Η Ενσωμάτωση της Τεχνολογίας σε Πειράματα Φυσικών Επιστημών που Σχεδιάζουν Μελλοντικοί Νηπιαγωγοί

Αργύρης Νιπυράκης
agnipyrakis@uoc.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η τεχνολογική πρόοδος σε εργαλεία Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) έχει αναβαθμίσει τις δυνατότητες της εργαστηριακές εκπαίδευσης Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Παρ' όλ' αυτά, αναδεικνύεται η ανάγκη μελέτης του βαθμού και του τρόπου με τον οποίο αυτά χρησιμοποιούνται ή όχι από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς. Η παρούσα έρευνα μελέτησε μέσω ποιοτικής ανάλυσης περιεχομένου τον σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων με και χωρίς τη χρήση ΤΠΕ στα φύλλα εργασίας και σχέδια διδασκαλίας μελλοντικών εκπαιδευτικών (N = 68) Προσχολικής Εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί δεν έκαναν χρήση μικροϋπολογιστικών συστημάτων ή προσομοιώσεων, ενώ αντιθέτως έκαναν χρήση βιντεοσκοπημένων πειραμάτων και πειραμάτων με απλά υλικά. Επιπλέον, ανιχνεύτηκαν ελλείψεις σε στάδια διερεύνησης στις πειραματικές δραστηριότητες, ιδιαιτέρως στη χρήση online βιντεοσκοπημένων πειραμάτων. Τα πορίσματα της έρευνας αναδεικνύουν τις δυσκολίες ενσωμάτωσης ΤΠΕ στην εργαστηριακή εκπαίδευση, αλλά και τη σημασία της αποδοτικής χρήσης των εργαλείων ΤΠΕ στα πλαίσια διδασκαλίας και μάθησης μέσω διερεύνησης.

Λέξεις κλειδιά: εκπαίδευση εκπαιδευτικών, πειράματα, προσχολική εκπαίδευση, σχεδιασμός διδασκαλίας, Φυσικές Επιστήμες

Εισαγωγή

Διεθνείς τάσεις στην εκπαίδευση STEM τονίζουν την ανάγκη ανάπτυξης τόσο του γνωσιακού επιπέδου των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ), όσο και την καλλιέργεια πρακτικών δεξιοτήτων, και επιστημολογικής ενημερότητας για τη φύση των επιστημών (European Commission, 2025· NRC, 2014). Μια προσέγγιση η οποία παραδοσιακά μπορεί να συνεισφέρει στους παραπάνω στόχους είναι η εργαστηριακή εκπαίδευση ΦΕ των μαθητών (Duit & Tesch, 2010), δηλαδή η εκπαίδευση ΦΕ μέσα από πειράματα και πρακτικές δραστηριότητες. Ως πειράματα ορίζουμε γενικά τις πρακτικές διαδικασίες εκείνες οι οποίες περιλαμβάνουν εν γένει μια ανεξάρτητη μεταβλητή, μια εξαρτημένη μεταβλητή και μια υπόθεση (Bell, 2008). Ο πειραματισμός, αν και χρησιμοποιείται σε πολλά διαφορετικά επιστημονικά πεδία (Kranz et al, 2023), παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στις ΦΕ, καθώς και στην εκπαίδευση στις ΦΕ (Wei & Li, 2017).

Εντούτοις, εμπειρικές έρευνες σχετικές με την εργαστηριακή εκπαίδευση στις ΦΕ αναδεικνύουν ελλείψεις και προβλήματα των μαθητών που σχετίζονται τόσο σε α) γνωσιακό επίπεδο, δηλαδή σε γνώσεις περιεχομένου των πειραμάτων ΦΕ, όσο και σε β) επιστημικό επίπεδο, όπως τη γνώση για το πώς παράγεται και εγκαθιδρύεται νέα γνώση στις ΦΕ, αλλά και γ) διαδικαστικό επίπεδο, πρακτικές δεξιότητες δηλαδή στο να διεξάγω ένα πείραμα (Kranz et al., 2023). Συνεπώς, συνεχίζει να υπάρχει ανάγκη στο να βελτιώσουμε τις επιδόσεις των μαθητών στην εργαστηριακή εκπαίδευση ΦΕ.

