φοιτητών/τριων του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ;
2. Σε ποιον βαθμό η συμμετοχή σε εργαστήριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών επηρεάζει τις δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού των φοιτητών/τριων του ΠΤΔΕ του ΕΚΠΑ;

Συμμετέχοντες/ουσες

Στο ποσοτικό σκέλος της έρευνας συμμετείχαν συνολικά 140 προπτυχιακοί φοιτητές/τριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του ΕΚΠΑ κατά τη φάση του pre test και 137 φοιτητές/τριες κατά τη φάση του post test. Οι δύο μετρήσεις αντιμετωπίστηκαν ως ανεξάρτητα δείγματα και η σύγκριση των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε μέσω ελέγχου t για ανεξάρτητα δείγματα (independent samples t-test). Στο ποιοτικό σκέλος συμμετείχαν εθελοντικά οκτώ (8) φοιτητές/τριες, οι οποίοι/ες έλαβαν μέρος σε ημιδομημένες συνεντεύξεις μετά την ολοκλήρωση του post test.

Πλαίσιο του Εργαστηρίου

Το Εργαστήριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών πραγματοποιήθηκε σε τέσσερις συναντήσεις και επικεντρώθηκε στη Φύση της Επιστήμης, στο διερευνητικό μοντέλο διδασκαλίας και στα βασικά διδακτικά μοντέλα των Φυσικών Επιστημών. Οι δραστηριότητες του εργαστηρίου οργανώθηκαν και οι τέσσερις δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού επιλέχθηκαν λόγω της στενής θεωρητικής και παιδαγωγικής συνάφειάς τους με το περιεχόμενο των συναντήσεων, οι οποίες στόχευαν στην κατανόηση της επιστημονικής γνώσης, της διδακτικής της προσέγγισης και των χαρακτηριστικών της επιστημονικής μεθοδολογίας.

Εργαλεία και Μέθοδος της Έρευνας

Για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε προσαρμοσμένο εργαλείο βασισμένο στο TOSLS (Test of Scientific Literacy Skills) (Gormally, Brickman & Lutz, 2012). Το αρχικό ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει 28 ερωτήματα και αξιολογεί εννέα δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού, οι οποίες εντάσσονται σε δεξιότητες κατανόησης των μεθόδων παραγωγής επιστημονικής γνώσης και σε δεξιότητες ανάλυσης ποσοτικών δεδομένων. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης αξιολογήθηκαν μόνο 4 από τις 9 δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού του TOSLS οι οποίοι έχουν άμεση συνάφεια με τους στόχους του Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών:

(1_S) αναγνώριση έγκυρου επιστημονικού επιχειρήματος (τεκμηριωμένη σύνδεση δεδομένων και συμπερασμάτων),

(2_S) αξιολόγηση εγκυρότητας πηγών (κριτήρια αξιοπιστίας και επιστημονικής αυθεντίας),

(3_S) ορθή χρήση επιστημονικής πληροφορίας (ικανότητα ερμηνείας δεδομένων και χρήσης τους για υποστήριξη συμπερασμάτων) και

(4_S) κατανόηση στοιχείων ερευνητικού σχεδιασμού (μεταβλητές, έλεγχος και γενικευσιμότητα).

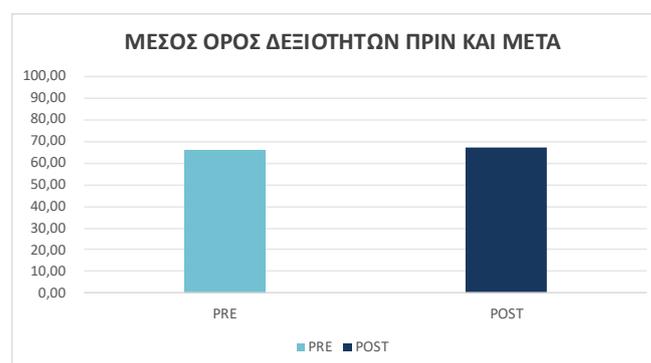
Οι δεξιότητες αξιολογήθηκαν μέσω δέκα ερωτήσεων, με δύο ερωτήσεις ανά δεξιότητα, εκτός από τις 3_S και 4_S που αξιολογήθηκαν με τρεις ερωτήσεις η καθεμία.

Τα ποιοτικά δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων, οι οποίες σχεδιάστηκαν με βάση τις δεξιότητες όπου καταγράφηκαν χαμηλότερες επιδόσεις στο ποσοτικό σκέλος. Η ανάλυση των συνεντεύξεων πραγματοποιήθηκε με θεματική ανάλυση, ακολουθώντας το πλαίσιο των Braun και Clarke (2006).

Αποτελέσματα

Για τη διευκόλυνση της οπτικής σύγκρισης των αποτελεσμάτων, οι μέσοι όροι της συνολικής επίδοσης στο TOSLS απεικονίζονται στο Σχήμα 1. Παρατηρείται μια μικρή αλλά συνεπής αύξηση των επιδόσεων στο post-test σε σύγκριση με το pre-test, γεγονός που υποδηλώνει ήπια θετική τάση στη συνολική επίδοση των φοιτητών μετά τη συμμετοχή τους στο εργαστηριακό μάθημα. Ωστόσο, η μεταβολή αυτή δεν συνοδεύεται από στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως προέκυψε από την ποσοτική ανάλυση με έλεγχο t για ανεξάρτητα δείγματα (independent-samples t-test), καθώς τα δείγματα του pre- και του post-test δεν ήταν ταυτόσημα ($p > .05$).

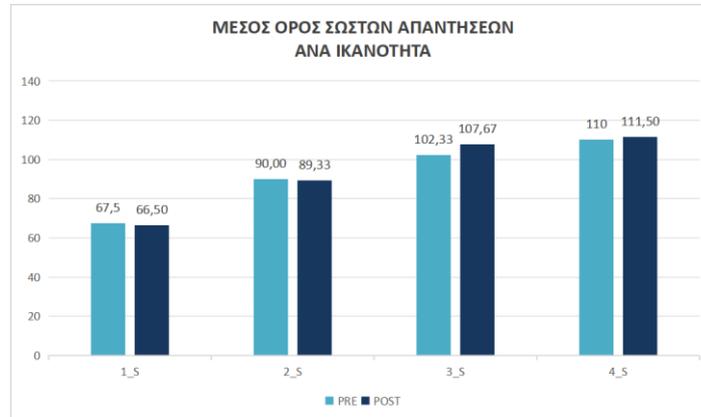
Σχήμα 1. Σύγκριση μέσων όρων συνολικής επίδοσης των δεξιοτήτων (pre–post)



Η σύγκριση των επιδόσεων ανά δεξιότητα επιστημονικού γραμματισμού παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, όπου αποτυπώνονται οι μέσοι όροι σωστών απαντήσεων στις φάσεις pre- και post-test. Οι υψηλότερες επιδόσεις καταγράφονται στη δεξιότητα κατανόησης στοιχείων ερευνητικού σχεδιασμού (4_S), ενώ οι χαμηλότερες στην αναγνώριση έγκυρου επιστημονικού επιχειρήματος (1_S). Οι δεξιότητες αξιολόγησης εγκυρότητας πηγών (2_S) και ορθής χρήσης επιστημονικής

πληροφορίας (3_S) παρουσιάζουν ενδιάμεσες επιδόσεις. Σε επίπεδο μεταβολής από το pre στο post-test, η μεγαλύτερη θετική διαφοροποίηση εντοπίζεται στη δεξιότητα 3_S, ενώ στις 1_S και 2_S παρατηρούνται οριακές μειώσεις. Ωστόσο, καμία από τις μεταβολές δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Σχήμα 2. Μέσοι όροι επιδόσεων ανά δεξιότητα επιστημονικού γραμματισμού (pre–post)



Σε ό,τι αφορά το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες/ουσες διέθεταν εξαρχής ένα γενικά μέτριο επίπεδο στις εξεταζόμενες δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού, με υψηλότερες επιδόσεις στη δεξιότητα κατανόησης στοιχείων ερευνητικού σχεδιασμού (4_S) και χαμηλότερες στην αναγνώριση έγκυρου επιστημονικού επιχειρήματος (1_S), ενώ οι δεξιότητες αξιολόγησης εγκυρότητας πηγών (2_S) και ορθής χρήσης επιστημονικής πληροφορίας (3_S) παρουσίασαν ενδιάμεσες επιδόσεις. Τα ευρήματα αυτά ενισχύονται από τα ποιοτικά δεδομένα, τα οποία ανέδειξαν περιορισμένη αρχική κατανόηση των επιστημονικών διαδικασιών και τάση προσέγγισης της επιστήμης ως στατικής γνώσης. Σε ό,τι αφορά το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα, η σύγκριση των επιδόσεων pre- και post-test δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντικές ποσοτικές διαφορές. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν ήπιες θετικές τάσεις στους μέσους όρους, οι οποίες συνοδεύτηκαν από τη χρήση επιστημονικής γλώσσας και ορολογίας, αντικαθιστώντας περιγραφικές διατυπώσεις με στοχευμένη χρήση όρων που αντικατοπτρίζουν με ακρίβεια τις επιστημονικές διαδικασίες και έννοιες, όπως προέκυψε από την ποιοτική ανάπτυξη. Συγκεκριμένα, μέσα από την ποιοτική ανάλυση των συνεντεύξεων οι συμμετέχοντες/ουσες φάνηκε να αναπτύσσουν βαθύτερη κατανόηση της φύσης της επιστήμης, να χρησιμοποιούν πιο συστηματικά κριτήρια αξιολόγησης επιστημονικής πληροφορίας και να διακρίνουν με μεγαλύτερη σαφήνεια επιστημονικούς από ψευδοεπιστημονικούς ισχυρισμούς. Τα ευρήματα αυτά δεν αποτυπώνονται ποσοτικά στο TOSLS, αλλά αναδείχθηκαν αποκλειστικά μέσω των ποιοτικών δεδομένων.

Συμπεράσματα και Προεκτάσεις

Η συμμετοχή των φοιτητών/τριών στο εργαστήριο της Διδακτικής Φυσικών Επιστημών δεν οδήγησε σε άμεσες στατιστικά σημαντικές ποσοτικές βελτιώσεις, συνέβαλε ωστόσο στην κατανόηση επιστημονικών εννοιών και στην ενίσχυση της επιστημολογικής σκέψης. Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι οι δεξιότητες επιστημονικού γραμματισμού αποτελούν σύνθετες γνωστικές ικανότητες, η ανάπτυξη των οποίων δεν επιτυγχάνεται πλήρως μέσω βραχυπρόθεσμων ποσοτικών μετρήσεων. Παράλληλα, αναδείχθηκε περιορισμένη ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με την κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας, τη λογική βασισμένη σε δεδομένα και, σε ορισμένες περιπτώσεις, τη διάκριση επιστημονικών από ψευδοεπιστημονικούς ισχυρισμούς. Οι δυσκολίες αυτές αποτυπώθηκαν τόσο στις χαμηλότερες επιδόσεις των αντίστοιχων δεξιοτήτων στο ποσοτικό σκέλος

όσο και στα ποιοτικά δεδομένα, όπου παρατηρήθηκε χρήση γενικών ή περιγραφικών διατυπώσεων αντί για ακριβείς επιστημονικούς όρους και τεκμηριωμένα επιχειρήματα. Με βάση τα παραπάνω, μελλοντικές έρευνες θα πρέπει να εστιάσουν συστηματικά στις συγκεκριμένες δεξιότητες, να διερευνήσουν τον επιστημονικό γραμματισμό ανά επιστημονικό πεδίο (disciplinary/domain-specific literacy) και να αξιολογήσουν παρεμβάσεις μεγαλύτερης διάρκειας με πιο αντιπροσωπευτικά δείγματα, αξιοποιώντας συνδυαστικά ποσοτικά και ποιοτικά εργαλεία για την παρακολούθηση γνωστικών και επιστημολογικών αλλαγών σε βάθος χρόνου.

Βιβλιογραφία

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518–542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*, 95(1), 168–185. <https://doi.org/10.1002/sce.20414>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. *CBE—Life Sciences Education*, 11(4), 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socioscientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientifically literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285–302. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3>
- McComas, W. F. (2015). Nature of science in the science classroom. *School Science Review*, 96(357), 43–49.
- Stylos, N., Papadopoulou, A., & Koutsoukos, M. (2023). Pre-service teachers' scientific literacy and inquiry skills in laboratory contexts. *International Journal of Science Education*, 45(4), 567–588. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.1981234>
- Tsoumanis, D., Petrou, M., & Koutselini, M. (2024). Investigating the effect of laboratory-based interventions on pre-service teachers' scientific literacy. *Research in Science Education*. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10155-7>

Η Διδασκαλία της Χημείας μέσω Κοινωνικά Ευαίσθητων Ερωτημάτων: Ανάπτυξη Κριτικού Χημικού Γραμματισμού στο Λύκειο

Κωνσταντίνα Τσίπρα¹, Μιχαήλ Καλογιαννάκης²,

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Καθηγητής,

^{1,2} Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,

¹ Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Διευθύντρια του Γενικού Λυκείου Σπετσών

¹ktsipra@uth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση της ενσωμάτωσης κοινωνικά ευαίσθητων ερωτημάτων (ΚΕΕ) στη διδασκαλία της Χημείας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, με κύριο στόχο την καλλιέργεια κριτικού χημικού γραμματισμού στους/στις μαθητές/μαθήτριες του Λυκείου. Ειδικότερα, η έρευνα επιδιώκει να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να σχεδιαστούν και να υλοποιηθούν διδακτικές παρεμβάσεις βασισμένες σε ΚΕΕ, πώς ο κριτικός χημικός γραμματισμός εκδηλώνεται μέσα από το πρίσμα αυτών των ερωτημάτων και ποιες μεταβολές αναδύονται στις στάσεις, τις αντιλήψεις και τις γνωστικές δεξιότητες των μαθητών/τριών κατά την εφαρμογή τους. Μέσα από αυτή τη μελέτη επιδιώκεται η ενίσχυση τόσο της θεωρητικής κατανόησης όσο και της πρακτικής εφαρμογής καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων, υποστηρίζοντας τη σύνδεση της επιστήμης με σύγχρονα κοινωνικά ζητήματα και ενδυναμώνοντας τον ρόλο της εκπαίδευσης στη διαμόρφωση ενεργών, υπεύθυνων και κριτικά σκεπτόμενων πολιτών.

Λέξεις κλειδιά: κριτικός χημικός γραμματισμός, στάσεις και δεξιότητες μαθητών/τριών Λυκείου σύνδεση επιστήμης και κοινωνίας, κοινωνικά ευαίσθητα ερωτήματα

Teaching Chemistry through Socially Sensitive Questions: Developing Critical Chemical Literacy in High School

Abstract

The present study investigates the integration of socially sensitive issues (SSI) into the teaching of Chemistry in secondary education, with the primary aim of cultivating critical chemical literacy among high school students. Specifically, the research seeks to design and implement instructional interventions grounded in SSI, examine how critical chemical literacy manifests through the lens of these issues, and identify the changes in students' attitudes, perceptions, and cognitive skills that emerge during their engagement with them. Through this investigation, the study aims to enhance both the theoretical understanding and the practical application of innovative teaching approaches, supporting the connection between science and contemporary social concerns. In doing so, it seeks to empower education to play a decisive role in shaping active, responsible, and critically minded citizens capable of engaging with scientific issues that impact modern society.

Keywords: attitudes and skills of high school students, connecting science and society, critical chemical literacy, socially sensitive issues

Εισαγωγή

Η Χημεία, ως θεμελιώδης επιστήμη των φυσικών φαινομένων, διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην κατανόηση και την αντιμετώπιση των σύγχρονων κοινωνικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων (Burmeister & Eilks, 2012). Η διεπιστημονική της φύση και η στενή διασύνδεσή της με την τεχνολογία

και την καθημερινότητα καθιστούν επιτακτική την ενσωμάτωση κοινωνικά ευαίσθητων θεμάτων στη διδασκαλία της. Η προσέγγιση αυτή αναδεικνύει τη Χημεία όχι μόνο ως ένα σώμα εννοιών, αλλά ως μια κοινωνική πρακτική με ηθικές, πολιτικές και περιβαλλοντικές διαστάσεις (Burmeister et al., 2012).

Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη του Κριτικού Χημικού Γραμματισμού (ΚΧΓ) αποτελεί βασικό στόχο της σύγχρονης εκπαίδευσης. Ο ΚΧΓ ορίζεται ως η ικανότητα των μαθητών/-τριών να κατανοούν, να αναλύουν και να αξιολογούν χημικές πληροφορίες με κριτικό τρόπο, ώστε να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για ζητήματα που αφορούν την κοινωνία και το περιβάλλον (Shwartz et al., 2006· Yore et al., 2003). Η διδακτική αξιοποίηση Κοινωνικά Ευαίσθητων Ερωτημάτων (ΚΕΕ) συνδέει τη χημική γνώση με πραγματικά προβλήματα, ενισχύοντας την κριτική σκέψη και την ηθική ευαισθητοποίηση, δεξιότητες απαραίτητες για τη διαμόρφωση ενεργών και δημοκρατικών πολιτών (Kolstø, 2001· Chowdhury et al., 2020).

Θεωρητικό υπόβαθρο

Κοινωνικο-επιστημονικά και Κοινωνικά Ευαίσθητα Ζητήματα: Ορισμοί και Συσχέτιση

Στη σύγχρονη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, ο κριτικός εγγραμματισμός καλλιεργείται μέσα από την οργανική σύνδεση της επιστήμης με το κοινωνικό γίνεσθαι. Κεντρικό ρόλο παίζουν τα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα (SSI), τα οποία ορίζονται ως αμφιλεγόμενα προβλήματα με επιστημονική βάση που απαιτούν ηθικές και κοινωνικές αποφάσεις (Çalik & Wiyarsi, 2021). Όταν τα ζητήματα αυτά συγκρούονται με προσωπικές αξίες ή πολιτισμικά πρότυπα, καθίστανται Κοινωνικά Ευαίσθητα Ζητήματα (Socially Sensitive Issues), προκαλώντας συχνά συναισθηματική φόρτιση στους εμπλεκόμενους (Eilks & Hofstein, 2015).

Κοινωνικά Ευαίσθητα Ερωτήματα στη Διδακτική της Χημείας

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στη σύγκλιση των παραπάνω εννοιών: η Χημεία προσφέρει το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο για την ανάλυση των ΚΕΕ, ενώ η κριτική σκέψη επιτρέπει τη διαχείριση της κοινωνικής τους ευαισθησίας. Μέσω αυτής της διαδικασίας, ο/η μαθητής/τρια εκπαιδεύεται να διακρίνει την επιστημονική τεκμηρίωση από την υποκειμενική προκατάληψη, αναπτύσσοντας την ικανότητα να πλοηγείται αποτελεσματικά στην πολυπλοκότητα του σύγχρονου κόσμου (Sadler, 2004· Zeidler et al., 2005). Στο πεδίο της Χημείας, παραδείγματα τέτοιων ζητημάτων που αναδεικνύουν τη διεπαφή επιστήμης-κοινωνίας (Zeidler et al., 2005· Kolstø, 2001· Burmeister et al., 2012) παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1 που ακολουθεί.

Πίνακας 1: Κοινωνικά Ευαίσθητα Ερωτήματα στη Χημεία

Θέμα	Έννοιες χημείας	Κοινωνική διάσταση	Προσδοκώμενη δεξιότητα
Κλιματική αλλαγή-ρύπανση περιβάλλοντος	Δομή και ιδιότητες αερίων, αέρια του θερμοκηπίου (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O), χημεία της ατμόσφαιρας, φωτοχημικό νέφος, όξινη βροχή, καύσεις και αντιδράσεις οξειδωσης, ρύποι και χημικοί δείκτες ποιότητας περιβάλλοντος, κύκλος άνθρακα, ανάλυση συγκεντρώσεων ρύπων	Περιβαλλοντική πολιτική, κοινωνική δικαιοσύνη και κλιματική ανισότητα, βιομηχανική δραστηριότητα και ευθύνη εταιρειών, ενεργειακές επιλογές των πολιτών, αντιλήψεις για την κλιματική αλλαγή, επιπτώσεις στην υγεία των πληθυσμών	Κριτική ερμηνεία περιβαλλοντικών δεδομένων, τεκμηριωμένη επιχειρηματολογία σε κοινωνικά ευαίσθητα περιβαλλοντικά ζητήματα, λήψη υπεύθυνων αποφάσεων για αειφόρο συμπεριφορά, κατανόηση της σχέσης χημείας-περιβάλλοντος-κοινωνίας
Χρήση και Διαχείριση των Φαρμάκων	Δομή και λειτουργία οργανικών ενώσεων, μηχανισμός δράσης φαρμάκων, χημική ισορροπία, μεταβολισμός και αποδόμηση ουσιών,	Υπερκατανάλωση αντιβιοτικών και μικροβιακή αντοχή, φαρμακευτική ρύπανση υδάτων, σωστή απόρριψη και ανακύκλωση φαρμάκων, ανισότητες στην	Κριτική αξιολόγηση πληροφοριών για φάρμακα, λήψη υπεύθυνων αποφάσεων σχετικά με τη χρήση και διάθεση φαρμάκων, αναγνώριση κινδύνων και

	τοξικότητα, διάλυση και βιοδιαθεσιμότητα, οξέα-βάσεις (pH) και ιονισμός φαρμάκων	πρόσβαση σε φάρμακα, ηθικά ζητήματα στη φαρμακευτική βιομηχανία, ασφαλής χρήση και ενημέρωση των πολιτών	περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ανάπτυξη ΚΧΓ για ζητήματα Δημόσιας Υγείας
Ενεργειακές Πηγές και Βιωσιμότητα	Χημική ενέργεια, εξώθερμες-ενδόθερμες αντιδράσεις, καύσιμα, οξείδωση-αναγωγή, εκπομπές CO ₂ , ανανεώσιμες πηγές, απόδοση ενεργειακών μετατροπών	Κλιματική αλλαγή, ενεργειακή φτώχεια και πρόσβαση σε ενέργεια, περιβαλλοντικό αποτύπωμα διαφορετικών πηγών, πολιτικές βιώσιμης ανάπτυξης	Κριτική αξιολόγηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, κατανόηση της σχέσης χημικών διεργασιών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων, λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων, βιώσιμες επιλογές ενέργειας
Ασφάλεια Τροφίμων και Χημικές Ουσίες	Συντηρητικά, πρόσθετα τροφίμων (E), χημική ανάλυση τροφίμων, pH και σταθερότητα, οξειδώσεις-αντιδράσεις αλλοίωσης, φυτοφάρμακα και κατάλοιπα	Δημόσια υγεία, ασφάλεια τροφίμων και κανονιστικά πλαίσια, παραπληροφόρηση για «χημικά» στα τρόφιμα, διαφάνεια ετικέτας, ανισότητες στην πρόσβαση σε ασφαλή τρόφιμα	Κριτική ανάλυση πληροφοριών για τρόφιμα, αξιολόγηση κινδύνου και ωφέλειας, λήψη υπεύθυνων καταναλωτικών αποφάσεων

Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία της Χημείας

Στο θεωρητικό πλαίσιο της διατριβής εντάσσονται ποικίλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις όπως η διερευνητική μάθηση, η συνεργατική μάθηση και η μάθηση μέσω επιχειρηματολογίας. Αυτές οι μέθοδοι διευκολύνουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών και την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης, οι οποίες είναι απαραίτητες για την αντιμετώπιση κοινωνικά ευαίσθητων θεμάτων (Sjöström et al., 2018).

Μεθοδολογία της έρευνας

Στο πλαίσιο του προκαταρκτικού σχεδιασμού της διατριβής, περιγράφεται η μεθοδολογία αξιολόγησης του κριτικού χημικού εγγραμματισμού. Η βασική ερευνητική διαδικασία εστιάζει στην αποτίμηση της επιστημονικής κατανόησης, της κριτικής ανάλυσης και της επιχειρηματολογίας, εξετάζοντας παράλληλα την ηθική και κοινωνική ευαισθησία των μαθητών/τριών κατά τη διαχείριση κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων.

Ερευνητικά ερωτήματα

Τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα που θα καθοδηγήσουν την έρευνα είναι τα ακόλουθα:

1. Πώς σχεδιάζονται και υλοποιούνται διδακτικές παρεμβάσεις με βάση κοινωνικά ευαίσθητα ερωτήματα στη Χημεία;
2. Ποιες αλλαγές παρατηρούνται στις στάσεις, τις απόψεις και τις γνωστικές δεξιότητες των μαθητών/τριων μετά την παρέμβαση;
3. Πώς εκφράζεται ο κριτικός χημικός γραμματισμός μέσα από τις απαντήσεις και τις δράσεις των μαθητών/τριων;

Σχεδιασμός της έρευνας

Η παρούσα μελέτη, είναι πλήρως εναρμονισμένη με το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για την διδασκαλία της Χημείας (ΦΕΚ 2929/Β/2023), που προωθεί τη μετάβαση από την παθητική μάθηση στην καλλιέργεια κριτικών και διερευνητικών δεξιοτήτων. Μέσω της σύνδεσης της Χημείας με την αειφορία και την καθημερινότητα, στοχεύει στη διαμόρφωση επιστημονικά εγγράμματων πολιτών που παρεμβαίνουν υπεύθυνα στις σύγχρονες κοινωνικο-πολιτικές προκλήσεις.

Η έρευνα θα υλοποιηθεί στο πλαίσιο του ωρολογίου προγράμματος της Α' και Β' Λυκείου, διασφαλίζοντας την πλήρη συμβατότητα με τη διδακτέα ύλη και τη στοχοθεσία του αναλυτικού προγράμματος. Η διαδικασία θα πραγματοποιηθεί κατόπιν εγκρίσεως του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), ακολουθώντας αυστηρά δεοντολογικά πρότυπα (Petousi & Sifaki, 2020). Η τήρηση των δεοντολογικών κανόνων εγγυάται την προστασία της ιδιωτικότητας μέσω της ανωνυμοποίησης, την εκ των προτέρων γραπτή συναίνεση των εμπλεκόμενων και τη διατήρηση του δικαιώματος αποχώρησης σε κάθε στάδιο της έρευνας.

Εργαλεία της Έρευνας

Για την επίτευξη όλων των παραπάνω, θα αξιοποιηθεί ένα πολυεπίπεδο σύνολο εργαλείων, όπως γραπτές και προφορικές εργασίες, ερωτηματολόγια, portfolios και δραστηριότητες προσομοίωσης, τα οποία επιτρέπουν μια ολιστική αποτίμηση των δεξιοτήτων των μαθητών/τριών. Η μεθοδολογική προσέγγιση υιοθετεί μικτές μεθόδους (mixed methods), συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα (Kanaki & Kalogiannakis, 2023), με στόχο την πολυδιάστατη διερεύνηση της συμβολής των ΚΕΕ στην ανάπτυξη του κριτικού χημικού γραμματισμού. Ο ερευνητικός σχεδιασμός διαρθρώνεται σε τρεις διαδοχικές και αλληλένδετες φάσεις: (α) τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του πρωτότυπου διδακτικού υλικού, (β) την εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων στο περιβάλλον της σχολικής τάξης και (γ) τη συστηματική συλλογή των πρωτογενών δεδομένων για την αξιολόγηση της παρέμβασης. Τα ερευνητικά εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν δίνονται στον πίνακα 2.

Πίνακας 2 :Ερευνητικά Εργαλεία

Διάσταση Αξιολόγησης	Προτεινόμενο Ερευνητικό Εργαλείο
Χημικός Εγγραμματισμός (Chemical Literacy)	Ερωτηματολόγια βασισμένα σε ταξινόμια (taxonomy-based questionnaires) που εξετάζουν το περιεχόμενο, το πλαίσιο, τις δεξιότητες και τις στάσεις (Shwartz et al., 2006).
Άτυπος Συλλογισμός (Informal Reasoning)	Πρωτόκολλα συνεντεύξεων ή γραπτές αποκρίσεις σε ανοικτά σενάρια SSI για την ανάλυση του τρόπου λήψης αποφάσεων (Sadler, 2004).
Κριτική Σκέψη & Επιχειρηματολογία	Φύλλα εργασίας με δραστηριότητες αξιολόγησης αμφιλεγόμενων πληροφοριών και κατασκευής επιστημονικών επιχειρημάτων (Zeidler et al., 2005 · Kolstø, 2001)
Εκπαίδευση για την Αειφορία (ESD)	Εργαλεία αξιολόγησης της ικανότητας ανάλυσης του κύκλου ζωής προϊόντων (π.χ. πλαστικά) και λήψης αποφάσεων με περιβαλλοντικά κριτήρια (Burmeister & Eilks, 2012).
Επιστημονικός Εγγραμματισμός	Δοκιμασίες ανάγνωσης και παραγωγής επιστημονικού λόγου για τη μέτρηση της ικανότητας επικοινωνίας (Yore et al., 2003).

Η επεξεργασία των ερευνητικών δεδομένων θα βασιστεί σε έναν συνδυασμό ποσοτικών στατιστικών τεχνικών και ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου, διασφαλίζοντας την πολυεδρική προσέγγιση του αντικειμένου. Σε κάθε στάδιο της διαδικασίας θα τηρηθούν απαρέγκλιτα οι αρχές της ερευνητικής δεοντολογίας. Για την αξιολόγηση των δεδομένων που θα προκύψουν από τα ερευνητικά εργαλεία (ερωτηματολόγια, φύλλα εργασίας, ρουμπρίκες), θα υιοθετηθεί το στατιστικό και αναλυτικό πρωτόκολλο, οργανωμένο ανά ερευνητικό στόχο όπως φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 3 που ακολουθεί:

Πίνακας 3: Στατιστική και Ποιοτική Ανάλυση Δεδομένων

Κατηγορία Ανάλυσης	Στατιστικό Εργαλείο / Μέθοδος	Εφαρμογή & Στόχος στην Έρευνα
Έλεγχος Αξιοπιστίας & Εγκυρότητας	Συντελεστής Cronbach's Alpha (α)	Έλεγχος της εσωτερικής συνάφειας των ερωτηματολογίων στάσεων (π.χ. κλίμακες Likert για SSI).
	Cohen's Kappa (κ)	Διασφάλιση αντικειμενικότητας (Inter-rater reliability) κατά τη βαθμολόγηση ανοικτών απαντήσεων ή ρουμπρικών
Περιγραφική Στατιστική	Μέσοι Όροι (M) & Τυπικές Αποκλίσεις (SD)	Συνοπτική παρουσίαση των επιδόσεων των μαθητών στους τομείς της Ταξινόμιας του Χημικού Εγγραμματισμού (Περιεχόμενο, Πλαίσιο, Δεξιότητες, Στάσεις).

	Κατανομές Συχνοτήτων & Ποσοστά	Αποτύπωση δημογραφικών στοιχείων και αρχικών αντιλήψεων των μαθητών για τα κοινωνικά ευαίσθητα ερωτήματα.
Επαγωγική Στατιστική	Paired-samples t-test	Σύγκριση της επίδοσης των ίδιων μαθητών πριν (pre-test) και μετά (post-test) τη διδακτική παρέμβαση.
	Συσχέτιση Pearson (r) ή Spearman (ρ)	Διερεύνηση της σχέσης μεταξύ του επιπέδου Χημικού Εγγραμματισμού και της ικανότητας Επιχειρηματολογίας ή των Μεταβιβάσιμων Δεξιοτήτων.
Μέγεθος Επίδρασης	Cohen's d	Προσδιορισμός του πρακτικού μεγέθους της επίδρασης της παρέμβασης (πόσο "ισχυρή" ήταν η αλλαγή που προκλήθηκε στους μαθητές).
Ποιοτική Ανάλυση	Ανάλυση Περιεχομένου (Content Analysis)	Συστηματική κατηγοριοποίηση των γραπτών απαντήσεων (φύλλα εργασίας) με βάση τους άξονες της ταξινόμησης (π.χ. χρήση επιστημονικής ορολογίας vs καθημερινής γλώσσας).
	Θεματική Ανάλυση (Thematic Analysis)	Εμβάθυνση στον τρόπο που οι μαθητές επεξεργάζονται τα ηθικά διλήμματα και τα SSI, εντοπίζοντας μοτίβα σκέψης και αξιακές κρίσεις.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα και Συμβολή της Έρευνας

Συνοψίζοντας, η παρούσα διατριβή θα προσπαθήσει να γεφυρώσει τη θεωρία του κριτικού χημικού εγγραμματισμού με τη διδακτική πράξη, ευθυγραμμιζόμενη με τις επιταγές του νέου Προγράμματος Σπουδών διδασκαλίας της Χημείας στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση για την αειφορία και την ενεργό πολιτεότητα. Μέσα από την αξιοποίηση των ΚΕΕ, η μελέτη προσφέρει εφαρμόσιμα εφόδια για μια Χημεία με κοινωνικό πρόσημο, στοχεύοντας στη διαμόρφωση σκεπτόμενων πολιτών ικανών να αντιμετωπίζουν τις σύγχρονες προκλήσεις με κριτική επίγνωση και ηθική υπευθυνότητα.

Βιβλιογραφία

- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for sustainable development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68. <https://doi.org/10.1039/C1RP90060A>
- Burmeister, F., & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 93-102. <https://doi.org/10.1039/C1RP90067F>
- Çalik, M., & Wiyarsi, A. (2021). A systematic review of the research papers on chemistry-focused socio-scientific issues. *Journal of Baltic Science Education*, 20(3), 360-372. <https://doi.org/10.33225/jbse/21.20.360>
- Chowdhury TBM, Holbrook J. Rannikmäe M. (2020) Socioscientific Issues within Science Education and their Role in Promoting the Desired Citizenry, *Science Education International* 31(2), 203-208, <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i2.10>
- Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). (2015). *Relevant Chemistry Education: From Theory to Practice*. Sense Publishers. ISBN 978-94-6300-175-5.
- Kanaki, K., & Kalogiannakis, M. (2023). Sample design challenges: An educational research paradigm, *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 15(3), 266-285, <https://dx.doi.org/10.1504/IJTEL.2023.131865>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science–society interface. *Science Education*, 85(3), 291–310 <https://doi.org/10.1002/sci.1011>
- Petousi, V., & Sifaki, E. (2020). Contextualizing harm in the framework of research misconduct. Findings from a discourse analysis of scientific publications, *International Journal of Sustainable Development*, 23(3/4), 149-174, <https://doi.org/10.1504/IJSD.2020.10037655>
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Shwartz Y., Ben-Zvi R., Hofstein A. (2006) The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students, *Chemistry Education Research and Practice*, 2006, 7(4), 203-225, <https://doi.org/10.1039/B6RP90011A>
- Sjöström, J., & Eilks, I. (2018). *Reconsidering different visions of scientific literacy and science education based on the concept of Bildung*. In I. Eilks & J. Sjöström (Eds.), *Relevant chemistry education: From theory to practice* (pp. 75–89). Rotterdam: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66659-4_16
- Yore, L. D., Bisanz, G. L., & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725. <https://doi.org/10.1080/09500690305018>

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

Πρόγραμμα Σπουδών του μαθήματος της Χημείας των Α', Β' και Γ' τάξεων Γενικού Λυκείου,
Φύλλο εφημερίδας της κυβέρνησης, 2929, τεύχος Β, 03-05-2023
<https://search.et.gr/el/fek/?fekId=557391>

ΟΜΑΔΑ Β

Προφίλ μαθητών υψηλής επίδοσης στη Χημεία: ψυχομετρικά και γνωστικά χαρακτηριστικά

Χρήστος Ατλάσης¹, Γεώργιος Τσαπαρλής²

¹ Κολέγιο Ανατόλια, Θεσσαλονίκη

² Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Τμήμα Χημείας

Περίληψη

Η παρούσα εργασία διερευνά τα ψυχομετρικά και γνωστικά χαρακτηριστικά μαθητών γενικής εκπαίδευσης με υψηλές επιδόσεις στο μάθημα της Χημείας. Τα δεδομένα προέρχονται από ευρύτερη διδακτορική έρευνα και αφορούν επιδόσεις στις προαγωγικές εξετάσεις της Α' και Β' Λυκείου καθώς και στις Πανελλαδικές Εξετάσεις Χημείας. Οι μαθητές κατηγοριοποιήθηκαν σε ομάδες υψηλής, μέσης και χαμηλής επίδοσης και εξετάστηκαν ως προς χαρακτηριστικά προσωπικότητας, τρόπους πρόσληψης της πληροφορίας και γνωστικά χαρακτηριστικά. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν διακριτά προφίλ μαθητών υψηλής επίδοσης με σημαντικές παιδαγωγικές προεκτάσεις.

Λέξεις-κλειδιά: γνωστικά χαρακτηριστικά, επιδόσεις, μαθητικά προφίλ, προσωπικότητα, χημεία

Profiles of High-Achieving Students in Chemistry: Psychometric and Cognitive Characteristics

Christos Atlasis,¹ Georgios Tsaparlis²

¹ Anatolia College, Thessaloniki

² University of Ioannina, Department of Chemistry

Abstract

This study explores the psychometric and cognitive characteristics of general education students with high achievement in chemistry. Data derive from a broader doctoral research project and include performance in upper secondary school summative examinations and national university entrance examinations in chemistry. Students were classified into high-, medium-, and low-achievement groups and examined in relation to personality traits, information processing styles, and cognitive characteristics. Results reveal distinct profiles associated with high achievement in chemistry, highlighting the multifactorial nature of academic success and offering implications for differentiated instruction and educational practice.

Keywords: achievement, chemistry education, cognitive characteristics, learner profiles, personality

Εισαγωγή

Η κατανόηση βασικών εννοιών της Χημείας, όπως η δομή της ύλης, οι χημικοί δεσμοί και η σχέση μακροσκοπικού–μικροσκοπικού–συμβολικού επιπέδου, αποτελεί γνωστικά απαιτητική διαδικασία, η οποία δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη διδακτική παρέμβαση αλλά επηρεάζεται σημαντικά από ατομικές διαφορές των μαθητών. Η διεθνής βιβλιογραφία έχει αναδείξει ότι η επιτυχής μετάβαση μεταξύ διαφορετικών επιπέδων αναπαράστασης στη Χημεία (μακροσκοπικό, μικροσκοπικό,

συμβολικό) συνδέεται με γνωστικές ικανότητες, όπως η χωρική ικανότητα και η ικανότητα αφηρημένης σκέψης (Johnstone, 1991· Kozma & Russell, 1997· Gilbert & Treagust, 2009).

Επιπλέον, έχει τεκμηριωθεί ότι οι μαθητές διαφέρουν ως προς τον τρόπο επεξεργασίας της πληροφορίας και τη διαχείριση του γνωστικού φορτίου, γεγονός που επηρεάζει την επίλυση χημικών προβλημάτων και την εννοιολογική κατανόηση (Tsaparlis, 2009· Talanquer, 2011). Ιδιαίτερα, η ικανότητα χειρισμού πολλαπλών αναπαραστάσεων και η ευελιξία στη μετάβαση μεταξύ συμβολικών και εννοιολογικών μορφών γνώσης έχουν συσχετιστεί με υψηλότερη επίδοση στη Χημεία (Stieff, 2007). Η διερεύνηση των ατομικών διαφορών στη Χημεία δεν αφορά μόνο τη γενική σχολική επίδοση, αλλά ειδικότερα την εννοιολογική κατανόηση αφηρημένων εννοιών και τη στρατηγική επίλυση προβλήματος, στοιχεία που έχουν αναγνωριστεί ως κρίσιμα για την επιτυχία στο μάθημα (Talanquer, 2011).