Προς αυτή την κατεύθυνση, τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται μια αυξανόμενη τάση για ενσωμάτωση Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση των ΦΕ (Waight & Neumann, 2020). Εμπειρικές έρευνες αναδεικνύουν τη δυναμική της χρήσης εργαλείων ΤΠΕ στην προσέλκυση ενδιαφέροντος των μαθητών και στη μάθηση περιεχομένου ΦΕ (Barton, 2005· Donnelly & Hermosillo et al., 2020), ακόμα και για

παιδιά Προσχολικής Εκπαίδευσης (Kalogiannakis & Zaranis, 2012). Παρ' όλ' αυτά, το διακύβευμα παραμένει το πώς οι ΤΠΕ θα ενσωματωθούν αποδοτικά στην εκπαίδευση ΦΕ, ειδικότερα στη διδασκαλία και μάθηση μέσω διερεύνησης (inquiry), καθώς συναντάται δυσκολία σε αυτό (Waight & Abd-El-Khalick, 2007· Waight & Neumann, 2020).

Μερικά από τα εργαλεία ΤΠΕ που έχουν χρησιμοποιηθεί στην εργαστηριακή εκπαίδευση στις ΦΕ περιγράφονται παρακάτω. Πρώτον, τα ΜικροΎπολογιστικά Συστήματα (ΜΥΣ) είναι συστήματα που αποτελούνται από ψηφιακούς αισθητήρες μέτρησης φυσικών μεγεθών, συσκευές συλλογής δεδομένων (π.χ., tablet, υπολογιστές), και το απαραίτητο λογισμικό συλλογής και ανάλυσης δεδομένων. Η δυναμική τους έγκειται κυρίως στην οπτικοποίηση φυσικών φαινομένων σε πραγματικό χρόνο (Chen et al., 2014), ενώ εμπεριέχουν λειτουργίες (π.χ., πρόβλεψη φαινομένου, σύγκριση) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διδασκαλία μέσω διερεύνησης (Nipyrakis & Stavrou, 2022). Ένα δεύτερο μέσο ΤΠΕ είναι η χρήση προσομοίωσης (simulation) πειραμάτων. Οι προσομοιώσεις πειραμάτων είναι ένα διαδραστικό και δυναμικό εργαλείο όπου οι χρήστες μπορούν να κάνουν εύκολα έλεγχο μεταβλητών και παρατηρήσεις φαινομένων, ενώ παράλληλα μπορεί να διευκολύνει τους εκπαιδευτικούς στην παροχή επιστημονικών εξηγήσεων (Zacharia, 2005). Τρίτον, η χρήση βιντεοσκοπημένων πειραμάτων είναι ένα μέσο το οποίο, παρά του ότι υστερεί στην καλλιέργεια πρακτικών δεξιοτήτων, μπορεί όμως να συνεισφέρει αποδοτικά στην κατανόηση εννοιών ΦΕ και να βοηθήσει σε περιπτώσεις έλλειψης εργαστηριακού εξοπλισμού (Shao et al., 2024).

Εν αντιθέσει, ένα εύρος πειραμάτων εκτελείται παραδοσιακά με απλά υλικά (π.χ., υλικά γραφείου) και εργαστηριακά ή αναλογικά όργανα (π.χ., δυναμόμετρα, συμβατικά θερμόμετρα, μεζούρες, γκαζάκια, κτλ.) χωρίς τη χρήση ΤΠΕ. Προς αυτήν την κατεύθυνση, η χρήση hands-on πειραμάτων με φυσικά υλικά μπορεί να συνεισφέρει στην καλύτερη κατανόηση και χρήση εργαστηριακών εργαλείων (Shao et al., 2024). Ειδικότερα στην Προσχολική Εκπαίδευση, γίνεται συχνή χρήση φυσικών υλικών, καθώς και κατασκευών από φυσικά υλικά ή STEM παιχνίδια (toys) (Ζαχαριάδη & Φραγκιαδάκη, 2025).