Στο πλαίσιο αυτό, η επίδοση στη Χημεία μπορεί να θεωρηθεί πολυπαραγοντικό φαινόμενο, στο οποίο αλληλεπιδρούν ψυχομετρικά χαρακτηριστικά (π.χ. προσωπικότητα, τρόπος πρόσληψης της πληροφορίας) και γνωστικές μεταβλητές που σχετίζονται με την εννοιολογική κατανόηση και την επίλυση προβλήματος. Η παρούσα εργασία επιχειρεί να χαρτογραφήσει προφίλ μαθητών υψηλής επίδοσης, διερευνώντας τον τρόπο με τον οποίο οι παραπάνω παράγοντες συνδυάζονται και επηρεάζουν την κατανόηση εννοιών της Χημείας.

Ερευνητικά ερωτήματα

Η μελέτη επιχειρεί να απαντήσει στα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες ψυχομετρικές και γνωστικές μεταβλητές συνδέονται με υψηλή επίδοση στη Χημεία;
2. Διαμορφώνονται διακριτά μαθητικά προφίλ επίδοσης;
3. Πώς μπορούν τα προφίλ αυτά να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση της κατανόησης χημικών εννοιών και της διδακτικής πράξης;

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση ψυχομετρικών και γνωστικών χαρακτηριστικών μαθητών γενικής εκπαίδευσης και η χαρτογράφηση προφίλ επίδοσης στη Χημεία, με στόχο την ερμηνεία της σχολικής και εξεταστικής επιτυχίας μέσα από μια πολυπαραγοντική προσέγγιση.

Δείγμα και δεδομένα επίδοσης

Το δείγμα της μελέτης αποτελούν 152 μαθητές που συμμετείχαν στις Πανελλαδικές Εξετάσεις Χημείας το 2019 και το 2020. Τα δεδομένα προέρχονται από ευρύτερη διδακτορική έρευνα και αναλύθηκαν ανώνυμα, σύμφωνα με τις αρχές δεοντολογίας της εκπαιδευτικής έρευνας.

Ψυχομετρικά και γνωστικά εργαλεία

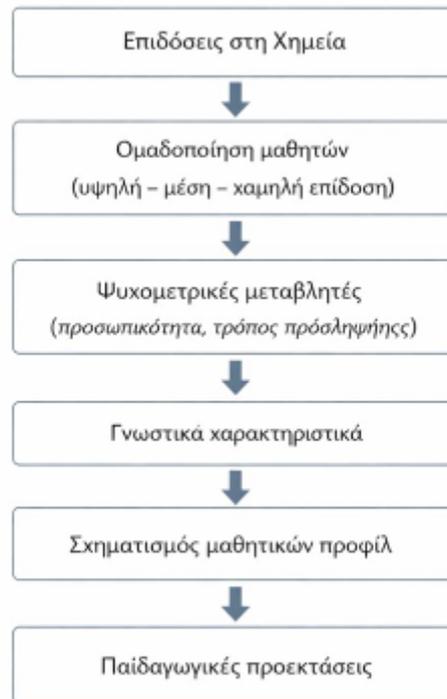
Οι συμμετέχοντες συμπλήρωσαν ψυχομετρικά και γνωστικά εργαλεία που αποτυπώνουν χαρακτηριστικά προσωπικότητας, τρόπους μάθησης και γνωστικά χαρακτηριστικά. Ειδικότερα, χρησιμοποιήθηκε το **Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)** στην ελληνική του μορφή για την αποτύπωση τυπολογικών χαρακτηριστικών προσωπικότητας, το **VAK Learning Style Self-Assessment** για την καταγραφή αισθητήριων προτιμήσεων (οπτική, ακουστική, κιναισθητική), καθώς και το **Group Embedded Figures Test (GEFT)** για τη μέτρηση της εξάρτησης/ανεξαρτησίας από το πεδίο ως δείκτη γνωστικού στυλ. Τα εργαλεία αυτά επέτρεψαν τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ψυχομετρικών και γνωστικών μεταβλητών και της επίδοσης στη Χημεία.

Ομαδοποίηση επίδοσης και ανάλυση

Για τη διαμόρφωση μαθητικών «προφίλ», οι μαθητές κατηγοριοποιήθηκαν σε ομάδες υψηλής, μέσης και χαμηλής επίδοσης με βάση τα δεδομένα επίδοσης στη Χημεία, σύμφωνα με την κατανομή των

βαθμολογιών και τα κριτήρια ομαδοποίησης που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο της διδακτορικής έρευνας. Στη συνέχεια εξετάστηκε η σχέση της ένταξης των μαθητών στις ομάδες επίδοσης με τις ψυχομετρικές και γνωστικές μεταβλητές, μέσω ελέγχων ανεξαρτησίας (χ^2) για κατηγορικές μεταβλητές και μη παραμετρικών συγκρίσεων ομάδων (Kruskal–Wallis και Mann–Whitney U), έπειτα από έλεγχο κανονικότητας των δεδομένων. Η ομαδοποίηση της επίδοσης, η οποία είχε αξιοποιηθεί και σε προηγούμενη ανάλυση ως συμπληρωματική προσέγγιση, μεταφέρεται στην παρούσα εργασία στο επίκεντρο της ερμηνείας, στο πλαίσιο μιας πολυπαραγοντικής διερεύνησης της επίδοσης στη Χημεία.

Εικόνα 1. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας σχηματισμού μαθητικών προφίλ επίδοσης στη Χημεία, από τα δεδομένα επίδοσης έως την εξαγωγή παιδαγωγικών προεκτάσεων.



Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της μελέτης αναδεικνύουν ότι η υψηλή επίδοση στη Χημεία δεν αντιστοιχεί σε έναν μονοδιάστατο τύπο μαθητή, αλλά συνδέεται με διακριτά μαθητικά προφίλ που συνδυάζουν συγκεκριμένους τρόπους πρόσληψης και επεξεργασίας της πληροφορίας, χαρακτηριστικά προσωπικότητας που σχετίζονται με την οργάνωση της μελέτης, τη λήψη αποφάσεων και τον τρόπο προσέγγισης των απαιτήσεων του μαθήματος, καθώς και διαφοροποιήσεις σε γνωστικά χαρακτηριστικά που αφορούν την επίλυση προβλήματος και την επεξεργασία σύνθετων αναπαραστάσεων. Παράλληλα, διαπιστώνεται ότι οι μαθητές με μέση ή χαμηλή επίδοση παρουσιάζουν μεγαλύτερη ετερογένεια ως προς τα παραπάνω χαρακτηριστικά, γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη για στοχευμένη διδακτική υποστήριξη και την εφαρμογή διαφοροποιημένων διδακτικών πρακτικών.

Πίνακας 1. Συνοπτική αποτύπωση ψυχομετρικών και γνωστικών χαρακτηριστικών μαθητών ανά επίπεδο επίδοσης στη Χημεία.

Επίπεδο επίδοσης	Χαρακτηριστικά προσωπικότητας	Τρόπος πρόσληψης πληροφορίας	Γνωστικά χαρακτηριστικά	Παιδαγωγική ερμηνεία
Υψηλή επίδοση	Τάση για οργάνωση, συστηματικότητα στη λήψη αποφάσεων	Δομημένη επεξεργασία πληροφοριών, αξιοποίηση πολλαπλών αναπαραστάσεων	Ευελιξία στην επεξεργασία σύνθετων εννοιών	Αποτελεσματική διαχείριση απαιτήσεων και εξεταστικών συνθηκών
Μέση επίδοση	Μικτός τύπος χαρακτηριστικών	Εναλλασσόμενες στρατηγικές μελέτης	Ανομοιογενές γνωστικό προφίλ	Ανάγκη για καθοδήγηση και ανατροφοδότηση
Χαμηλή επίδοση	Δυσκολία στην οργάνωση και στον έλεγχο στρατηγικών	Μονοδιάστατη πρόσληψη πληροφορίας	Περιορισμένη ευελιξία στην επίλυση προβλήματος	Ανάγκη για διαφοροποιημένη διδασκαλία και υποστήριξη

Συμπεράσματα – Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη υποστηρίζει ότι η υψηλή επίδοση στη Χημεία συνδέεται με συνδυασμούς ψυχομετρικών και γνωστικών χαρακτηριστικών και όχι με μία μόνο μεταβλητή. Το εύρημα αυτό ευθυγραμμίζεται με τη σύγχρονη βιβλιογραφία της Διδακτικής της Χημείας, σύμφωνα με την οποία η κατανόηση χημικών εννοιών – όπως η δομή της ύλης και η μετάβαση μεταξύ μακροσκοπικού, μικροσκοπικού και συμβολικού επιπέδου – αποτελεί σύνθετη γνωστική διεργασία που επηρεάζεται από ατομικές διαφορές στον τρόπο επεξεργασίας και οργάνωσης της πληροφορίας (Johnstone, 1991· Tsapralis, 2003).

Η ανάδειξη μαθητικών «προφίλ» υψηλής επίδοσης προσφέρει ένα πρακτικό πλαίσιο για την καλύτερη κατανόηση της ετερογένειας της τάξης, τον σχεδιασμό διαφοροποιημένης διδασκαλίας και την έγκαιρη παιδαγωγική παρέμβαση σε μαθητές που εμφανίζουν προφίλ αυξημένου κινδύνου χαμηλής επίδοσης, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας της Χημείας. Η σύνδεση γνωστικών χαρακτηριστικών, όπως η ανεξαρτησία από το πεδίο, με την επίδοση στην επίλυση χημικών προβλημάτων έχει επίσης υποστηριχθεί από προηγούμενες έρευνες, οι οποίες αναδεικνύουν τη σημασία της αναλυτικής επεξεργασίας και της ικανότητας αποδόμησης σύνθετων αναπαραστάσεων (Witkin et al., 1977· Tsapralis & Angelopoulos, 2000).

Η χαρτογράφηση προφίλ μαθητών υψηλής επίδοσης παρουσιάζει ιδιαίτερη παιδαγωγική σημασία, καθώς μετατοπίζει το ενδιαφέρον από το ερώτημα «ποιος τύπος είναι καλύτερος» προς τη διερεύνηση των συνδυασμών χαρακτηριστικών που ευνοούν τη συστηματική μελέτη και την αποτελεσματική επίλυση χημικών προβλημάτων, καθώς και προς τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να σχεδιαστούν διδακτικές πρακτικές που μειώνουν τα εμπόδια για μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ. Η προσέγγιση αυτή συνάδει με τη σύγχρονη τάση στη διδακτική έρευνα που υποστηρίζει τη μετάβαση από τυπολογικές συγκρίσεις σε πολυπαραγοντικά μοντέλα ερμηνείας της επίδοσης.

Σε επίπεδο διδακτικής πράξης, τα ευρήματα της παρούσας μελέτης μπορούν να υποστηρίξουν τη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων – λεκτικών, συμβολικών και οπτικών – με σαφή γεφύρωση μεταξύ τους, στοιχείο που έχει αναγνωριστεί ως κρίσιμο για τη μείωση γνωστικών δυσκολιών στη Χημεία. Παράλληλα, μπορούν να ενισχύσουν τη δομημένη καθοδήγηση στη στρατηγική επίλυσης προβλήματος μέσω καθορισμένων βημάτων, ελέγχων και αναστοχασμού, καθώς και την ανάπτυξη διαφοροποιημένων διαδρομών εξάσκησης και ανατροφοδότησης, προσαρμοσμένων στο προφίλ και στις ανάγκες των μαθητών.

Βιβλιογραφία

- Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., & Ecclestone, K. (2004). *Learning styles and pedagogy in post-16 learning: A systematic and critical review*. Learning and Skills Research Centre.
- Dunn, R. (2000). Learning styles: Theory, research, and practice. *National Forum of Applied Educational Research Journal*, 13(1), 3–22.

- Fleming, N. D. (2001). *Teaching and learning styles: VARK strategies*. Honolulu Community College.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (Eds.). (2009). *Multiple representations in chemical education*. Springer.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7, 75–83.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
- Kozma, R., & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(9), 949–968.
- Leaver, B. L. (1997). *Teaching the whole class*. Corwin Press.
- Matthews, B. D. (1996). An investigation of learning styles and perceived academic achievement for high school children. *The Clearing House*, 69(4), 249–254.
- Pappa, E. T., & Tsapalis, G. (2011). Evaluation of questions in general chemistry textbooks according to the form of the questions and the Question-Answer Relationship (QAR): The case of intra- and intermolecular chemical bonding. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 262–270.
- Stieff, M. (2007). Mental rotation and diagrammatic reasoning in science. *Learning and Instruction*, 17(2), 219–234.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179–195.
- Tsapalis, G. (2003). Chemical problem solving: A review of research. *Journal of Chemical Education*, 80(6), 733–740.
- Tsapalis, G. (2009). Learning at the macro level versus the micro level. *Chemistry Education Research and Practice*, 10, 5–17.
- Tsapalis, G., & Angelopoulos, V. (2000). A model of problem solving: Its operation, validity, and usefulness in the case of organic-synthesis problems. *Science Education*, 84(2), 131–153.
- Witkin, H. A., Moore, C. A., Goodenough, D. R., & Cox, P. W. (1977). Field-dependent and field-independent cognitive styles and their educational implications. *Review of Educational Research*, 47(1), 1–64.

Πιλοτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας για τη Διάδοση της Θερμότητας στο Δημοτικό Σχολείο

Ελένη-Μαρία Βαλκάνου¹ και Αναστάσιος Ζουπίδης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

²Αναπληρωτής Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
evalkano@eled.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αφορά στην πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας για τους τρεις τρόπους διάδοσης της θερμότητας σε μαθητές/τριες Δημοτικού Σχολείου. Στην ακολουθία ενσωματώνονταν διερευνητικές πρακτικές με απώτερο στόχο την εννοιολόγηση πτυχών της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης (ΦτΕΔ). Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω γραπτών ερωτηματολογίων, βιντεοσκόπησης των διδασκαλιών και συνεντεύξεων σε ομάδες εστίασης. Τα αρχικά αποτελέσματα δείχνουν μία ήπια βελτίωση στην κατανόηση του περιεχομένου, των διερευνητικών πρακτικών και της ΦτΕΔ. Στα επόμενα στάδια, η περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων αναμένεται να αναδείξει συσχετίσεις μεταξύ της κατανόησης των διαφορετικών περιοχών μάθησης και να συμβάλει στη διαδικασία βελτίωσης της ακολουθίας.

Λέξεις κλειδιά: δημοτικό σχολείο, διάδοση της θερμότητας, διδακτική-μαθησιακή ακολουθία, διερευνητικές πρακτικές, φύση της επιστημονικής διερεύνησης

Pilot Implementation and Evaluation of a Teaching-Learning Sequence for Heat Transfer in Primary Education

Abstract

This study reports on the pilot implementation and evaluation of a Teaching-Learning Sequence on the three modes of heat transfer in primary education. The sequence incorporated inquiry practices with the aim of fostering students' understanding of aspects of the Nature of Scientific Inquiry (NOSI). Data collected through written questionnaires, video-recorded lessons and interviews in focus groups. Preliminary findings indicate a modest improvement in students' understanding of the content, inquiry practices and NOSI. In subsequent stages, further analysis of the data is expected to reveal correlations between understanding of different learning areas and contribute to refinement process of the sequence.

Keywords: heat transfer, inquiry practices, nature of scientific inquiry, primary education, teaching-learning sequence

Εισαγωγή

Στα σύγχρονα αναλυτικά προγράμματα προωθείται μια ολιστική προσέγγιση στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών, η οποία ενσωματώνει στόχους εννοιολογικής, διαδικαστικής και επιστημολογικής γνώσης (AAAS, 2011). Στο πλαίσιο αυτό, η διδασκαλία της Φύσης της Επιστήμης (ΦτΕ) αναδεικνύεται ως βασική προτεραιότητα. Οι Lederman et al. (2019) διακρίνουν τη ΦτΕ, που αφορά στα χαρακτηριστικά της επιστημονικής γνώσης, από τη Φύση της Επιστημονικής Διερεύνησης

(ΦτεΔ), η οποία εστιάζει στις διαδικασίες παραγωγής της γνώσης, και προτείνουν τη διδασκαλία οκτώ διακριτών πτυχών της.

Η διερεύνηση συνιστά πρόσφορο πλαίσιο για την κατανόηση, τόσο των επιστημονικών εννοιών, όσο και των επιστημονικών διαδικασιών. Διερευνητικές πρακτικές, όπως η μοντελοποίηση και η Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ), συνδέονται θετικά με την κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου και την ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων (Bächtold, 2024). Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, η διδασκαλία της διάδοσης της θερμότητας παραμένει κυρίως σε φαινομενολογικό επίπεδο, χωρίς συστηματική αντιμετώπιση εναλλακτικών ιδεών, οι οποίες δυσχεραίνουν την εννοιολογική κατανόηση του φαινομένου, ιδίως της κομβικής εναλλακτικής ιδέας ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση (Kesidou & Duit, 1993). Παράλληλα, καταγράφεται η ανάγκη σαφούς διάκρισης μεταξύ των τριών τρόπων διάδοσης της θερμότητας, καθώς η σύγχυσή τους αποτελεί εμπόδιο για την οικοδόμηση ορθών εννοιολογήσεων (Çoşulu, 2017).

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η πιλοτική εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας (ΔΜΑ) για τους τρεις τρόπους διάδοσης της θερμότητας σε μαθητές/τριες της Ε΄ Δημοτικού. Η ακολουθία ενσωμάτωνε τις διερευνητικές πρακτικές της μοντελοποίησης και της ΣΕΜ, με στόχο την κατανόηση του φαινομένου, την ανάπτυξη διερευνητικών δεξιοτήτων και την εννοιολόγηση επιλεγμένων πτυχών της ΦτεΔ (Βαλκάνου & Ζουπίδης, 2025). Το ερευνητικό ερώτημα ήταν: «Πώς μεταβάλλεται η κατανόηση των μαθητών/τριών σχετικά με τους τρεις τρόπους διάδοσης της θερμότητας, τις διερευνητικές πρακτικές και επιλεγμένες πτυχές της ΦτεΔ, πριν, ενδιάμεσα και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ;»

Η ΔΜΑ σχεδιάστηκε με βάση το Μοντέλο Εκπαιδευτικής Επανοικοδόμησης (Duit et al., 2012) και περιλάμβανε έξι ενότητες, διάρκειας 90 λεπτών η καθεμία. Κεντρικοί στόχοι ήταν η σαφής διάκριση των τριών τρόπων διάδοσης της θερμότητας και η αντιμετώπιση της εναλλακτικής ιδέας ότι η θερμότητα έχει υλική υπόσταση. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται ενδεικτικά η δομή της 3^{ης} Ενότητας.

Πίνακας 1. Περιγραφή της 3^{ης} Ενότητας της ΔΜΑ (διάδοση της θερμότητας με αγωγή)

Διερευνητική πρακτική [ΔΠ] & Πτυχές της ΦτεΔ [ΠΦ]	Κύρια αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα (Οι μαθητές/τριες:)	Κύριες διδακτικές δραστηριότητες (Δραστηριότητες:)
<p>ΔΠ1: Στρατηγική Ελέγχου Μεταβλητών (ΣΕΜ)</p> <p>ΠΦ1: Οι ερευνητικές διαδικασίες καθοδηγούνται από την ερώτηση που τέθηκε αρχικά</p> <p>ΠΦ2: Τα συμπεράσματα της έρευνας πρέπει να συνάδουν με τα δεδομένα που συλλέχθηκαν</p>	<p>Εννοιολογική γνώση: να αναγνωρίζουν ότι η θερμότητα διαδίδεται με τον ίδιο ρυθμό προς όλες τις κατευθύνσεις στα μέταλλα, ανεξάρτητα από την υψομετρική διαφορά από την εστία θέρμανσης (πάνω και κάτω από αυτή)</p> <p>Διαδικαστική γνώση: να κατανοούν πτυχές της ΣΕΜ, π.χ. η ικανότητα διάκρισης έγκυρου και μη έγκυρου πειράματος</p> <p>Επιστημολογική γνώση: να αναγνωρίζουν ότι κάθε έρευνα συνδέεται με ένα κεντρικό ερευνητικό ερώτημα και κάθε βήμα της έρευνας πρέπει να συνδέεται με αυτό το ερώτημα και ότι τα συμπεράσματα πρέπει να είναι σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται</p>	<p>θέρμανσης μεταλλικών αντικειμένων και παρατήρησης των σημείων τους, τα οποία φέρουν μικρή ποσότητα κεριού και έχουν την ίδια υψομετρική διαφορά από την εστία θέρμανσης (πάνω και κάτω από αυτή)</p>

Η ΔΜΑ εφαρμόστηκε στην ολομέλεια μίας Ε΄ τάξης ενός δημόσιου Δημοτικού Σχολείου του νομού Αττικής, η οποία αποτελούνταν από 18 μαθητές (9 αγόρια και 9 κορίτσια). Η εφαρμογή της ακολουθίας πραγματοποιήθηκε εντός του ωρολογίου προγράμματος, σε έξι συναντήσεις διάρκειας 90 λεπτών η καθεμία, σε χρονικό διάστημα περίπου ενάμιση μήνα. Στο ίδιο χρονικό διάστημα εντάχθηκαν και οι προβλεπόμενες διαδικασίες συλλογής δεδομένων.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω: α) γραπτού ερωτηματολογίου 17 έργων (7 για το περιεχόμενο, 3 για τη ΣΕΜ, 3 για τα μοντέλα, 4 για τη ΦτεΔ), το οποίο δόθηκε πριν, ενδιάμεσα και

μετά τη διδασκαλία. Σε τρία από τα έργα του περιεχομένου, η αξιολόγηση ήταν πολυτροπική, καθώς βασίστηκε τόσο στον γραπτό λόγο, όσο και στις οπτικές αναπαραστάσεις (σχέδια) που δημιούργησαν οι μαθητές/τριες για να ερμηνεύσουν το ζητούμενο φαινόμενο, β) βιντεοσκόπησης και ηχογράφησης όλων των διδασκαλιών, γ) ομαδικών συνεντεύξεων σε ομάδες εστίασης μετά τη διδασκαλία.

Η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων βρίσκεται σε εξέλιξη. Για την ανάλυση των δεδομένων αξιοποιείται μεικτός τρόπος ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων (Clark et al., 2025). Οι απαντήσεις των μαθητών/τριών στα έργα του ερωτηματολογίου, στα οποία αξιοποιήθηκε αποκλειστικά ο γραπτός λόγος, ομαδοποιήθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν, μέσω ανάλυσης προς τα κάτω (top-down analysis) και προς τα πάνω (bottom-up analysis). Ειδικότερα, οι απαντήσεις των μαθητών/τριών κωδικοποιήθηκαν σε τετραβάθμια, διατεταγμένη κλίμακα κατηγοριοποίησης (0: άσχετες ή ασαφείς, 1: εναλλακτικές αντιλήψεις/μη ορθή περιγραφή της ΣΕΜ/ μη επαρκείς, 2: μερικώς αποδεκτές επιστημονικά/ μερικώς ορθή περιγραφή της ΣΕΜ/ ενδιάμεσες, 3: αποδεκτές επιστημονικά/ ορθή περιγραφή της ΣΕΜ/ επαρκείς) και αναλύθηκαν με περιγραφική στατιστική για καθεμία από τις τρεις χρονικές μετρήσεις (πριν, ενδιάμεσα, μετά). Στα επόμενα στάδια θα πραγματοποιηθεί: α) στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, με στόχο τον έλεγχο της εσωτερικής συνοχής των έργων ανά περιοχή μάθησης και τη διερεύνηση συσχέτισης μεταξύ του βαθμού κατανόησης σε διαφορετικές περιοχές μάθησης, β) ανάλυση των έργων που ενσωμάτωναν σχέδια μαθητών, γ) ποιοτική ανάλυση βιντεοσκοπημένων διδασκαλιών και συνεντεύξεων.

Αποτελέσματα

Σε αυτήν την ενότητα, παρουσιάζονται ενδεικτικά αποτελέσματα από τρία έργα του γραπτού ερωτηματολογίου, προερχόμενα από διαφορετικές περιοχές μάθησης. Στο Έργο 1 διερευνήθηκε η κατανόηση της διάδοσης της θερμότητας με αγωγή. Οι μαθητές/τριες παρατήρησαν ένα σκίτσο με δύο ίδιες μεταλλικές ράβδους, οι οποίες ήταν τοποθετημένες με την ίδια κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο και η μία θερμαινόταν στο πάνω και η άλλη στο κάτω μέρος της. Κλήθηκαν να εκφράσουν και να αιτιολογήσουν τις απόψεις τους, αναφορικά με το εάν θα νιώσουν ζέστη, αν ακουμπήσουν το αντίθετο άκρο της ράβδου, από αυτό που ζεσταίνεται, σε κάθε περίπτωση. Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι κατηγορίες και τα αποτελέσματα. Χαρακτηριστική απάντηση στην Κατηγορία 3 ήταν: «Και στα δύο θα νιώσουμε την ίδια ζέστη, γιατί στη διάδοση με αγωγή η θερμότητα διαδίδεται παντού ίσα», στην Κατηγορία 2: «Και στα δυο θα νιώσουμε ζεστή, επειδή η θερμότητα πάει παντού», στην Κατηγορία 1: «Θα νιώσουμε πιστεύω περισσότερη ζέστη στο Β, γιατί η φωτιά μπορεί να κατεβεί πιο εύκολα» και στην Κατηγορία 0: «Όχι, γιατί οι ράβδοι θερμαίνονται το ίδιο».

Πίνακας 2. Απαντήσεις των μαθητών/τριών στο Έργο 1

Κατηγορίες	Πριν	Ενδ.	Μετά
3: Αποδεκτές επιστημονικά	-	5	6
2: Μερικώς αποδεκτές επιστημονικά	-	7	8
1: Εναλλακτικές αντιλήψεις	14	5	4
0: Ασαφείς ή άσχετες	4	1	-
ΣΥΝΟΛΟ	18	18	18

Στο Έργο 2 μελετήθηκε η ικανότητα αναγνώρισης έγκυρου και κατάλληλου πειράματος. Δόθηκε ένας πίνακας με τέσσερα πειράματα (δύο δοκιμές το καθένα) που διερευνούσαν αν το χρώμα κηρομπογιάς επηρεάζει τον ρυθμό τήξης τους. Το πρώτο ήταν έγκυρο αλλά όχι κατάλληλο, αφού σε αυτό η μόνη μεταβλητή που αλλάζει δεν είναι η υπό έλεγχο μεταβλητή, το δεύτερο και τρίτο μη έγκυρα, αφού από τη μία στην άλλη δοκιμή, παρόλο που αλλάζει η υπό έλεγχο μεταβλητή, μεταβάλλονται σε αυτά περισσότερες από μία μεταβλητές και το τέταρτο έγκυρο και κατάλληλο, αφού σε αυτό αλλάζει μόνο μία μεταβλητή, η οποία είναι η υπό έλεγχο μεταβλητή. Οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να επιλέξουν και να αιτιολογήσουν ποιο οδηγεί σε ασφαλές συμπέρασμα. Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται οι κατηγορίες και τα αποτελέσματα. Χαρακτηριστική απάντηση στην Κατηγορία 3 ήταν: «Το 4^ο πείραμα, γιατί άλλαξε μόνο το χρώμα. Στα άλλα ή αλλάζουν παραπάνω από ένα πράγμα ή δεν αλλάζουν το χρώμα», στην Κατηγορία 2: «Πιστεύω ότι με το πείραμα 4 θα καταλήξουν σε ασφαλές συμπέρασμα,

γιατί στο πείραμα 4 αλλάζουν μόνο μία μεταβλητή και ακολουθούν σωστά τα βήματα από τη μέθοδο ΣΕΜ», στην Κατηγορία 1: «Το πείραμα 3, γιατί έχει διαφορετικό χρώμα, μέγεθος, ώρα» και στην Κατηγορία 0: «Ναι, με διαφορετικό χρώμα θα είναι καλύτερο».

Πίνακας 3. Απαντήσεις των μαθητών/τριών στο Έργο 2

Κατηγορίες	Πριν	Ενδ.	Μετά
3: Ορθή περιγραφή της μεθόδου ΣΕΜ	-	5	5
2: Μερικώς ορθή περιγραφή της μεθόδου ΣΕΜ	7	4	7
1: Μη ορθή περιγραφή της μεθόδου ΣΕΜ	10	8	6
0: Ασαφείς ή άσχετες	1	1	-
ΣΥΝΟΛΟ	18	18	18

Στο Έργο 3 μελετήθηκε η κατανόηση της εξής πτυχής της ΦτΕΔ: «Οι ερευνητικές διαδικασίες καθοδηγούνται από την ερώτηση που τέθηκε αρχικά». Δόθηκε ένα σενάριο με δύο ομάδες επιστημόνων που εξέταζαν, αν ορισμένες μάρκες ελαστικών καταστρέφονται ευκολότερα. Η πρώτη ομάδα δοκίμασε πολλές μάρκες στον ίδιο τύπο δρόμου, ενώ η δεύτερη μία μάρκα σε διαφορετικούς δρόμους. Οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να εξηγήσουν, γιατί τα βήματα που ακολούθησε μία από τις δύο ομάδες ήταν καλύτερα από τα βήματα που ακολούθησε η άλλη. Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι κατηγορίες και τα αποτελέσματα. Χαρακτηριστική απάντηση στην Κατηγορία 3 ήταν: «Συμφωνώ με την ομάδα Α, γιατί η ερώτηση είναι, αν κάποιες μάρκες ελαστικών μπορούν να σκάσουν πιο εύκολα από τις άλλες, άρα πρέπει να υπάρχουν πολλές μάρκες ελαστικών», στην Κατηγορία 2: «Η ομάδα Α ακολούθησε σωστά βήματα, επειδή πήρε πολλές μάρκες ελαστικών», στην Κατηγορία 1: «Η Ομάδα Β ακολούθησε πιο καλά τα βήματα που έπρεπε να γίνουν, γιατί υπάρχουν πολλά είδη δρόμων και το λάστιχο πρέπει να τα αντέχει όλα» και στην Κατηγορία 0: «Τα βήματα της Ομάδας Α ήταν καλύτερα».

Πίνακας 4. Απαντήσεις των μαθητών/τριών στο Έργο 3

Κατηγορίες	Πριν	Ενδ.	Μετά
3: Επαρκείς	2	4	8
2: Ενδιάμεσες	8	10	10
1: Μη επαρκείς	5	2	-
0: Ασαφείς ή άσχετες	3	2	-
ΣΥΝΟΛΟ	18	18	18

Συμπεράσματα

Η προκαταρκτική ανάλυση των δεδομένων δείχνει μία ήπια θετική μετατόπιση στις αντιλήψεις των μαθητών/τριών ως προς το επιστημονικό περιεχόμενο, τις διερευνητικές πρακτικές και τις πτυχές της ΦτΕΔ. Στα επόμενα στάδια αναμένεται να αναδειχθούν συσχετίσεις ανάμεσα στην κατανόηση των περιοχών μάθησης, καθώς και ευρήματα που θα συμβάλουν στη βελτίωση της ΔΜΑ. Επιπλέον, στο παρόν στάδιο, μας απασχολούν δύο ζητήματα: (α) στο πεδίο της Κοινωνικής Σημειωτικής, το τριαδικό μοντέλο του Peirce αποδεικνύεται χρήσιμο για την ανάλυση πολυτροπικών αναπαραστάσεων, ωστόσο, παραμένει ζητούμενο το πώς μπορεί να αξιοποιηθεί, ώστε να αποτυπωθεί και η εξέλιξη των μαθητικών αναπαραστάσεων κατά τη διάρκεια της ΔΜΑ, και β) η πλειοψηφία των απαντήσεων στα έργα για τη ΦτΕΔ κατατάχθηκαν ως «Ενδιάμεσες». Επίσης, τα έργα των Lederman et al. (2019) που αξιοποιήθηκαν δε συνδέονται με συγκεκριμένο περιεχόμενο. Από τα προηγούμενα, προκύπτει το ερώτημα, εάν θα ήταν αποτελεσματικότερη η προσαρμογή αυτών των έργων στο γνωστικό περιεχόμενο που διδάσκεται στο πλαίσιο της παρούσας ΔΜΑ.

Βιβλιογραφία

Βαλκάνου Ε.-Μ., Ζουπίδης, Α. (2025). Βελτιωτικές Αλλαγές Πειραματικών Δραστηριοτήτων για τη Διάδοση της Θερμότητας με Αγωγή: Εισαγωγή Πτυχών της Φύσης της Επιστημονικής Διερεύνησης. Προφορική Ανακοίνωση στο 14^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Θεσσαλονίκη, 12-14 Απριλίου 2025.
<https://doi.org/10.12681/codiste.7816>

Clark, T., Foster, L., Sloan, L., & Bryman, A. (2025). *Bryman – Μέθοδοι Κοινωνικής Έρευνας*. Gutenberg.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (2011). *Vision and change in undergraduate biology education: A call to action*. Washington, DC.

Bächtold, M., Cross, D., & Munier, V. (2024). The relationships between the practice of different scientific activities and students' scientific knowledge, inquiry skills, view of the nature of science and attitude towards science: a study in primary school. *International Journal of Science Education*, 46(18), 1922–1943. <https://doi.org/10.1080/09500693.2024.2303623>

Çoruhlu, T. Ş. (2017). Pre-service science teachers' conceptions of the "conduction of heat in solids". *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 163–174. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.163>

Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a framework for improving Teaching and Learning science1. In *SensePublishers eBooks* (pp. 13–37). https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2

Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics: An interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85-106. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300107>

Lederman, J., Lederman, N., Bartels, S., Jimenez, J., Akubo, M., Aly, S., Bao, C., Blanquet, E., Blonder, R., De Andrade, M. B. S., Buntting, C., Cakir, M., EL-Deghaidy, H., ElZorkani, A., Gaigher, E., Guo, S., Hakanen, A., Al-Lal, S. H., Han-Tosunoglu, C.,...Zhou, Q. (2019). An international collaborative investigation of beginning seventh grade students' understandings of scientific inquiry: Establishing a baseline. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(4), 486–515. <https://doi.org/10.1002/tea.21512>

Ανίχνευση των Εναλλακτικών Αντιλήψεων Μαθητών Γυμνασίου, πάνω σε θέματα Βιοποικιλότητας: Τα πρώτα Αποτελέσματα μιας Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης

Αθηνά Γεωργούση¹ και Πηνελόπη Παπαδοπούλου²

¹Υποψήφια Διδακτόρισα, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

²Αφ. Καθηγήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

ppapadopoulou@uowm.gr

Περίληψη

Σε αυτήν την εργασία επιχειρείται μία συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με κριτική αξιολόγηση, επιστημονικών άρθρων της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών γυμνασίου πάνω σε θέματα που αφορούν την έννοια της βιοποικιλότητας και την έννοια του αποτυπώματος βιοποικιλότητας. Τα επιστημονικά άρθρα θα αναζητηθούν σε υψηλού κύρους, διεθνείς βάσεις δεδομένων. Παράλληλα, η διερεύνηση της ελληνικής βιβλιογραφίας θα αποτελέσει μια ξεχωριστή έρευνα και θα περιλαμβάνει την αναζήτηση σχετικών μελετών σε ελληνικά επιστημονικά περιοδικά. Θα ακολουθήσει ανάλυση της βιβλιογραφίας και παρουσίαση των πρώτων αποτελεσμάτων, τα οποία θα προκύψουν από την εξέταση του πλήρους κειμένου των ερευνών.

Λέξεις κλειδιά: αντιλήψεις μαθητών, αποτύπωμα βιοποικιλότητας, βιοποικιλότητα, γυμνάσιο

Identifying Middle School Students' Alternative Conceptions regarding Biodiversity: The initial Results of a Systematic Literature Review.

Abstract

This study will attempt a systematic literature review with critical appraisal of scientific articles from the international literature on the alternative conceptions of middle school students on topics related to the concept of biodiversity and biodiversity footprint. The scientific articles will be retrieved from high-impact, internationally recognized databases. The review of the Greek literature will constitute a separate research and will include the search for relevant studies published in Greek scientific journals. This will be followed by a literature analysis and the presentation of the initial results, derived from the examination of the full text of the studies.

Keywords: students' conceptions, biodiversity footprint, biodiversity, middle school

Εισαγωγή

Η έννοια της βιοποικιλότητας χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερη πολυπλοκότητα καθώς περιλαμβάνει πολλαπλά και αλληλένδετα επίπεδα οργάνωσης της ζωής. Ο επίσημος ορισμός της, αποδόθηκε κατά τη διάρκεια των εργασιών της Παγκόσμιας Συνδιάσκεψης για το Περιβάλλον και την Ανάπτυξη του Ρίο, που έλαβε χώρα το 1992, στο Ρίο Ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας. Μία εκ των 5 Διεθνών Συμβάσεων που προέκυψαν από την Παγκόσμια Συνδιάσκεψη είναι και η «Σύμβαση για τη Βιοποικιλότητα (Convention on Biological Diversity, CBD)», σύμφωνα με την οποία με τον όρο Βιοποικιλότητα νοείται

«η ποικιλία των ζωντανών οργανισμών κάθε προέλευσης, συμπεριλαμβανομένου, μεταξύ άλλων, χερσαίων, θαλάσσιων και άλλων υδάτινων οικοσυστημάτων και οικολογικών συμπλεγμάτων των οποίων αποτελούν μέρος: αυτό περιλαμβάνει την ποικιλία εντός των ειδών, μεταξύ ειδών και οικοσυστημάτων» (Άρθρο 2) (United Nations,1992).

Σύμφωνα με τον παραπάνω ορισμό, καθίσταται προφανές πως η βιοποικιλότητα επεκτείνεται πέρα από το επίπεδο των ειδών καλύπτοντας ένα ευρύτερο φάσμα εννοιών, το οποίο εκτείνεται από το επίπεδο ολόκληρων οικοσυστημάτων, ενδιαιτημάτων και οικοτόπων, στις βιοκοινότητες και τα είδη τους, καθώς επίσης και στην ποικιλότητα μεταξύ των ειδών σε φαινοτυπικό και γενετικό επίπεδο (Geist, 2011).

Σύμφωνα με τον Geist (2011), η βιοποικιλότητα εμπεριέχει επίσης:

- την ενδοειδική ποικιλότητα, η οποία αναφέρεται στην ποικιλομορφία των πληθυσμών στα πλαίσια του είδους τους,
- την γενετική ποικιλότητα, η οποία ερμηνεύεται ως η γενετική διαφοροποίηση μεταξύ ατόμων, πληθυσμών ή ολόκληρων οικοσυστημάτων εντός των ειδών
- την ποικιλία των οικοσυστημάτων, η οποία αναφέρεται στο σύνολο των διαφορετικών ενδιαιτημάτων συμπεριλαμβανομένων όλων των μορφών ζωής που αυτά εμπεριέχουν, καθώς επίσης και στις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο ανθρώπινος πληθυσμός είναι άμεσα ή έμμεσα εξαρτώμενος για την επιβίωσή του από τους φυσικούς πόρους. Ως εκ τούτου, εύλογα η βιοποικιλότητα βρίσκεται στο κέντρο πολλών οικονομικών δραστηριοτήτων και κυρίως όσων σχετίζονται με τη γεωργία, την κτηνοτροφία, τη δασοκομία, την αλιεία, την παραγωγή φαρμάκων, τον τουρισμό. Είναι δεδομένο, πως η διατήρηση της βιοποικιλότητας και των φυσικών οικοσυστημάτων κρίνεται ζωτικής σημασίας για την διασφάλιση της αειφόρου ανάπτυξης σε παγκόσμιο επίπεδο και ως εκ τούτου, αναμενόμενα κατέχουν εξέχουσα θέση μεταξύ αρκετών Στόχων Αειφόρου Ανάπτυξης (SDGs) και των υποστόχων τους, δεδομένου ότι σχετίζονται άμεσα με την ανθρώπινη ευημερία (United Nations Development Program, 2017). Ειδικότερα, οι στόχοι SDG 14 (Ζωή στο νερό) και SDG 15 (Ζωή στη στεριά) αποτελούν δύο αμιγώς προσανατολισμένους στην προστασία της βιοποικιλότητας στόχους. Πιο συγκεκριμένα, ο SDG15 αποτελεί προϋπόθεση για την εκπλήρωση αρκετών άλλων Στόχων της Αειφόρου Ανάπτυξης.

Παρά την αναντικατάστατη οικολογική, κοινωνική και οικονομική αξία της βιοποικιλότητας, ανθρώπινες δραστηριότητες όπως η απώλεια και ο κατακερματισμός των οικοτόπων, η κλιματική αλλαγή, οι αλλαγές στις χρήσεις γης και η εισβολή ξενικών ειδών, απειλούν ολοένα περισσότερο την επιβίωση των ειδών και τις λειτουργίες των οικοσυστημάτων. Συνεπώς, κρίνεται ζωτικής σημασίας η αντιμετώπιση των επείγουσών προκλήσεων που προκύπτουν από την ραγδαία απώλεια της βιοποικιλότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Μια σχετικά πρόσφατη έννοια που αναδύεται είναι αυτή του αποτυπώματος βιοποικιλότητας, η οποία μπορεί να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο αξιολόγησης της βιοποικιλότητας που χάνεται εξαιτίας ανθρωπογενών παρεμβάσεων. Στην ουσία αποτελεί ένα εργαλείο ποσοτικοποίησης των ανθρωπίνων πιέσεων στη φύση συνδέοντας τα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης με την απώλεια βιοποικιλότητας (Wang et al., 2025).

Η επιτακτική ανάγκη επίλυσης των κλιμακούμενων περιβαλλοντικών ζητημάτων, μεταξύ των οποίων η ραγδαία υποβάθμιση και εξάλειψη της παγκόσμιας βιοποικιλότητας, έχει δημιουργήσει παγκόσμια πίεση για ενεργή εκπαίδευση των νέων πάνω σε αυτά. Η εκπαίδευση έχει αναγνωριστεί παγκοσμίως ως ένας βασικός τρόπος προσέγγισης και επίτευξης της αειφορίας, αλλά και της διατήρησης των γενετικών πόρων, των ειδών και των οικοσυστημάτων του πλανήτη. Απώτερος σκοπός της Εκπαίδευσης για την Αειφορία, είναι να διευκολύνει τους μαθητές στην πορεία για την κατάκτηση κριτικής σκέψης και της ενεργού συμμετοχής στη λήψη αποφάσεων, έτσι ώστε να αποκτήσουν μακροπρόθεσμες συμπεριφορές, συμβατές με τις αρχές και του στόχους της αειφορίας (Sutherland, 2017).

Η βιοποικιλότητα, συνεπώς, δεδομένου ότι σχετίζεται άμεσα με την λειτουργία των οικοσυστημάτων, την αειφορία και την αντιμετώπιση σύγχρονων περιβαλλοντικών προκλήσεων αποτελεί κεντρική έννοια της σύγχρονης Βιολογίας και της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Στο πλαίσιο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, η διδασκαλία θεμάτων βιοποικιλότητας καλείται να υποστηρίξει την εννοιολογική κατανόηση σύνθετων οικολογικών φαινομένων και ταυτόχρονα να συμβάλει στη διαμόρφωση περιβαλλοντικά υπεύθυνων στάσεων και συμπεριφορών των μαθητών.

Η διεθνής βιβλιογραφία, ωστόσο, αναδεικνύει ότι οι μαθητές συχνά προσεγγίζουν τις έννοιες που σχετίζονται με τη βιοποικιλότητα μέσα από εναλλακτικές αντιλήψεις, οι οποίες δεν ευθυγραμμίζονται πάντα με τα επιστημονικά πρότυπα (Ilhamdi et al., 2022· Kilinç et al., 2013). Η συστηματική διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών κρίνεται απαραίτητη, καθώς επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές ερμηνεύουν και αξιολογούν πολύπλοκα φαινόμενα και περιβαλλοντικά ζητήματα, καθιστώντας αναγκαία τη συστηματική διερεύνησή τους. Η ελλιπής γνώση και οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την έννοια, τις διαστάσεις και την αξία διατήρησης και προστασίας της βιοποικιλότητας συνδέονται σε μεγάλο βαθμό από την αδυναμία να συσχετίσουν την αξία διατήρησής της και τις απειλές που προκύπτουν από την απώλεια της με την καθημερινότητα τους και τις εμπειρίες τους (Lindemann-Matthies & Bose, 2008). Έρευνες έχουν αναδείξει ότι αρκετά συχνά οι μαθητές αδυνατούν να αντιληφθούν βασικές πτυχές της βιοποικιλότητας, όπως η γενετική ποικιλότητα (Alfred et al., 2019), ενώ σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές τείνουν να προσεγγίσουν ανθρωποκεντρικά τη σχέση ανθρώπου και φύσης, υιοθετώντας μία χρησιμοθηρική θεώρηση της βιοποικιλότητας, δεδομένου ότι ενδιαφέρονται να μελετήσουν οργανισμούς, οι οποίοι έχουν κάποιου είδους χρησιμότητα για τον άνθρωπο (Franzolin et al., 2021).

Σε μία πρώιμη ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας των ετών 2017-2021, η οποία διενεργήθηκε τον Οκτώβριο του 2023, εντοπίστηκε σημαντικός αριθμός ερευνών αναφορικά με τις αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών πάνω σε περιβαλλοντικά ζητήματα. Ωστόσο, μικρότερος αριθμός ερευνών έχει διεξαχθεί σχετικά με τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών πάνω σε θέματα βιοποικιλότητας. Ακόμη μικρότερος είναι ο αριθμός των ερευνών, οι οποίες αξιολογούν την επίδραση που έχει πάνω στη γνωστική ανάπτυξη μία διδακτική παρέμβαση. Στην ελληνική βιβλιογραφία οι έρευνες και οι διατριβές που έχουν εκπονηθεί αναφορικά με διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις των ζητημάτων βιοποικιλότητας είναι ελάχιστες. Εύκολα διαπιστώνει κανείς ότι η εκπαίδευση πάνω σε θέματα προστασίας και διατήρησης της βιοποικιλότητας αποτελεί μια σχετικά ανεξερεύνητη, προς το παρόν περιοχή, καθώς ο κύριος όγκος των εργασιών αφορούν στα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής, ενώ οι γνώσεις για την βιοποικιλότητα και η σύνδεση της με την αειφόρο ανάπτυξη (π.χ. αποτύπωμα βιοποικιλότητας) αυξάνονται τα τελευταία χρόνια.

Η κατανόηση των ιδεών των μαθητών και των εκπαιδευτικών σχετικά με τη βιοποικιλότητα αποτελεί βασική προϋπόθεση για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό και εφαρμογή διδακτικών παρεμβάσεων, που λαμβάνουν υπόψη τις γνωστικές αφετηρίες των μαθητών και προάγουν την εννοιολογική αλλαγή. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση επιστημονικών άρθρων που διερευνούν τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών γυμνασίου σχετικά με θέματα που αφορούν τη βιοποικιλότητα και αποτελεί μέρος διατριβής, στην οποία θα μελετηθούν εκτός από τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και αντιλήψεις εκπαιδευτικών πάνω σε θέματα βιοποικιλότητας. Η αναγκαιότητα της έρευνας έγκειται στη σύνοψη της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης, αναφορικά με τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές ηλικίας 13-15 ετών αντιλαμβάνονται θέματα που αφορούν την έννοια της βιοποικιλότητας, όπως και σύγχρονα εννοιολογικά πλαίσια σαν το αποτύπωμα της βιοποικιλότητας. Κατά συνέπεια, η μελέτη των αντιλήψεων παιδιών κι έπειτα των εκπαιδευτικών, θα μας βοηθήσει να συμβάλλουμε στο σχεδιασμό σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων πάνω σε θέματα βιοποικιλότητας, εντός της σχολικής τάξης.

Μεθοδολογία

Η ερευνητική προσέγγιση που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί είναι η συστηματική ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, σχετικά με τις εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών γυμνασίου πάνω σε

θέματα που αφορούν την έννοια της βιοποικιλότητας και του αποτυπώματος βιοποικιλότητας. Η συγκέντρωση των επιστημονικών άρθρων θα πραγματοποιηθεί μέσω εκτεταμένης βιβλιογραφικής αναζήτησης στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων Scopus, Google Scholar και Eric, σε όλο το περιεχόμενο των άρθρων (τίτλος, περίληψη, λέξεις – κλειδιά, περιεχόμενο). Κατά την αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων δεν θα τεθεί χρονικός περιορισμός, με στόχο τον εντοπισμό του συνόλου της διαθέσιμης βιβλιογραφίας επί του θέματος.

Η αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων θα πραγματοποιηθεί με χρήση συνδυασμού λέξεων – κλειδιών οργανωμένων σε τρεις θεματικές ομάδες, οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους με τον τελεστή AND: (α) εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών και περιλαμβάνει τους όρους alternative conception(s), misconception(s), alternative idea(s), students' alternative idea(s), students' alternative conception(s), students' perception(s), students' alternative perception(s), students' misconception(s), pupil(s) misconception(s), pupil(s) conception(s), pupil(s) alternative idea(s), prior knowledge, naive conception(s), preconception(s), students' belief(s), pupils' belief(s), students' understanding, pupils' understanding, conceptual understanding, conceptual difficul* (difficulty/difficulties), students' idea(s), pupils' idea(s), alternative framework(s), intuitive idea(s), informal concept(s), (β) εκπαιδευτική βαθμίδα, περιλαμβάνοντας τους όρους secondary education, secondary school(s), high school(s), adolescent(s), junior high school(s), middle school(s), grades 7-9, grade(s) 6-12, middle grades, teenage(r/s), lower secondary, upper secondary, secondary student(s), secondary pupil(s) και (γ) όροι που αφορούν την βιοποικιλότητα και οι οποίοι είναι η εξής: biodiversity, biological diversity, biodiversity footprint(s), species diversity, genetic diversity, ecosystem diversity, habitat diversity, species richness, conservation, ecosystem(s), endangered species, extinction, biodiversity loss, environmental conservation.

Ένα παράδειγμα της αλυσίδας αναζήτησης (string search) που πρόκειται να εφαρμοστεί είναι το εξής:

```
TITLE-ABS-KEY(("student* perception*" OR "pupil* perception*") AND ("biodiversity footprint*" OR "biodiversity" OR "ecological footprint*") AND ("secondary education" OR "secondary school*" OR "middle school*"))
```

Αντίστοιχη με την παραπάνω αναζήτηση θα αφορά ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις αντιλήψεις και ιδέες εκπαιδευτικών. Ταυτόχρονα, ως μία ξεχωριστή αναζήτηση θα αποτελέσει η ενδεδειγμένη έρευνα, με σκοπό τη συγκέντρωση ελληνικής βιβλιογραφίας, στο Αποθετήριο Διδακτορικών Διατριβών, στα πρακτικά συνεδρίων της Ένωσης για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία (ΕΝΕΦΕΤ), της Πανελλήνιας Ένωσης Βιοεπιστημόνων (ΠΕΒ) και της Πανελλήνιας Ένωσης Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕΕΚΠΕ), αλλά και σε ελληνικά επιστημονικά περιοδικά (Φυσικές Επιστήμες στην Εκπαίδευση, Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση, Έρευνα στην Εκπαίδευση, περιοδικό της ΠΕΕΚΠΕ).

Η πορεία επιλογής των άρθρων θα τεκμηριωθεί μέσω διαγράμματος ροής PRISMA 2020 (PRISMA 2020 flow diagram) (Page et al., 2021), η οποία πρόκειται να ακολουθηθεί δύο φορές για την ξενόγλωσση και ελληνική βιβλιογραφία, αντίστοιχα. Για την κριτική αξιολόγηση των άρθρων θα αξιοποιηθούν τα Mixed Methods Appraisal Tools (MMAT) και τα αποτελέσματα θα καταγράφονται σε δομημένες φόρμες αξιολόγησης (Critical Review Forms) (Hong et al., 2018).

Αποτελέσματα

Η έρευνα βρίσκεται σε εξέλιξη. Έχουν επιλεγεί τα μεθοδολογικά εργαλεία για την υλοποίηση της συστηματικής ανασκόπησης, τα πρώτα αποτελέσματα της οποίας θα παρουσιαστούν στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

Alred, A. R., Doherty, J. H., Hartley, L. M., Harris, C. B., & Dauer, J. M. (2019). Exploring student ideas about biological variation. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1682–1700. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1635289>

- Franzolin, F., Carvalho, G. S., Santana, C. M. B., Calegari, A. d. S., Almeida, E. A. E. d., Soares, J. P. R., Jorge, J., Neves, F. D. d., & Lemos, E. R. S. (2021). Students' interests in biodiversity: Links with health and sustainability. *Sustainability*, 13(24), 13767. <https://doi.org/10.3390/su132413767>
- Geist, J. (2011). Integrative freshwater ecology and biodiversity conservation. *Ecological Indicators*, 11(6), 1507-1516. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.04.002>
- Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M.-P., Griffiths, F., Nicolau, B., O' Cathain, A., Rousseau, M.-C., Vedel, I., & Pluye, P. (2018). The Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, 34(4), 285-291. <https://doi.org/10.3233/EFI-180221>
- Ilhamdi, M. L., Rahmani, A. V., & Syazali, M. (2022). Analysis of misconceptions of senior high school students on biodiversity materials, interactions, and their role in nature. *Journal of Science Education Research*, 6(2), 101-110. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i6.3436>
- Kılınc, A., Yeşiltaş, N. K., Kartal, T., & Eroğlu, B. (2013). School students' conceptions about biodiversity loss: Definitions, reasons, results and solutions. *Research in Science Education*, 43(6), 2277-2300. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9346-1>
- Lindemann-Matthies, P., & Bose, E. (2008). How many species are there? Public understanding and awareness of biodiversity in Switzerland. *Human Ecology*, 36, 731-742. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9194-1>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Sutherland, M. R. (2017). Conservation education in schools: Aligning teachers' perceptions with students' attitudes. *Applied Environmental Education & Communication*, 16(1), 29-40. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2017.1280430>
- United Nations.(1992). *Convention on Biological Diversity*. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- United Nations Development Program. (2017). *Biodiversity and the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-en.pdf>
- Wang, H., Wang, L., Chen, J., Ma, P., Cui, Y., & Duan, X. (2025). A dataset on the biodiversity footprints and sectoral differences in China. *Scientific Data*, 12, 1935. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-06199-8>

Επαναληπτική Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας σχετικά με την Εξέλιξη των Αστέρων στο Λύκειο

Μαρία Ιωαννίδου¹, Αναστάσιος Μολοχίδης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Διατελέσας Αναπληρωτής Καθηγητής,
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
¹marioann@auth.gr

Περίληψη

Παρά τη σπουδαία εκπαιδευτική αξία της Αστρονομίας, η διδασκαλία της είναι ανεπαρκής σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα οι μαθητές να υστερούν στον επιστημονικό εγγραμματισμό και να διατηρούν τις όποιες εναλλακτικές αντιλήψεις κατέχουν. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επαναληπτικής εφαρμογής και αξιολόγησης μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (DMA) που επικεντρώνεται στην εξέλιξη των αστέρων και απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου. Η 1^η έκδοση της DMA εφαρμόστηκε στο πλαίσιο σχολικού ομίλου και, βάσει των δεδομένων που συλλέχθηκαν, επανασχεδιάστηκε η 2^η έκδοση της DMA, με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς της. Από τον νέο κύκλο εφαρμογής και αξιολόγησης της DMA αναμένεται να προκύψουν νέα δεδομένα για την περαιτέρω βελτίωσή της.

Λέξεις κλειδιά: Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, Διδακτική της Αστρονομίας, εξέλιξη των αστέρων

Iterative Implementation and Evaluation of a Teaching-Learning Sequence on Stellar Evolution in Upper Secondary School

Abstract

Despite the great educational value of Astronomy, this subject is inadequately taught at the upper secondary school level in Greece, so students remain inadequate in scientific literacy and retain whatever alternative perceptions they hold. This study presents the results of the iterative implementation and evaluation of a Teaching – Learning Sequence (TLS) on stellar evolution, targeting upper secondary students. The first version of the TLS was implemented within a science club context and the second version of the TLS was developed based on the collected data, aiming to improve its effectiveness. The acquired data from the new implementation – evaluation cycle of the TLS will be employed for its further refinement and improvement.

Keywords: Astronomy education, stellar evolution, Teaching Learning Sequence

Εισαγωγή

Η συμπερίληψη της Αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα εκπαίδευσης κρίνεται απαραίτητη, καθώς η ενασχόληση των μαθητών με θέματα που άπτονται της επιστήμης αυτής δύναται να τους προσφέρει πολύπλευρα οφέλη, συμβάλλοντας, μεταξύ άλλων, στη βαθύτερη κατανόηση της Φυσικής και της Φύσης της Επιστήμης και στην ανάπτυξη της περιέργειας και της φαντασίας τους (Percy, 2005). Παρά τη σπουδαία εκπαιδευτική αξία της Αστρονομίας και το μεγάλο ενδιαφέρον των μαθητών να εξερευνήσουν διάφορα σχετικά θέματα, η Ελλάδα αποτελεί μία από τις χώρες με τη

χαμηλότερη συμπερίληψη θεμάτων Αστρονομίας στα αναλυτικά προγράμματα πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (Salimpour et al., 2021).

Η ανεπαρκής και αποσπασματική τυπική εκπαίδευση των μαθητών στην Αστρονομία και την Αστροφυσική, σε συνδυασμό με τη συχνή έκθεσή τους σε διάφορους σχετικούς επιστημονικούς όρους και πληροφορίες, μέσω των μαζικών μέσων ενημέρωσης και ψυχαγωγίας, συμβάλλουν στη διαμόρφωση μίας πληθώρας εναλλακτικών αντιλήψεων που απέχουν σημαντικά από την επιστημονική γνώση (Patil et al., 2019). Αν αυτές οι εναλλακτικές αντιλήψεις δεν αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά με την εφαρμογή κατάλληλων διδακτικών παρεμβάσεων, δύναται να διατηρηθούν και στη συνέχεια της ενήλικης τους ζωής (Kanli, 2014), καθιστώντας τους πολίτες μη επιστημονικά εγγράμματος σε θέματα που άπτονται της Αστρονομίας (Retrê et al., 2019).

Αναγνωρίζοντας τη σημαντικότητα και την αναγκαιότητα της προώθησης της Αστρονομίας και της Αστροφυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, πολλοί επιστήμονες έχουν εστιάσει την ερευνητική τους προσπάθεια στην ανάπτυξη αποτελεσματικών παρεμβάσεων για τη διδασκαλία σχετικών θεμάτων. Μέσω μίας πρόσφατης επισκόπησης της βιβλιογραφίας, οι Salimpour et al. (2024) διαπίστωσαν ότι τις προηγούμενες δεκαετίες, η σχετική επιστημονική έρευνα επικεντρώθηκε στη διδασκαλία παραδοσιακών θεμάτων Αστρονομίας, όπως οι φάσεις της Σελήνης και οι εποχές, επισημαίνοντας την ανάγκη διεύρυνσης της επιστημονικής έρευνας σε πιο σύγχρονα θέματα Αστρονομίας, Αστροφυσικής και Κοσμολογίας. Μία αποτελεσματική πρακτική για τη διδασκαλία σύγχρονων θεμάτων Φυσικής σε επίπεδο δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποτελεί η κατάρτιση Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών (Méheut & Psillos, 2004). Μία Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (DMA) συνιστά μία βραχυχρόνια σειρά διδακτικών παρεμβάσεων που επικεντρώνεται σε μία συνεκτική γνωστική περιοχή των Φυσικών Επιστημών, η οποία εφαρμόζεται επαναληπτικά και υπόκειται σε διαδοχικούς κύκλους αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς της (Psillos & Kariotoglou, 2016).

Η εξέλιξη των αστέρων αποτελεί ένα ερευνητικό πεδίο της Αστροφυσικής που μελετά αστέρες διαφορετικής αρχικής μάζας ως προς τη διαδικασία σχηματισμού, τα χαρακτηριστικά, τους μηχανισμούς παραγωγής ενέργειας, τα στάδια εξέλιξης από τα οποία διέρχονται και την κατάληξη τους. Παρόλο που στη βιβλιογραφία αποτυπώνεται μία πληθώρα εναλλακτικών αντιλήψεων που διατηρούν οι μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τη φύση και την εξέλιξη των αστέρων (Bitzenbauer et al., 2023), εν τούτοις έχει εντοπιστεί μόνον ένας μικρός αριθμός μελετών που επιχειρούν τη διδασκαλία της εξέλιξης των αστέρων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (ενδεικτικά: Colantonio et al. 2018).

Αναγνωρίζοντας την ανάγκη κατάρτισης αποτελεσματικών παρεμβάσεων για τη διδασκαλία της αστρικής εξέλιξης, σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε μία DMA για τη φύση και την εξέλιξη των αστέρων που απευθύνεται σε μαθητές Λυκείου (Ιωαννίδου & Μολοχίδης, 2024). Η 1^η έκδοση της DMA (DMA-1) εφαρμόστηκε κατά το σχολικό έτος 2024-2025 στο πλαίσιο ενός σχολικού ομίλου Αστρονομίας σε Γενικό Λύκειο του Δήμου Θεσσαλονίκης. Αξιοποιώντας τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από την εφαρμογή της DMA-1, έγιναν ορισμένες τροποποιήσεις και καταρτίστηκε σταδιακά η 2^η έκδοση της DMA (DMA-2). Η παρούσα έρευνα επικεντρώθηκε στην επαναληπτική εφαρμογή και αξιολόγηση της DMA-2, επιχειρώντας να απαντήσει στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποια είναι η επίδραση των αλλαγών που εφαρμόστηκαν στη DMA-1 σε επίπεδο εννοιολογικής κατανόησης της φύσης και της εξέλιξης των αστέρων από τους μαθητές;
2. Ποιες δυσκολίες προέκυψαν κατά την εφαρμογή της DMA-2;
3. Ποιες τροποποιήσεις μπορούν να εφαρμοστούν στη DMA-2 για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς της βάσει των εμπειρικών δεδομένων που συλλέχθηκαν;

Μεθοδολογία

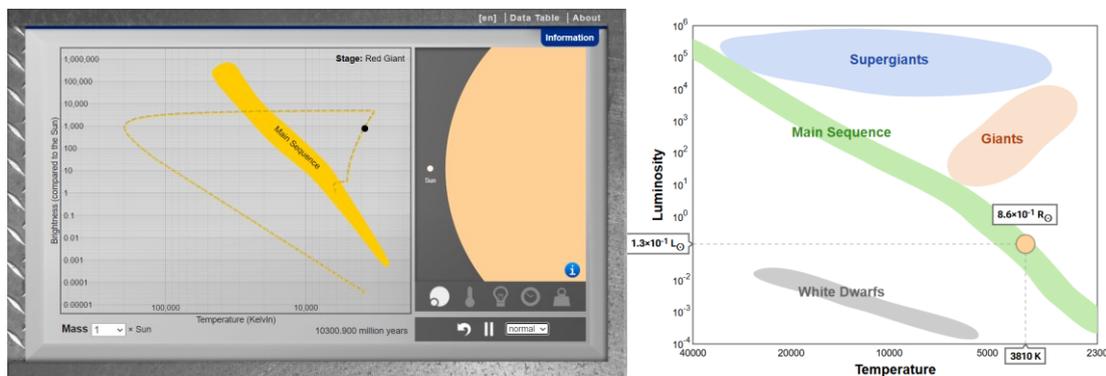
Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η επαναληπτική εφαρμογή και αξιολόγηση της ΔΜΑ-2 για τη φύση και την εξέλιξη των αστέρων στο Λύκειο.

Η Δομή και το Περιεχόμενο της ΔΜΑ-1

Η ΔΜΑ-1 εστιάζει στην επίτευξη γνωστικών μαθησιακών στόχων και αποτελείται από πέντε διδακτικές ενότητες που επικεντρώνονται: 1) στη διδασκαλία βασικών εννοιών που σχετίζονται με την αστρική εξέλιξη (εισαγωγική ενότητα), 2) στην εξοικείωση των μαθητών με το διάγραμμα Hertzsprung – Russell (H-R), 3) στην αξιοποίηση του διαγράμματος H-R για την εξαγωγή πληροφοριών για τους αστέρες, 4) στην πειραματική μελέτη της εξέλιξης του Ήλιου και 5) στη διερευνητική μελέτη της εξάρτησης της πορείας εξέλιξης ενός αστέρα από την αρχική του μάζα. Αναφορικά με τα ψηφιακά εκπαιδευτικά μέσα της ΔΜΑ-1, αξιοποιούνται οι εκπαιδευτικές εφαρμογές *Star in a box* (διαθέσιμη στην ιστοσελίδα:

<https://starinabox.lco.global/>) και Hertzsprung – Russell Diagram (διαθέσιμη στην ιστοσελίδα: <https://astro.unl.edu/>), μέσω των οποίων δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν πειραματικά την εξέλιξη των αστέρων και το διάγραμμα Hertzsprung – Russell με διαδραστικό τρόπο (Εικόνα 1).

Εικόνα 1. Το περιβάλλον των εφαρμογών «Star in a Box» (αριστερά) και «HR Diagram» (δεξιά)



Πρώτη Εφαρμογή της ΔΜΑ-1

Η εφαρμογή της ΔΜΑ-1 πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο ενός σχολικού ομίλου, που υλοποιήθηκε σε Γενικό Λύκειο του Δήμου Θεσσαλονίκης από έναν έμπειρο εκπαιδευτικό (κλάδου ΠΕ04.01)¹, ο οποίος επιμορφώθηκε λεπτομερώς, πριν την εφαρμογή, για τη δομή, τη στοχοθεσία και τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες, καθώς και για τις ψηφιακές παροχές που χρησιμοποιούνται. Η εφαρμογή της ΔΜΑ-1 ολοκληρώθηκε σε έξι συναντήσεις με διάρκεια περίπου 60 λεπτά η κάθε μία. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, στον σχολικό όμιλο συμμετείχαν συνολικά 11 μαθητές/τριες της Α' και Β' Λυκείου.

Εργαλείο Αξιολόγησης της Εννοιολογικής Κατανόησης των Μαθητών

Οι αλλαγές στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σχετικά με τη φύση και την εξέλιξη των αστέρων διερευνήθηκαν με τη χρήση ενός ερωτηματολογίου που συμπληρώθηκε από κάθε μαθητή πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ-1. Το ερωτηματολόγιο καταρτίστηκε, αξιοποιώντας ορισμένες ερωτήσεις από το ευρέως χρησιμοποιούμενο ερωτηματολόγιο Star Properties Concept Inventory (SPCI) της Bailey (2007). Στην Εικόνα 2 παρατίθενται ενδεικτικά δύο ερωτήσεις του ερωτηματολογίου SPCI που μεταφράστηκαν στην ελληνική γλώσσα και συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο.

Εικόνα 2. Δύο ενδεικτικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου

¹ Με διδακτορικό στη Διδακτική της Φυσικής και ερασιτεχνική ενασχόληση με την αστρονομία, συμμετείχε στην ανακάλυψη του υπερκαινοφανούς αστέρα (supernova) SN2015ac στον γαλαξία PGC 70909 τον Ιούλιο του 2015.

4. Ο παράγοντας που επιδρά σημαντικότερα στον σχηματισμό ενός αστέρα είναι:

- α. Ο στατικός ηλεκτρισμός.
- β. Η βαρύτητα.
- γ. Ο μαγνητισμός.
- δ. Η πίεση.
- ε. Η πυρηνική σύντηξη.

7. Το φως των αστέρων που βλέπουμε από την Γη είναι αποτέλεσμα...

- α. της αντανάκλασης του φωτός του Ήλιου.
- β. χημικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των αστέρων.
- γ. πυρηνικών αντιδράσεων που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό των αστέρων.
- δ. της καύσης των αερίων στο εσωτερικό των αστέρων.
- ε. καύσης στην επιφάνεια των αστέρων.

Αποτελέσματα της Εφαρμογής της ΔΜΑ-1

Από την αρχική αξιολόγηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών (pre-test) διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές κατέχουν διάφορες εναλλακτικές αντιλήψεις για τους αστέρες και την εξέλιξή τους, όπως για παράδειγμα ότι «Ο Ήλιος είναι ένας πλανήτης» ή ότι «Ο Ήλιος, στο τέλος της ζωής του, θα εκραγεί και θα γίνει μαύρη τρύπα». Αναφορικά με την επίδραση της ΔΜΑ – 1 στην επανοικοδόμηση των λανθασμένων τους αντιλήψεων, διαπιστώθηκε ότι συνέβαλε, σε μικρό βαθμό, στη βελτίωση της εννοιολογικής τους κατανόησης.

Αναθεώρηση της ΔΜΑ-1

Η αναθεώρηση της ΔΜΑ-1 πραγματοποιήθηκε με βάση τα εμπειρικά δεδομένα που αντλήθηκαν από το ερωτηματολόγιο που συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά την εφαρμογή της ΔΜΑ-1 και τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας των μαθητών. Επίσης, αξιοποιήθηκε η ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού που υλοποίησε την παρέμβαση, επισημαίνοντας τις δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν.

Πίνακας 1. Ενδεικτικές αλλαγές που έγιναν από τη ΔΜΑ-1 στη ΔΜΑ-2

Διδακτική Ενότητα	Τροποποίηση	Αιτιολογία και πηγή ερευνητικών δεδομένων
2 ^η : Εξοικείωση με το διάγραμμα Hertzsprung – Russell	Τροποποιήθηκαν οι γραπτές οδηγίες που παρέχονται στο φύλλο εργασίας για την καταγραφή της μικρότερης και μεγαλύτερης τιμής θερμοκρασίας και φωτεινότητας που αναπαρίσταται στο διάγραμμα Hertzsprung – Russell της προσομοίωσης Star in a Box.	Οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολία στην καταγραφή του εύρους τιμών των αξόνων του διαγράμματος Hertzsprung – Russell στο περιβάλλον της προσομοίωσης Star in a Box, λόγω αλληλοεπικάλυψης των τιμών, σύμφωνα με την ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού.
3 ^η : Εξαγωγή πληροφοριών για τους αστέρες από το διάγραμμα Hertzsprung – Russell	Η δραστηριότητα επιλογής και σύγκρισης δύο αστέρων ίδιας θερμοκρασίας ή ίδιας φωτεινότητας μέσω της εκπαιδευτική εφαρμογή μελέτης του διαγράμματος H-R (HR Diagram) αφαιρέθηκε για τη μείωση του γνωστικού φορτίου και την εστίαση των μαθητών στις πληροφορίες που μπορούν οι μαθητές να εξαγάγουν άμεσα από ένα διάγραμμα Hertzsprung – Russell στην εφαρμογή Star in a Box.	Οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολία στη σύγκριση αστέρων ίδιας φωτεινότητας ή ίδιας θερμοκρασίας, χρησιμοποιώντας την εκπαιδευτική εφαρμογή μελέτης του διαγράμματος H-R (HR Diagram), όπως διαπιστώθηκε από τη μελέτη των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας.
-	Προστέθηκε μία νέα διδακτική ενότητα που επικεντρώνεται στη διερευνητική μελέτη του μηχανισμού παραγωγής ενέργειας στον Ήλιο.	Παρά τη διδασκαλία / συζήτηση του μηχανισμού παραγωγής ενέργειας στην εισαγωγική ενότητα της ΔΜΑ-1 με τη χρήση εικόνων και διαγραμματικής παρουσίασης των σχετικών πληροφοριών, δε σημειώθηκε βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών σύμφωνα με τις απαντήσεις τους στο ερωτηματολόγιο.

Στον Πίνακα 1 παρατίθενται ορισμένες ενδεικτικές αλλαγές που έγιναν στη ΔΜΑ-1, με στόχο την κατάρτιση της ΔΜΑ-2, καθώς και οι λόγοι για τους οποίους έγινε η εκάστοτε τροποποίηση και τα εμπειρικά δεδομένα στα οποία βασίζεται.

Αποτελέσματα

Η εφαρμογή της ΔΜΑ-2 είναι σε εξέλιξη και πραγματοποιείται στο ίδιο πλαίσιο εφαρμογής με τη ΔΜΑ-1. Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από την αξιολόγησή της αναφορικά με τον βαθμό επίδρασης των αλλαγών της ΔΜΑ-1 στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών, τα ενδεχόμενα προβλήματα που θα ανακύψουν από την εφαρμογή της ΔΜΑ-2 και τις νέες τροποποιήσεις θα παρουσιαστούν αναλυτικά στο συνέδριο.

Βιβλιογραφία

- Ιωαννίδου, Μ., & Μολοχίδης, Α. (2024). Σχεδιασμός μίας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στη γνωστική περιοχή της Εξέλιξης των Αστέρων. Στο *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνέδριου Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (υπό δημοσίευση).
- Bailey, J. M. (2007). Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars. *Astronomy Education Review* 6(2). <https://doi.org/10.3847/AER2007028>
- Bitzenbauer, P., Navarrete, S., Hennig, F., Ubben, M. S., & Veith, J. M. (2023). Cross-age study on secondary school students' views of stars. *Physical Review Physics Education Research*, 19(2), 020165. <https://arxiv.org/abs/2306.13728>
- Colantonio, A., Galano, S., Leccia, S., Puddu, E., & Testa, I. (2018). Design and development of a learning progression about stellar structure and evolution. *Physical Review Physics Education Research*, 14(1), 010143. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.010143>
- Kanli, U. (2014). A study on identifying the misconceptions of pre-service and in-service teachers about basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 471-479. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1120a>
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Patil, S. J., Chavan, R., & Khandagale, V. S. (2019). Identification of misconceptions in science: Tools, techniques & skills for teachers. *Aarhat Multidisciplinary International Education Research Journal*, 8, 466–472.
- Percy, J. R. (2005). Why astronomy is useful and should be included in the school curriculum. *Highlights of Astronomy*, 13, 1020-1021. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511614880.004>
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences. Στο D. Psillos, & P. Kariotoglou (επιμ.) *Iterative design of teaching-learning sequences: Introducing the science of materials in European schools*, 11-34. Springer. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2
- Retrê, J., Russo, P., Lee, H., Penteado, E., Salimpour, S., Fitzgerald, M., Ramchandani, J., Pössel, M., Scorza, C., Christensen, L.L., Arends, E., Pompea, S. & Schrier, W. (2019). *Big ideas in astronomy: A proposed definition of astronomy literacy* (1^η εκδ.). IAU Commission C1 Astronomy Education and Development. <https://www.iau.org/static/archives/announcements/pdf/ann19029a.pdf>.
- Salimpour, S., Bartlett, S., Fitzgerald, M. T., McKinnon, D. H., Cutts, K. R., James, C. R., Miller S., Danaia L., Hollow R. P., Cabezon S., Faye M., Tomita A., Max C., de Korte M., Baudouin C., Birkenbauma D., Kallery M., Anjos S., Wu Q., Chu H.-e., Slater E. & Ortiz-Gil, A. (2021). The gateway science: A review of astronomy in the OECD school curricula, including China and South Africa. *Research in Science Education*, 51, 975-996. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09922-0>
- Salimpour, S., Fitzgerald, M., & Eriksson, U. (2024). A descriptive overview of English-language publications in the field of Astronomy Education Research, 1898 to 2022. *Astronomy Education Journal*, 4(1). <https://doi.org/10.32374/AEJ.2024.4.1.140aer>

Από τον Σχεδιασμό στη Διερεύνηση: Μια Συνδυαστική Παρέμβαση στη Διδασκαλία της Θερμότητας και η Επίδρασή της στην Εννοιολογική Κατανόηση, τις Στάσεις και την Αυτό-αποτελεσματικότητα των Μελλοντικών Εκπαιδευτικών

Ελίνα Καραγιαννίδου¹ και Αριστοτέλης Γκιόλμας²

¹Υποψήφια Διδασκτορίσσα, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
ekaragib@eled.auth.gr

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον ερευνητικό σχεδιασμό μιας διδακτορικής διατριβής που στοχεύει στην ενίσχυση της εκπαίδευσης των μελλοντικών εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες. Εστιάζοντας στην ενότητα της Θερμότητας, η έρευνα προτείνει και αξιολογεί μια καινοτόμο διδακτική παρέμβαση που συνδυάζει τη Διερευνητική Μάθηση (Inquiry-Based Learning) και τη Μάθηση μέσω Σχεδίασης (Learning by Design), πλαισιωμένη από τη χρήση μικροελεγκτών και αισθητήρων. Σκοπός της μελέτης είναι η διερεύνηση της επίδρασης αυτού του συνδυαστικού μοντέλου στην εννοιολογική κατανόηση, την αυτο-αποτελεσματικότητα και τις στάσεις των μελλοντικών εκπαιδευτικών απέναντι στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η μεθοδολογία ακολουθεί μεικτή προσέγγιση με πειραματικό σχεδιασμό και παράλληλη ποιοτική διερεύνηση. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα αφορούν την άμβλυνση παρανοήσεων, την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχεδιασμού και την ενίσχυση της παιδαγωγικής γνώσης περιεχομένου των συμμετεχόντων, προτείνοντας ένα πλαίσιο για την αποτελεσματικότερη προετοιμασία των εκπαιδευτικών. Τέλος, οι περιορισμοί της έρευνας αφορούν το μέγεθος του δείγματος και το ειδικό πλαίσιο εφαρμογής της παρέμβασης.

Λέξεις κλειδιά: διερευνητική μάθηση, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, διδασκαλία θερμότητας, μάθηση μέσω σχεδίασης, μικροελεγκτές

From Design to Inquiry: An Integrated Intervention in Teaching Heat and Its Impact on Pre-Service Teachers' Conceptual Understanding, Attitudes and Self-Efficacy

Abstract

This paper presents the research design of a PhD thesis aimed at improving the training of pre-service primary teachers in Science Education. Focusing on the topic of Heat, the study proposes an innovative instructional intervention combining Inquiry-Based Learning (IBL) and Learning by Design (LbD), supported using microcontrollers and sensors. The aim is to investigate the impact of this combined model on pre-service teachers' conceptual understanding, self-efficacy, and attitudes towards teaching Science. The methodology follows a mixed-methods approach with an experimental design and parallel qualitative inquiry. Expected results concern the mitigation of misconceptions, the development of design skills, and the enhancement of participants' pedagogical content knowledge, proposing a framework for more effective teacher preparation. Finally, limitations of the study concern the sample size and the specific context of the intervention's implementation.

Keywords: heat, inquiry-based learning, learning by design, microcontrollers, teacher education

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη του επιστημονικού γραμματισμού αποτελεί κεντρικό στόχο των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών, με τον ρόλο του εκπαιδευτικού της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης να είναι καθοριστικός για τη διαμόρφωση των στάσεων των μαθητών απέναντι στην επιστήμη (Βλάχος κ.α., 2024). Ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό μελλοντικών εκπαιδευτικών εμφανίζει παρανοήσεις σε θεμελιώδεις έννοιες και τείνει να αντιλαμβάνεται την επιστήμη ως σύνολο δεδομένων προς απομνημόνευση, χωρίς σαφή κατανόηση της Φύσης της Επιστήμης (NoS) (Michaluk et al., 2018; Παλπάνη & Τσιβιτανίδου, 2022).

Παράλληλα, οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί δηλώνουν χαμηλή αυτο-αποτελεσματικότητα (self-efficacy) ως προς τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, γεγονός που συχνά οδηγεί στην αποφυγή της διδασκαλίας τους ή στην υιοθέτηση παραδοσιακών, δασκαλοκεντρικών πρακτικών (Tobin et al., 1995; Βλάχος κ.α., 2024). Οι αδυναμίες αυτές συνιστούν εμπόδιο για την επίτευξη των στόχων του επιστημονικού γραμματισμού, καθώς οι εκπαιδευτικοί που αισθάνονται ανασφάλεια είναι λιγότερο πιθανό να εμπλέξουν τους μαθητές σε δραστηριότητες διερεύνησης (Harlow, 2014).