Μια άλλη μορφή πειραμάτων χωρίς τη χρήση ΤΠΕ είναι τα νοητικά πειράματα. Παρά τη γενική χρήση του όρου και τους πολλαπλούς ορισμούς που έχουν αποδοθεί σε αυτό, ένα νοητικό πείραμα μπορεί να οριστεί ως "η κατασκευή ενός δυναμικού μοντέλου του μυαλού από ένα άτομο που εργάζεται στις ΦΕ και που φαντάζεται μια σειρά γεγονότων και διαδικασιών και συμπεραίνει αποτελέσματα" (Nersessian, 1993). Έρευνες συνηγορούν για τη χρησιμότητα των νοητικών πειραμάτων στον σχεδιασμό διδασκαλιών, και ειδικότερα εννοιών που απαιτούν υψηλού επιπέδου αφαίρεση (Velentzas & Halkia, 2013).

Για την αποδοτική ενσωμάτωση των εργαλείων ΤΠΕ, όπως τα προαναφερθέντα, στη διδασκαλία ΦΕ, κρίσιμος παράγοντας είναι οι φορείς της εκπαιδευτικής καινοτομίας, δηλαδή οι εκπαιδευτικοί (Psillos & Kariotoglou, 2016). Συγκεκριμένα, υπάρχει ανάγκη διερεύνησης της αποδοχής ή μη αποδοχής ενσωμάτωσης των ΤΠΕ από εκπαιδευτικούς Προσχολικής Εκπαίδευσης (Papadontis Stajcic & Nilsson, 2023· Papadakis, 2018), καθώς και του είδους χρήσης που επιτελείται, όπως για παράδειγμα αν γίνεται στα πλαίσια διερεύνησης ή όχι (Nipyrakis & Stavrou, 2022· Waight & Abd-El-Khalick, 2007).

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα έρευνα μελετάει τις σχεδιαστικές πρακτικές των μελλοντικών εκπαιδευτικών Προσχολικής Εκπαίδευσης σχετικά με την εργαστηριακή εκπαίδευση ΦΕ. Συγκεκριμένα, μελετάται ο βαθμός ενσωμάτωσης ΤΠΕ στις πειραματικές δραστηριότητες ΦΕ που σχεδιάζουν, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αυτό επιτελείται.

Αναλυτικότερα, το ερευνητικό ερώτημα είναι:

- Σε τι βαθμό ενσωματώνουν ΤΠΕ στα πειράματα ΦΕ που σχεδιάζουν μελλοντικοί Νηπιαγωγοί, και με ποιον τρόπο;

- Τι δυσκολίες συναντούν στον σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων ΦΕ με/χωρίς τη χρήση ΤΠΕ ως προς την αφομοίωση σταδίων διερεύνησης;

Τα πορίσματα της έρευνας αναμένεται να ενημερώσουν τη βιβλιογραφία για την εκπαίδευση εκπαιδευτικών Προσχολικής Εκπαίδευσης, συγκεκριμένα αναφορικά με τον βαθμό ενσωμάτωσης εργαλείων ΤΠΕ στον σχεδιασμό πειραμάτων ΦΕ και τις δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί στο να εντάξουν και να χρησιμοποιήσουν αποδοτικά τις ΤΠΕ στη διδασκαλία τους.