Θεωρητικά, η μελέτη βασίζεται σε τρεις κεντρικούς άξονες: (α) την εννοιολογική κατανόηση, που ξεπερνάει τη μηχανική απομνημόνευση και αφορά την ικανότητα επιστημονικής ερμηνείας των φαινομένων (Καλκάνης, 2021) (β) την αυτό-αποτελεσματικότητα, δηλαδή την πεποίθηση των μελλοντικών εκπαιδευτικών για την ικανότητά τους να οργανώσουν και να εκτελέσουν αποτελεσματικά την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Παλπάνη & Τσιβιτανίδου, 2022) και (γ) τις στάσεις τους, οι οποίες διαμορφώνουν το κίνητρο και τις προθυμίες τους να υιοθετήσουν διερευνητικές και μαθητοκεντρικές πρακτικές (Τσελφές, 2021).

Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να απαντήσει σε αυτές τις προκλήσεις μέσω μιας στοχευμένης παρέμβασης που συνδυάζει τη Μάθηση μέσω Σχεδίασης (Learning by Design - LbD) και τη Διερευνητική Μάθηση (Inquiry Based Learning - IBL) με τη χρήση νέων τεχνολογιών. Εστιάζοντας στην ενότητα της Θερμότητας, η οποία χαρακτηρίζεται από πλήθος καταγεγραμμένων παρανοήσεων, η έρευνα φιλοδοξεί να ενδυναμώσει τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς γνωστικά και παιδαγωγικά. Η προστιθέμενη καινοτομία αυτού του συνδυασμού έγκειται στο γεγονός ότι γεφυρώνει τη θεωρητική διερεύνηση (IBL) με τη πρακτική επίλυση προβλημάτων (LbD) μέσω δεδομένων που αντλούνται από αισθητήρες (Data Logging) και μπορούν να οπτικοποιηθούν και να αξιοποιηθούν σε πραγματικό χρόνο.

Οι συμμετέχοντες, κατά τη διάρκεια της παρέμβασης θα εργαστούν συνεργατικά αναλαμβάνοντας μια αυθεντική σχεδιαστική πρόκληση (κατασκευή θερμομονωτικού δοχείου). Ακολουθώντας, μέσα από κύκλο, τα στάδια της εξερεύνησης, της μοντελοποίησης, του σχεδιασμού artefact, την επιχειρηματολογία και τον αναστοχασμό, θα κληθούν να διατυπώσουν υποθέσεις, να αναζητήσουν πληροφορίες, να εκτελέσουν πειράματα, να κατασκευάσουν και να ελέγξουν τις κατασκευές τους με τη βοήθεια αισθητήρων. Η παραπάνω ενεργός εμπλοκή αναμένεται να λειτουργήσει θετικά και στους τρεις άξονες που διερευνά η παρούσα μελέτη. Αρχικά, η οπτικοποίηση των μετρήσεων θα συμβάλει στη σύνδεση αφηρημένων εννοιών (όπως αυτές που συναντάμε στην ενότητα της θερμότητας) με απτά φαινόμενα διευκολύνοντας στην άμβλυση παρανοήσεων. Επίσης, η εξοικείωση αλλά και η επιτυχής ολοκλήρωση του σχεδιαστικού έργου θα ενισχύσει την εμπιστοσύνη τους στις ικανότητές τους να διδάξουν τις Φυσικές Επιστήμες. Τέλος, η βιωματική επαφή με τη διερεύνηση –και γενικότερα με ενεργές μεθόδους διδασκαλίας – θα λειτουργήσει ως θετικό πρότυπο για την μελλοντική τους επιλογή στον τρόπο που θα διδάξουν τις Φυσικές Επιστήμες.

Μεθοδολογία

Η έρευνα ακολουθεί μεικτή μεθοδολογική προσέγγιση, συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα για την πληρέστερη κατανόηση του ερευνητικού προβλήματος (Creswell & Plano Clark, 2018). Η μελέτη διερευνά: (α) την επίδραση στην εννοιολογική κατανόηση, (β) τη μεταβολή στην αυτο-αποτελεσματικότητα και (γ) τις στάσεις των συμμετεχόντων. Αναλυτικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα που διατυπώνονται με βάση τα παραπάνω είναι τα εξής:

1. Ποιος είναι ο βαθμός βελτίωσης της εννοιολογικής κατανόησης των συμμετεχόντων σε έννοιες σχετικές με την ενότητα της Θερμότητας, έπειτα από την συμμετοχή τους στην παρέμβαση;
2. Πώς διαφοροποιούνται τα επίπεδα αυτό-αποτελεσματικότητας των μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών;
3. Σε ποιο βαθμό καταγράφεται θετική μεταβολή στις στάσεις των συμμετεχόντων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες μετά τη βιωματική τους εμπλοκή;

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει τέσσερις διακριτές φάσεις:

1) *Διερεύνηση Υφιστάμενης Κατάστασης*: Πραγματοποιείται συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση και αρχική συλλογή δεδομένων (pre-test) από τους συμμετέχοντες (φοιτητές Παιδαγωγικού Τμήματος). Χρησιμοποιούνται ειδικά προσαρμοσμένα εργαλεία, βασισμένα σε σταθμισμένα ερωτηματολόγια όπως το ερωτηματολόγιο STEBI-B για την αυτο-αποτελεσματικότητα (Epochs & Riggs, 1990), το σταθμισμένο ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση των στάσεων απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες ATSI (Gogolin & Swartz, 1992) και τεστ εννοιολογικής κατανόησης για τη θερμότητα.

2) *Σχεδιασμός Παρέμβασης*: Βάσει των δεδομένων της 1ης φάσης, αναπτύσσεται το εκπαιδευτικό υλικό (φύλλα εργασίας, οδηγοί) που ενσωματώνει τις αρχές IBL και LbD. Οι δραστηριότητες σχεδιάζονται σε κύκλους «εξερεύνηση – μοντελοποίηση – σχεδιασμός artefact – επιχειρηματολογία – αναστοχασμός».

3) *Υλοποίηση Παρέμβασης*: Η παρέμβαση, διάρκειας περίπου 4 εβδομάδων, εφαρμόζεται σε προπτυχιακούς φοιτητές. Οι συμμετέχοντες, εργαζόμενοι σε ομάδες, αναλαμβάνουν σχεδιαστικές προκλήσεις (π.χ. «σχεδιασμός θερμομονωμένου δοχείου») χρησιμοποιώντας αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων και την τεκμηρίωση των επιλογών τους. Κατά την υλοποίηση συλλέγονται ποιοτικά δεδομένα μέσω παρατήρησης και ημερολογίων.

4) *Αξιολόγηση*: Μετά την ολοκλήρωση, διενεργούνται επαναληπτικές μετρήσεις (post-test) και ημιδομημένες συνεντεύξεις. Η αξιολόγηση εστιάζει στη σύγκριση των επιδόσεων (ομάδα παρέμβασης vs ομάδα ελέγχου) και στην ανάλυση των μεταβολών στις γνώσεις, τις στάσεις και την αυτο-αποτελεσματικότητα.

Αναμενόμενα Αποτελέσματα και Συζήτηση

Ως πρόταση διδακτορικής διατριβής, η παρούσα εργασία δεν παρουσιάζει τελικά εμπειρικά δεδομένα αλλά τον σχεδιασμό και τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Βάσει της βιβλιογραφίας, αναμένεται ότι η συνδυαστική προσέγγιση θα επιφέρει:

α) Βελτίωση της εννοιολογικής κατανόησης και μείωση των παρανοήσεων σχετικά με τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, καθώς η εμπλοκή με πραγματικά δεδομένα μέσω αισθητήρων διευκολύνει τη σύνδεση φαινομένου και θεωρίας.

β) Ενίσχυση της διδακτικής αυτο-αποτελεσματικότητας των φοιτητών/τριών. Η επιτυχής ολοκλήρωση σχεδιαστικών project αναμένεται να αυξήσει την εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους να διδάξουν Φυσικές Επιστήμες.

γ) Θετική μεταβολή των στάσεων απέναντι στην υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών. Η βιωματική εμπειρία του LbD μπορεί να λειτουργήσει ως πρότυπο για τη μελλοντική τους διδασκαλία.

Η μελέτη φιλοδοξεί να καλύψει ένα κενό στην ελληνική βιβλιογραφία, προσφέροντας ένα τεκμηριωμένο πλαίσιο για την εισαγωγή σύγχρονων τεχνολογιών και σχεδιαστικών πρακτικών στην αρχική εκπαίδευση των εκπαιδευτικών. Ωστόσο, υπάρχουν βασικοί περιορισμοί στην έρευνα που είναι κρίσιμο να ληφθούν υπόψη. Αρχικά, το περιορισμένο μέγεθος του δείγματος και το ειδικό πλαίσιο εφαρμογής της παρέμβασης σε ένα συγκεκριμένο Παιδαγωγικό Τμήμα, περιορίζει τη γενίκευση των συμπερασμάτων. Επιπλέον, η χρονική διάρκεια της παρέμβασης ενδέχεται να μην επαρκεί για τη μακροπρόθεσμη σταθεροποίηση της μεταβολής των στάσεων των συμμετεχόντων.

Βιβλιογραφία

- Βλάχος, Ι., Στύλος, Γ., & Κώτσος, Κ. Θ. (2024). Αξιολόγηση των πεποιθήσεων αποτελεσματικότητας εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διδασκαλία της Φυσικής. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 343-351. <https://doi.org/10.12681/codiste.6977>
- Καλκάνης, Γ. Θ. (2021). Η Επιστημονική – Εκπαιδευτική Μέθοδος με Διερεύνηση και Καλές Πρακτικές. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.12681/riste.27267>
- Παλλάνη, Χ. Α., & Τσιβτανίδου, Ό. (2022). Μελέτη των αντιλήψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για τη Φύση της Επιστήμης σε συνάρτηση με τις Πεποιθήσεις Αυτό-επάρκειάς τους. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 2(2). <https://doi.org/10.12681/riste.30665>
- Τσελφές, Β. (2021). Γενικότερα Εκπαιδευτικά Ζητήματα που Αναδύονται μέσα από την Έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. *Έρευνα για την Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία*, 1(1), 111. <https://doi.org/10.12681/riste.27272>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Enochs, L. G., & Riggs, I. M. (1990). Further Development of an Elementary Science Teaching Efficacy Belief Instrument: A Preservice Elementary Scale. *School Science & Mathematics*, 90, 694-706. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb12048.x>
- Gogolin, L., & Swartz, F. (1992). A quantitative and qualitative inquiry into the attitudes toward science of nonscience college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(5), 487-504. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290505>
- Harlow, D. B. (2014). An Investigation of How a Physics Professional Development Course Influenced the Teaching Practices of Five Elementary School Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(1), 119-139. <https://doi.org/10.1007/s10972-013-9346-z>
- Michaluk, L., Stoiko, R., Stewart, G., & Stewart, J. (2018). Beliefs and Attitudes about Science and Mathematics in Pre-Service Elementary Teachers, STEM, and Non-STEM Majors in Undergraduate Physics Courses. *Journal of Science Education and Technology*, 27(2), 99-113. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9711-3>
- Tobin, K., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1995). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (pp. 45-93). Macmillan.

Ανάπτυξη Διερευνητικής Διδακτικής Παρέμβασης για τη Διδασκαλία Αρχαιομετρικών Μεθόδων με Βάση τον Καθολικό Σχεδιασμό για τη Μάθηση

Φλώρα Μαντελάκη¹ και Ελένη Πετρίδου²

¹Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, ΠΜΣ «Διδακτική της Φυσικής και Εκπαιδευτική Τεχνολογία»

²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
¹*fmantela@physics.auth.gr*, ²*elepet@physics.auth.gr*

Περίληψη

Η εργασία παρουσιάζει την ανάπτυξη μιας διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης για την εισαγωγή των μαθητών/τριών σε αρχαιομετρικές μεθόδους και την αξιοποίησή τους στη μελέτη μουσειακών εκθεμάτων. Η παρέμβαση βασίζεται στις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση και υλοποιείται μέσω Φύλλου Εργασίας σε μορφή Hyper-Doc, το οποίο οργανώνει τα στάδια της διερευνητικής διαδικασίας. Στόχος είναι η κατανόηση της αρχής λειτουργίας των μεθόδων, η εξοικείωση με τα βήματα της διερεύνησης και η ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα.

Λέξεις κλειδιά: αρχαιομετρικές μέθοδοι, διερεύνηση, Καθολικός Σχεδιασμός για τη Μάθηση, μαθησιακές δεξιότητες 21ου αιώνα, hyper-doc

Development of an Inquiry-Based Teaching Intervention for the Instruction of Archaeometric Methods Based on Universal Design for Learning

Abstract

This study presents the development of an inquiry-based instructional intervention designed to introduce students to archaeometric methods and their application in the study of museum artefacts. The intervention is grounded in the principles of Universal Design for Learning and is implemented through a Hyper-Doc worksheet that structures the stages of the inquiry process. Its aim is to support students in understanding the underlying principles of the methods, becoming familiar with the steps of scientific inquiry, and developing 21st-century skills.

Keywords: archaeometric methods, hyper-doc, inquiry, 21st century learning skills, Universal Design for Learning

Εισαγωγή

Η εισαγωγή των μαθητών/τριών σε σύγχρονα θέματα Φυσικών Επιστημών και η εξοικείωσή τους με επιστημονικές πρακτικές αποτελούν βασικούς άξονες των σύγχρονων προγραμμάτων σπουδών, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού (ΙΕΠ, n.d.· Tuveri et al., 2024). Η υιοθέτηση διαθεματικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία της Φυσικής επιτρέπει τη σύνδεση των επιστημονικών εννοιών με ευρύτερα γνωστικά και κοινωνικά πλαίσια, προωθώντας την εφαρμογή τους σε αυθεντικά προβλήματα (Barroso-Solares et al., 2021· Sofianidis et al., 2025). Η σύνδεση αυτή ενισχύει την ενεργή συμμετοχή και την κριτική σκέψη των μαθητών/τριών, ενθαρρύνοντάς τους/τις

να προσεγγίζουν σύνθετα ζητήματα από πολλαπλές οπτικές και να συνδέουν τη θεωρητική γνώση με πραγματικές εφαρμογές (Tuveri et al., 2024).

Οι αρχαιομετρικές μέθοδοι αποτελούν σύγχρονο πεδίο των Φυσικών Επιστημών, συνδέοντας την γνώση με πραγματικά πολιτιστικά πλαίσια. Η οπτική μικροσκοπία (OM), η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM), η φασματοσκοπία ενεργειακής διασποράς (EDS), η φασματοσκοπία υπερύθρου (FTIR) και η περίθλαση ακτίνων-X (XRD) αξιοποιούνται στη μελέτη αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς, παρέχοντας πληροφορίες για τη σύσταση, την προέλευση, τη συντήρηση και τη χρονολόγηση υλικών (Malletzidou et al., 2021). Η ένταξή τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση εννοιών και διαδικασιών μέσα από αυθεντικές εφαρμογές (Barroso-Solares et al., 2021).

Η εμπλοκή των μαθητών/τριών σε δραστηριότητες διερεύνησης τους/τις εξοικειώνει με βασικές επιστημονικές πρακτικές και συμβάλλει στη βαθύτερη κατανόηση φυσικών φαινομένων. Η διερεύνηση μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο κατανόησης του γνωστικού περιεχομένου ή ως σκοπός, με ρητή αναφορά στα βήματά της, ώστε οι μαθητές/τριες να αποκτούν επίγνωση της ερευνητικής διαδικασίας (Abd-El-Khalick et al., 2004). Μέσω της συμμετοχής τους σε διερευνητικές δραστηριότητες, οι μαθητές/τριες εισάγονται στο γνωστικό πεδίο και τον επιστημονικό τρόπο σκέψης, αναπτύσσοντας παράλληλα δεξιότητες.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα αποτελεί κεντρική εκπαιδευτική επιδίωξη. Η συνεργασία, η επικοινωνία, η κριτική σκέψη και η δημιουργικότητα σχετίζονται με την ομαδική εργασία, τη δομημένη παρουσίαση ιδεών, την ανάλυση και αξιολόγηση πληροφοριών και την παραγωγή πρωτότυπων λύσεων (Kelley et al., 2019). Η αποτελεσματική καλλιέργεια των δεξιοτήτων αυτών προϋποθέτει τη διασφάλιση ίσων ευκαιριών πρόσβασης στη γνώση, ανεξαρτήτως μαθησιακών ιδιαιτεροτήτων OECD (2024).

Η έρευνα στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών αναδεικνύει τη σημασία της υιοθέτησης συμπεριληπτικών πρακτικών για τον σχεδιασμό διδακτικών παρεμβάσεων που απευθύνονται σε μαθητές/τριες με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ (Mamluk-Naaman, 2024, Sofianidis & Stylianidou, 2025). Η υιοθέτηση συμπεριληπτικών πρακτικών κρίνεται απαραίτητη για την ουσιαστική ενίσχυση του επιστημονικού εγγραμματισμού των μαθητών/τριών (OECD, 2024). Σε αυτό το πλαίσιο, τονίζεται η σημασία του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (UDL) ως πλαίσιο που προάγει ευέλικτα και προσβάσιμα μαθησιακά περιβάλλοντα, παρέχοντας πολλαπλούς τρόπους εμπλοκής, αναπαράστασης και δράσης/έκφρασης (CAST, 2024). Η εμπλοκή επιτυγχάνεται μέσω της παροχής επιλογών που αφορούν την προσέλευση του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών, τη διατήρηση της προσπάθειας και της επιμονής τους, καθώς και τη φυσική δράση και συμμετοχή τους. Η αναπαράσταση περιλαμβάνει διαφορετικούς τρόπους με τους οποίους οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται και επεξεργάζονται πληροφορίες, αλληλεπιδρούν με τη γλώσσα και τα σύμβολα, οικοδομούν την γνώση και επικοινωνούν. Η δράση και η έκφραση εστιάζουν στη δυνατότητα των μαθητών/τριών να αυτορυθμίζονται, να επιδεικνύουν την κατανόησή τους και να αξιοποιούν εκτελεστικές λειτουργίες. Παρότι η δημιουργία συμπεριληπτικών μαθησιακών περιβαλλόντων αποτελεί κεντρική εκπαιδευτική επιδίωξη, η έρευνα που συνδυάζει τη συμπεριληπτική εκπαίδευση με την διδασκαλία των φυσικών επιστημών παραμένει περιορισμένη, ενώ πολλοί εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην υλοποίηση συμπεριληπτικών διδακτικών πρακτικών στο συγκεκριμένο γνωστικό πεδίο (Sofianidis & Stylianidou, 2025).

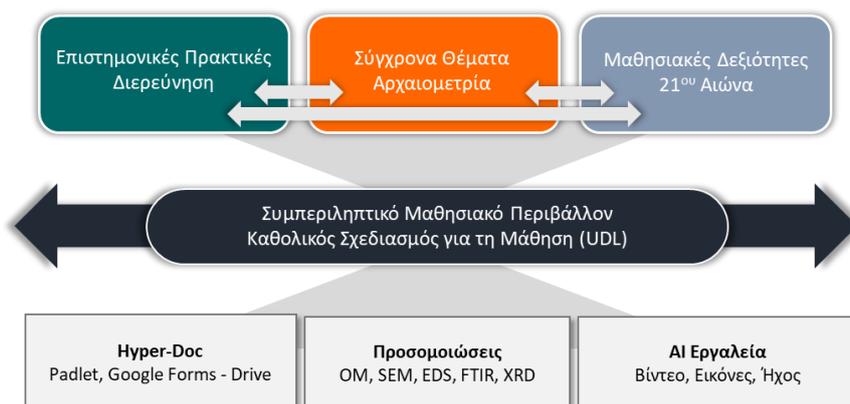
Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία παρουσιάζει την ανάπτυξη μιας διερευνητικής διδακτικής παρέμβασης που αξιοποιεί αρχαιομετρικές μεθόδους για τη μελέτη αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς, υιοθετώντας τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση. Στόχος είναι η εξοικείωση των μαθητών/τριών με τα στάδια της διερεύνησης, η κατανόηση της αρχής λειτουργίας πέντε αρχαιομετρικών μεθόδων και η ανάπτυξη μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Το ερευνητικό ερώτημα είναι: Πώς μπορεί να σχεδιαστεί μία διερευνητική διδακτική παρέμβαση για τη διδασκαλία

αρχαιομετρικών μεθόδων και την ανάπτυξη μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, με βάση τις αρχές του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (UDL);

Μεθοδολογία

Η διδακτική παρέμβαση βασίστηκε στο πλαίσιο του Καθολικού Σχεδιασμού για τη Μάθηση (UDL), το οποίο πλαισιώνει τρεις βασικούς άξονες σχεδιασμού: την εξοικείωση των μαθητών/τριών με επιστημονικές πρακτικές μέσω διερεύνησης, την εισαγωγή σε σύγχρονα θέματα Φυσικών Επιστημών μέσω αρχαιομετρικών μεθόδων και την ανάπτυξη μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Στο Σχήμα 1 παρουσιάζεται το συνολικό πλαίσιο του σχεδιασμού.

Σχήμα 1. Άξονες Σχεδιασμού Διδακτικής παρέμβασης



Το UDL καθοδήγησε τη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος, προσφέροντας πολλαπλούς τρόπους εμπλοκής, αναπαράστασης και δράσης/έκφρασης (CAST, 2024). Η διερεύνηση κατά Pedaste et al. (2015) αξιοποιήθηκε για τη δομή της μαθησιακής πορείας, με ρητή παρουσίαση των σταδίων Προσανατολισμού, Εννοιολόγησης, Πειραματισμού, Συμπερασμάτων και Αναστοχασμού. Στην παρούσα διδακτική παρέμβαση η διερεύνηση αξιοποιείται ως σκοπός, προκειμένου οι μαθητές/τριες πέραν του γνωστικού πεδίου να εισαχθούν επιπλέον στα στάδια της διερευνητικής διαδικασίας. Το γνωστικό περιεχόμενο οργανώθηκε γύρω από πέντε αρχαιομετρικές μεθόδους (OM, SEM, EDS, FTIR, XRD), ως εφαρμοσμένα παραδείγματα σύγχρονων θεμάτων Φυσικής στη μελέτη της υλικότητας αντικειμένων. Ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων υποστηρίζει επίσης την ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, επικοινωνίας, κριτικής σκέψης και δημιουργικότητας.

Τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν στην παρέμβαση υποστηρίζουν ταυτόχρονα τους τρεις άξονες σχεδιασμού και τις αρχές του UDL. Το Φύλλο Εργασίας αναπτύχθηκε σε μορφή Hyper-Doc, μία ψηφιακή, διαδραστική και πολυτροπική σελίδα που οργανώνει πληροφορίες, οδηγίες και υπερ-συνδέσμους (Highfill et al., 2016). Η μορφή αυτή περιορίζει τη γνωστική επιβάρυνση, καθιστά ορατή τη δομή των πέντε σταδίων της διερεύνησης και προσφέρει ένα εύχρηστο περιβάλλον πλοήγησης. Οι προσομοιώσεις των αρχαιομετρικών μεθόδων αναπτυγμένες με JavaScript μέσω διδακτικού μετασχηματισμού του περιεχομένου, προσφέρουν πολλαπλές αναπαραστάσεις και τρόπους αλληλεπίδρασης, διευκολύνοντας τον πειραματισμό, την κατανόηση του περιεχομένου. Η καθοδήγηση στο στάδιο του Πειραματισμού πραγματοποιείται μέσω Google Forms με ερωτήσεις κλειστού και ανοικτού τύπου και κινούμενες εικόνες. Οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες, ενώ το Padlet αξιοποιήθηκε για συνεργατική αλληλεπίδραση και δημοσιοποίηση ιδεών, ως προς την ενίσχυση δεξιοτήτων επικοινωνίας των μαθητών/τριών. Μέσα από καθοδηγητικές ερωτήσεις οι μαθητές/τριες καλούνται να σχολιάσουν τα ευρήματα των άλλων ομάδων αναπτύσσοντας την κριτική τους σκέψη, ενώ η δημιουργία αφίσας για την παρουσίαση των ευρημάτων αναπτύσσει τη δημιουργικότητά τους. Επιπλέον, εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης (ElevenLabs AI Voice Tools, Google Gemini, DeeVid AI, Invideo AI, TTS Maker) χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία οπτικοακουστικών ερεθισμάτων στον Προσανατολισμό. Τα εργαλεία αυτά λειτουργούν συμπληρωματικά, ενισχύοντας την εφαρμογή των αρχών του UDL και τη σύνδεση μεταξύ διερεύνησης, περιεχομένου και ανάπτυξης

δεξιοτήτων. Σε επόμενο στάδιο της έρευνας, η παρέμβαση θα εφαρμοστεί σε μαθητές/τριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα δεδομένα θα συλλεχθούν με εργαλεία μέτρησης της κατανόησης του περιεχομένου και της διερευνητικής διαδικασίας, της αυτοαξιολόγησης των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, καθώς και της αποτίμησης από τους/τις μαθητές/τριες του βαθμού στον οποίο η παρέμβαση προσέφερε πολλαπλές μορφές εμπλοκής, αναπαράστασης και δράσης/έκφρασης. Τα εργαλεία θα παρουσιαστούν και θα συζητηθούν στο Συνέδριο.

Αποτελέσματα

Η διδακτική παρέμβαση αφορά τη μελέτη της υλικότητας ενός ξύλινου στελέχους πρύμνης πλοίου από το Esrosende Municipality της Πορτογαλίας, μέσω πέντε αρχαιομετρικών μεθόδων (OM, SEM, EDS, FTIR, XRD). Τα στάδια της διερευνητικής διαδικασίας (Pedaste et al., 2015) παρουσιάζονται ρητά στο Φύλλο Εργασίας (Hyper-Doc).

Στο στάδιο του Προσανατολισμού οι μαθητές/τριες εξετάζουν τρία σενάρια μυθοπλασίας για ένα ναυάγιο, τα οποία παρουσιάζονται με εικόνες και υπερσυνδέσμους σε μορφές κειμένου, ήχου και βίντεο, προσφέροντας πολλαπλούς τρόπους πρόσβασης σύμφωνα με το UDL. Το πρόβλημα που τίθεται είναι η ταυτοποίηση του αληθινού σεναρίου μέσω της ανάλυσης του ξύλινου δοκαριού.

Στο στάδιο της Εννοιολόγησης οι μαθητές/τριες διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις για το είδος του ξύλου και την πιθανή παρουσία υφάσματος. Οι υποθέσεις αναρτώνται συνεργατικά στο Padlet, ενισχύοντας την επικοινωνία, τη συνεργασία και ποικίλους τρόπους έκφρασης.

Στο στάδιο του Πειραματισμού οι μαθητές/τριες αλληλεπιδρούν με ειδικά σχεδιασμένες προσομοιώσεις των αρχαιομετρικών μεθόδων, με την καθοδήγηση ερωτήσεων σε Google Forms. Οι προσομοιώσεις περιλαμβάνουν πολλαπλές αναπαραστάσεις (π.χ. διαγράμματα, μικροσκοπικά και μακροσκοπικά μοντέλα), διευκολύνοντας την εννοιολογική κατανόηση και ενισχύοντας την ανάπτυξη κριτικής σκέψης μέσα από την αξιολόγηση δεδομένων. Η ποικιλία τρόπων εμπλοκής και χειριστικής δράσης υποστηρίζει τη διατήρηση της προσπάθειας, την αυτορρύθμιση και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών, στοιχεία συνεπή με τη διερευνητική διαδικασία και το UDL. Ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου, πίνακες καταγραφής και οπτικό υλικό προσφέρουν διαφορετικές μορφές δράσης και έκφρασης και ενισχύουν δεξιότητες κριτικής σκέψης και αναστοχασμού.

Στο στάδιο των Συμπερασμάτων οι μαθητές/τριες συνθέτουν τα ευρήματά τους, δημιουργούν μια αφίσα και την αναρτούν στο Padlet, παρουσιάζοντας στην ολομέλεια την ερμηνεία των δεδομένων τους. Η διαδικασία αυτή ενισχύει τη δημιουργικότητα, την επιχειρηματολογία και τη συνεργατική οικοδόμηση γνώσης, συνδέοντάς τες με δεξιότητες του 21ου αιώνα.

Στο στάδιο του Αναστοχασμού οι μαθητές/τριες απαντούν σε ερωτήσεις αξιολόγησης σε Google Forms και συζητούν για την πορεία διερεύνησης, τις δυσκολίες και τους παράγοντες που οδήγησαν στη λύση του προβλήματος, ενισχύοντας την αυτορρύθμιση και μεταγνωστικές δεξιότητες. Η παρέμβαση και οι δραστηριότητες θα παρουσιαστούν στο Συνέδριο.

Συμπεράσματα

Η διδακτική παρέμβαση αξιοποιεί πέντε αρχαιομετρικές μεθόδους και εντάσσει τους/τις μαθητές/τριες σε συμπεριληπτικές διερευνητικές δραστηριότητες για τη μελέτη αντικειμένων πολιτιστικής κληρονομιάς. Οι δραστηριότητες σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τις τρεις διαστάσεις του UDL, προσφέροντας πολλαπλούς τρόπους εμπλοκής, αναπαράστασης και δράσης/έκφρασης. Μέσα από τη διερεύνηση του ξύλινου στελέχους του πλοίου, οι μαθητές/τριες επιδιώκεται να εξοικειωθούν με τα στάδια της επιστημονικής διερεύνησης και να αναπτύξουν δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως συνεργασία, επικοινωνία, κριτική σκέψη και δημιουργικότητα. Η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης θα εξεταστεί σε μελλοντική εφαρμογή, μέσω εργαλείων μέτρησης που θα αποτιμήσουν την κατανόηση των αρχαιομετρικών μεθόδων, την εξοικείωση με τη διερεύνηση, την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και την εμπειρία των μαθητών/τριών ως προς την ύπαρξη πολλαπλών μορφών εμπλοκής, αναπαράστασης και δράσης/έκφρασης.

Ευχαριστίες

Η εργασία υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος Erasmus+ SciArt - “Πρωθώντας δεξιότητες του 21ου αιώνα μέσω μιας συμπεριληπτικής προσέγγισης STEAM για την Πολιτιστική Κληρονομιά”.

Βιβλιογραφία

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (n.d.). *Νέα Προγράμματα Σπουδών*. Ανακτήθηκε στις 5/12/25, από <https://www.iep.edu.gr/nea-programmata-spoudon/>

- Abd-El-Khalick, F., BouJaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Niaz, M., Treagust, D., & Tuan, H.-L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Barroso-Solares, S., Prieto, A.C., & Pinto, J. (2021). Introducing Archaeometry on a High-School Excellence Program: Engaging Students to Materials Science and Cultural Heritage Subjects. Στο *13th International Conference on Education and New Learning Technologies, EduLearn, 21 Proceedings*, 155-162. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.0065>
- CAST. (2024). *Universal design for learning guidelines version 3.0*. Ανακτήθηκε στις 23/11/25, από <https://www.cast.org/impact/universal-design-for-learning-udl>
- Highfill, L., Hilton, K., & Landis, S. (2016). *The HyperDoc handbook: Digital lesson design using Google apps*. Irvine, CA: EdTechTeam Press.
- Kelley, T. R., Knowles, J. G., Han, J., & Sung, E. (2019). Creating a 21st century skills survey instrument for high school students. *American Journal of Educational Research*, 7(8), 583–590. <http://dx.doi.org/10.12691/education-7-8-7>
- Malletzidou, L., Zorba, T., Kyranoudi, M., Mastora, P., Karfaridis, D., Vourlias, G., Pavlidou, E., Paraskevopoulos, K. M. (2021). The dome of Rotunda in Thessaloniki: Investigation of a multipictorial phase wall painting through analytical methods. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 262, 120101. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.120101>
- Mamlok-Naaman, R. (2024). Diversity and inclusion in science education: Why? A literature review. *C-E-P-S Journal*, 14(1), 13–31. <https://doi.org/10.26529/cepsj.1718>
- OECD. (2024). *Education at a Glance 2024: OECD Indicators*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/c00cad36-en>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... & 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>
- Sofianidis, A., Petridou, E., Stylianou, E., Tsaliki, C., Malletzidou, L., Sarmento, C., Charalambous, C., Fotiadou, S., Makridou, T., Pires, I., Oikonomou, A., Cerqueira, C., Kaskamanidis, I., Oliveira, L., Kasvikis, K., & Molohidis, A. (2025). Bridging STEAM and Cultural Heritage Through Inclusive Inquiry: The SciArt Professional Development Program. *Education Sciences*, 15(11), 1551. <https://doi.org/10.3390/educsci15111551>
- Sofianidis, A. & Stylianidou, N. (2025). Towards an inclusive science education: preparing twenty-first century preschool student teachers for inclusive science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/09500693.2025.2595578>
- Tuveri, M., Steri, A., Fadda, D., Stefanizzi, R., Fanti, V., & Bonivento, W. M. (2024). *Fostering the interdisciplinary learning of contemporary physics through digital technologies: The “Gravitas” Project*. *Digital*, 4(4), 971–989. <https://doi.org/10.3390/digital4040048>

Σχεδιασμός και Ανάπτυξη Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας στην Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία: Αρχικός Εννοιολογικός Προσανατολισμός

Μαρία Σταυρούλα Μπελίτσου¹, Αναστάσιος Μολοχίδης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Διατελέσας Αναπληρωτής Καθηγητής
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας,
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
[1maria.st.bel@gmail.com](mailto:maria.st.bel@gmail.com)

Περίληψη

Η κατανόηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, ως θεμελιώδους έννοιας με άμεσες εφαρμογές στην επιστήμη, την τεχνολογία και την καθημερινή ζωή, αποτελεί σημαντική πρόκληση για τους μαθητές, καθώς συνοδεύεται από πληθώρα εναλλακτικών αντιλήψεων. Η παρούσα εργασία αφορά έναν προκαταρκτικό σχεδιασμό διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για τη διδασκαλία της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, βασισμένης στο Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στη διασαφήνιση του επιστημονικού περιεχομένου, στον προσδιορισμό των κεντρικών εννοιών και στην ανάλυση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, ως αναγκαία αρχικά στάδια για τον μελλοντικό μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης σε περιεχόμενο προς διδασκαλία.

Λέξεις κλειδιά: εναλλακτικές αντιλήψεις για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μοντέλο εκπαιδευτικής αναδόμησης

Design and Development of a Teaching Learning Sequence in Electromagnetic Radiation: Preliminary Conceptual Analysis

Abstract

The understanding of electromagnetic radiation, as a fundamental concept with direct applications in science, technology, and everyday life, constitutes a significant challenge for students, as it is accompanied by a wide range of alternative conceptions. The present paper concerns the preliminary design of a teaching–learning sequence for the instruction of electromagnetic radiation, based on the Model of Educational Reconstruction. This study focuses on the clarification of the scientific content, the identification of core concepts, and the analysis of students’ alternative conceptions, as necessary initial stages for the future transformation of scientific knowledge into content for teaching.

Keywords: alternative conceptions of electromagnetic radiation, model of educational reconstruction

Εισαγωγή

Η κατανόηση της ηλεκτρομαγνητικής (Η/Μ) ακτινοβολίας αποτελεί ζήτημα καίριας σημασίας τόσο σε διδακτικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο, καθώς οι πολίτες της σύγχρονης κοινωνίας εκτίθενται καθημερινά σε διάφορες μορφές Η/Μ ακτινοβολίας, από τη χρήση των ακτίνων Χ στην ιατρική απεικόνιση έως τα ραδιοκύματα στις τηλεπικοινωνίες. Παρά τη σημασία της, η κατανόηση της παραμένει περιορισμένη, καθώς πρόκειται για φαινόμενα που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτά με τις ανθρώπινες αισθήσεις, γεγονός που ευνοεί στη διαμόρφωση εναλλακτικών αντιλήψεων,

επιηρεασμένων και από το κοινωνικό περιβάλλον και τα μέσα ενημέρωσης. Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται άμεσα με ανεπαρκή κατανόηση των θεμελιωδών φυσικών εννοιών, λόγω της αφηρημένης φύσης της Η/Μ ακτινοβολίας και της πολυπλοκότητας των αλληλεπιδράσεων της με την ύλη (Kotsis, 2025). Στο πλαίσιο αυτό, η διδασκαλία της Η/Μ ακτινοβολίας και του Η/Μ φάσματος αποκτά ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη επιστημονικού εγγραμματισμού.

Πλήθος ερευνών έχουν καταγράψει εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την Η/Μ ακτινοβολία. Τέτοιες αντιλήψεις συμβάλλουν σε αδικαιολόγητη ανησυχία, αρνητική στάση απέναντι σε ωφέλιμες τεχνολογίες και δημιουργούν δυσκολίες στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Kotsis, 2025). Παρά το γεγονός ότι στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν καταγραφεί εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών σχετικά με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, επισημαίνεται επίσης ότι παραμένει περιορισμένος ο αριθμός των μελετών που διερευνούν συστηματικά τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών ειδικά για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία (Plotz, 2017), καθώς και την ανάπτυξη και αξιολόγηση ερευνητικά τεκμηριωμένων διδακτικών παρεμβάσεων.

Πρόσφατες μελέτες έχουν υλοποιήσει καινοτόμες διδακτικές παρεμβάσεις στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση με στόχο την ενίσχυση της μάθησης για την Η/Μ ακτινοβολία. Ορισμένες εστιάζουν σε βιωματικές και δημιουργικές προσεγγίσεις, άλλες δίνουν έμφαση στη χρήση τεχνολογικών εργαλείων, όπως απομακρυσμένα εργαστήρια ραδιενέργειας, με θετικές επιδράσεις στη γνώση και στις στάσεις των μαθητών (Karpudewan & Chong, 2020) και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας για την αναπαράσταση πηγών ακτινοβολίας (Schuette et al., 2023) ή ακόμα και τη χρήση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης (Kotsis, 2025). Συνολικά, οι μελέτες αυτές αναδεικνύουν τη σημασία του κατάλληλου σχεδιασμού διδακτικών παρεμβάσεων και προσφέρουν τεκμηριωμένες κατευθύνσεις για την ανάπτυξη στοχευμένων και αποτελεσματικών διδακτικών μαθησιακών ακολουθιών.

Σύμφωνα με το Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER) (Duit et al., 2012) για τον μετασχηματισμό του διδακτικού περιεχομένου, επιβάλλεται η εννοιολογική ανάλυση της υπό μελέτη έννοιας (εδώ της Η/Μ ακτινοβολίας), που περιλαμβάνει την καταγραφή των εναλλακτικών αντιλήψεων για την Η/Μ ακτινοβολία, την ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου που θα επιχειρηθεί να μετασχηματιστεί σε σχολική γνώση, καθώς και την έρευνα στη διδασκαλία και μάθηση παρόμοιων διδακτικών παρεμβάσεων μέσα από συστηματική βιβλιογραφία.