Μέθοδος

Υλοποίηση της έρευνας

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια υποχρεωτικού ακαδημαϊκού μαθήματος πρώτου έτους για τη Διδακτική των ΦΕ στην Προσχολική Εκπαίδευση του Πανεπιστημίου Κρήτης. Συμμετέχοντες/ουσες ήταν οι φοιτητές/τριες (N = 68) που παρακολούθησαν το μάθημα, παρέδωσαν προαιρετικές εργασίες και υπέγραψαν δήλωση συναίνεσης στην έρευνα. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, μετά από μια σειρά 5 θεωρητικών διαλέξεων για θέματα Διδακτικής ΦΕ ακολούθησαν δύο μαθήματα για σχεδιασμό φύλλων εργασίας και σχεδίων διδασκαλίας μέσα από θεωρητικές αρχές και παραδείγματα. Συγκεκριμένα, πριν την προθεσμία παράδοσης εργασιών παρουσιάστηκαν στους εκπαιδευτικούς ενδεικτικά παραδείγματα από πέντε διαφορετικές μορφές πειράματος, όπως για παράδειγμα:

α) με απλά υλικά: ελεύθερη πτώση και βάρος αντικειμένων (μπουκάλια με/χωρίς νερό), περίοδος εκκρεμούς και μήκος νήματος, μάζα, διαπασών και συχνότητες, ηλεκτρομαγνήτης και πυξίδα, τρόπου ηλέκτρισης-φόρτισης,

β) νοητικά πειράματα: διαστολή του χρόνου, διάθλαση και αρχή του ελαχίστου χρόνου (μεταφορικός παραλληλισμός με ναυαγοσώστη), αδράνεια (σε λεωφορείο), δράση-αντίδραση δύο σωμάτων διαφορετικής μάζας,

γ) πειράματα με συστήματα συγχρονικής καταγραφής/αισθητήρες: σταθερότητα της θερμοκρασίας του νερού κατά τη διάρκεια του βρασμού του, ομαλή/μεταβαλλόμενη κίνηση οχήματος και διαγράμματα x, u, a, ηλεκτρομαγνητική επαγωγή-γεννήτρια,

δ) βιντεοσκοπημένα πειράματα: ελεύθερη πτώση αντικειμένων στο φεγγάρι, αδράνεια (τραπεζομάντηλο με αντικείμενα πάνω),

ε) προσομοιώσεις πειραμάτων (PhET): χρώματα και φίλτρα, ηλεκτρικά κυκλώματα και διατήρηση του ηλεκτρικού ρεύματος σε κλειστό κύκλωμα σε σειρά.

Επιπροσθέτως, παρουσιάστηκαν παραδείγματα δύο φύλλων εργασίας και σχεδίων διδασκαλίας όπου συμπεριλαμβάνονταν τουλάχιστον ένα παράδειγμα δραστηριότητας από κάθε μορφή πειράματος.

Στην έκτη συνάντηση ανατέθηκε στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν ένα φύλλο εργασίας και ένα σχέδιο διδασκαλίας σε μια ενότητα της επιλογής τους, ενώ τους τέθηκε παράμετρος να εντάξουν τουλάχιστον μια πειραματική δραστηριότητα στη διδασκαλία τους ενσωματώνοντας τουλάχιστον μία από τις πέντε προαναφερθείσες μορφές πειραμάτων. Ακολούθησε επανάληψη σε βασικές ενότητες περιεχομένου ΦΕ προκειμένου να υποστηριχτούν οι εκπαιδευτικοί σε θέματα περιεχομένου ΦΕ. Κατόπιν, παρασχέθηκε ανατροφοδότηση για τα φύλλα εργασίας και σχέδια διδασκαλίας των εκπαιδευτικών τόσο συνολικά μέσα στην τάξη όσο και ατομικά μέσω ενδεικτικών σχολίων σε αρχείο Excel που ανέβηκε στην διαδικτυακή πλατφόρμα του μαθήματος.

Πίνακας 1. Υλοποίηση της έρευνας

Συνάντηση (εβδομάδες)	Περιεχόμενο	Εργασίες μαθήματος	Δεδομένα
1-5	Θεωρητικές αρχές Διδακτικής των ΦΕ. Παραδείγματα πειραμάτων		
6-7	Σχεδιασμός διδασκαλίας. Διδακτικά μέσα και διδακτικά εργαλεία. Παραδείγματα πειραμάτων.	Ατομικό φύλλο εργασίας & σχέδιο διδασκαλίας	Αρχικό ερωτηματολόγιο. Ατομικό φύλλο εργασίας & σχέδιο διδασκαλίας
8-12	Ανατροφοδότηση για τα παραχθέντα φύλλα εργασίας και σχέδια διδασκαλίας. Εναλλακτικοί τρόποι διδασκαλίας.		Τελικό ερωτηματολόγιο
13	Επαναληπτικό μάθημα		