Η παρούσα εργασία εστιάζει σε αυτό το αρχικό στάδιο του σχεδιασμού, δίνοντας έμφαση κυρίως στον εννοιολογικό μετασχηματισμό του περιεχομένου. Στη συνέχεια θα αναπτυχθεί η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) και θα υποβληθεί στη διαδικασία αναθεώρησης και βελτίωσής της, μετά την εφαρμογή της σε μαθητές/τριες, μέσα από διαδοχικούς κύκλους επανασχεδιασμού σύμφωνα με το μοντέλο DOIES (Psillos et al., 2016). Το DOIES αξιοποιείται επομένως ως πλαίσιο για τη μακροπρόθεσμη ανάπτυξη και βελτίωση της ίδιας ΔΜΑ, πέρα από το παρόν προκαταρκτικό στάδιο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι ο προκαταρκτικός εννοιολογικός σχεδιασμός μιας ΔΜΑ για την έννοια της Η/Μ ακτινοβολίας, αξιοποιώντας το Μοντέλο MER. Η εργασία δεν αφορά την εφαρμογή, αλλά μια πρώτη διαδικασία μετασχηματισμού του επιστημονικού περιεχομένου σε περιεχόμενο προς διδασκαλία. Η ανάπτυξη της ΔΜΑ εντάσσεται σε μια ευρύτερη επαναληπτική διαδικασία, η οποία προβλέπει διαδοχικές εφαρμογές, αναθεωρήσεις και βελτιώσεις της ίδιας ακολουθίας μετά τη δοκιμή της σε μαθητές/τριες. Η παρούσα φάση αφορά το αρχικό επίπεδο σχεδιασμού, ενώ τα επόμενα στάδια θα περιλαμβάνουν την εφαρμογή και τον επανασχεδιασμό της. Η υπό σχεδιασμό ΔΜΑ θα απευθύνεται σε μαθητές/τριες της Γ΄ Γυμνασίου, με προοπτική προσαρμογής και εννοιολογικής εμβάθυνσης για μαθητές/τριες Επαγγελματικού Λυκείου (ΕΠΑΛ) σε μεταγενέστερο στάδιο.

Μεθοδολογία

Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών για την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Η διερεύνηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την Η/Μ ακτινοβολία αναδεικνύει σημαντικά διδακτικά εμπόδια που καθιστούν αναγκαίο τον στοχευμένο σχεδιασμό μιας

διδασκτικής μαθησιακής ακολουθίας. Οι δυσκολίες σχετίζονται τόσο με τη φύση της ακτινοβολίας όσο και με τις κοινωνικές και συναισθηματικές αναπαραστάσεις των μαθητών. Η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ότι οι μαθητές δυσκολεύονται συστηματικά να διακρίνουν τις διαφορετικές περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και να κατανοήσουν γιατί ορισμένες μορφές ακτινοβολίας είναι δυνητικά επικίνδυνες ενώ άλλες όχι, αντιμετωπίζοντας συχνά όλες τις ακτινοβολίες ως ισοδύναμες ως προς τα αποτελέσματά τους (Kotsis, 2025). Η γενική χρήση του όρου «ακτινοβολία» φαίνεται να ενισχύει αυτή τη σύγχυση. Η περιορισμένη αυτή αντίληψη αγνοεί το ευρύτερο φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, το οποίο περιλαμβάνει ποικίλες μορφές, για παράδειγμα το ορατό φως, που καθιστά δυνατή την όραση, και τα ραδιοκύματα, που είναι απαραίτητα για τις τεχνολογίες επικοινωνίας (Kotsis, 2025). Αρκετοί μαθητές τείνουν να αντιλαμβάνονται το Η/Μ φάσμα ως διακριτό, παραβλέποντας τον συνεχή χαρακτήρα του ως προς τα μήκη κύματος και τις συχνότητες που το συγκροτούν (Ivanjek et al., 2020). Οι μαθητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν τη διττή φύση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Συχνά, μάλιστα επικρατεί η αντίληψη ότι η Η/Μ ακτινοβολία έχει αποκλειστικά τεχνητή προέλευση, παραβλέποντας τις φυσικές πηγές ακτινοβολίας στο περιβάλλον (Morales López & Tuzón Marco, 2022). Επιπλέον, στη βιβλιογραφία καταγράφονται εκτεταμένες δυσκολίες στην κατανόηση της αλληλεπίδρασης της ακτινοβολίας με την ύλη.

Η ποικιλία και η επιμονή των εναλλακτικών αντιλήψεων σε όλες τις βαθμίδες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης καθιστά αναγκαία την καταγραφή τους ως αφετηρία στην ανάπτυξη μιας ΔΜΑ και επιβεβαιώνει την αναγκαιότητα για προσεκτικό και επιστημονικά τεκμηριωμένο σχεδιασμό.

Επιστημονικό Περιεχόμενο

Η Η/Μ ακτινοβολία αποτελεί μορφή ενέργειας που μεταδίδεται στον χώρο ως διαταραχή υπό τη μορφή ταλαντούμενων ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων, χωρίς να απαιτείται η παρουσία υλικού μέσου για τη διάδοσή της (Halliday et al, 2014). Τα Η/Μ κύματα δημιουργούνται, μεταξύ άλλων, σε ατομικό επίπεδο, μέσω μεταβάσεων των ηλεκτρονίων μεταξύ διακριτών ενεργειακών σταθμών στις στιβάδες των ατόμων. Σύμφωνα με τη θεωρία του κυματοσωματιδιακού δυϊσμού, η Η/Μ ακτινοβολία εμφανίζει κυματικές και σωματιδιακές ιδιότητες, καθώς η ενέργειά της μεταφέρεται σε διακριτές ποσότητες, τα φωτόνια. Οι βασικές παράμετροι ενός Η/Μ κύματος είναι το μήκος κύματος και η συχνότητα. Η ενέργεια που μεταφέρουν τα φωτόνια σχετίζεται με τη συχνότητα και το μήκος κύματος που διαθέτουν, με τα μικρότερα μήκη κύματος και τις μεγαλύτερες συχνότητες να αντιστοιχούν σε φωτόνια υψηλότερης ενέργειας και το αντίστροφο (Halliday et al., 2014). Παράλληλα, η ύλη απορροφά και εκπέμπει και αυτή Η/Μ ακτινοβολία σε διακριτά πακέτα ενέργειας. Τα άτομα διαθέτουν διακριτές ενεργειακές στάθμες και η απορρόφηση ακτινοβολίας από ένα άτομο πραγματοποιείται όταν η ενέργεια του φωτονίου που αλληλεπιδρά με αυτό αντιστοιχεί τουλάχιστον στη διαφορά ενέργειας μεταξύ δύο επιτρεπτών ενεργειακών σταθμών. Οι μεταβάσεις ηλεκτρονίων από υψηλότερες σε χαμηλότερες ενεργειακές στάθμες συνοδεύεται από εκπομπή φωτονίων με ενέργεια ίση με την διαφορά ενέργειας των δύο ενεργειακών σταθμών.

Λόγω του κβαντικού χαρακτήρα της ακτινοβολίας και της απορρόφησης της από την ύλη, οι μηχανισμοί αλληλεπίδρασης της Η/Μ ακτινοβολίας με την ύλη εξαρτώνται από την ενέργεια της ακτινοβολίας (Knoll, 2010). Για φωτόνια σχετικά υψηλής ενέργειας, όπως η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ακτίνες Χ και οι ακτίνες γ, κυριαρχούν μηχανισμοί αλληλεπίδρασης με την ύλη, που οδηγούν σε διεγέρσεις και ιονισμούς των ατόμων και στη δημιουργία δευτερογενών φορτισμένων σωματιδίων (Γεωργίου, 2014). Τα φωτόνια αυτά, μπορούν να υπερβούν το ενεργειακό κατώφλι ιονισμού, δηλαδή την ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται ώστε, κατά την αλληλεπίδρασή τους με την ύλη, να προκαλέσουν την απομάκρυνση ηλεκτρονίων από άτομα ή μόρια. Η βιολογική δράση της ιονίζουσας ακτινοβολίας διακρίνεται σε άμεση και έμμεση. Στην άμεση δράση, η ακτινοβολία αλληλεπιδρά απευθείας με το μακρομόριο του DNA, προκαλώντας δομικές αλλοιώσεις στο μακρομόριο, κάτι το οποίο μπορεί να οδηγήσει στον κυτταρικό θάνατο. Στην έμμεση δράση, η ακτινοβολία προκαλεί ιονισμό σε μόρια του νερού που υπάρχουν σε αφθονία στο βιολογικό υλικό, οδηγώντας στη δημιουργία ελευθέρων ριζών οι οποίες προκαλούν αλλοιώσεις στη δομή του DNA των κυττάρων. Οι βλάβες αυτές, εάν δεν αποκατασταθούν επαρκώς από τους μηχανισμούς επιδιόρθωσης του

κυττάρου, δημιουργούν μεταλλάξεις και η συσσώρευση αυτών μπορεί να οδηγήσει σε καρκινογένεση (Γεωργίου, 2014).

Το Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER) ως Πλαίσιο Σχεδιασμού της εισαγωγικής διδακτικής παρέμβασης

Για το σχεδιασμό της εισαγωγικής διδακτικής παρέμβασης, αρχικό στάδιο της υπό ανάπτυξη ΔΜΑ, υιοθετήθηκε το Μοντέλο Εκπαιδευτικής Αναδόμησης (MER)(Duit et al., 2012), σύμφωνα με το οποίο το επιστημονικό περιεχόμενο απαιτεί αναδόμηση ώστε να αποκτήσει εκπαιδευτικό νόημα. Το MER οργανώνεται σε τρεις άξονες (εικ. 1): τη διασαφήνιση του επιστημονικού περιεχομένου, τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και τον σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων. Στην παρούσα μελέτη δίνεται έμφαση στους δύο πρώτους άξονες, καθώς η έρευνα περιορίζεται στον προκαταρκτικό, εννοιολογικό σχεδιασμό της ΔΜΑ. Η αποσαφήνιση και ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου πραγματοποιήθηκε μέσω ποιοτικής ανάλυσης επιλεγμένων σχολικών εγχειριδίων, αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών, πανεπιστημιακών συγγραμμάτων και επιστημονικών δημοσιεύσεων σχετικών με την Η/Μ ακτινοβολία, με στόχο τον εντοπισμό και την ιεράρχηση των κεντρικών εννοιών που θεωρούνται κρίσιμες για την κατανόηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Η ανάλυση ανέδειξε τη σχετική ιεραρχία των εννοιών, προσδιορίζοντας ποιες αποτελούν θεμελιώδη στοιχεία της επιστημονικής γνώσης και ποιες προκύπτουν ως παράγωγες ή εξειδικευμένες, χωρίς σε αυτό το στάδιο να λαμβάνονται διδακτικές αποφάσεις. Παράλληλα, εντάχθηκε η ανάλυση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, βασισμένη στη σχετική βιβλιογραφία. Έμφαση δόθηκε σε συχνές παρανοήσεις, όπως η αντίληψη της Η/Μ ακτινοβολίας ως εγγενώς επικίνδυνης, η σύγχυση μεταξύ ιονίζουσας και μη ιονίζουσας ακτινοβολίας και οι δυσκολίες κατανόησης εννοιών όπως το Η/Μ πεδίο και το φάσμα.

Εικόνα 1. Οι τρεις διεργασίες του μοντέλου της εκπαιδευτικής αναδόμησης.



Με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης και των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών, εφαρμόστηκε διαδικασία στοιχειοποίησης (elementarization), κατά την οποία το επιστημονικό περιεχόμενο αναλύθηκε σε περιορισμένο αριθμό κεντρικών εννοιών απαραίτητων για την κατανόηση της Η/Μ ακτινοβολίας. Ενδεικτικά, οι έννοιες αυτές αφορούν (α) τα βασικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (φάσμα, ενέργεια, συχνότητα, μήκος κύματος), (β) τον κυματοσωματιδιακό της δυϊσμό, (γ) την ενέργεια του φωτονίου, (δ) τη δομή του ατόμου και τις ενεργειακές στάθμες, (ε) τα φαινόμενα αλληλεπίδρασης της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με την ύλη και (στ) τη διαφοροποίηση των βιολογικών αποτελεσμάτων ανάλογα με την ενέργεια της ακτινοβολίας. Οι κεντρικές ιδέες σχεδιάστηκαν ώστε να λειτουργούν ως εννοιολογικός πυρήνας αλλά και ως σημεία γνωστικής αναδόμησης εναλλακτικών αντιλήψεων.

Η ηλεκτρομαγνητική (Η/Μ) ακτινοβολία αποτελεί θέμα με υψηλή εκπαιδευτική σημασία, λόγω της συνάφειάς της με την καθημερινή εμπειρία των μαθητών και λόγω της ευρείας παρουσίας της σε σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές και κοινωνικά ζητήματα. Η παρούσα εργασία συνιστά μια πρώτη, διερευνητική προσπάθεια θεμελίωσης των βασικών σχεδιαστικών αρχών που μπορούν να καθοδηγήσουν τον μετέπειτα σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας ΔΜΑ για την Η/Μ ακτινοβολία.

Στο συνέδριο θα παρουσιαστεί και θα αναλυθεί εκτενέστερα η φιλοσοφία της σύνθεσης της εισαγωγικής διδακτικής παρέμβασης, αρχικό στάδιο της υπό ανάπτυξη ΔΜΑ.

Βιβλιογραφία

- Γεωργίου, Ε. (2014). *Ιατρική Φυσική: Διαγνωστικές και θεραπευτικές εφαρμογές των ακτινοβολιών*. 2^η έκδ., Αθήνα, Πασχαλίδης. ISBN 9789963716722
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction—A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 13–37). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2014). *Fundamentals of physics* (10th ed.). Wiley. ISBN 978-1-118-23072-5
- Ivanjek, L., Shaffer, P. S., Planinić, M., & McDermott, L. C. (2020). Probing student understanding of spectra through the use of a typical experiment used in teaching introductory modern physics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 010102. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010102>
- Karpudewan, M., & Chong, T. Y. (2020). Evaluating radioactivity remote laboratory's effectiveness in learning radioactivity concepts. *Research in Science Education*, 50(6), 2243–2268. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9772-1>
- Knoll G. F. (2010) *Radiation Detection and Measurement* (4th ed.) Wiley. ISBN 978-0-470-13148-0.
- Kotsis, K. T. (2025). Transforming misconceptions into knowledge: The use of artificial intelligence in teaching electromagnetic radiation. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, 10(3), 1–16. <https://doi.org/10.46827/ejoe.v10i3.6081>
- Morales López, A. I., & Tuzón Marco, P. (2022). Misconceptions, knowledge, and attitudes towards the phenomenon of radioactivity. *Science & Education*, 31, 405–426. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00251-w>
- Plotz, T. (2017). Students' conceptions of radiation and what to do about them. *Physics Education*, 52(1), 014004. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/52/1/014004>
- Psillos D., Molohidis A., Kallery M., Hatzikraniotis E., (2016). The iterative evolution of a Teaching - Learning Sequence on the Thermal Conductivity of materials. In: D. Psillos, P. Kariotoglou (eds): *Iterative Design of Teaching – Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools*. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_11
- Schuette, C., Streuber, M., Pottgiesser, V., Preim, B., Saalfeld, P., Vahlbruch, J.-W., & Walther, C. (2023). A teaching concept for school experiments on radioactivity using augmented reality methods. *Radiation Protection Dosimetry*, 199(8–9), 716–724. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncad071>

Σχεδίαση και Εφαρμογή μίας Διδακτικής Παρέμβασης για την Προώθηση της Εννοιολογικής Κατανόησης των Φαινομένων Διαβροχής στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Λάζαρος Πελέκας¹, Ευριπίδης Χατζηκρανιώτης² και Ηρώ Κολιάκου³

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής & Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

³Επικεφαλής STEM, Κολλέγιο Ανατόλια, Θεσσαλονίκη

lpelekas@physics.auth.gr

Περίληψη

Τα φαινόμενα διαβροχής αφορούν την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός υγρού και μιας στερεής επιφάνειας και αποτελούν σημαντικό πεδίο έρευνας το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη τεχνολογικών εφαρμογών που σχετίζονται άμεσα με πτυχές της καθημερινής ζωής. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτών των φαινομένων αποτελεί το φαινόμενο του λωτού, το οποίο θεωρείται ιδιαίτερα πρόσφορο θέμα στο πλαίσιο της διδασκαλίας εννοιών της νανοτεχνολογίας, λόγω της διεπιστημονικής του φύσης και της σύνδεσής του με ποικίλες εφαρμογές της καθημερινής ζωής. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης μέσα από τον διδακτικό μετασχηματισμό του επιστημονικού περιεχομένου των φαινομένων διαβροχής σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης.

Λέξεις κλειδιά: διδακτικός μετασχηματισμός, εννοιολογική κατανόηση, νανοτεχνολογία, φαινόμενα διαβροχής

Design and Implementation of a Teaching Intervention for Promoting Conceptual Understanding of Wetting Phenomena in Secondary Education

Abstract

Wetting phenomena concern the interaction between a liquid and a solid surface and constitute an important research field which contributes to the development of technological applications that are directly related to aspects of everyday life. A characteristic example is the lotus effect, which is considered a particularly suitable topic for teaching concepts of nanotechnology due to its interdisciplinary nature and its connection to various everyday applications. The aim of this study is to promote conceptual understanding through the educational reconstruction of the scientific content related to wetting phenomena in secondary education students.

Keywords: conceptual understanding, educational reconstruction, nanotechnology, wetting phenomena

Εισαγωγή

Η Νανοεπιστήμη - Νανοτεχνολογία (N-ET), έχει αναδειχθεί ως ένας από τους πλέον δυναμικά αναπτυσσόμενους τομείς της σύγχρονης επιστήμης και τεχνολογίας (Ghattas & Carver, 2012). Η σημασία της ενσωμάτωσης εννοιών της νανοτεχνολογίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών έχει αναδειχθεί ιδιαίτερα από την επιστημονική κοινότητα (Peikos et al., 2020).

Από το ευρύ φάσμα θεμάτων της Ν-ΕΤ, αυτά που ξεχωρίζουν ως προς την διαθεματικότητα τους στην εκπαίδευση είναι τα φαινόμενα διαβροχής, αφού η θεμελιώδης κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μιας σταγόνας υγρού και μιας στερεής επιφάνειας έχει τεράστια αξία για πολλές εφαρμογές της καθημερινότητας (Law & Zhao, 2016). Ωστόσο, οι διδακτικές παρεμβάσεις παραμένουν ιδιαίτερα περιορισμένες στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, με τις υπάρχουσες εφαρμογές να επικεντρώνονται στο φαινόμενο του λωτού, με αποτέλεσμα να παραλείπονται θεμελιώδεις έννοιες σχετικά με τη διαβροχή των στερεών επιφανειών.

Στην παρούσα εργασία, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση για την προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης των φαινομένων διαβροχής. Τα ευρήματα της έρευνας αναμένεται να αναδείξουν την αποτελεσματικότητα των διδακτικών μεθόδων μέσα από ένα σύγχρονο θέμα της επιστήμης στα πλαίσια της ενεργούς μάθησης. Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας είναι:

1. Πώς μεταβάλλεται η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών σχετικά με τα φαινόμενα διαβροχής πριν και μετά την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης;
2. Ποιες ενδείξεις εννοιολογικής αλλαγής προκύπτουν από την ποιοτική ανάλυση της συλλογιστικής πορείας των μαθητών κατά την διάρκεια της παρέμβασης;

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η σχεδίαση και η εφαρμογή μίας διδακτικής παρέμβασης με στόχο την προώθηση της εννοιολογικής κατανόησης των φαινομένων διαβροχής σε μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Η δομή της κάθε διδακτικής ενότητας οργανώνεται σύμφωνα με το εποικοδομητικό διδακτικό μοντέλο 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate), με το στάδιο της αξιολόγησης να ενσωματώνεται διαμορφωτικά σε όλες τις φάσεις της μαθησιακής διαδικασίας (Bybee et al., 2006). Κάθε φάση του 5E δηλώνεται ρητά και εισάγεται με δύο κεντρικά ερωτήματα («Τι θέλω να διερευνήσω;» και «Πώς θα το διερευνήσω;»), προκειμένου οι μαθητές να έχουν σαφή αντίληψη της γνωστικής δραστηριότητας που επιτελούν και της θέσης της στο συνολικό διδακτικό πλαίσιο.

Παράλληλα, για την οργάνωση του ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα Padlet, αξιοποιείται η στρατηγική KWHL (Know – Want to know – How to learn – Learned), η οποία θεωρείται κατάλληλη για την ανάπτυξη ανώτερων νοητικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων (Rathod & Halapeti, 2022). Στο παρόν πλαίσιο, η στρατηγική KWHL χρησιμοποιείται ως εργαλείο οργάνωσης και δομής του ψηφιακού περιεχομένου. Συγκεκριμένα, η στρατηγική ενσωματώνεται λειτουργικά στις επιμέρους πειραματικές δραστηριότητες υποστηρίζοντας την ενεργοποίηση και την οργάνωση της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών (K), τον προσανατολισμό της σκέψης τους στο κεντρικό ερώτημα της κάθε δραστηριότητας (W), την κατανόηση του σκοπού και της λογικής των διερευνητικών διαδικασιών (H), καθώς και τη σύνθεση των επιμέρους γνώσεων (L), ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν επίγνωση της συλλογιστικής πορείας που ακολουθούν.

Το Επιστημονικό Περιεχόμενο και ο Διδακτικός Μετασχηματισμός

Διαβροχή ορίζεται ως η ικανότητα ενός υγρού να διατηρεί επαφή με μια στερεή επιφάνεια και να απλώνεται πάνω της. Το φαινόμενο καθορίζεται από την ισορροπία μεταξύ των ελκτικών δυνάμεων συνάφειας (μεταξύ μορίων υγρού-στερεού) και των δυνάμεων συνοχής (μεταξύ των ίδιων των μορίων του υγρού) (Genne et al., 2004). Ο κύριος δείκτης μέτρησης της διαβροχής είναι η γωνία επαφής (θ), που σχηματίζεται στο σημείο επαφής των τριών φάσεων (στερεό, υγρό, αέριο). Επιφάνειες με γωνία επαφής $\theta < 90^\circ$ χαρακτηρίζονται ως υδρόφιλες και εμφανίζουν υψηλό βαθμό διαβροχής, ενώ επιφάνειες με γωνία επαφής $\theta > 90^\circ$ χαρακτηρίζονται ως υδρόφοβες και παρουσιάζουν μειωμένη διαβροχή. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαβροχή είναι η χημική σύσταση του υλικού, η

τραχύτητα της επιφάνειας και η παρουσία διαβρεκτικών παραγόντων (surfactants) που μειώνουν την επιφανειακή τάση (Law & Zhao, 2016).

Προκειμένου να λάβει χώρα ο διδακτικός μετασχηματισμός του επιστημονικού περιεχομένου που αφορά τα φαινόμενα διαβροχής στην περίπτωση στατικής σταγόνας σε στερεή επιφάνεια, χρησιμοποιήθηκε το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (Model of Educational Reconstruction – MER) (Duit et al., 2012). Αρχικά, πραγματοποιήθηκε η μελέτη και η ανάλυση του επιστημονικού περιεχομένου και στην συνέχεια, με βάση τις πιθανές δυσκολίες και εναλλακτικές ιδέες που εντοπίζονται στην βιβλιογραφία, μετασχηματίστηκε το περιεχόμενο προς διδασκαλία (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Διδακτικός μετασχηματισμός του επιστημονικού περιεχομένου για τα φαινόμενα διαβροχής στην περίπτωση στατικής σταγόνας σε στερεή επιφάνεια

Επιστημονικό Περιεχόμενο	Κεντρική Ιδέα	Μετασχηματισμένο Περιεχόμενο
<p>1. <u>Διαβροχή λείων επιφανειών</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Δυνάμεις συνοχής - συνάφειας • Μοντέλο Young - διεπιφανειακές τάσεις • Μοντέλο Young – Dupre - έργο προσκόλλησης 	<p>Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ μορίων του ίδιου υλικού και μεταξύ μορίων διαφορετικών φάσεων καθορίζουν το σχήμα της σταγόνας πάνω σε λείες επιφάνειες</p>	<p>1.1. Οι δυνάμεις συνοχής αναφέρονται στις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού, ενώ οι δυνάμεις συνάφειας στις ελκτικές δυνάμεις μεταξύ των μορίων του νερού και της στερεής επιφάνειας.</p> <p>1.2. Το σχήμα της σταγόνας εξαρτάται από την ισορροπία μεταξύ δυνάμεων συνοχής και συνάφειας.</p> <p>1.3. Η ενέργεια που απαιτείται για να διαχωριστεί μια σταγόνα νερού από την επιφάνεια μας βοηθά να περιγράψουμε ποσοτικά την αλληλεπίδραση μεταξύ της υγρής και της στερεής φάσης.</p>
<p>2. <u>Διαβροχή τραχιών επιφανειών</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Μοντέλο Wenzel • Επιφανειακή τραχύτητα • Μοντέλο Cassie-Baxter • Ιεραρχική δομή 	<p>Η επιφανειακή τραχύτητα αυξάνει το πραγματικό εμβαδόν επαφής του υγρού με την επιφάνεια ενισχύοντας τις εγγενείς ιδιότητες διαβροχής της επιφάνειας</p>	<p>2.1. Οι φαινομενικά λείες επιφάνειες παρουσιάζουν τραχύτητα σε μικρές κλίμακες.</p> <p>2.2. Η επιφανειακή τραχύτητα ενισχύει τις εγγενείς ιδιότητες διαβροχής της επιφάνειας, καθώς αυξάνει το πραγματικό εμβαδόν επαφής μεταξύ σταγόνας και επιφάνειας.</p> <p>2.3. Η ύπαρξη ιεραρχικής δομής στην επιφάνεια, οδηγεί στην ενίσχυση της υδροφοβίας μέσω του εγκλωβισμού του αέρα στην διεπιφάνεια μεταξύ σταγόνας και επιφάνειας.</p>
<p>3. <u>Χαρακτηρισμός επιφανειών</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Στατική γωνία επαφής • Διαβρεκτικότητα • Υδρόφιλες, υδρόφοβες και υπερυδρόφοβες επιφάνειες 	<p>Οι επιφάνειες ταξινομούνται ως προς τον βαθμό διαβροχής τους με βάση την γωνία επαφής της σταγόνας με την επιφάνεια</p>	<p>3.1. Η γωνία επαφής ως μέτρο της διαβροχής είναι το μακροσκοπικό αποτέλεσμα της ισορροπίας των δυνάμεων ανάμεσα στα μέρη των διαφορετικών φάσεων.</p> <p>3.2. Οι επιφάνειες ταξινομούνται ανάλογα με την γωνία επαφής της σταγόνας σε υδρόφιλες, υδρόφοβες και υπερυδρόφοβες.</p>
<p>4. <u>Τεχνολογικές Εφαρμογές</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Εφαρμογές σχετικά με τα φαινόμενα διαβροχής 	<p>Η κατανόηση των φαινομένων διαβροχής καθιστά δυνατή την ανάπτυξη επιφανειών με ελεγχόμενη αλληλεπίδραση με το νερό, ενισχύοντας τη λειτουργικότητα τεχνολογικών εφαρμογών.</p>	<p>4.1. Η μελέτη των χημικών ιδιοτήτων και των επιφανειακών χαρακτηριστικών σε μικρές κλίμακες οδηγεί στην ανάπτυξη τεχνολογικών προϊόντων που συμβάλλουν στην βελτίωση της καθημερινής ζωής του ανθρώπου και στην προστασία του περιβάλλοντος.</p>

Με βάση το μετασχηματισμένο περιεχόμενο, η παρέμβαση οργανώθηκε σε διδακτικές ενότητες και καθορίστηκαν οι αντίστοιχοι διδακτικοί στόχοι ώστε να αντανακλούν την προοδευτική οικοδόμηση της γνώσης, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Στην πρώτη διδακτική ενότητα με τίτλο «Σταγονίδια σε πευκοβελόνες», οι μαθητές διερωτώνται για τον σχηματισμό σταγονιδίων στην επιφάνεια πευκοβελόνων σε συνθήκες ομίχλης. Διερευνούν τον ρόλο των δυνάμεων συνοχής και συνάφειας, που αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο για την εισαγωγή στα φαινόμενα διαβροχής, μέσα από hands-on δραστηριότητες.

Πίνακας 2. Οι διδακτικές ενότητες της παρέμβασης και οι αντίστοιχοι στόχοι

Διδακτικές Ενότητες	Διδακτικοί Στόχοι	Σύνδεση με περιεχόμενο
<u>Ενότητα 1</u> «Σταγονίδια σε πευκοβελόνες»	<ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν τις έννοιες των δυνάμεων συνοχής/συνάφειας. • Να εξηγούν την ισορροπία μίας σταγόνας σε μία επιφάνεια με βάση τις δυνάμεις συνοχής/συνάφειας. 	1.1. 1.1., 1.2.
<u>Ενότητα 2</u> «Η Φυσική πίσω από την σταγόνα»	<ul style="list-style-type: none"> • Να συσχετίζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της σταγόνας με τις δυνάμεις συνοχής/συνάφειας. 	1.2.
	<ul style="list-style-type: none"> • Να ορίζουν τη γωνία επαφής ως το μέτρο της διαβροχής μίας επιφάνειας. 	3.1.
	<ul style="list-style-type: none"> • Να ταξινομούν τις επιφάνειες σε υδρόφιλες και υδρόφοβες με βάση τη γωνία επαφής. 	3.2.
	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν το έργο προσκόλλησης ως το μέτρο της πρόσφυσης της σταγόνας με την επιφάνεια. • Να ερμηνεύουν το φαινόμενο της διαβροχής με βάση τις δυνάμεις συνοχής/συνάφειας και του έργου προσκόλλησης. 	1.3. 1.2., 1.3.
<u>Ενότητα 3</u> «Η μικροσκοπική αρχιτεκτονική των επιφανειών»	<ul style="list-style-type: none"> • Να αναγνωρίζουν ότι οι φαινομενικά λείες επιφάνειες εμφανίζουν τραχύτητα στην μικρο- και νάνο-κλίμακα. 	2.1.
	<ul style="list-style-type: none"> • Να συσχετίζουν την επιφανειακή τραχύτητα με την ενίσχυση των εγγενών ιδιοτήτων διαβροχής μίας επιφάνειας. 	2.2.
<u>Ενότητα 4</u> «Το φαινόμενο του λωτού»	<ul style="list-style-type: none"> • Να εξηγούν το ρόλο της ιεραρχικής τραχύτητας στην ενίσχυση της υδροφοβίας. 	2.3.
<u>Ενότητα 5</u> «Ο ρόλος της νανοτεχνολογίας στα φαινόμενα διαβροχής»	<ul style="list-style-type: none"> • Να απαριθμούν παραδείγματα εφαρμογών νανοτεχνολογίας σχετικά με τα φαινόμενα διαβροχής στην καθημερινότητα. 	4.1.

Σκοπός της δεύτερης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Η Φυσική πίσω από την σταγόνα» είναι η ερμηνεία της διαβροχής στερεών επιφανειών, μέσω της σύνδεσης των αφηρημένων εννοιών με έννοιες και μεγέθη του μακρόκοσμου. Οι μαθητές διαβρέχουν διαφορετικά φύλλα φυτών, παρατηρούν τις αλλαγές στο σχήμα της σταγόνας, χρησιμοποιούν προσομοιώσεις και ψηφιακά εργαλεία για την μέτρηση της γωνίας επαφής.

Σκοπός της τρίτης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Η μικροσκοπική αρχιτεκτονική των επιφανειών» είναι η εξερεύνηση των μικροσκοπικών επιφανειακών ανωμαλιών των φαινομενικά λείων επιφανειών. Οι μαθητές εισάγονται στην παρατήρηση στις διαφορετικές κλίμακες, χρησιμοποιούν διάφορα όργανα παρατήρησης (μεγεθυντικός φακός, οπτικό μικροσκόπιο, εικονικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο), και εξηγούν τον ρόλο της επιφανειακής τραχύτητας στην ενίσχυση των εγγενών ιδιοτήτων διαβροχής των επιφανειών.

Σκοπός της τέταρτης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Το φαινόμενο του λωτού» είναι η ερμηνεία της υπερυδροφοβίας μέσα από την ιεραρχική δομή των εξογκωμάτων της επιφάνειας των φύλλων του λωτού. Οι μαθητές εισάγονται στην διαδικασία της μέτρησης στους τρεις κόσμους χρησιμοποιώντας όργανα μέτρησης και ψηφιακά εργαλεία, και συγκρίνουν αντικείμενα που ανήκουν σε διαφορετικές κλίμακες.

Σκοπός της πέμπτης διδακτικής ενότητας με τίτλο «Ο ρόλος της νανοτεχνολογίας στον σύγχρονο κόσμο», είναι να φέρει τους μαθητές σε επαφή με τις σύγχρονες εφαρμογές της νανοτεχνολογίας, μέσα από μία επίσκεψη στο εργαστήριο Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης (SEM) του ΑΠΘ. Επιπλέον, οι μαθητές, χωρισμένοι σε ομάδες, σχεδιάζουν posters όπου περιγράφουν εμπορικές εφαρμογές και προϊόντα νανοτεχνολογίας που χρησιμοποιούνται για την αδιαβροχοποίηση τυπικών υλικών, όπως το γυαλί, το τσιμέντο, το ξύλο, το ύφασμα.

Διεξαγωγή και αποτίμηση της έρευνας

Η διδακτική παρέμβαση εφαρμόζεται σε 20 μαθητές Γυμνασίου (N=20) σε Science Club του Κολεγίου Ανατόλια. Για την αποτίμηση των γνώσεων θα χρησιμοποιηθούν ερωτηματολόγια pre- και post-test, όπου οι απαντήσεις των μαθητών θα κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερα επίπεδα επιστημονικής τεκμηρίωσης, ενώ για την ανάλυση της συλλογιστικής πορείας των μαθητών θα πραγματοποιηθεί ποιοτική ανάλυση των προφορικών συζητήσεων και των φύλλων εργασίας.

Αποτελέσματα & Συμπεράσματα

Η εφαρμογή της παρέμβασης που βρίσκεται σε εξέλιξη, αναμένεται να επιτύχει την κατανόηση των θεμελιωδών φυσικών αρχών που διέπουν τα φαινόμενα διαβροχής στο πλαίσιο της εφαρμογής της επιστημονικής γνώσης σε πραγματικά προβλήματα. Στο συνέδριο θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα της παρέμβασης ως προς την εννοιολογική κατανόηση των μαθητών για τα φαινόμενα διαβροχής και την ποιοτική ανάλυση της συλλογιστικής τους πορείας.

Βιβλιογραφία

- Bybee, R. W., Gardner, A., Landes, N., Scotter, P. V., Taylor, J. A., & Westbrook, A. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications. Ανακτήθηκε στις 12/02/2026 από: <https://www.freemonths.org/ourpages/auto/2008/5/11/1210522036057/bscs5efullreport2006.pdf>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In: D. Jorde, J. Dillon (eds) *Science Education Research and Practice in Europe. Cultural Perspectives in Science Education*, vol 5. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- Gennes, P.-G., Brochard-Wyart, F., & Quéré, D. (2004). *Capillarity and Wetting Phenomena*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21656-0>
- Ghaffar, N. I., & Carver, J. S. (2012). Integrating nanotechnology into school education: A review of the literature. *Research in Science & Technological Education*, 30(3), 271-284. <https://doi.org/10.1080/02635143.2012.732058>
- Law, KY., & Zhao, H. (2016). Contact Angle Measurements and Surface Characterization Techniques. In: *Surface Wetting*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25214-8_2
- Peikos, G., Spyrtou, A., Pnevmatikos, D., & Papadopoulou, P. (2020). Nanoscale science and technology education: primary school students' preconceptions of the lotus effect and the concept of size. *Research in Science & Technological Education*, 41(1), 89–106. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841149>
- Rathod, S., & Halapeti, B. (2022). Improving Students' Higher-order Thinking Ability by Exploring KWHL Diagram. *Journal of Educational Research and Policies*, 4(9). https://bryanhousepub.org/src/static/pdf/JERP-2022-4-9_19.pdf

Force Concept Inventory: Μετάφραση και Εγκυροποίηση στην Ελληνική Γλώσσα με Υποβοήθηση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης για Εφαρμογή στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Κωνσταντίνος Σωφρονίδης¹ και Αναστάσιος Ζουπίδης²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, ²Αναπληρωτής Καθηγητής

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης

ksofroni@eled.duth.gr

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα έχει ως αντικείμενο τη μεταφραστική προσαρμογή στην ελληνική γλώσσα του διαγνωστικού εργαλείου Force Concept Inventory, που χρησιμοποιείται διεθνώς για την ανίχνευση της εννοιολογικής κατανόησης στη Νευτώνεια Μηχανική. Ως καινοτομία της μελέτης, αξιοποιούνται τρία Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα σε ρόλο ανεξάρτητων μεταφραστών, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις της International Test Commission. Η τελική εκδοχή του εργαλείου χορηγείται σε μαθητές/τριες Λυκείου για ανάλυση εσωτερικής αξιοπιστίας και διακριτικής ικανότητας, καλύπτοντας υπάρχον ερευνητικό κενό. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να συμβάλουν τόσο στην κατανόηση των εννοιολογικών δυσκολιών των μαθητών/τριών, όσο και στην οικοδόμηση ενός μεθοδολογικού πλαισίου αξιοποίησης της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης στη διαδικασία μετάφρασης διαγνωστικών εργαλείων στις Φυσικές Επιστήμες.

Λέξεις κλειδιά: δευτεροβάθμια εκπαίδευση, διαγνωστικό εργαλείο μηχανικής, εννοιολογική κατανόηση, μεταφραστική προσαρμογή, τεχνητή νοημοσύνη

Force Concept Inventory: Generative AI-Assisted Translation and Validation into Greek Language – Application in Senior Secondary Education

Abstract

The present research focuses on the translational adaptation into the Greek language of the diagnostic instrument Force Concept Inventory, which is internationally used to assess conceptual understanding in Newtonian Mechanics. As an innovative element of the study, three Large Language Models are employed as independent translators, following the guidelines of the International Test Commission. The final version of the instrument is administered to high school students to examine its internal consistency and item discrimination, addressing an existing gap in literature. The results of the research are expected to contribute to the understanding of students' conceptual difficulties, as well as to the development of a framework for integrating Generative Artificial Intelligence into the translation of diagnostic tools in Natural Sciences.

Keywords: artificial intelligence, conceptual understanding, force concept inventory, secondary education, translation and cultural adaptation

Εισαγωγή

Έρευνες στη γνωστική ψυχολογία και στη διδακτική των φυσικών επιστημών καταδεικνύουν ότι τόσο τα παιδιά όσο και οι ενήλικες διαμορφώνουν μια διαισθητική κατανόηση του κόσμου βασισμένη στις εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Η γνώση αυτή λειτουργεί ως ένα άτυπο ερμηνευτικό πλαίσιο για τα φυσικά φαινόμενα, το οποίο συχνά απέχει σημαντικά από τις επιστημονικές εξηγήσεις (Vosniadou & Brewer, 1992). Για να κατακτήσουν οι μαθητές/τριες τις επιστημονικές έννοιες, χρειάζεται να μάθουν

να αναδομούν αυτές τις αφελείς θεωρίες με στοχευμένη διδασκαλία και απώτερο στόχο τη βαθιά εννοιολογική αλλαγή (Vosniadou, 2007).

Στο πλαίσιο αυτό, τα ερωτηματολόγια εννοιολογικής κατανόησης συνιστούν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο. Εστιάζουν σε θεμελιώδεις επιστημονικές έννοιες και αξιοποιούν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με λανθασμένες εναλλακτικές επιλογές που βασίζονται σε ερευνητικά τεκμηριωμένες παρανοήσεις. Σκοπός τους δεν είναι η αξιολόγηση της επίδοσης του κάθε μαθητή, αλλά η χαρτογράφηση του τρόπου με τον οποίο μια ολόκληρη τάξη κατανοεί τις έννοιες πριν και μετά τη διδασκαλία. Έτσι, η χρησιμότητά τους είναι παιδαγωγική, καθώς παρέχουν ανατροφοδότηση για την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας, και ερευνητική, καθώς επιτρέπουν τη σύγκριση των συμπερασμάτων σε διεθνές επίπεδο (Cetnar et al., 2023).