Συλλογή δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας περιλαμβάνουν:
α) τα ατομικά φύλλα εργασίας που παρέδωσαν οι εκπαιδευτικοί (N=68)
β) τα αντίστοιχα σχέδια διδασκαλίας τους
γ) απαντήσεις (n = 23) σε αρχικό ερωτηματολόγιο σχετικά με προεμπειρίες, αντιλήψεις και στάσεις των εκπαιδευτικών απέναντι α) στη χρήση πειραμάτων στη διδασκαλία ΦΕ, και β) στη χρήση Ψηφιακών Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.
δ) απαντήσεις (n = 34) σε τελικό ερωτηματολόγιο σχετικά με τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών από τη χρήση πειραμάτων ΦΕ και τη χρήση Ψηφιακών Τεχνολογιών για τον σχεδιασμό πειραμάτων ΦΕ αντίστοιχα, καθώς και να αιτιολογήσουν τη χρήση/μη χρήση κάθε τύπου πειράματος. Παράλληλα, τους ζητήθηκε να εκτιμήσουν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert ποιες πτυχές ανάπτυξης υποβοηθιούνται από τη χρήση Ψηφιακών Τεχνολογιών στο Νηπιαγωγείο: α) νοητική, β) κοινωνική/συναισθηματική, γ) ψυχοκινητική (Ζαράνης & Οικονομίδης, 2009).

Η παρούσα εργασία εστιάζει στην ανάλυση των σχεδιαστικών πρακτικών των εκπαιδευτικών, δηλαδή των φύλλων εργασίας και σχεδίων διδασκαλίας (δεδομένα α και β).

Ανάλυση δεδομένων

Βασικό αντικείμενο ανάλυσης θεωρήθηκε το φύλλο εργασίας, ενώ το σχέδιο διδασκαλίας αναλύθηκε συμπληρωματικά προκειμένου α) να επιβεβαιώσει/διευκρινίσει αυτά που γράφονταν στο φύλλο εργασίας (π.χ., σε ποια φάση διδασκαλίας ανήκει, τι μέσο ΤΠΕ χρησιμοποιείται), β) να συμπληρώσει το φύλλο εργασίας σε περιπτώσεις που η φάση αυτή έλειπε από το φύλλο εργασίας.

Μονάδα ανάλυσης ορίστηκε η δραστηριότητα, δηλαδή ένα αυτόνομο κομμάτι διδασκαλίας που σχεδίασαν οι εκπαιδευτικοί στα πλαίσια μιας φάσης διδασκαλίας. Είθισται κάθε φάση διδασκαλίας να υπάρχει μία δραστηριότητα, όμως σε μια μειοψηφία περιπτώσεων οι εκπαιδευτικοί σχεδίασαν παραπάνω δραστηριότητες στην ίδια φάση (π.χ., δύο διαφορετικά πειράματα στην φάση αναδόμησης ιδεών ή ένα πείραμα και ένα βιντεοσκοπημένο πείραμα).

Αρχικά, έγινε ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring, 2015) των δραστηριοτήτων που εμπεριείχαν κάποια μορφή πειραματικού μέσου (με/χωρίς ΤΠΕ). Οι κατηγορίες που κωδικοποιήθηκαν απαγωγικά ήταν:

- ICT_MBL: με χρήση ΜΥΣ
- ICT_SIM: με χρήση προσομοίωσης πειράματος
- ICT_VID: με χρήση βιντεοσκοπημένου πειράματος
- ICTNO_IM: με χρήση απλών υλικών (χωρίς ΤΠΕ)
- ICTNO_TE: με χρήση νοητικού πειράματος (χωρίς ΤΠΕ)
- ICTNO_ARTEF: με χρήση κατασκευής/τεχνουργήματος (χωρίς ΤΠΕ)

Η 6η κατηγορία, αν και δεν διατυπώθηκε στην εκφώνηση της εργασίας, προέκυψε επαγωγικά από τα δεδομένα.