Υπάρχουν περισσότερα από 60 ερωτηματολόγια εννοιολογικής κατανόησης στη Φυσική, τα οποία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεματικών περιοχών όπως για παράδειγμα Κλασική Μηχανική, Ηλεκτρισμός, Μαγνητισμός, Θερμότητα (Madsen et al., 2017). Το πιο διαδεδομένο από αυτά είναι το Force Concept Inventory (FCI) (Hestenes et al., 1992), το οποίο έχει εφαρμοστεί σε χιλιάδες μαθητές/τριες και φοιτητές/τριες επιβεβαιώνοντας τη συστηματική ύπαρξη παρανοήσεων σε θεμελιώδεις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής. Το FCI αποτέλεσε το πρότυπο για την ανάπτυξη αντίστοιχων ερωτηματολογίων σε άλλους τομείς της Φυσικής συμβάλλοντας στη διαμόρφωση καινοτόμων παιδαγωγικών προσεγγίσεων (Lasry et al., 2011).

Μέχρι σήμερα το FCI έχει μεταφραστεί σε πληθώρα γλωσσών, μεταξύ των οποίων και τα ελληνικά. Η πρόσφατη εργασία των Babayeva et al. (2025), η οποία συνιστά και την πρώτη προσπάθεια αξιοποίησης ενός Μεγάλου Γλωσσικού Μοντέλου (LLM) για τη μετάφραση του FCI, έχει ανεβάσει τον αριθμό των μεταφρασμένων εκδοχών σε 53 γλώσσες. Ωστόσο από την έρευνα στη διεθνή βιβλιογραφία προκύπτει ότι υπάρχουν λιγότερες μόνο περιπτώσεις μεταφράσεων που συνοδεύονται από συστηματική διερεύνηση εγκυρότητας και αξιοπιστίας (Bayraktar, 2009· Planinić et al., 2010· Yasuda et al., 2012). Σε ό,τι αφορά την ελληνική βιβλιογραφία δεν βρέθηκε κάποια μελέτη που να περιγράφει τη διαδικασία μετάφρασης και εγκυροποίησης του FCI στα ελληνικά, γεγονός που αναδεικνύει σημαντικό ερευνητικό κενό.

Μεθοδολογία

Η παρούσα μελέτη εντάσσεται στο πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας στη Φυσική. Ακολουθεί ποσοτικό, μη πειραματικό, συγκριτικό σχεδιασμό και αποσκοπεί στην ανάπτυξη, αξιολόγηση και εφαρμογή μίας ελληνικής εκδοχής του FCI με τη συνδρομή της παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης. Στο πλαίσιο αυτό διατυπώθηκαν τα ακόλουθα ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιο είναι το επίπεδο εσωτερικής αξιοπιστίας του ελληνικού FCI, όπως αυτό εκτιμάται μέσω δεικτών της Classical Test Theory;
2. Ποια είναι η ψυχομετρική συμπεριφορά των ερωτημάτων του ελληνικού FCI, ως προς τη δυσκολία, τη διακριτική ικανότητα και τη λειτουργικότητα των εναλλακτικών επιλογών;
3. Σε ποιο βαθμό διαφοροποιούνται οι επιδόσεις των μαθητών/τριών της Α-Β-Γ τάξης Γενικού Λυκείου στο ελληνικό FCI, και είναι οι διαφορές αυτές στατιστικά σημαντικές;

Κατά την ανάπτυξη του ελληνικού FCI ακολουθήθηκαν οι κατευθυντήριες οδηγίες της International Test Commission (ITC, 2017). Η διαδικασία ολοκληρώθηκε σε 5 στάδια. Στο πρώτο στάδιο το πρωτότυπο αγγλικό ερωτηματολόγιο μεταφράστηκε από 3 LLMs που λειτούργησαν κατόπιν κατάλληλης προτροπής ως ανεξάρτητοι μεταφραστές με έμφαση σε διαφορετικές πτυχές της μετάφρασης, όπως η νοηματική ακρίβεια, η φυσικότητα λόγου, η πολιτισμική ουδετερότητα, η συναισθηματική ισορροπία. Στο δεύτερο στάδιο, οι 3 ελληνικές εκδοχές συνδυάστηκαν με τη συνδρομή ενός LLM σε μία ενιαία μετάφραση (συμφιλίωση) που ενσωμάτωσε τα πιο ακριβή, φυσικά και πολιτισμικά ουδέτερα στοιχεία κάθε εκδοχής. Το προσχέδιο της συμφιλιωμένης εκδοχής αξιολογήθηκε από ομάδα ειδικών, αποτελούμενη από δύο εκπαιδευτικούς Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με ειδικευση στη Φυσική και την Αγγλική Γλώσσα και έναν πανεπιστημιακό διδάσκοντα

με γνωστικό και ερευνητικό αντικείμενο στο πεδίο της Διδακτικής της Φυσικής, με στόχο τον εντοπισμό και τη διόρθωση ενδεχόμενων γλωσσικών και εννοιολογικών ασυνεπειών. Στο τρίτο στάδιο, η συμφιλιωμένη ελληνική εκδοχή υποβλήθηκε σε αντίστροφη μετάφραση στα αγγλικά, με τη χρήση ενός LLM υπό την καθοδήγηση και επίβλεψη των ερευνητών, με στόχο τη διασφάλιση της νοηματικής και εννοιολογικής ισοδυναμίας. Στο τέταρτο στάδιο, η επιβεβαιωτική αντίστροφη μετάφραση συγκρίθηκε από τους ερευνητές με το πρωτότυπο αγγλικό FCI, ενώ στο πέμπτο στάδιο, η ελληνική εκδοχή του FCI εφαρμόστηκε πιλοτικά σε μία ομάδα 8 μαθητών/τριών της Β' τάξης Γενικού Λυκείου, με στόχο τον έλεγχο της πρακτικής λειτουργικότητας του εργαλείου σε πραγματικές συνθήκες. Η τελική εκδοχή του ερωτηματολογίου δόθηκε σε έντυπη μορφή στους μαθητές/τριες εντός του σχολικού ωραρίου, στο πλαίσιο μίας διδακτικής ώρας. Το δείγμα της κύριας εφαρμογής αποτέλεσαν 235 μαθητές/τριες από μία σχολική μονάδα Γενικού Λυκείου (Α' τάξη: N=100, Β' τάξη: N=100, Γ' τάξη: N=35). Το δείγμα επιλέχθηκε με βάση τη διαθεσιμότητα και την ευκολία πρόσβασης στη σχολική μονάδα. Η επεξεργασία των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό IBM SPSS Statistics.

Αποτελέσματα

Η διαδικασία της μεταφραστικής προσαρμογής εξελίχθηκε, όπως αναμενόταν, γρήγορα και ομαλά. Οι τρεις ανεξάρτητες αρχικές μεταφράσεις παρουσίασαν υψηλό βαθμό γλωσσικής και εννοιολογικής σύγκλισης γεγονός που διευκόλυνε τον έλεγχο της συμφιλιωμένης εκδοχής. Η ομάδα ειδικών δεν εντόπισε αστοχίες που να απαιτούν αναδιατύπωση των ερωτημάτων. Έτσι οι παρεμβάσεις που υιοθετήθηκαν αφορούσαν κυρίως μικρές τροποποιήσεις στη σειρά των λέξεων και επιλογή διατυπώσεων ή επιστημονικών όρων που εμφανίζονται συνηθέστερα στα ελληνικά σχολικά εγχειρίδια Φυσικής, με στόχο τη βελτιστοποίηση της γλωσσικής οικειότητας. Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται ένα δείγμα από τα αποτελέσματα της μεταφραστικής διαδικασίας του FCI, σύμφωνα με τις οδηγίες της ITC.

Πίνακας 1. Δείγμα από τα αποτελέσματα της μεταφραστικής διαδικασίας σύμφωνα με την ITC

Πρωτότυπο κείμενο	10. The accompanying diagram depicts a semicircular channel that has been securely attached, in a horizontal plane, to a table top. A ball enters the channel at "1" and exits at "2". Which of the path representations would most nearly correspond to the path of the ball as it exits the channel at "2" and rolls across the table top?
Μετάφραση ChatGPT	10. Το παρακείμενο διάγραμμα δείχνει ένα ημικυκλικό κανάλι στερεωμένο σε οριζόντιο επίπεδο. Μια μπάλα εισέρχεται στο κανάλι στο σημείο «1» και εξέρχεται στο «2». Ποια από τις αναπαραστάσεις της πορείας αντιστοιχεί καλύτερα στην κίνηση της μπάλας μετά την έξοδό της στο σημείο «2» καθώς κυλά πάνω στο τραπέζι;
Συμφιλιωμένη εκδοχή	10. Το συνοδευτικό διάγραμμα απεικονίζει ένα ημικυκλικό κανάλι στερεωμένο σε οριζόντιο επίπεδο, πάνω σε ένα τραπέζι. Μια σφαίρα εισέρχεται στο κανάλι στο σημείο «1» και εξέρχεται στο «2». Ποια από τις αναπαραστάσεις τροχιάς αντιστοιχεί καλύτερα στην πορεία της σφαίρας καθώς βγαίνει από το κανάλι στο «2» και κυλάει πάνω στο τραπέζι;
Αντίστροφη μετάφραση	10. The accompanying diagram shows a semicircular channel fixed on a horizontal plane, on a table. A sphere enters the channel at point "1" and exits at "2". Which of the trajectory representations best corresponds to the path of the sphere as it leaves the channel at "2" and rolls on the table?
Τελική εκδοχή	10. Η διπλανή εικόνα δείχνει έναν σωλήνα κυκλικού σχήματος, ο οποίος έχει στερεωθεί σε οριζόντια θέση, πάνω σε ένα τραπέζι. Μια σφαίρα εισέρχεται στον σωλήνα από το σημείο «1» και εξέρχεται από το σημείο «2». Ποια από τις προτεινόμενες τροχιές αντιστοιχεί καλύτερα στην πορεία της σφαίρας αφού εξέλθει από το σημείο «2» του σωλήνα και κυλήσει πάνω στο τραπέζι;

Η πιλοτική εφαρμογή του ερωτηματολογίου έδειξε ότι ο χρόνος συμπλήρωσης κυμάνθηκε από 35 έως 45 λεπτά, γεγονός που θεωρήθηκε συμβατό με τη διάρκεια μιας διδακτικής ώρας. Στη διάρκεια της πιλοτικής φάσης, ορισμένοι μαθητές/τριες διατύπωσαν ερωτήματα σχετικά με επιμέρους παραμέτρους των προβλημάτων, όπως η επίδραση της αντίστασης του αέρα, το μέγεθος της

ταχύτητας ή η κατεύθυνση της κίνησης σε συγκεκριμένες καταστάσεις. Ωστόσο, δεν κρίθηκε σκόπιμη η προσθήκη εξηγηματικών διευκρινίσεων στα ερωτήματα, καθώς αντίστοιχες πληροφορίες δεν παρέχονται και στην πρωτότυπη μορφή του εργαλείου. Όλα τα ευρήματα της πιλοτικής φάσης αξιοποιήθηκαν για τη βελτίωση της τελικής μορφής του εργαλείου, χωρίς να αλλοιωθεί η δομή ή το εννοιολογικό περιεχόμενο των ερωτημάτων.

Μετά την ολοκλήρωση της μεταφραστικής και αξιολογικής διαδικασίας, η τελική εκδοχή του ελληνικού FCI χορηγήθηκε στο δείγμα της μελέτης. Από τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα ανά ερευνητικό ερώτημα:

1. Σχετικά με την εσωτερική αξιοπιστία του ελληνικού FCI η τιμή του συντελεστή Cronbach's α προέκυψε ίση με 0,789 υποδεικνύοντας καλή συνοχή ως προς τη μέτρηση της εννοιολογικής κατανόησης. Η ανάλυση item-total correlations έδειξε ότι η πλειονότητα των ερωτημάτων (23/29) παρουσιάζει αποδεκτές έως υψηλές συσχετίσεις με τη συνολική κλίμακα. Ένα μόνο ερώτημα (Q15) εμφάνισε αρνητική συσχέτιση, αναδεικνύοντας την ανάγκη αναθεώρησής του. Η αφαίρεση του εν λόγω ερωτήματος αυξάνει το δείκτη Cronbach's α στην τιμή 0,799.

2. Σε ό,τι αφορά την αποτίμηση της δυσκολίας του ελληνικού FCI, τα μισά περίπου ερωτήματα (16/29) παρουσίασαν χαμηλές τιμές του δείκτη p-value ($p < 0,30$) υποδεικνύοντας ιδιαίτερα αυξημένες εννοιολογικές δυσκολίες των μαθητών/τριών. Για την αξιολόγηση της διακριτικής ικανότητας των ερωτημάτων υπολογίστηκε ο δείκτης D-index, συγκρίνοντας τα ποσοστά σωστών απαντήσεων μεταξύ ανώτερης και κατώτερης ομάδας επίδοσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η πλειονότητα των ερωτημάτων παρουσίασε είτε άριστη διακριτική ικανότητα (12/29) με τιμές $D \geq 0,40$, είτε οριακή έως καλή (13/29) με τιμές $0,20 \leq D < 0,40$. Ορισμένα όμως ερωτήματα (Q5, Q15, Q22, Q25) παρουσίασαν χαμηλή διακριτική ικανότητα γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν διαφοροποιούν επαρκώς τους μαθητές/τριες ως προς το επίπεδο κατανόησης. Η ανάλυση των λανθασμένων εναλλακτικών επιλογών έδειξε ότι τα περισσότερα ερωτήματα (19/29) έχουν λειτουργικές επιλογές. Σε σημαντικό ωστόσο αριθμό ερωτημάτων παρατηρήθηκαν επιλογές με ποσοστά κάτω του 5%, που δεν ενεργοποίησαν αναγνωρίσιμες παρανοήσεις στο δείγμα της έρευνας. Σε ορισμένες περιπτώσεις (Q10, Q16, Q19) βρέθηκαν στο ίδιο ερώτημα δύο και τρεις επιλογές με πολύ χαμηλή λειτουργικότητα.

3. Για τη διερεύνηση των διαφορών στην επίδοση των μαθητών/τριών που απάντησαν στο ελληνικό FCI υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι ανά τάξη (πίνακας 2). Τα ευρήματα καταδεικνύουν στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση και σαφή αυξητική τάση της επίδοσης από την Α' προς τη Γ' Λυκείου, η οποία συνάδει με τη σταδιακή εμβάθυνση των μαθητών στις έννοιες της Νευτώνειας Μηχανικής κατά τη σχολική τους πορεία. Συνολικά, τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι η ελληνική εκδοχή του FCI είναι ικανή να ανιχνεύει με αξιοπιστία τις διαφοροποιήσεις στην εννοιολογική κατανόηση μεταξύ μαθητών/τριών διαφορετικών τάξεων.

Πίνακας 2. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση της συνολικής επίδοσης ανά τάξη

Τάξη Λυκείου	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
A' (γενικής)	100	6.96 (24%)	3.28
B' (γενικής)	100	9.89 (34%)	4.40
Γ' (προσαν.)	35	15.09 (52%)	5.26

Στατιστική ανάλυση: $F(2,232)=51.69$, $p < 0.001$

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε ότι η αξιοποίηση της παραγωγικής τεχνητής νοημοσύνης στη διαδικασία μετάφρασης και προσαρμογής του FCI μπορεί να αποτελέσει ένα αξιόπιστο και αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη έγκυρων διαγνωστικών μέσων στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα της ψυχομετρικής ανάλυσης έδειξαν ότι η ελληνική εκδοχή του FCI παρουσιάζει ικανοποιητική εσωτερική αξιοπιστία, γεγονός που υποδηλώνει συνοχή στη μέτρηση της εννοιολογικής κατανόησης των μαθητών. Παράλληλα, η υψηλή δυσκολία πολλών ερωτημάτων επιβεβαιώνει την ύπαρξη επίμονων παρανοήσεων στη Νευτώνεια Μηχανική (Hestenes et al., 1992-

Bayraktar, 2009), ενώ η γενικά καλή διακριτική ικανότητα των περισσότερων ερωτημάτων αναδεικνύει τη χρησιμότητα του ερωτηματολογίου για εκπαιδευτικούς και ερευνητικούς σκοπούς. Ιδιαίτερης σημασίας είναι και το εύρημα της σταδιακής βελτίωσης της επίδοσης στις τρεις τάξεις του Λυκείου, που δείχνει ότι το εργαλείο μπορεί να ανιχνεύει με αξιοπιστία τις διαφοροποιήσεις στο επίπεδο κατανόησης. Το στοιχείο αυτό ενισχύει την εγκυρότητα της ελληνικής εκδοχής του FCI και επιβεβαιώνει τη δυνατότητά της να χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της μαθησιακής εξέλιξης. Παρά τα θετικά αποτελέσματα, η μελέτη ανέδειξε και σημεία που χρήζουν περαιτέρω βελτίωσης προκειμένου να ενισχυθεί ακόμη περισσότερο η ποιότητα του εργαλείου. Με βάση τη συνδυαστική ανάλυση των δεικτών εσωτερικής αξιοπιστίας, δυσκολίας, διακριτικής ικανότητας και λειτουργικότητας των εναλλακτικών επιλογών, εντοπίστηκε περιορισμένος αριθμός ερωτημάτων με οριακή ή χαμηλή ψυχομετρική απόδοση (κυρίως Q5, Q15 και Q25).

Συνολικά, η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καλύψει ένα σημαντικό κενό στην ελληνική βιβλιογραφία, προσφέροντας μια τεκμηριωμένη και αξιόπιστη ελληνική εκδοχή του FCI. Παράλληλα, προτείνει ένα μεθοδολογικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στη μετάφραση και πολιτισμική προσαρμογή διαγνωστικών εργαλείων στις Φυσικές Επιστήμες, σε συμφωνία με πρόσφατες διεθνείς μελέτες για τη χρήση των LLMs στην εκπαίδευση (Kasneci et al., 2023). Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επεκτείνουν τη χρήση του εργαλείου σε μεγαλύτερα και πιο αντιπροσωπευτικά δείγματα, καθώς και να διερευνήσουν τη σύνδεσή του με παρεμβατικές διδακτικές πρακτικές.

Βιβλιογραφία

- Babayeva, M., Dunlap, J., Snětinová, M., & Widenhorn, R. (2025). Translating the Force Concept Inventory in the age of AI. *arXiv preprint arXiv:2508.13908*.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2508.13908>
- Bayraktar, S. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 273-291.
<https://doi.org/10.1007/s10763-007-9120-9>
- Cetnar, A. J., Besemer, A., Bry, V., Buckey, C. R., Burmeister, J., Rodrigues, A., ... & Yu, A. S. (2023). Introduction to concept inventories for medical physics education. *Journal of applied clinical medical physics*, 24(10), e14130. <https://doi.org/10.1002/acm2.14130>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.
<https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- International Test Commission. (2017). *The ITC guidelines for translating and adapting tests (Second edition)*.
<https://www.intestcom.org/page/14>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Lasry, N., Rosenfield, S., Dedic, H., Dahan, A., & Reshef, O. (2011). The puzzling reliability of the Force Concept Inventory. *American Journal of Physics*, 79(9), 909-912.
<https://doi.org/10.1119/1.3602073>
- Madsen, A., McKagan, S. B., & Sayre, E. C. (2017). Best practices for administering concept inventories. *The Physics Teacher*, 55(9), 530-536. <https://doi.org/10.1119/1.5011826>
- Planinic, M., Ivanjek, L., & Susac, A. (2010). Rasch model based analysis of the Force Concept Inventory. *Physical Review Special Topics—Physics Education Research*, 6(1), 010103.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.010103>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive psychology*, 24(4), 535-585.
[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human development*, 50(1), 47-54.
<https://doi.org/10.1159/000097684>
- Yasuda, J. I., Uematsu, H., & Nitta, H. (2012). Validating a Japanese version of the force concept inventory. *Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.*, 1(89), 6.
https://scholar.google.com/scholar?cluster=14563259371334201090&hl=en&as_sdt=0,5

Σχεδιασμός Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου σε αίθουσες διδασκαλίας με τη χρήση Εργαλείων Φυσικού Υπολογισμού

Νικόλαος Τουμανίδης¹ και Αριστοτέλης Γκιόλμας²

¹Υποψήφιος Διδάκτορας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

²Επίκουρος Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο

Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

ntouman@eled.auth.gr

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία περιγράφουμε μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για την εκτίμηση των επιπέδων θορύβου σε αίθουσες διδασκαλίας με τη χρήση εργαλείων Φυσικού Υπολογισμού. Με δεδομένο ότι η ηχορύπανση επηρεάζει πολλαπλώς τη μαθησιακή διαδικασία, είναι απαραίτητη η κατανόηση του προβλήματος από τους φοιτητές - μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, ο προσδιορισμός της έκτασής του με τη χρήση συστημάτων που θα σχεδιαστούν και υλοποιηθούν από τους ίδιους, όπως και η λήψη μέτρων για τον περιορισμό του. Οι δραστηριότητες που προτείνουμε εντάσσονται στη διαθεματική εκπαιδευτική προσέγγιση STEM και είναι συνδυασμός Φυσικής, ΤΠΕ και Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Για την αποτίμηση της επιτυχίας της προτεινόμενης ΔΜΑ θα ακολουθηθεί η καθιερωμένη μεθοδολογία ποσοτικής έρευνας (pretest και posttest).

Λέξεις κλειδιά: θόρυβος, αίθουσες διδασκαλίας, φυσικός υπολογισμός, διδακτική μαθησιακή ακολουθία

Design of a Learning Teaching Sequence for the estimation of noise levels in classrooms using Physical Computing Tools

Abstract

In this paper, we describe a Teaching Learning Sequence for the assessment and mitigation of noise levels in classrooms using Physical Computing tools. Given that noise pollution affects the learning process in many ways, it is essential for students - future teachers to understand the problem, to determine its extent using systems that will be designed and implemented by them, as well as to take measures to limit it. The activities we propose are part of the interdisciplinary STEM educational approach and are a combination of Physics, ICT and Environmental Education. To assess the success of the proposed TLS, the established quantitative research methodology will be followed.

Keywords: noise, classrooms, physical computing, teaching learning sequence

Εισαγωγή

Ως ηχορύπανση ορίζουμε την τακτική έκθεση σε αυξημένα επίπεδα ήχου που μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία (<https://www.environmentalpollutioncenters.org/noise-pollution/>).

Η ηχορύπανση είναι περιβαλλοντική απειλή και μπορεί να συγκριθεί με τη ρύπανση του αέρα και των υδάτων (Wokekoro, 2020). Μπορεί να επιφέρει βλάβες στην ακοή, διαταραχές ύπνου, προβλήματα στο καρδιαγγειακό και στην ψυχική υγεία, μειωμένη απόδοση στην εργασία, αντικοινωνική συμπεριφορά και φυσικά, δυσκολίες στην προφορική επικοινωνία (Wokekoro, 2020).

Ο θόρυβος επηρεάζει αρνητικά τη λειτουργία της βραχυχρόνιας μνήμης των μαθητών, τις επιδόσεις στις εξετάσεις, ιδιαίτερα στο γλωσσικό μάθημα, ενώ δυσκολεύει πολύ την επικοινωνία διδασκόντων και διδασκόντων (Jiménez-Tejada et al., 2012). Ακόμη πιο σημαντικές είναι οι απώλειες στην ακουστική ικανότητα, που ανιχνεύονται δύσκολα και μπορεί να είναι παροδικές ή μόνιμες (Jiménez-Tejada et al., 2012).

Ένα από τα σημαντικά πεδία έρευνας στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών είναι ο σχεδιασμός η ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (Κατέρης, 2023). Με τον όρο ΔΜΑ εννοούμε ένα μικρής κλίμακας «πρόγραμμα σπουδών», που περιορίζεται σε μια ενότητα ή περιοχή εννοιών, το οποίο περιλαμβάνει δραστηριότητες μάθησης και διδασκαλίας οι οποίες αποτελούν αποτέλεσμα εμπειρικής έρευνας και είναι προσαρμοσμένες στη συλλογιστική των μαθητών (Méheut & Psillos, 2004). Έχουν προταθεί διάφορα θεωρητικά πλαίσια για το σχεδιασμό και ανάπτυξη των ΔΜΑ (Κατέρης, 2023).. Οι Méheut & Psillos (2004) διατυπώνουν την άποψη ότι οι εκπαιδευτικοί, κατά τον σχεδιασμό μίας ΔΜΑ, δεν είναι ανάγκη να ακολουθούν αυστηρά κάποιο προτεινόμενο πρότυπο, αλλά να λαμβάνουν υπόψη τους τόσο τις προτιμήσεις τους όσο και το συνολικό πλαίσιο εφαρμογής της (Κατέρης, 2023).

Φυσικός Υπολογισμός (Physical Computing) είναι ο δημιουργικός σχεδιασμός και η υλοποίηση διαδραστικών αντικειμένων τα οποία επικοινωνούν με το φυσικό περιβάλλον τους χρησιμοποιώντας αισθητήρες και ενεργοποιητές (Przybylla & Romeike, 2018). Στις δραστηριότητες του Φυσικού Υπολογισμού οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν δημιουργικές λύσεις προβλημάτων της καθημερινής ζωής (Sari et al., 2022). Επομένως μπορούν να απαντήσουν στο ερώτημα «Γιατί μου χρειάζεται αυτή η γνώση;» (Sari et al., 2022). Και ακριβώς η επίλυση πραγματικών προβλημάτων είναι ο σκοπός της εκπαιδευτικής πρότασης – μεθοδολογίας του STEM (Καλοβρέκτης κ.α., 2022).

Η μικροϋπολογιστική πλατφόρμα Arduino χαρακτηρίζεται από έναν μεγάλο βαθμό ευκολίας και χρησιμότητας. Οι εκπαιδευτικές μονάδες (πλακέτες) Arduino είναι χαμηλού κόστους, καλύπτουν ένα μεγάλο σύνολο εφαρμογών και υπάρχει πλούσια βιβλιογραφία και τεκμηρίωση για αυτές, όπως και ελεύθερα διαθέσιμο κώδικας (Καλοβρέκτης κ.α., 2022).

Έχοντας κατά νου τα παραπάνω πλεονεκτήματα του Arduino, η πλατφόρμα αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα Εργαστήρια Φυσικής. Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να συλλέξουν μετρήσεις με τη βοήθεια κατάλληλων αισθητήρων και να τα παραστήσουν γραφικά (Καλοβρέκτης κ.α., 2022). Η hands-on προσέγγιση διευκολύνει την εκμάθηση των βασικών αρχών της Φυσικής και την εφαρμογή τους στην καθημερινή ζωή (Chaudry, 2020).

Μεθοδολογία

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η εφαρμογή και η αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας (Méheut & Psillos, 2004) για τις βασικές έννοιες για τον θόρυβο, των επιδράσεων του στη μαθησιακή διαδικασία, τη λήψη σχετικών μετρήσεων σε αίθουσες διδασκαλίας και τη σύγκρισή τους με τα καθιερωμένα όρια.

Συμμετέχοντες/ουσες

Στην έρευνα θα συμμετάσχουν εθελοντικά 12 (περίπου) φοιτητές/τρες – μελλοντικοί/ες εκπαιδευτικοί, ενώ θα υπάρξει και μια ομάδα ελέγχου.

Ερευνητικά Ερωτήματα

Τα επιμέρους ερευνητικά ερωτήματα που θα επιδιώξουμε να απαντήσουμε με την εφαρμογή της προτεινόμενης ΔΜΑ είναι (Silva, 2020):

- Η προτεινόμενη ΔΜΑ επιτρέπει στους φοιτητές να συλλέγουν, αναλύουν και ερμηνεύουν τα περιβαλλοντικά δεδομένα που είναι απαραίτητα για την κατανόηση και τον μετριασμό της ηχορύπανσης;
- Συμβάλλει η χρήση των συστημάτων μετρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στην απόκτηση και εφαρμογή πληροφοριών για την επίλυση του προβλήματος της ηχορύπανσης;

Επίσης (Costa et al.,2023):

- Είναι σε θέση οι φοιτητές να κατανοήσουν την ανάγκη να λαμβάνουν υπόψη τα επίπεδα θορύβου στην καθημερινότητά τους;

Εργαλεία της Έρευνας. Η έρευνα θα είναι ποσοτική και θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση κατάλληλων ερωτηματολογίων που θα δομηθούν και με τη χρήση σχετικών πηγών από τη βιβλιογραφία.

Η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία

Παρακάτω αναλύονται οι φάσεις και τα στάδια της ΔΜΑ:

Α' φάση

PreTest: Στους φοιτητές δίνονται κατάλληλα ερωτηματολόγια για την ανίχνευση των πρότερων γνώσεων και στάσεων για το θέμα της ηχορύπανσης (Costa et al.,2023).

Β' Φάση:

Εφαρμογή της ΔΜΑ.

1. Προβληματισμός και ευαισθητοποίηση (διάρκεια 2 διδακτικές ώρες)

Συζήτηση για το πώς ο θόρυβος επηρεάζει την ψυχική υγεία και τη μαθησιακή διαδικασία. Χρήση εφαρμογών (apps) για κινητά τηλέφωνα για τη μέτρηση θορύβου. Δίνονται οι σχετικές έννοιες και ορισμοί καθώς και τα όρια ασφαλείας.

2. Σχεδιασμός και υλοποίηση της εφαρμογής (διάρκεια 4 διδακτικές ώρες)

Γνωριμία και εξοικείωση με τη μικροϋπολογιστική πλατφόρμα Arduino. Ο αισθητήρας ήχου (Συνδεσμολογία – Προγραμματισμός). Σχεδιασμός και υλοποίηση του «φαναριού του θορύβου» (Ανάβει πράσινο, κίτρινο, κόκκινο led ανάλογα με τα επίπεδα θορύβου).

3. Λήψη μετρήσεων (διάρκεια 4 διδακτικές ώρες)

Γίνονται μετρήσεις σε διάφορα σημεία των αιθουσών διδασκαλίας και σε διάφορες χρονικές στιγμές (παράδοση, ομαδική εργασία, διάλειμμα). Οπτικοποίηση. Αποστολή στο cloud.

4. Αποτίμηση των μετρήσεων (διάρκεια 2 διδακτικές ώρες)

Συζήτηση για τα επίπεδα θορύβου που μετρήθηκαν. Σύγκριση με τα όρια ασφαλείας. Συμπεράσματα. Συζήτηση για τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν προς μετριασμό του θορύβου.

Γ' Φάση

PostTest: Δίνονται κατάλληλα ερωτηματολόγια (στους φοιτητές που συμμετείχαν στην έρευνα και στην ομάδα ελέγχου) και μελετώνται τα αποτελέσματα.

Αναμενόμενα αποτελέσματα:

Μετά τη ΔΜΑ αναμένουμε ουσιαστική διαφορά μεταξύ των pre και postTest, όπως επίσης και σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Επομένως αναμένουμε καλύτερη κατανόηση των βασικών εννοιών, όπως και την κατανόηση του προβλήματος της ηχητικής ρύπανσης. Επίσης αναμένουμε την υιοθέτηση φιλοπεριβαλλοντικών στάσεων και συμπεριφορών. Τέλος αναμένουμε και βελτίωση των δεξιοτήτων που αφορούν τη χρήση των εργαλείων του Φυσικού Υπολογισμού (δεξιότητες σχεδιασμού μιας εφαρμογής).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η προτεινόμενη ΔΜΑ μπορεί με κατάλληλες τροποποιήσεις να εφαρμοστεί και για διδασκαλίες σχετικές με άλλα περιβαλλοντικά ζητήματα (π.χ. για τη ποιότητα του αέρα αιθουσών διδασκαλίας).

Βιβλιογραφία

- Κατέρης, Α., Τσούκος, Σ., Λάζος, Π., Τζαμαλής, Π., Βελέντζας, Α. (2023). Διδακτική μαθησιακή ακολουθία για εισαγωγική διδασκαλία στο εργαστήριο Φυσικής Λυκείου. *Πρακτικά 13ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, 703-711. <https://doi.org/10.12681/codiste.6826>
- Καλοβρέκτης, Κ., Ξανάκης, Α., Ψυχάρης, Σ., Σταμούλης, Γ. (2022). Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Αναπτυξιακές Πλατφόρμες Ρομποτικής και IoT, *Εκδόσεις Τζιόλα*
- Costa, M.C., Ferreira, C. A.F., Pinho, H.J.O. (2023). Physics of Sound to Raise Awareness for Sustainable Development Goals in the Context of STEM Hands-On Activities. *Sustainability*, 15(4), 3676 <https://doi.org/10.3390/su15043676>
- Chaudry, A. M. (2020). Using Arduino Uno Microcontroller to Create Interest in Physics. *The Physics Teacher*, 58, September 2020, 418-421 <https://doi.org/10.1119/10.0001841>
- Jiménez-Tejada, M.-P., Hódar ,J.A., González-García, F. (2012). Noise, what noise? Raising awareness of auditory health among future primary-school teachers. *Teaching and Teacher Education*, 28(8), 1083 – 1090. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.06.002>
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Przybylla, M., Romeike, R. (2018). Impact of Physical Computing on Learner Motivation. *Koli Calling '18: Proceedings of the 18th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, Article No.: 9, 1-10. <https://doi.org/10.1145/3279720.3279730>
- Sari, U., Pektas, H.M., Sen, O.F., Celik H. (2022). Algorithmic thinking development through physical computing activities with Arduino in STEM education. *Education and Information Technology*, 27:6669-6689 <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10893-0>
- Silva, M.J. (2021). Children’s practices with electronic sensors to understand and mitigate sound pollution in primary school. *Research in Science & Technology Education*, 41(1), 107-122. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1841150>
- Wokekoro, E. (2020). Public Awareness of the Impacts of Noise Pollution on Human Health. *World Journal of Research and Review*, Volume-10, Issue-6, June 2020.

Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία για την Ερμηνεία Γραφικών Παραστάσεων στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: Αποτελέσματα Πρώτου Επαναληπτικού Σχεδιασμού

Μαρίνα Τσαουσίδη¹ και Αναστάσιος Μολοχίδης²

¹Υποψήφια Διδάκτορας, ²Διατελέσας Αναπληρωτής Καθηγητής
Εργαστήριο Διδακτικής της Φυσικής και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας
Τμήμα Φυσικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
marina.tsaousidi@hotmail.com

Περίληψη

Η ερμηνεία γραφικών παραστάσεων αποτελεί κρίσιμη δεξιότητα του 21ου αιώνα, ωστόσο μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης εμφανίζουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόησή τους. Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάστηκε Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ) με βάση το μοντέλο της επαναληπτικής σχεδίασης. Στην εργασία παρουσιάζεται η πρώτη επαναληπτική σχεδίαση και εφαρμογή της ΔΜΑ, καθώς και οι τροποποιήσεις μεταξύ της αρχικής (ΔΜΑ0) και της αναθεωρημένης εκδοχής (ΔΜΑ1). Η ΔΜΑ1 εφαρμόστηκε σε τμήμα Α΄ Λυκείου (N=24) και αξιολογήθηκε μέσω ερωτηματολογίων pre–post και ποιοτικών δεδομένων παρατήρησης. Τα πρώτα ευρήματα υποδεικνύουν βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων και αναδεικνύουν τη συμβολή των πολλαπλών αναπαραστάσεων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων.

Λέξεις κλειδιά: γραφικές παραστάσεις, Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, εξελικτικός σχεδιασμός

Teaching Learning Sequence regarding the Interpretation of Graphs in Secondary Education: Insights from the First Implementation for Iterative Design

Abstract

The interpretation of graphs is a critical 21st-century skill; however, secondary school students often experience significant difficulties in understanding graphs. In this context, a Teaching–Learning Sequence (TLS) was designed following an iterative design framework. This paper presents the first iterative redesign and implementation of the TLS, as well as the main modifications introduced between the initial version (TLS0) and the revised one (TLS1). TLS1 was implemented in 1st Lyceum class (N=24) and evaluated using pre–post questionnaires and qualitative observation data. Initial findings indicate improved learning outcomes and highlight the contribution of multiple representations to the development of graph interpretation skills.

Keywords: graphs, Teaching Learning Sequence, iterative design

Εισαγωγή

Ο εγγραμματισμός στα διαγράμματα αποτελεί βασική δεξιότητα διαχείρισης δεδομένων του 21ου αιώνα και περιλαμβάνει την ανάγνωση, ερμηνεία, κατασκευή και τον μετασχηματισμό γραφικών παραστάσεων (Bursal & Yetiş, 2020). Σύμφωνα με τον Glazer (2011) η ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων χωρίζεται σε τρία επίπεδα. Το προπαρασκευαστικό επίπεδο (elementary comprehension level) το οποίο περιλαμβάνει τον εντοπισμό και την ανάγνωση συγκεκριμένων στοιχείων από το γράφημα, το ενδιάμεσο επίπεδο (intermediate comprehension level) στο οποίο οι

μαθητές/τριες καλούνται να αναγνωρίσουν τάσεις και σχέσεις μεταξύ των δεδομένων, και το προχωρημένο επίπεδο (advance comprehension level) όπου οι μαθητές/τριες πλέον πρέπει να γενικεύσουν, να προβλέψουν και να συγκρίνουν τα δεδομένα. Συχνά οι δεξιότητες αυτές συνδυάζονται και μπορούν να ερμηνευτούν ως “reading the data, reading between the data and reading beyond the data” (Friel & Bright, 1995).

Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες στην ερμηνεία των γραφικών παραστάσεων στη Φυσική έχουν καταγραφεί σε μεγάλο βαθμό στη βιβλιογραφία αναδεικνύοντας την ανάγκη ενίσχυσης των σχετικών δεξιοτήτων. Έρευνες καταγράφουν σημαντικές δυσκολίες στην αναγνώριση και κατανόηση των στοιχείων των διαγραμμάτων και στην μεταφορά της γνώσης που κατέχουν από το πεδίο των μαθηματικών σε γραφικές παραστάσεις στη Φυσική (Geyer & Kuske-Janßen, 2019; Planinic et al., 2019). Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών προτείνεται η χρήση τεχνολογικών μέσων καθώς φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στην κατανόηση των μαθητών/τριών ενισχύοντας την εμπλοκή και το ενδιαφέρον τους και υποστηρίζοντας τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ μαθηματικού και φυσικού κόσμου μέσω των πολλαπλών και ταυτόχρονων αναπαραστάσεων (Araujo et al., 2008; Kozhevnikov & Thornton, 2006). Στο πλαίσιο αυτό σχεδιάστηκε μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (DMA) που αξιοποιεί πολλαπλές αναπαραστάσεις για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ερμηνείας γραφικών παραστάσεων στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η βιβλιογραφία για την ερμηνεία γραφικών παραστάσεων επικεντρώνεται κυρίως στον εντοπισμό των δυσκολιών των μαθητών/τριών ή στην αξιολόγηση βραχυχρόνιων παρεμβάσεων, ενώ λιγότερη έμφαση φαίνεται να δίνεται στον σχεδιασμό και την επαναληπτική εξέλιξη ολοκληρωμένων διδακτικών προσεγγίσεων.

Οι DMA αποτελούν μεσαίας κλίμακας αναλυτικά προγράμματα διάρκειας μερικών εβδομάδων. Συνιστούν ταυτόχρονα ερευνητική δραστηριότητα και προϊόν (Méheut & Psillos, 2004; Psillos & Kariotoglou 2016). και συγκροτούνται από εγκυροποιημένες δραστηριότητες διδασκαλίας και μάθησης, προσαρμοσμένες στο επίπεδο των εκπαιδευόμενων. Αναπτύσσονται σταδιακά μέσω διαδοχικών εφαρμογών, στο πλαίσιο μιας διαρκώς εξελισσόμενης ερευνητικής διαδικασίας, όπου τα αποτελέσματα κάθε εφαρμογής αξιοποιούνται για τον εμπλουτισμό και την επαναδιαμόρφωσή τους. Η έρευνα δείχνει ότι οι DMA συμβάλλουν στην αντιμετώπιση εννοιολογικών δυσκολιών και στην ανάπτυξη βαθύτερης κατανόησης των επιστημονικών εννοιών, ενώ παράλληλα ενισχύουν δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η συνεργατικότητα, σε συμφωνία με τα σύγχρονα διεθνή πρότυπα (Kousloglou et al., 2023; Psillos et al., 2016).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση της πρώτης επαναληπτικής σχεδίασης και εφαρμογής της DMA που σχεδιάστηκε. Ερευνητικό ερώτημα αποτελεί το πώς οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν επηρέασαν τη διδακτική μαθησιακή διαδικασία. Συγκεκριμένα:

EE1: Ποια είναι η επίδραση της DMA1 στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών/τριών;

EE2: Πώς οι τροποποιήσεις της DMA επηρέασαν τη διδακτική διαδικασία και την εμπλοκή των μαθητών/τριών κατά την εφαρμογή της DMA1;

Μεθοδολογία

Η πιλοτική εφαρμογή της DMA (DMA0) πραγματοποιήθηκε σε τμήμα της Β΄ τάξης Γυμνασίου (N=9). Αν και τα αποτελέσματα δεν μπορούν να θεωρηθούν γενικεύσιμα (Τσαουσίδη & Μολοχίδης, 2024), εξήχθησαν ποιοτικά συμπεράσματα σχετικά με τον σχεδιασμό των δραστηριοτήτων. Με βάση τα συμπεράσματα αυτά, η DMA επανασχεδιάστηκε (Τσαουσίδη & Μολοχίδης, 2025), μέσω κατάλληλου μετασχηματισμού του περιεχομένου, με σκοπό την εφαρμογή της στην Α΄ τάξη του Λυκείου. Η αναθεωρημένη εκδοχή (DMA1) εφαρμόστηκε σε τμήμα της Α΄ Λυκείου του 2ου Πειραματικού Λυκείου Καλαμαριάς (N=24). Στο πλαίσιο του εξελικτικού σχεδιασμού της DMA, οι διαδοχικές εφαρμογές στοχεύουν και στη συλλογή δεδομένων από διαφορετικά μαθησιακά περιβάλλοντα για τη βελτίωση της διδακτικής προσέγγισης. Στο πλαίσιο αυτό, η DMA0 λειτούργησε ως πιλοτική εφαρμογή, ενώ η DMA1 αποτέλεσε αναθεωρημένη εκδοχή, προσαρμοσμένη σε διαφορετική βαθμίδα εκπαίδευσης. Η επιλογή της Β΄ Γυμνασίου επέτρεψε την πιλοτική διερεύνηση της λειτουργικότητας των

δραστηριοτήτων σε ένα περιβάλλον με περιορισμένη προηγούμενη εμπειρία των μαθητών/τριών με γραφικές παραστάσεις. Η εφαρμογή της ΔΜΑ1 στην Α΄ Λυκείου κρίθηκε καταλληλότερη, καθώς το αντίστοιχο γνωστικό πλαίσιο της κινηματικής και η μεγαλύτερη εξοικείωση των μαθητών/τριών με διαγράμματα επέτρεψαν ουσιαστικότερη εμπλοκή και αυθεντική εφαρμογή της διδακτικής προσέγγισης. Τα ποιοτικά δεδομένα της ΔΜΑ0 αξιοποιήθηκαν κυρίως για τη βελτίωση του σχεδιασμού της διδακτικής παρέμβασης και όχι για άμεση σύγκριση γνωστικών αποτελεσμάτων μεταξύ διαφορετικών δειγμάτων.

Γενικές τροποποιήσεις σε όλες τις ενότητες περιλαμβάνουν την αξιοποίηση ηλεκτρονικής πλατφόρμας για τις δραστηριότητες ανεστραμμένης τάξης και την αναθεώρηση της εφαρμογής του μοντέλου 5Ε. Συγκεκριμένα, τα πέντε στάδια του μοντέλου 5Ε διαρθρώνονται πλέον στο πλαίσιο μιας δραστηριότητας ανά ενότητα, αντί για πέντε δραστηριότητες ανά ενότητα, με στόχο τη μεγαλύτερη συνοχή της διδασκαλίας. Επιπλέον, από τις εντός τάξης δραστηριότητες αφαιρέθηκε το συνοδευτικό θεωρητικό κείμενο, περιορίζοντας την πληροφοριακή φόρτιση. Στον Πίνακα 1 καταγράφονται οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ της ΔΜΑ0 και της ΔΜΑ1 για κάθε ενότητα.

Πίνακας 1. Τροποποιήσεις από ΔΜΑ0 σε ΔΜΑ1

Ενότητες	Τροποποιήσεις	Αίτια & πηγές δεδομένων
Ενότητα 1	Εμπλουτισμός δραστηριοτήτων ανεστραμμένης τάξης με αξιοποίηση προσομοιώσεων (seilias.gr) και διαδραστικών βίντεο (EdPuzzle)	Ανάγκη κινητοποίησης του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών (από ΔΜΑ0)
	Μείωση ερωτήσεων που αφορούν τον εντοπισμό (φανερών) στοιχείων γραφικών παραστάσεων (π.χ. μέγεθος και μονάδες μέτρησης των μεγεθών που περιγράφονται από τους άξονες)	Διδακτικός μετασχηματισμός για την Α΄ τάξη του Λυκείου
Ενότητα 2	Αλλαγή δραστηριοτήτων ανεστραμμένης τάξης	Ανάγκη κινητοποίησης του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών (από ΔΜΑ0)
	Αφαίρεση της έννοιας του ρυθμού μεταβολής και της επιτάχυνσης, και μεταφορά τους σε ξεχωριστή ενότητα (ενότητα 3)	Δεδομένα από την ΔΜΑ0 έδειξαν ότι η ενότητα 2 ήταν αρκετά συμπυκνωμένη και δυσκόλευε ιδιαίτερα τους/τις μαθητές/τριες
	Προσθήκη της έννοιας του εμβαδού κάτω από την καμπύλη	Διδακτικός μετασχηματισμός για την Α΄ τάξη του Λυκείου
	Αξιοποίηση προσομοιώσεων για επιβεβαίωση απαντήσεων στις δραστηριότητες της τάξης	Ενίσχυση ενδιαφέροντος και εμπλοκής
Ενότητα 3 (ΔΜΑ1)	Δημιουργία ξεχωριστής ενότητας για τις έννοιες του ρυθμού μεταβολής και της επιτάχυνσης	Από την εφαρμογή της ΔΜΑ0 φάνηκε ότι οι συγκεκριμένες έννοιες απαιτούσαν μια ξεχωριστή ενότητα
Ενότητα 4	Αλλαγή δραστηριοτήτων ανεστραμμένης τάξης	Προσθήκη δραστηριότητας με περιεχόμενο από την καθημερινότητα ώστε να ενεργοποιηί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών
	Αντικατάσταση υπολογιστικών ερωτήσεων με ένα πρόβλημα όπου ζητούνται υπολογισμοί	Διδακτικός μετασχηματισμός για την Α΄ τάξη του Λυκείου
	Αξιοποίηση προσομοιώσεων για επιβεβαίωση απαντήσεων στις δραστηριότητες της τάξης	Ενίσχυση ενδιαφέροντος και εμπλοκής
Ενότητα 5	Εμπλουτισμός δραστηριοτήτων ανεστραμμένης τάξης με αξιοποίηση προσομοίωσης (seilias.gr)	Ενίσχυση διαδραστικότητας στις δραστηριότητες ανεστραμμένης τάξης
	Προσθήκη της έννοιας του εμβαδού κάτω από την καμπύλη	Διδακτικός μετασχηματισμός για την Α΄ τάξη του Λυκείου

Η ΔΜΑ1 υλοποιήθηκε σε 5 διδακτικές ώρες και οργανώθηκε σε 5 διακριτές ενότητες που αφορούσαν την ερμηνεία γραφικών παραστάσεων (εισαγωγή, γραφικές παραστάσεις κινηματικής, ρυθμός μεταβολής μεγέθους, τομή δύο ευθειών, διαδοχικές μεταβολές μεγέθους). Ο σχεδιασμός της βασίστηκε στη χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων και στην προσέγγιση της ανεστραμμένης τάξης.

Συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες μελετούσαν στο σπίτι ψηφιακό υλικό (διαδραστικά βίντεο, προσομοιώσεις και δραστηριότητες κατανόησης), ενώ ο χρόνος της τάξης αξιοποιήθηκε για διερευνητικές δραστηριότητες, συνεργατική επίλυση προβλημάτων και συζήτηση, με στόχο τη σύνδεση των γραφικών αναπαραστάσεων με τα αντίστοιχα φυσικά φαινόμενα και την ανάπτυξη δεξιοτήτων ερμηνείας.

Το ΕΕ1 απαντάται από την σύγκριση των αποτελεσμάτων των μαθητών/τριών στα ερωτηματολόγια προελέγχου (pre - test) και ελέγχου (post - test) χρησιμοποιώντας το εργαλείο στατιστικής ανάλυσης SPSS 26. Το εργαλείο pre-post αποτελούνταν από ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, οι οποίες αξιολογούσαν δεξιότητες ανάγνωσης και ερμηνείας γραφικών παραστάσεων, όπως ο εντοπισμός βασικών στοιχείων, η κατανόηση των σχέσεων μεταξύ μεταβλητών και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Τα ερωτήματα σχεδιάστηκαν με βάση ευρήματα της σχετικής βιβλιογραφίας σχετικά με τις δυσκολίες των μαθητών/τριών στην ερμηνεία γραφικών παραστάσεων. Για την απάντηση του ΕΕ2 πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση δεδομένων από παρατηρήσεις, σχόλια του εκπαιδευτικού και αλληλεπιδράσεις των μαθητών/τριών, με στόχο τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι τροποποιήσεις συνέβαλαν στη βελτίωση της διδακτικής μαθησιακής διαδικασίας. Η ποιοτική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με κωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών.

Πιο συγκεκριμένα, στη συνέχεια αναλύονται ενδεικτικά κάποιες από τις αλλαγές στον διδακτικό μετασχηματισμό που πραγματοποιήθηκε μεταξύ των δύο βαθμίδων εκπαίδευσης. Στην πιλοτική εφαρμογή (DMA0) η έννοια του ρυθμού μεταβολής εντάχθηκε σε ποιοτικό επίπεδο, παρότι δεν ανήκει στη διδακτέα ύλη της Β΄ Γυμνασίου, λόγω του κεντρικού της ρόλου στην ερμηνεία της κλίσης και στη σύνδεση γραφικών παραστάσεων με τις μεταβολές των μεγεθών. Τα δεδομένα της DMA0 οδήγησαν στην αναδιοργάνωσή της σε διακριτή ενότητα στη DMA1 ώστε να υποστηριχθεί συστηματικότερα η κατανόηση της έννοιας στο πλαίσιο της ερμηνείας γραφικών παραστάσεων. Στις δραστηριότητες της DMA0 που αφορούσαν την 2η ενότητα υπήρχαν ερωτήσεις υπολογισμού της κλίσης ευθείας μαθηματικών διαγραμμάτων και στη συνέχεια διαγραμμάτων Φυσικής συνοδευόμενες με την απαραίτητη θεωρία. Μέσα από την εφαρμογή της DMA0 έγινε φανερό ότι το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών χανόταν και δεν αφιέρωναν χρόνο στην μελέτη της θεωρίας. Για τον λόγο αυτό, και θεωρώντας ότι οι μαθητές/τριες του Λυκείου είναι περισσότερο εξοικειωμένοι με απλούς υπολογισμούς κλίσης ευθειών, στον επανασχεδιασμό της DMA η θεωρία περιορίστηκε σε σύντομα σχόλια μεταξύ των ερωτήσεων και περιορίστηκε και ο αριθμός των απλών υπολογιστικών ερωτήσεων. Μια ακόμη σημαντική προσθήκη στη DMA1 είναι η ερμηνεία του εμβαδού κάτω από την καμπύλη στα διαγράμματα κινηματικής. Στις τάξεις του Γυμνασίου (DMA0) θεωρήθηκε ότι μπορεί να παραληφθεί για την ελάφρυνση του υλικού και του γνωστικού φόρτου για τους/τις μαθητές/τριες. Στις τάξεις του Λυκείου όμως, καθώς περιλαμβάνεται και στην διδακτέα ύλη της Α΄ Λυκείου, έπρεπε να ενταχθεί ώστε το υλικό να θεωρείται ολοκληρωμένο. Οι μαθητές/τριες καλούνται να υπολογίσουν το εμβαδόν κάτω από μια γραφική παράσταση, με τις κατάλληλες μονάδες μέτρησης, και στη συνέχεια να εξαγάγουν συμπεράσματα για το ποιο φυσικό μέγεθος μπορεί να περιγράψει. Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν στις δραστηριότητες ανεστραμμένης τάξης αφορούν την προσθήκη περισσότερων διαδραστικών στοιχείων μέσω της πλατφόρμας open e-class demo καθώς και την αξιοποίηση των προσομοιώσεων από τους/τις μαθητές/τριες.

Αποτελέσματα

Τα πρώτα ευρήματα από την εφαρμογή της DMA1 υποδεικνύουν βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών/τριών και αναδεικνύουν τη συμβολή των πολλαπλών αναπαραστάσεων στη διδακτική προσέγγιση της ερμηνείας γραφικών παραστάσεων. Τα ποιοτικά δεδομένα έδειξαν ότι η αξιοποίηση των προσομοιώσεων ενίσχυσε την ενεργή εμπλοκή των μαθητών/τριών, ενώ η χρήση πολλαπλών αναπαραστάσεων υποστήριξε την εννοιολογική κατανόηση και τη σύνδεση των γραφικών παραστάσεων με το φαινόμενο που περιγράφουν. Από την εφαρμογή της DMA1 αναδείχθηκε ότι η έννοια της αρνητικής κλίσης παραμένει απαιτητική ακόμη και για μαθητές/τριες της Α΄ Λυκείου, εύρημα που θα αξιοποιηθεί σε επόμενους κύκλους εξελικτικού

σχεδιασμού. Τα πλήρη αποτελέσματα και η αναλυτική συζήτηση θα παρουσιαστούν στο πλαίσιο του συνεδρίου.

Βιβλιογραφία

- Τσαουσίδη, Μ., & Μολοχίδης, Α. (2024). Σχεδίαση & ανάπτυξη διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας για την καλλιέργεια δεξιοτήτων κατανόησης γραφικών παραστάσεων. Στο *Πρακτικά 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. (Υπό δημοσίευση).
- Τσαουσίδη, Μ., & Μολοχίδης, Α. (2025). Αξιοποίηση Πολλαπλών Αναπαραστάσεων για την Ανάπτυξη Υλικού Ερμηνείας Γραφικών Παραστάσεων. Στο *Πρακτικά 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*. (Υπό δημοσίευση).
- Araujo, I. S., Veit, E. A., & Moreira, M. A. (2008). Physics students' performance using computational modelling activities to improve kinematics graphs interpretation. *Computers & Education*, 50(4), 1128-1140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.004>
- Bursal, M., & Yetiş, S. (2020). Middle school students' graph skills and affective states about graphs. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(4), 692-704. <https://doi.org/10.46328/ijres.v6i4.1136>
- Friel, S. N., & Bright, G. W. (1995). *Graph Knowledge: Understanding How Students Interpret Data Using Graphs*. <https://eric.ed.gov/?id=ED391661>
- Geyer, MA., Kuske-Janßen, W. (2019). Mathematical Representations in Physics Lessons. Στο: G. Pospiech, M. Michelini, B.S. Eylon. (Επιμ.) *Mathematics in Physics Education*. Springer, Cham. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-04627-9_4
- Glazer, N. (2011). Challenges with graph interpretation: A review of the literature. *Studies in science education*, 47(2), 183-210. <https://doi.org/10.1080/03057267.2011.605307>
- Kousloglou, M., Petridou, E., Molohidis, A., & Hatzikraniotis, E. (2023). Assessing students' awareness of 4cs skills after mobile-technology-supported inquiry-based learning. *Sustainability*, 15(8), 6725. <https://doi.org/10.3390/su15086725>
- Kozhevnikov, M., & Thornton, R. (2006). Real-time data display, spatial visualization ability, and learning force and motion concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 111-132. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-0361-0>
- Méheut, M., & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614762>
- Planinic, M., Susac, A., Ivanjek, L., Milin Šipuš, Ž. (2019). Comparing Student Understanding of Graphs in Physics and Mathematics. Στο: G. Pospiech, M. Michelini, B.S. Eylon. (Επιμ.) *Mathematics in Physics Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04627-9_10
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching-learning sequences. Στο D. Psillos, & P. Kariotoglou (επιμ.) *Iterative design of teaching-learning sequences*, 11-34. Springer. http://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2
- Psillos, D., Molohidis, A., Kallery, M., Hatzikraniotis, E. (2016). The Iterative Evolution of a Teaching-Learning Sequence on the Thermal Conductivity of Materials. Στο: D., Psillos, P., Kariotoglou (Επιμ.) *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences*, 287-329. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_11

Η Διερεύνηση της οικοδόμησης εννοιολογικού πλαισίου για φαινόμενα αστρονομίας σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέσω αφηγηματικών Επιτραπέζιων Παιχνιδιών Ρόλων (TTRPGs).

Σοφία Φίλη¹, Ιωάννης Σταράκης² και Παναγιώτης Παντίδος³

¹Υποψήφια Διδάκτορας, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

²Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (Ε.ΔΙ.Π.), Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

³Επίκουρος καθηγητής, Τμήμα Εκπαίδευσης και Αγωγής στην Προσχολική Ηλικία, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

sophia.fili999@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη δυνατότητα αξιοποίησης των Αφηγηματικών Επιτραπέζιων Παιχνιδιών Ρόλων (Tabletop Role-Playing Games - TTRPGs) ως παιδαγωγικού εργαλείου για τη διδασκαλία εννοιών Φυσικών Επιστημών στην προσχολική εκπαίδευση. Συγκεκριμένα, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η μεθοδολογία εφαρμογής μιας Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας (DMA), η οποία στοχεύει στη διερεύνηση της εννοιολογικής κατανόησης αστρονομικών φαινομένων από νήπια. Η προτεινόμενη εφαρμογή συνδυάζει τη συνεργατική αφήγηση και παιγνιώδεις μηχανισμούς. Μέσω της μεθοδολογίας του Διδακτικού Πειράματος (Teaching Experiment), η έρευνα επιδιώκει να διερευνήσει τον ρόλο των μηχανισμών των TTRPG ως γνωστικών εργαλείων υποστήριξης της μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: Αστρονομία, Αφήγηση, Διδακτικό Πείραμα, TTRPGs

Investigating the Understanding of Astronomy Concepts in Preschool Children through Tabletop Role-Playing Games (TTRPGs).

Abstract

The present study examines the potential use of narrative driven Tabletop Role-Playing Games (TTRPGs) as a pedagogical tool for teaching Science concepts in early childhood education. Specifically, it presents the design and methodology of a Teaching-Learning Sequence (TLS) aimed at investigating young children's conceptual understanding of basic astronomical phenomena. The intervention combines collaborative storytelling and the use of game mechanics. Through the methodology of the Teaching Experiment, the study seeks to explore the role of TTRPG mechanics as cognitive tools that support learning.

Keywords: Astronomy, Narrative, Teaching Experiment, TTRPGs

Εισαγωγή

Στην προσχολική εκπαίδευση, το Παιχνίδι και η Αφήγηση αποτελούν κεντρικούς πυλώνες μάθησης, γεφυρώνοντας τις καθημερινές εμπειρίες με τις έννοιες των φυσικών επιστημών (Cho, 2021). Η εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες σε αυτή την ηλικία οφείλει να υποστηρίξει τη διερεύνηση, ενσωματώνοντας επιστημονικές πρακτικές σε εμπειρίες βασισμένες στο παιχνίδι (Larimore, 2020). Παρά τη σημασία τους, η συνδυαστική αξιοποίηση αφήγησης και παιχνιδιού στη διδασκαλία φυσικών επιστημών σε δομημένα πλαίσια, όπως τα Επιτραπέζια Παιχνίδια Ρόλων (TTRPGs), παραμένει ερευνητικά περιορισμένη (Prager, 2019). Η παρούσα εργασία εστιάζει στον σχεδιασμό μιας

Διδακτικής Ακολουθίας (DMA) με τη μορφή TTRPG για τη διδασκαλία Αστρονομικών φαινομένων σε μαθήτριες/τές προσχολικής ηλικίας.

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η αφήγηση κατέχει κεντρικό ρόλο στις γνωστικές διεργασίες και λειτουργεί ως βασικός μηχανισμός οργάνωσης της ανθρώπινης σκέψης (Hadzigeorgiou, 2016). Στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, η αφήγηση ιστοριών καθιστά τις αφηρημένες έννοιες προσιτές και ενισχύει τη συναισθηματική εμπλοκή (Klassen & Froese-Klassen, 2014). Ταυτόχρονα, το παιχνίδι αναγνωρίζεται ως ένα από τα πιο κρίσιμα εργαλεία μάθησης στην προσχολική ηλικία, καθώς λειτουργεί ως «μέσο» που γεφυρώνει τις καθημερινές εμπειρίες με τις επιστημονικές έννοιες (Cho, 2021).

Τα TTRPGs συνδυάζουν τα δύο αυτά στοιχεία, αποτελώντας μια ιδιαίτερη μορφή παιχνιδιού όπου οι συμμετέχοντες αναλαμβάνουν ρόλους φανταστικών χαρακτήρων και αλληλεπιδρούν εντός μιας αφήγησης που συντονίζεται από έναν Διαχειριστή Παιχνιδιού (Game Master-GM). Ο όρος "παιχνίδι ρόλων" χαρακτηρίζει μια μορφή παιχνιδιού όπου οι συμμετέχοντες υιοθετούν και αναπαριστούν ρόλους μέσα σε ένα φανταστικό πλαίσιο. Τα TTRPGs αντιπροσωπεύουν πιο οργανωμένη μορφή αυτού με καθορισμένους κανόνες και πλαίσιο (Zagal & Deterding, 2018). Αν και τα συστήματα κανόνων που χρησιμοποιούνται ποικίλουν, οι βασικοί μηχανισμοί (game mechanics) που αναγνωρίζονται στη βιβλιογραφία είναι: η χρήση «φύλλου χαρακτήρα» (έντυπο καταγραφής ρόλου και επιτευγμάτων), διαχωρισμός του παιχνιδιού σε συνεδρίες, επίλυση προκλήσεων μέσω τυχαιότητας (π.χ. ζάρια), μηχανισμοί προόδου (π.χ. πόντοι εμπειρίας), διαχείριση πόρων (π.χ. πόντοι ζωής) και αξιοποίηση αφήγησης (Zagal & Deterding, 2018). Για την προτεινόμενη εφαρμογή στο νηπιαγωγείο, επιλέχθηκαν και προσαρμόστηκαν συγκεκριμένοι μηχανισμοί:

-Αφηγηματική Αποστολή (Narrative Quest): Μια κεντρική ιστορία δίνει νόημα και κατεύθυνση στις επιστημονικές προκλήσεις.

-Φύλλο Χαρακτήρα: Χρησιμοποιείται για την καταγραφή της προόδου και την ενίσχυση της ταύτισης του συμμετέχοντα με τον ρόλο. Στην παρούσα παρέμβαση λειτουργεί ως οπτικό εργαλείο, στο οποίο οι μαθήτριες/τές τοποθετούν τα «Στοιχεία Απόδειξης», καθιστώντας ορατή την εξέλιξη της έρευνάς τους.

-Χρήση Συνεδριών: Η οργάνωση του παιχνιδιού σε διακριτές συνεδρίες επιτρέπει τη σταδιακή εξέλιξη της πλοκής και τη διατήρηση του ενδιαφέροντος, διευκολύνοντας τον αναστοχασμό μεταξύ των φάσεων της ιστορίας.

-Στοιχεία Απόδειξης: Οι παίκτριες/τές τα συλλέγουν μετά την επιτυχή ολοκλήρωση δραστηριοτήτων. Ως φυσικά αντικείμενα που μπορούν να κρατηθούν και να εκτεθούν, προσφέρουν αίσθηση επιτεύγματος, οπτικοποιούν την πρόοδο και λειτουργούν ως ενίσχυση στο επίπεδο εμπύθισης που βασίζεται στην πρόκληση (Ermi & Mäyrä, 2005).

-Κάρτες Ταξιδιού: Μηχανισμός διαχείρισης πόρων όπου οι παίκτριες/τές επιλέγουν τον ρυθμό του ταξιδιού, επηρεάζοντας τη ροή της ιστορίας. Η χρήση τους ενισχύει την αυτενέργεια (agency) και την αίσθηση ότι οι επιλογές έχουν συνέπειες (Adipat et al., 2021).

Τέλος, η αστρονομία επιλέχθηκε ως θεματικό πεδίο εφαρμογής καθώς όπως επισημαίνουν οι Callanan et al. (2019) βρίσκεται στα τρία πιο συχνά θέματα που αναδύονται στις συζητήσεις νηπίων και γονέων. Παράλληλα, η κίνηση και η εμφάνιση ουρανίων σωμάτων είναι εμπειρίες κοινές για τα παιδιά παγκοσμίως και μπορούν να λειτουργήσουν ως αφετηρία για την ανάπτυξη ιδεών και ερωτημάτων, αποτελώντας γόνιμο υπόβαθρο για τον σχεδιασμό μαθησιακών εμπειριών που υποστηρίζουν τη σταδιακή εννοιολογική εξέλιξη προς επιστημονικά ακριβέστερα νοητικά μοντέλα (Starakis & Halkia, 2025).

Μεθοδολογία

Η αξιοποίηση TTRPGs στην εκπαίδευση απαιτεί έναν συστηματικό τρόπο οργάνωσης της μαθησιακής εμπειρίας. Στο πλαίσιο αυτό η χρήση του πλαισίου της Διδακτικής-Μαθησιακής Ακολουθίας (DMA)

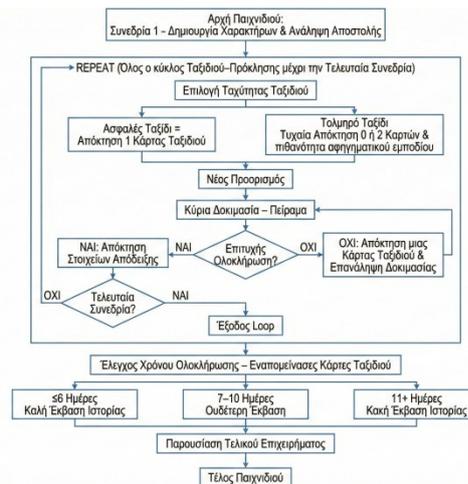
μπορεί να λειτουργήσει ως ένα ερευνητικά τεκμηριωμένο μοντέλο οργάνωσης της διδασκαλίας και μάθησης, το οποίο δομεί τη μαθησιακή εμπειρία μέσα από διαδοχικές φάσεις σχεδιασμού, εφαρμογής και αναστοχασμού, με στόχο τη σταδιακή οικοδόμηση εννοιολογικού πλαισίου συγκεκριμένων φαινομένων (Psillos & Kariotoglou, 2016). Η παρούσα έρευνα υιοθετεί παράλληλα τη μεθοδολογία του Διδακτικού Πειράματος. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει τη μελέτη εις βάθος των αντιλήψεων και γενικότερα των διαδικασιών μάθησης των εκπαιδευόμενων. Εφαρμόζεται σε μικρές ομάδες 2–4 μαθητριών/τών, διευκολύνοντας την αναλυτική αποτύπωση των γνωστικών διεργασιών σε πραγματικό χρόνο. Συγχρόνως η κυκλική διαδικασία που υιοθετείται (σχεδιασμός–εφαρμογή–ανάλυση–επανασχεδιασμός) επιτρέπει την προσαρμογή των επόμενων παρεμβάσεων στις μαθησιακές ανάγκες των εκπαιδευόμενων (Komorek & Duit, 2004). Οι δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκονται οι μαθήτριες/τες ακολουθούν τη δομή του ΡΕΟΕ (*Predict – Explain – Observe – Explain*). Η υιοθέτηση του ΡΕΟΕ εντάσσεται οργανικά στη δομή του Διδακτικού Πειράματος, καθώς όπως επισημαίνουν οι Valkanou et al. (2024), οι φάσεις πρόβλεψης, αιτιολόγησης, και παρατήρησης αποτελούν βασικούς μηχανισμούς του εν λόγω μεθοδολογικού εργαλείου και λειτουργούν ως συστηματικό πλαίσιο ανάδειξης και επεξεργασίας των ιδεών των μαθητριών/τών.

Αναφορικά με την εστίαση σε φαινόμενα αστρονομίας, έρευνες στη διδακτική της αστρονομίας στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία (4–6 ετών) τα τελευταία 20 χρόνια παρουσιάζουν ποικιλία στα θέματα που ερευνούν, με την εναλλαγή ημέρας–νύχτας, τα βασικά χαρακτηριστικά ουρανίων σωμάτων (Lewis & Plummer, 2025) και το σχήμα της γης (Jelinek, 2024) να βρίσκονται στο επίκεντρο. Οι Fokides & Samioti (2023) τονίζουν ότι η εισαγωγή τέτοιων θεμάτων από την προσχολική ηλικία είναι παιδαγωγικά κρίσιμη, καθώς ενεργοποιεί προϋπάρχουσες γνωστικές δομές, ενισχύει τη δημιουργικότητα και συμβάλλει στην οικοδόμηση νέας γνώσης μέσω παρεμβάσεων συνδεδεμένων με τα ενδιαφέροντα των παιδιών. Σημειώνεται, ωστόσο, ότι η παρούσα περιγραφή εστιάζει στη μεθοδολογική δομή και όχι στο εξειδικευμένο περιεχόμενο, δεδομένου του πρώιμου σταδίου της έρευνας. Στη συνέχεια παρουσιάζεται εν συντομία η δομή της προτεινόμενης ΔΜΑ ως ένα αφηγηματικό επιτραπέζιο παιχνίδι ρόλων (TTRPG), σχεδιασμένη για τη διδασκαλία βασικών αστρονομικών φαινομένων:

1. Έναρξη Παιχνιδιού (Συνεδρία 1): Εισαγωγή στο αφηγηματικό πλαίσιο, δημιουργία των χαρακτήρων και την ανάληψη μιας αποστολής. Σε αυτή τη φάση οι μαθήτριες/τές γνωρίζουν τον ρόλο τους ως ερευνητές, αναδύονται οι αρχικές τους αντιλήψεις και εντάσσονται στην ιστορία που θα καθοδηγήσει όλη τη μαθησιακή διαδικασία.
2. Φάση Ταξιδιού: Στην αρχή κάθε νέας συνεδρίας, αποφασίζεται ο ρυθμός του ταξιδιού τους επιλέγοντας διαδρομή. Η τελική έκβαση της ιστορίας εξαρτάται από τις Κάρτες Ταξιδιού που θα συγκεντρωθούν. Το Τολμηρό Ταξίδι προσφέρει πιθανώς ταχύτερη διαδρομή αλλά εμπεριέχει ρίσκο: οι παίκτριες/τες επιλέγουν μία από δύο κλειστές κάρτες, που οδηγεί είτε σε άμεση άφιξη (κόστος 0 κάρτες) είτε σε διήμερη καθυστέρηση (2 κάρτες). Αντίθετα, το Ασφαλές Ταξίδι εξασφαλίζει ομαλή πορεία με σταθερό κόστος 1 κάρτας. Ο μηχανισμός του ταξιδιού αποσκοπεί στην ενίσχυση της εμπλοκής, εισάγοντας ένα διαχειρίσιμο «εμπόδιο» ταχύτητας και ρίσκου. Έχει σχεδιαστεί για να δημιουργεί διακλαδούμενες αφηγηματικές πορείες με κάθε επιλογή να οδηγεί τις/τους μαθήτριες/τές σε διαφορετικό αφηγηματικό πλαίσιο (π.χ. διαφορετικά χωριά ή τοποθεσίες με ξεχωριστά προβλήματα), ενώ η κύρια πρόκληση παραμένει κοινή για όλους. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθήτριες/τές βιώνουν αυτενέργεια και ιδιοκτησία στη δράση (Adípat et al., 2021).
3. Φάση Κύριας Πρόκλησης: Κατά την άφιξη σε κάθε νέα τοποθεσία, οι παίκτριες/τες αντιμετωπίζουν την κύρια πρόκληση (Educational Task) της συνεδρίας, μια διερευνητική δραστηριότητα βασισμένη στο μοντέλο ΡΕΟΕ. Η επιτυχής ολοκλήρωση αποφέρει υλικά για μελλοντικά πειράματα και, σε κρίσιμες στιγμές, ένα από τα «Στοιχεία Απόδειξης» που απαιτούνται για την ολοκλήρωση του παιχνιδιού. Σε περίπτωση αποτυχίας, προστίθεται μία Κάρτα Ταξιδιού (καθυστέρηση μιας ημέρας στα πλαίσια της αφήγησης) και οι παίκτριες/τες καλούνται να ολοκληρώσουν ένα εναλλακτικό πείραμα πριν συνεχίσουν.

4. Τελική Φάση (Endgame): Εάν υπάρχουν περισσότερες συνεδρίες, ο κύκλος επαναλαμβάνεται με νέα τοποθεσία, νέα αφήγηση και νέο πείραμα. Όταν ολοκληρωθούν όλες οι συνεδρίες, η ομάδα προχωρά στην τελική φάση. Στα πλαίσια της αφήγησης οι παίκτριες/τες επιστρέφουν στην αρχική τοποθεσία της ιστορίας. Ο χρόνος άφιξής τους επηρεάζει την τελική έκβαση της ιστορίας. Στην τελική πρόκληση, καλούνται να παρουσιάσουν και να συνθέσουν όλα τα “Στοιχεία Απόδειξης” που συγκέντρωσαν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, προκειμένου να κατασκευάσουν ένα συνεκτικό επιστημονικό επιχειρήμα και να παρέχουν λύση στο πρόβλημα που τους έχει παρουσιαστεί.

Εικόνα 1. Διάγραμμα δομής TTRPG.



Συζήτηση – Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Η παρούσα εργασία στοχεύει στη διερεύνηση της αξιοποίησης των TTRPGs ως γνωστικού εργαλείου, μέσω της τεκμηρίωσης μιας Διδακτικής Ακολουθίας στο πλαίσιο του Διδακτικού Πειράματος. Για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, αναφορικά με την γνωστική εξέλιξη των νηπίων προβλέπεται η εφαρμογή pre-post test στα πλαίσια ημι-δομημένης συνέντευξης. Επιπλέον οι συνεδρίες της ΔΜΑ θα βιντεοσκοπηθούν και θα εφαρμοστεί πολυτροπική ανάλυση για τη διερεύνηση του τρόπου συνδυασμού διαφορετικών σημειωτικών πόρων (λόγου, ιχνογραφημάτων, χειρονομιών) στην παραγωγή νοήματος (Wilmes & Siry, 2021· Xu et al., 2021), εστιάζοντας στη χρήση υλικών και συμβόλων του παιχνιδιού από τα παιδιά για την υποστήριξη των εξηγήσεών τους και στον ρόλο της δομής της αφήγησης και των προκλήσεων του παιχνιδιού στην ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης. Τέλος θα αξιολογηθεί το επίπεδο εμπλοκής των μαθητριών/τών μέσω ανάλυσης των βιντεοσκοπήσεων των συνόδρων με τη χρήση ρούμπρικας παρατήρησης (Smith, 2018). Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα εστιάζουν στην καταγραφή της μετάβασης των νηπίων από διαισθητικές αντιλήψεις σε συνεκτικότερα πρόδρομα μοντέλα που υποστηρίζουν τη σταδιακή οικοδόμηση επιστημονικά συμβατών αναπαραστάσεων (Ravanis, 2020), καθώς και στην ανάλυση του τρόπου με τον οποίο οι παιγνιώδεις μηχανισμοί και η αφήγηση υποστηρίζουν το κίνητρο εμπλοκής και τη συγκρότηση επιστημονικών εξηγήσεων.

Βιβλιογραφία

- Adipat, S., Laksana, K., Busayanon, K., Asawasowan, A., & Adipat, B. (2021). Engaging students in the learning process with game-based learning: The fundamental concepts. *International Journal of Technology in Education*, 4(3), 542–552. <https://doi.org/10.46328/ijte.169>
- Lewis, H., & Plummer, J. D. (2025). Spatial thinking in early childhood: Findings from astronomy museum programs. *International Journal of Science Education, Part B*, 15(4), 630–648. <https://doi.org/10.1080/21548455.2025.2469825>

- Callanan, M. A., Shirefley, T. A., Castañeda, C. L., & Jipson, J. L. (2019). Young children's ideas about astronomy. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, 6(2), 45–58. <https://doi.org/10.19030/jaese.v6i2.10339>
- Cho, K. (2021). *How do young children learn science through narrative, embodiment, and play?* (Doctoral dissertation, The Pennsylvania State University). <https://etda.libraries.psu.edu/catalog/18826kuc64>
- Ermi, L., & Mäyrä, F. (2005). Fundamental components of the gameplay experience: Analysing immersion. In S. de Castell & J. Jenson (Eds.), *Worlds in play: International perspectives on digital games research* (pp. 37–53). Peter Lang. <https://doi.org/10.26503/dl.v2005i1.119>
- Fokides, E., & Samioti, A. (2023). Teaching the seasons of the year to kindergarten students using desktop virtual reality: A comparative study. *Qeios*. <https://doi.org/10.32388/IBDUBX>
- Hadzigeorgiou, Y. (2016). *Imaginative science education: The central role of imagination in science education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29526-8>
- Jelinek, J. A. (2024). From the spherical Earth model to the globe: The effectiveness of a planetary model-building intervention. *Education Sciences*, 14(7), 761. <https://doi.org/10.3390/educsci14070761>
- Klassen, S., & Klassen, C. F. (2014). The role of interest in learning science through stories. *Interchange*, 45(2), 133–151. <https://doi.org/10.1007/s10780-014-9224-4>
- Larimore, R. A. (2020). Preschool science education: A vision for the future. *Early Childhood Education Journal*, 48(6), 703–714. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01033-9>
- Prager, R. H. P. (2019). Exploring the use of role-playing games in education. *Master of Teaching Research Journal*, 2, 1–15. <https://mtrj.library.utoronto.ca/index.php/mtrj/article/view/29606/25764>
- Psillos, D., & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical issues related to designing and developing teaching–learning sequences. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative design of teaching–learning sequences: Improving science education in an era of reform* (pp. 23–46). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2
- Ravanis, K. (2020). Precursor models of the physical sciences in early childhood education students' thinking. *Science Education Research and Praxis*, 76, 24–31. <https://www.researchgate.net/publication/345693326>
- Smith, P. (2018). *Examining the multidimensional nature of engagement: The development of the Multidimensional Engagement Rubric (MER)* (Doctoral dissertation, University of Maryland, College Park). University of Maryland Digital Repository. <https://doi.org/10.13016/M2BZ61C20>
- Starakis, I. M., & Halkia, K. (2025). Fifth grade students' learning processes of the sun's apparent motion: From observation to constructing the underlying motion. In M. Athanasekou & A. Zagorianakos (Eds.), *Project-based learning, competency-based assessments, and experiential education for modern learners* (pp. 191–224). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/978-8-3373-4957-2.ch007>
- Zagal, J. P., & Deterding, S. (Eds.). (2018). *Role-playing game studies: Transmedia foundations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315637532>
- Komorek, M., & Duit, R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619–633. <https://doi.org/10.1080/09500690310001614717>
- Valkanou, E.-M., Starakis, I., & Zoupidis, A. (2024). Design, development, implementation, and evaluation of a teaching–learning sequence on heat conduction. *Education Sciences*, 14(11), 1149. <https://doi.org/10.3390/educsci14111149>
- Wilmes, S. E. D., & Siry, C. (2021). Multimodal interaction analysis: A powerful tool for examining plurilingual students' engagement in science practices. *Research in Science Education*, 51, 71–91. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09977-z>
- Xu, L., van Driel, J., & Healy, R. (2021). A multi-layered framework for analyzing primary students' multimodal reasoning in science. *Education Sciences*, 11(12), Article 758. <https://doi.org/10.3390/educsci11120758>

Διερεύνηση Απόψεων και Πρόθεσης Αξιοποίησης Εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης από Εκπαιδευτικούς Φυσικών Επιστημών

Ελένη Φιλippoύση¹ και Ιωάννης Λεύκος²

¹ Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Σχολή Κοινωνικών και Ανθρωπιστικών Επιστημών,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

²ΕΔΙΠ, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
lena.filippousi@gmail.com

Περίληψη

Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση παρουσιάζει προκλήσεις, σχετικά με τη διασφάλιση ανάπτυξης απαραίτητων ικανοτήτων από τους εκπαιδευτικούς για υπεύθυνη χρήση της στη μετασχηματίζουσα σύγχρονη εκπαίδευση. Έχοντας ως στόχο τη διευκόλυνση ένταξης εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, η παρούσα μελέτη, διερευνά την γνώση των εκπαιδευτικών, καθώς επίσης και τις στάσεις και τις ανησυχίες τους απέναντι στη χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης, αλλά και πιθανές διαφοροποιήσεις με βάση δημογραφικούς παράγοντες

Λέξεις κλειδιά: δευτεροβάθμια εκπαίδευση, εν ενεργεία εκπαιδευτικοί, τεχνητή νοημοσύνη, φυσικές επιστήμες

Exploring the Views and Intentions of Science Teachers Regarding the Use of Artificial Intelligence Tools

Abstract

The integration of Artificial Intelligence in education presents challenges in terms of ensuring educators develop the necessary competencies for its responsible use in transformative modern education. Aiming to facilitate the integration of artificial intelligence tools in the educational process, this study explores teachers' knowledge, their attitudes and concerns toward the use of artificial intelligence tools, as well as the possible variations based on demographic factors.