Παράλληλα, έγινε απαγωγική ανάλυση των δραστηριοτήτων ως προς τις πέντε φάσεις κονστρακτιβιστικής διδασκαλίας: α) προσανατολισμός, β) ανάδειξη ιδεών, γ) αναδόμηση ιδεών, δ) εφαρμογή νέας γνώσης και ε) αναστοχασμός (Driver & Oldman, 1986), με βάση αυτών που είχανε γράψει στα φύλλα εργασίας αλλά και τις αντίστοιχες περιγραφές που είχαν συμπληρώσει στα σχέδια διδασκαλίας.

Αναφορικά με τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν οι εκπαιδευτικοί κατά τον σχεδιασμό δραστηριοτήτων, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής κατηγορίες κωδικοποίησης:

- misconception: διατυπώνεται μια μη επιστημονικά ορθή αντίληψη ΦΕ,
- inquirystages: λείπουν στάδια διερεύνησης από τη δραστηριότητα,
- inquiry_giveout: λέγεται πρώιμα η απάντηση στα παιδιά πριν την εκτέλεση της πειραματικής δραστηριότητας,
- constructivismstages: έχει γίνει άστοχη χρήση κάποιας φάσης διδασκαλίας.

Η ανάλυση έγινε με χρήση του λογισμικού Atlas.ti και καταγράφηκαν συχνότητες εμφάνισης και πίνακες συν-εμφάνισης κωδικών. Παράλληλα, έγινε ποιοτική ανάλυση περιεχομένου αναφορικά με τις δυσκολίες των εκπαιδευτικών και ανιχνεύτηκαν επαγωγικά μοτίβα αναφορικά με τη χρήση και το είδος χρήσης των ΤΠΕ στα πειράματα.

Αποτελέσματα

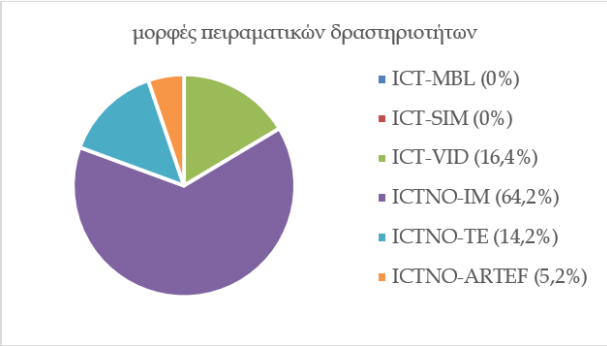
Θέματα ΦΕ

Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί σχεδίασαν διδασκαλίες σε θέματα ΦΕ τα περισσότερα των οποίων μπορούν να θεωρηθούν σχετικά με την Προσχολική Εκπαίδευση. Τα πιο συχνά θέματα ΦΕ ήταν: βύθιση-πλεύση (n = 13 εκπαιδευτικοί/διδασκαλίες), κύκλος του νερού (n = 7) και αλλαγές κατάστασης (n = 4), φυτά και φωτοσύνθεση (n = 6), φυσικές καταστροφές όπως ηφαίστεια, σεισμός, τσουνάμι (n = 4), ελεύθερη πτώση (n = 4), κ.ά. Συγκρίνοντας τη θεματολογία αυτή με τη θεματολογία των διδασκαλιών ΦΕ από παλαιότερη εφαρμογή όπου δεν είχε τεθεί υποχρεωτική η παράμετρος ενσωμάτωσης κάποιας μορφής πειραματικού μέσου (Νιπυράκης κ.ά., 2024· Νιπυράκης & Βαρελά, 2025), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η παράμετρος ενσωμάτωσης πειραμάτων δεν επηρέασε σημαντικά τις επιλογές των εκπαιδευτικών σε θέματα ΦΕ.