Keywords: artificial intelligence, natural sciences, secondary education, in-service teachers

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση κηρύσσει την έναρξη μιας νέας εποχής στη διδασκαλία και τη μάθηση (Almethen, 2024). Η συστηματική ενσωμάτωσή της ΤΝ στην εκπαίδευση έχει πολλά πιθανά πλεονεκτήματα, (Okunade, 2024) όπως να αντιμετωπίσει προβλήματα, να προωθήσει την καινοτομία στην εκπαιδευτική διαδικασία (Conde-Zhingre et al., 2022) και να προάγει τον Στόχο της Βιώσιμης Ανάπτυξης (Conde-Zhingre et al., 2022).

Οι τεχνολογίες ΤΝ έχουν την ικανότητα να προσαρμόζουν τις μαθησιακές εμπειρίες, στις ανάγκες και τις προτιμήσεις κάθε μεμονωμένου μαθητή (Okunade, 2024). Το Σχέδιο Δράσης για την Ψηφιακή Εκπαίδευση 2021-2027, μια πολιτική πρωτοβουλία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, εισάγει την ΤΝ ως βασικό ζήτημα και τονίζει την ανάγκη ενημέρωσης των προγραμμάτων σπουδών για τον ψηφιακό γραμματισμό, ώστε να αντικατοπτρίζουν αυτή τη νέα πραγματικότητα (Fissore et al., 2024).

Στα εκπαιδευτικά προγράμματα, ιδιαίτερα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ), η ενσωμάτωση της ΤΝ γίνεται όλο και πιο σημαντική και πιο αναγκαία (Lameras & Arnab, 2022). Η ανάγκη αυτή πηγάζει από την εγγενή πολυπλοκότητα του περιεχομένου της φυσικής όπως αφηρημένες έννοιες, μαθηματικές διατυπώσεις και στρατηγικές επίλυσης προβλημάτων, καθώς και από τις ευρύτερες απαιτήσεις για ενίσχυση των παιδαγωγικών και επαγγελματικών ικανοτήτων μελλοντικών εκπαιδευτικών ΦΕ (Yang, 2022), συνεπώς κρίνεται σημαντική η διασφάλιση ανάπτυξης των απαραίτητων ικανοτήτων τους, ώστε να είναι σε θέση να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της μετασχηματίζουσας εκπαίδευσης.

Προσδιορισμός Ερευνητικού Προβλήματος

Η κατανόηση των απόψεων των εκπαιδευτικών σχετικά με την ΤΝ στην εκπαίδευση είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή της στο εκπαιδευτικό πλαίσιο (Konstantinidou et al., 2026). Έρευνα του Aletras (2024) που διεξήγαγε σε εκπαιδευτικούς δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης κατά το έτος 2023 σε ελληνικά σχολεία, έδειξε ότι ένα μεγάλο ποσοστό δεν έχει χρησιμοποιήσει, αλλά έχει ακούσει για εφαρμογές της ΤΝ. Αυτό αποδεικνύει, ότι, δεν είναι έτοιμοι για την ψηφιακή μετάβαση που απαιτεί η ΤΝ με το 73,71% των εκπαιδευτικών να δηλώνει ότι έχει ελάχιστη ή καθόλου ετοιμότητα για κάτι τέτοιο (Aletras, 2024). Επιπλέον, η έρευνα του Weber (2024), σχετικά με τις γνώσεις των εκπαιδευτικών στην ΤΝ, έδειξε μεγάλη έλλειψη γνώσης και αβεβαιότητα, χαρακτηριστικά που μπορεί να εμποδίσουν την υιοθέτησή της. Η ηλικία και το φύλο φαινόταν να συνδέονται με το χάσμα γνώσεων, καθώς οι μεγαλύτερης ηλικίας άνδρες επικράτησαν μεταξύ εκείνων που δήλωσαν ότι γνώριζαν λίγα ή καθόλου για το θέμα (Weber, 2024). Ωστόσο, σχετικά με τις στάσεις και τις ανησυχίες απέναντι στη χρήση εργαλείων ΤΝ, πρόσφατες μελέτες σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς δείχνουν ότι οι θετικές αντιλήψεις για τη χρησιμότητα της ΤΝ συνυπάρχουν με ανησυχίες για την αξιοπιστία, την ακαδημαϊκή ακεραιότητα και την υπερεξάρτηση, ενώ η συχνότερη χρήση συνδέεται με μεγαλύτερη προθυμία αξιοποίησης και, σε ορισμένες περιπτώσεις, με χαμηλότερα επίπεδα ανησυχίας (Tsiani et al., 2025).

Με δεδομένο ότι οι περισσότερες έρευνες που υπάρχουν μέχρι και σήμερα διεξήχθησαν σε σχολεία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συμπεριλαμβάνοντας όλες τις ειδικότητες των εκπαιδευτικών και λαμβάνοντας υπόψη την εγγενή πολυπλοκότητα του περιεχομένου μαθημάτων ΦΕ είναι σημαντικό να διερευνήσουμε τις απόψεις, τις στάσεις και τις προθέσεις των εκπαιδευτικών ΦΕ στη χρήση εργαλείων ΤΝ, καλύπτοντας ένα βιβλιογραφικό κενό και παράλληλα ερευνώντας τρόπους ορθής και υπεύθυνης ενσωμάτωσης της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Συγκεκριμένα πρόκειται να διερευνηθούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

EE1: (α) Πόσο εξοικειωμένοι είναι οι εκπαιδευτικοί ΦΕ με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) όπως το ChatGPT; (β) Χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί ΦΕ εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στη διδασκαλία τους; Για ποιους σκοπούς;

EE2: (α) Ποιο είναι το επίπεδο προθυμίας των εκπαιδευτικών ΦΕ να ενσωματώσουν την τεχνητή νοημοσύνη στη διδακτική τους; (β) Ποιες είναι οι ανησυχίες και οι προκλήσεις των εκπαιδευτικών ΦΕ δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαιδευτική διαδικασία;

EE3: Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς ΦΕ της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις παραπάνω διαστάσεις σε σχέση με την ειδικότητα και το φύλο;

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες/ουσες

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 130 με 150 εκπαιδευτικοί ΦΕ δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης από Σχολεία δημόσιας εκπαίδευσης ανά την Ελλάδα.

Εργαλείο της Έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη με την αξιοποίηση της μικτής μεθόδου με βολική δειγματοληψία και μέθοδο χιονοστιβάδας. Εργαλείο της έρευνας αποτέλεσε δομημένο ερωτηματολόγιο το οποίο σχεδιάστηκε και διανεμήθηκε ηλεκτρονικά μέσω Google Forms. Περιλαμβάνονταν ερωτήσεις απλής ή πολλαπλής επιλογής και πενταβάθμιας κλίμακας Likert, καθώς και 2 ανοιχτές ερωτήσεις όπου οι ερωτώμενοι έπρεπε να καταγράψουν την απάντησή τους σε κείμενο. Όλοι οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να απαντήσουν στο ίδιο σύνολο και σειρά ερωτήσεων.

Η δομή του ερωτηματολογίου ήταν η εξής: Στην αρχή παρατέθηκε ένα εισαγωγικό σημείωμα σχετικά με την ταυτότητα της ερευνήτριας, τον σκοπό της έρευνας και τη διαβεβαίωση ανωνυμίας των συμμετεχόντων, για τη διασφάλιση της δεοντολογίας της. Ακολούθησε καταγραφή των δημογραφικών στοιχείων. Η δεύτερη ενότητα εστίασε στη γνώση των εκπαιδευτικών σχετικά με τις τεχνολογίες ΤΝ, ενώ η τρίτη επικεντρώθηκε στη στάση και την πρόθεση τους να τις χρησιμοποιήσουν. Η επόμενη ανέλυσε τις ανησυχίες και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν κατά τη χρήση της ΤΝ στη διδασκαλία και η πέμπτη εστίασε στον σκοπό αξιοποίησης των εργαλείων ΤΝ και στην πρακτική τους χρήση. Οι διαστάσεις της δεύτερης έως τέταρτης ενότητας βασίστηκαν στο ερωτηματολόγιο των Chan & Hu (2023), το οποίο μέτρησε τις αντιλήψεις φοιτητών για τη γενετική ΤΝ. Η τελευταία ενότητα εξέτασε τη χρήση της ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία, βασισμένη στο ερωτηματολόγιο των Galindo-Domínguez et al. (2023), το οποίο διερεύνησε τα εργαλεία ΤΝ που χρησιμοποιούν οι Ισπανοί εκπαιδευτικοί και τους σκοπούς αξιοποίησής τους.

Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων στις ερωτήσεις κλειστού τύπου αξιοποιήθηκε το λογισμικό στατιστικής επεξεργασίας SPSS. Εφαρμόστηκαν στατιστικές μέθοδοι, όπως t-tests ή ANOVA για να εντοπιστούν διαφορές μεταξύ ομάδων, ανάλογα με την ειδικότητα και το φύλο. Η ανάλυση των δεδομένων στις ανοιχτού τύπου ερωτήσεις πραγματοποιήθηκε με επαγωγική ποιοτική ανάλυση δεδομένων. Εφαρμόστηκε θεματική ανάλυση, κατά την οποία οι απαντήσεις ομαδοποιήθηκαν και συγχωνεύτηκαν σε ευρύτερες κατηγορίες που προέκυψαν από τα ίδια τα δεδομένα, χωρίς την ύπαρξη προκαθορισμένου θεωρητικού πλαισίου. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν με τη χρήση πινάκων για να είναι εύκολα κατανοητά.

Πρώτα Αποτελέσματα

Με βάση τα στοιχεία που συλλέχθηκαν μέχρι σήμερα από την ανάρτηση του ερωτηματολογίου περίπου 100 εκπαιδευτικοί έλαβαν μέρος στην έρευνα με σχεδόν ισόποση εκπροσώπηση ανδρών-γυναικών. Οι περισσότεροι συμμετέχοντες είναι μεταξύ 40 και άνω των 50 ετών, με περίπου, το 50% να είναι Φυσικοί. Σχετικά με το πόσο συχνά κάνουν χρήση εργαλείων ΤΝ, το 50% έχει απαντήσει συχνά και το ~40% κάποιες φορές. Το εργαλείο που εμφανίζεται να χρησιμοποιείται συχνότερα είναι το ChatGPT με δεύτερο στις προτιμήσεις των εκπαιδευτικών ΦΕ να έρχεται το Gemini. Επιπλέον, αναφέρεται η χρήση των εργαλείων να είναι κυρίως για προσωπικούς λόγους. Όσον αφορά τις γνώσεις των εκπαιδευτικών σε τεχνολογίες γενετικής ΤΝ, όπως το ChatGPT, δήλωσαν ότι κατανοούν σε αρκετά μεγάλο ποσοστό τις λειτουργίες, τους περιορισμούς και τους κινδύνους των εργαλείων. Επιπρόσθετα, οι συμμετέχοντες, δήλωσαν θετική στάση ως προς την υιοθέτηση τεχνολογιών ΤΝ, όπως το ChatGPT, στην εκπαιδευτική διαδικασία, δηλώνοντας τα ως εξαιρετικά εργαλεία, τα οποία παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση, εξοικονόμηση χρόνου, και μοναδικές διδακτικές και μαθησιακές προοπτικές. Από την άλλη, αρκετοί είναι εκείνοι που εξέφρασαν τις ανησυχίες τους, κυρίως ως προς την υπερβολική εξάρτηση, τη μη αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών και τη μη ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Συμπεράσματα

Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί ΦΕ εκφράζουν θετική στάση ως προς την υιοθέτηση εργαλείων ΤΝ στην εκπαιδευτική διαδικασία κατανοώντας τον παιδαγωγικό ρόλο της, παρά, τις όποιες ανησυχίες έχουν. Παράλληλα αποκάλυψαν ότι οι εκπαιδευτικοί κατά πλειοψηφία έχουν χρησιμοποιήσει εργαλεία ΤΝ για προσωπική κυρίως χρήση και όχι κατά την εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί, είτε δεν είναι πλήρως καταρτισμένοι, είτε

ότι δεν υπάρχουν κατάλληλες υποδομές στις σχολικές μονάδες που να υποστηρίζουν την τεχνολογικά εμπλουτισμένη διδασκαλία. Τα παραπάνω φαίνεται να συμφωνούν με συμπεράσματα έρευνας του Aletras (2024) σε εκπαιδευτικούς όλων των ειδικοτήτων σε Ελλάδα και εξωτερικό, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για βοήθεια και περισσότερη καθοδήγηση, ώστε να εμπλουτίσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους, μέσω σεμιναρίων κατάρτισης, εργαστηρίων, αλλά και εξειδικευμένων διαδικτυακών μαθημάτων (Aletras, 2024). Τέλος, πρόσφατες μελέτες σε μελλοντικούς εκπαιδευτικούς δείχνουν ότι η συχνότερη χρήση εργαλείων ΤΝ σχετίζεται με μεγαλύτερη προθυμία αξιοποίησης, ενώ οι ανησυχίες για αξιοπιστία, δεοντολογία και υπερεξάρτηση παραμένουν, με διαφοροποιήσεις σε επιμέρους δημογραφικές διαστάσεις (Tsiani et al., 2025; Konstantinidou et al., 2026), εύρημα που ενισχύει τη σημασία της αντίστοιχης διερεύνησης και στη δική μας μελέτη, υπογραμμίζοντας την ανάγκη περαιτέρω έρευνας, ώστε οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί ΦΕ να αξιοποιούν την ΤΝ για προσαρμοστική διδασκαλία και μετασχηματιστικές μαθησιακές εμπειρίες.

Βιβλιογραφία

- Aletras, K. (2024). Artificial Intelligence and Secondary School Teachers. *European Journal of Engineering and Technology Research*, 32-39. <https://doi.org/10.24018/ejeng.2024.1.CIE.3241>
- Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 43. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8>
- Conde-Zhingre, L. E., Cueva-Alvarado, G. I., Chamba-Eras, L. A., & Ureña-Torres, M. I. (2022). Impact of artificial intelligence in basic general education in Ecuador. In *2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI54924.2022.9820018>
- Fissore, C., Floris, F., Fradiante, V., Marchisio Conte, M., & Sacchet, M. (2024). From Theory to Training: Exploring Teachers' Attitudes Towards Artificial Intelligence in Education. In *Proceedings of the 16th International Conference on Computer Supported Education (Vol. 2, pp. 118-127)*. SCITEPRESS–Science and Technology Publications. <http://dx.doi.org/10.5220/0012734700003693>
- Galindo-Domínguez, H., Delgado, N., Losada, D., & Etxabe, J. M. (2024). An analysis of the use of artificial intelligence in education in Spain: The in-service teacher's perspective. *Journal of digital learning in teacher education*, 40(1), 41-56. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2284726>
- Konstantinidou, S., Lefkos, I., & Fachantidis, N. (2026). Are They AI-Competent? Future Teachers' Readiness to Use Conversational Agents as Learning Assistants. *International Journal of Information and Education Technology*, 16(2), 318–329. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2026.16.2.2505>
- Lameras, P., & Arnab, S. (2022). Power to the Teachers: An Exploratory Review on Artificial Intelligence in Education. *Information (Switzerland)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- Okunade, A. I. (2024). The role of artificial intelligence in teaching of science education in secondary schools in Nigeria. *European Journal of Computer Science and Information Technology*, 12(1), 57-67. <https://doi.org/10.37745/ejcsit2013/vol12n15767>
- Tsiani, M., Lefkos, I., & Fachantidis, N. (2025). Perceptions of generative AI in education: Insights from undergraduate and master's-level future teachers. *Journal of Pedagogical Research*, 9(2), 89–108. <https://doi.org/10.33902/JPR.202531943>
- Weber, D. (2024). *AI in the classroom: Teachers' views on artificial intelligence* [Master's thesis, Uppsala University]. DiVA. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-541201>
- Yang, W. (2022). Artificial Intelligence Education for Young Children: Why, What, and How in Curriculum Design and Implementation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100061>

POSTER

Assessing Training Needs and Curriculum Design for a Master's Program in Sustainability and Circular Economy for Asian Countries – The CEBCAT Project

Michail Kalogiannakis & Alkinoos Zourmpakis

University of Thessaly, Greece,

mkalogian@uth.gr & alzourmpakis@uth.gr

The transition from a linear to a Circular Economy (CE) is critical for Southeast Asia, requiring educational frameworks that bridge the gap between rapid industrialisation and environmental sustainability. This study, conducted under the CEBCAT project, employed a two-phase mixed-methods approach to co-design a specialised Master's curriculum across six universities in Vietnam, Indonesia, and Laos. Phase 1 assessed training needs through surveys and focus groups with 103 stakeholders (students, academic staff, and professionals), while Phase 2 validated a draft syllabus through targeted focus groups with 85 participants of a similar type. The findings from Phase 1 revealed that, although foundational sustainability awareness is established, a deep conceptual understanding of CE is limited and hindered by institutional barriers, such as outdated resources and a lack of practical training. Phase 2 synthesized these insights to help refine the curriculum, confirming a critical demand for a transdisciplinary approach that actively bridges Economics, Business, and Environmental Sciences. Participants in the second phase emphasized a strong preference for applied learning methodologies, especially simulations, local case studies, and internships, alongside the development of digital competencies. In conclusion, effective capacity building requires a flexible, practice-based program that aligns with European standards while accommodating local institutional contexts.

FEDORAS' Academy: Εκπαίδευση εκπαιδευτικών σε STEM αντικείμενα για τον οραματισμό βιώσιμων μελλόντων

Ιωάννα Καλτσά, Γιάννης Ξυπολιάς, Σοφία Παναγιωτάκη, Αθανασία Κοκολάκη, Αργύρης Νιφυράκης, Γιώργος Πέικος, Αιμιλία Μιχαηλίδη και Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει το σκεπτικό, τους στόχους και τη μεθοδολογία του ευρωπαϊκού ερευνητικού έργου «FEDORAS' Academy», το οποίο στοχεύει στην προώθηση μιας μελλοντοστραφούς STEAM εκπαίδευσης για τη βιωσιμότητα, μέσω της δημιουργίας τοπικών και ευρωπαϊκών δικτύων μεταξύ επιστημόνων STEM, επιμορφωτών εκπαιδευτικών και εκπαιδευτικών, με στόχο την προώθηση της διεπιστημονικότητας και της ανοικτής σχολικής κοινότητας (open schooling). Στόχος των δικτύων είναι η ανάπτυξη καινοτόμου διδακτικού υλικού για προχωρημένα θέματα STEM, καθώς και εργαλείων αξιολόγησης για την καλλιέργεια δεξιοτήτων βιωσιμότητας, όπως η μελλοντοσκέψη και η ανάληψη δράσης. Οι πιλοτικές εφαρμογές και οι δράσεις κινητικότητας εκπαιδευτικών αναμένεται να διευκολύνουν την ανταλλαγή καλών πρακτικών και να προωθήσουν αξίες βιωσιμότητας.

Λέξεις κλειδιά: διεπιστημονικότητα, εκπαίδευση εκπαιδευτικών, ικανότητες βιωσιμότητας, μελλοντοστραφής σκέψη.

FEDORAS' Academy: Teacher training on STEM topics for envisioning sustainable futures

Abstract

The present study outlines the rationale, objectives and methodology of the European research project "FEDORAS' Academy" which aims at fostering future-oriented STEAM education for sustainability through the establishment of local and European networks among STEM scientists, teacher educators and teachers to promote interdisciplinarity and open schooling. The goal of the networks is to develop innovative teaching materials for advanced STEM topics as well as assessment tools for fostering sustainability competences such as future thinking, action taking etc. Pilot implementations and teacher mobility actions are expected to facilitate the exchange of good practices and promote sustainability values.

Keywords: interdisciplinarity, futures-thinking, sustainability competences, teacher training

Εισαγωγή

Οι σύγχρονες κοινωνίες αντιμετωπίζουν πολλά σύνθετα κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα, όπως η κλιματική αλλαγή, η βιωσιμότητα, οι ενεργειακές επιλογές, η τεχνητή νοημοσύνη, η χρήση εφαρμογών νανοτεχνολογίας κ.ά. Τα ζητήματα αυτά είναι εγγενώς διεπιστημονικά και πολυδιάστατα, ενώ χαρακτηρίζονται επίσης από υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας και αβεβαιότητας (Levrini et al., 2019). Επομένως, ανακύπτει η ανάγκη ανάπτυξης ικανοτήτων για την αποτελεσματική αντιμετώπισή τους. Οι ικανότητες αυτές περιλαμβάνουν (Bianchi et al., 2022; Wiek et al., 2011):

- συστημική σκέψη για την αναγνώριση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ παραγόντων,
- μελλοντοστραφή σκέψη για τη δημιουργία και αξιολόγηση σεναρίων μέλλοντος,
- στρατηγικές ικανότητες για τον ορισμό προβλημάτων και τον σχεδιασμό πιθανών λύσεων,

- ικανότητες λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων και ανάληψης δράσης και
- διαπροσωπικές ικανότητες για κατανόηση διαφορετικών οπτικών.

Ωστόσο, τα υπάρχοντα αναλυτικά προγράμματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για STEM αντικείμενα συχνά παρουσιάζουν την επιστήμη ως στατική και άκαμπτη, αποκομμένη από ηθικές αξίες και κοινωνικά ζητήματα, γεγονός που ενισχύει τις δυσκολίες μαθητών και εκπαιδευτικών να παρακολουθήσουν τον ρυθμό των κοινωνικών, επιστημονικών και τεχνολογικών αλλαγών (Levrini et al., 2024).

Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο Erasmus+ Teacher Academy «FEDORAS' Academy» στοχεύει στην προώθηση μιας μελλοντοστραφούς STEAM εκπαίδευσης για τη βιωσιμότητα μέσω της δημιουργίας μιας ακαδημίας επαγγελματικής ανάπτυξης για εν ενεργεία και μελλοντικούς/ές εκπαιδευτικούς STEM αντικείμενων της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ώστε να ενισχυθούν στη διδασκαλία τους η διεπιστημονικότητα, η μελλοντοστραφής σκέψη και οι προσεγγίσεις βασισμένες στην πολυπλοκότητα.

Μεθοδολογία

Η διάρκεια του έργου «FEDORAS' Academy» είναι τρία έτη (Φεβρουάριος 2025 – Ιανουάριος 2028). Στο πλαίσιο του έργου έχουν δημιουργηθεί πέντε Δίκτυα Ανοικτής Εκπαίδευσης, γύρω από ακαδημαϊκά ιδρύματα που ειδικεύονται στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών. Τα δίκτυα περιλαμβάνουν εκπαιδευτικούς STEM αντικείμενων, ερευνητές και φορείς επιμόρφωσης εκπαιδευτικών. Εντός των δικτύων αυτών οι εκπαιδευτικοί σχεδιάζουν συνεργατικά διδακτικό υλικό με έμφαση σε διεπιστημονικά θέματα STEM, στην πολυπλοκότητα και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων βιωσιμότητας.

Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων με συμμετέχοντες εκπαιδευτικούς STEM, επιμορφωτές και άλλους εμπλεκόμενους, κατά τη διάρκεια των συναντήσεων των Δικτύων Ανοικτής Εκπαίδευσης.

Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Η υλοποίηση του έργου «FEDORAS' Academy» αναμένεται να αναδείξει τη σημασία της διεπιστημονικότητας και της ανοικτής εκπαίδευσης στην ενίσχυση των δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών STEM αντικείμενων. Η διασύνδεση των τοπικών και ευρωπαϊκών δικτύων αναμένεται να ενισχύσει την ανταλλαγή καλών πρακτικών και να προωθήσει την ανάπτυξη καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες των σύγχρονων, ταχέως μεταβαλλόμενων κοινωνιών.

Βιβλιογραφία

- Levrini, O., Tasquier, G., Branchetti, L., & Barelli, E. (2019). Developing future-scaffolding skills through science education. *International Journal of Science Education*, 41(18), 2647–2674. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693080>
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework. Publications Office of the European Union.
- Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6, 203–218. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0132-6>
- Levrini, O., Pietrocola, M., & Erduran, S. (2024). Breaking free from Laplace's chains: Reimagining science education beyond determinism. *Science Education*, 33(3), 489–494. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00528-w>

The Implementation of the Citizen Science Project “Schools against Fake News for a Cooler Future (SchoolFaN)” in Greece

Myrto Koutra-Iliopoulou¹, Xana Sá-Pinto², Evangelia Mavrikaki¹, Nausica Kapsala¹, Athina Karatza¹ Antonio García Jiménez (Rey Juan Carlos University) Eirini Chatzara¹, Tania Jenkins³, Rita Ponce⁴, Apostolia (Lia) Galani¹, Héloïse D. Dufour⁵

¹National and Kapodistrian University of Athens

²CIDTFF, Department of Education and Psychology, University of Aveiro

³University of Geneva Cosie-science

⁴Polytechnic Institute of Setúbal, School of Education)

⁵Cercle FSER

Poster Short Abstract

The Greek implementation of the SchoolFan citizen science project offered online and face-to-face training for secondary teachers. This poster outlines the shared structure, rationale, and activities used to prepare teachers to guide their students in analyzing climate misinformation effectively.

Poster Abstract

This poster presents the teacher training approach implemented in Greece within the SchoolFan project, a European citizen science project that engages school communities in recognizing and analyzing climate misinformation on social media. In the Greek implementation, the professional development program was delivered to two groups of secondary education teachers. One group participated online, and the other attended the program face-to-face, following an identical instructional sequence.

The training introduced teachers to the core SchoolFan methodology, which applies citizen science principles to classroom inquiry. This approach positions teachers and students as active contributors to the investigation of digital environments. Participants worked with sample hashtags and climate-related posts, practiced identifying misinformation patterns, examined markers of source credibility, and applied the project’s reliability scale. Through collaborative tasks, teachers enacted the inquiry cycle used in citizen science activities, including systematic observation, classification, evidence-based judgement, and shared reflection.

Alongside the components, the training examined the theoretical foundations that connect citizen science with climate education. These included the participatory nature of citizen science as a mechanism for collective knowledge-building, inquiry-based learning as a structure for guiding investigations, and dimensions of digital literacy for navigating climate information online. Teachers received the SchoolFan classroom materials and the step-by-step lesson sequence designed to transfer this citizen science process to teaching contexts.

By outlining the design, content, and pedagogical grounding of the Greek SchoolFan training programme, the poster demonstrates how citizen science methodologies can strengthen teacher professional development and support systematic, collaborative analysis of online climate information in schools.

ENerGISE: Επιμόρφωση εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών για την υποστήριξη της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών/τριών

Σοφία Παναγιωτάκη, Ιωάννα Καλτσά, Γιάννης Ξυπολιάς, Αθανασία Κοκολάκη, Αιμιλία Μιχαηλίδη και Δημήτρης Σταύρου

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η κλιματική αλλαγή και οι ενεργειακές μεταβάσεις απαιτούν μια συμπεριληπτική εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες που να εμπλέκει μαθητές με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Στο πλαίσιο του έργου ENerGISE, η ομάδα μας σχεδίασε και πιλοτικά εφάρμοσε STEM δραστηριότητες και δραστηριότητες κοινωνικοεπιστημονικών ζητημάτων έμφαση στην κλιματική αλλαγή, με στόχο την υποστήριξη της ανάπτυξης της επιστημονικής ταυτότητας μαθητών και μαθητριών. Οι δραστηριότητες θα αξιοποιηθούν ως βάση για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών σε ένα μικτό πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης. Τα αποτελέσματα του προγράμματος αναμένεται να αναδείξουν τον τρόπο με τον οποίο αυθεντικά προβλήματα πραγματικού κόσμου όπως η κλιματική αλλαγή μπορούν να αξιοποιηθούν από τους εκπαιδευτικούς ως μέσα για την υποστήριξη της συμπεριληπτικής εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, επιστημονική ταυτότητα, κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα, STEM διδακτική προσέγγιση.

ENerGISE: Science teacher training on supporting students' science identity development

Abstract

Climate change and energy transitions require inclusive science education that engages students with diverse backgrounds and characteristics. Within the ENerGISE project, our team designed and piloted STEM activities and socio-scientific issue activities focused on climate change, aiming to support the development of students' science identity. These activities will serve as the basis for teacher training within a blended professional-development program. The program's outcomes are expected to highlight how authentic real-world problems, such as climate change, can be used by educators as tools to support inclusive science education.

Keywords: science identity, socioscientific issues, STEM teaching approach, teacher training

Εισαγωγή

Η κλιματική αλλαγή και οι ενεργειακές μεταβάσεις απαιτούν επιστημονικά εγγράμματους πολίτες και ένα εργατικό δυναμικό με επίγνωση των ενεργειακών ζητημάτων, ικανό να αντιμετωπίσει κοινωνικοεπιστημονικές προκλήσεις. Ωστόσο, η συμμετοχή στις Φυσικές Επιστήμες παραμένει άνιση στην Ευρώπη. Το 2021, οι γυναίκες αποτελούσαν μόλις το 32,8% των αποφοίτων STEM στην ΕΕ, γεγονός που αντικατοπτρίζει την απομάκρυνση των κοριτσιών από τις επιστημονικές διαδρομές λόγω κοινωνικών στερεοτύπων, δομικών εμποδίων και περιορισμένης παρουσίας προτύπων.

Η έρευνα έχει εντοπίσει στρατηγικές που υποστηρίζουν την ευρύτερη μαθητών και μαθητριών συμμετοχή στις Φυσικές Επιστήμες. Συμπεριληπτικά, μαθητοκεντρικά περιβάλλοντα μάθησης και προσεγγίσεις που ενισχύουν την επιστημονική ταυτότητα ενδυναμώνουν τη διατήρηση του ενδιαφέροντος για την επιστήμη (Starr et al., 2020). Επιπλέον, η διδασκαλία βασισμένη σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα (ΚΕΖ) και η μάθηση βασισμένη σε προβλήματα συνδέουν την

επιστήμη με αυθεντικά πλαίσια και αυξάνουν τα κίνητρα και την εμπλοκή των μαθητών (Jiang et al., 2024). Παρά τη γνώση αυτή, παραμένει ένα χάσμα ανάμεσα στις ερευνητικά τεκμηριωμένες συμπεριληπτικές στρατηγικές και την εφαρμογή τους στην τάξη. Η αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη που να εξοπλίζει τους εκπαιδευτικούς με εργαλεία για να παρουσιάζουν την επιστήμη ως συμπεριληπτική και κοινωνικά συναφή για μαθητές και μαθήτριες με διαφορετικά χαρακτηριστικά. Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο ENerGISE στοχεύει στην ανάπτυξη και εφαρμογή πλαισίων επαγγελματικής ανάπτυξης εκπαιδευτικών που συνδυάζουν τη συμπεριληπτική ως προς το φύλο εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την εκπαίδευση για την κλιματική αλλαγή.

Μεθοδολογία

Το ENerGISE εφαρμόζει ένα μικτό (εξ αποστάσεως και δια ζώσης) μοντέλο επαγγελματικής ανάπτυξης που απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς διαφορετικών βαθμίδων, συμπεριλαμβανομένων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, πανεπιστημιακών διδασκόντων και εκπαιδευτών άτυπης εκπαίδευσης. Το πρόγραμμα συνδυάζει διαδικτυακές ενότητες, συνεργατικά εργαστήρια και κύκλους εφαρμογής στην τάξη, με στόχο τη διδασκαλία Φυσικών Επιστημών που είναι συμπεριληπτική ως προς το φύλο και συνδεδεμένη με κοινωνικο-επιστημονικά ζητήματα που σχετίζονται με το κλίμα και την ενέργεια.

Οι πηγές δεδομένων περιλαμβάνουν αναστοχασμούς εκπαιδευτικών, υλικό από εργαστήρια, εργασίες μαθητών από πιλοτικές εφαρμογές και αξιολογήσεις μαθημάτων.

Αποτελέσματα

Κατά το πρώτο έτος υλοποίησης του ENerGISE, αναπτύσσονται και θα εφαρμοστούν πιλοτικά: α) μια ενότητα STEM για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η οποία θα εφαρμοστεί σε μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για να εξεταστούν η εμπλοκή και οι δυνατότητες ανάπτυξης επιστημονικής ταυτότητας και β) ένα πρόγραμμα επιμόρφωσης μελλοντικών εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών διάρκειας 13 εβδομάδων που είναι εστιασμένο στην αξιοποίηση των ΚΕΖ ως πλαισίου για την υποστήριξη της επιστημονικής ταυτότητας των μαθητών και μαθητριών.

Τα αποτελέσματα που θα εξαχθούν από τις ανωτέρω εφαρμογές θα χρησιμοποιηθούν για την αναθεώρηση του υλικού και την ενσωμάτωσή του στο ευρύτερο πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης του ENerGISE.

Βιβλιογραφία

- Jiang, Z., Wei, B., Chen, S., & Tan, L. (2024). Examining the formation of high school students' science identity: The role of STEM-PBL experiences. *Science & Education*, 33(1), 135-157. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00388-2>
- Starr, C. R., Hunter, L., Dunkin, R., Honig, S., Palomino, R., & Leaper, C. (2020). Engaging in science practices in classrooms predicts increases in undergraduates' STEM motivation, identity, and achievement: A short-term longitudinal study. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 1093-1118. <https://doi.org/10.1002/tea.21623>

Ιστορικά επιστημονικά όργανα στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης: Η περίπτωση του Athens Science Festival 2025

Κωνσταντίνα Στεφανίδου, Παναγιώτης Λάζος, Βασιλική Ψωμά & Κωνσταντίνος Σκορδούλης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει την υλοποίηση του ευρωπαϊκού έργου Erasmus INSIGHT (Erasmus KA220) στο Athens Science Festival 2025, με επίκεντρο την αξιοποίηση ιστορικών επιστημονικών οργάνων στην άτυπη εκπαίδευση των φυσικών επιστημών. Το έργο INSIGHT επιδιώκει να ενισχύσει την κατανόηση των επιστημονικών πρακτικών από εκπαιδευτικούς και μαθητές/ήτριες μέσω της ανακατασκευής ιστορικών οργάνων, αναδεικνύοντας παράλληλα την επιστημονική κληρονομιά και καλλιεργώντας βασικές δεξιότητες, όπως η επίλυση προβλημάτων, η δημιουργικότητα, η συνεργασία και οι πρακτικές δεξιότητες.

Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο του φεστιβάλ επέτρεψαν στους επισκέπτες να αποσυναρμολογήσουν, να επανασυναρμολογήσουν και να φτιάξουν ανακατασκευές επιστημονικών οργάνων, ενισχύοντας τη βιωματική μάθηση και την ενεργό συμμετοχή του κοινού σε πρακτικές επιστημονικής διερεύνησης. Τα ευρήματα αναδεικνύουν το σημαντικό εκπαιδευτικό δυναμικό των επιστημονικών φεστιβάλ ως χώρων σύνδεσης της επιστήμης με την κοινωνία, καθώς και ως πλαισίων που μπορούν να ενισχύσουν την κατανόηση της επιστήμης και να κινητοποιήσουν το ενδιαφέρον για αξιοποίηση παρόμοιων δραστηριοτήτων στη σχολική τάξη.

*Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε με χρηματοδότηση από την Ευρωπαϊκή Ένωση στο πλαίσιο του Προγράμματος Erasmus+ (έργο **INSIGHT**, κωδικός έργου: KA220-SCH-C2775C36).*

STEM-IT: Integrating Satellite Earth Observation and Citizen Science in Teacher Education through Wildfire Monitoring

Eirini Chatzara, Athina Karatza, Evangelia Mavrikaki, Apostolia (Lia) Galani

National And Kapodistrian University Of Athens

Poster Short Abstract

The STEM-IT approach integrates satellite-based Earth Observation (EO) into teacher education to develop climate and wildfire literacy. Through hands-on EO analysis and citizen science practices, educators design classroom activities with real wildfire data. Preliminary results will be presented.

Poster Abstract

Wildfire regimes are intensifying under anthropogenic climate change, increasing the need to connect satellite-based Earth Observation (EO) capabilities with public and school-based environmental literacy. This poster presents the STEM-IT educational approach that integrates EO data and analytical practices into STEM-focused teacher professional development to strengthen climate and wildfire competences and foster engagement with citizen science. The approach employs a suite of freely accessible EO platforms and services, enabling educators to interpret spatiotemporal patterns of wildfire activity, vegetation conditions, and fire danger indicators in locally relevant contexts.

Participating teachers engage in guided, inquiry-based activities in which they analyze active-fire detections, burned-area products, and vegetation indices to investigate recent wildfire events and post-fire ecological dynamics. These activities foreground authentic data interpretation and help teachers understand how EO can illuminate environmental change across multiple scales. Teachers then translate these analytical procedures into classroom scenarios, positioning students as “fire detectives” who combine satellite information with ground-based observations, local knowledge, and community-reported impacts. In doing so, students construct evidence-based narratives of wildfire behavior, ecosystem responses, and climate-related drivers.

The integration of EO data, STEM inquiry, and participatory science aims to develop geospatial reasoning, critical data literacy, and environmental citizenship among both teachers and students. By situating global climate and hazard information within place-based studies, the approach supports educators in designing learning experiences that are locally meaningful yet scientifically grounded. It also strengthens teachers’ capacity to act as facilitators of citizen science by linking classroom inquiry with real datasets, public monitoring initiatives, and community engagement opportunities.

The poster will present preliminary results from pilot implementations, including teacher feedback, examples of classroom artefacts, and reflections on how EO-enhanced inquiry can advance wildfire literacy and support broader participation in environmental monitoring.