Χρήση ΤΠΕ

Η κατανομή συχνοτήτων στο κυκλικό διάγραμμα του Σχήματος 1 παρουσιάζει τον βαθμό ενσωμάτωσης πειραματικών μέσων που έκαναν χρήση ΤΠΕ. Οι εκπαιδευτικοί έκαναν περιορισμένη χρήση ΤΠΕ στις πειραματικές δραστηριότητές τους, ενώ το μόνο μέσο ΤΠΕ που ουσιαστικά χρησιμοποιήσαν ήταν τα βιντεοσκοπημένα πειράματα, π.χ., video από το

YouTube με πραγματική ή εικονική αναπαράσταση του πειράματος σχετικού με το φαινόμενο, τα οποία όμως συχνά περιλάμβαναν και την εξήγηση του φαινομένου. (Πίνακας 2). Εν αντιθέσει, έκαναν ευρεία χρήση πειραμάτων με απλά υλικά, π.χ., αντικείμενα που βυθίζονται σε δοχείο νερού, ουσίες που διαλύονται στο νερό, σκιές σωμάτων, μπαλόνια που ηλεκτρίζονται κτλ. Σε κάποιες δε περιπτώσεις έγινε χρήση και νοητικών πειραμάτων, π.χ., επίπλευση αντικειμένων σε άλλο υγρό αντί νερού, θερμική διαστολή αέρα σε ένα μπουκάλι που "μιλάει" ή και κατασκευών, π.χ., ένα καραβάκι να επιπλέει, ένα "τηλέφωνο" με πλαστικά ποτήρια, μια αναπαράσταση ηφαιστείου, κτλ.



Σχήμα 1. Κατανομή συχνοτήτων ενσωμάτωσης πειραματικών μέσων

Πίνακας 2. Συχνότητες ενσωμάτωσης πειραματικών μέσων ανά φάση διδασκαλίας

Μορφή πειράματος	*N*	Προσανα-τολισμός	Ανάδειξη ιδεών	Αναδόμηση ιδεών	Εφαρμογή νέας γνώσης	Αναστο-χασμός
ΜΥΣ (MBL)	0	0	0	0	0	0
Προσομοιώσεις (SIM)	0	0	0	0	0	0
Video (VID)	22	0	1	6	15	0
Με απλά υλικά (IM)	86	4	6	56	19	0
Νοητικά πειράματα (TE)	19	2	3	2	12	0
Κατασκευές (ARTEF)	7	1	0	2	3	0
Σύνολο	134	7	10	66	49	0

Στον Πίνακα 2 μπορούμε επιπλέον να δούμε τις φάσεις κατά τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν τα αντίστοιχα πειραματικά μέσα. Όπως θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε αναμενόμενο, οι πειραματικές δραστηριότητες χρησιμοποιήθηκαν περισσότερο για αναδόμηση των ιδεών των παιδιών και για μεταφορά σε νέες καταστάσεις/γενίκευση. Ειδικότερα μοτίβα δείχνουν ότι τα βιντεοσκοπημένα πειράματα και τα νοητικά πειράματα ενσωματώθηκαν κυρίως στην φάση εφαρμογής νέας γνώσης, ενώ τα φυσικά πειράματα καταλάμβαναν κυρίως τη φάση της αναδόμησης. Παρ' όλ' αυτά, σε αρκετές περιπτώσεις τα πειράματα με απλά υλικά χρησιμοποιήθηκαν και για να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των παιδιών στον προσανατολισμό ή για να αναδείξουν τις προϋπάρχουσες ιδέες τους. Σημαντική συνεισφορά σε αυτό το κομμάτι είχε και η χρήση νοητικών πειραμάτων μέσα από τα οποία καλούνταν τα παιδιά να

προσανατολιστούν, να προβλέψουν φαινόμενα ή να πουν τις ιδέες τους. Παρ' όλ' αυτά, δεν θεωρήθηκαν όλες οι ερωτήσεις σε υποθετικές καταστάσεις ως νοητικά πειράματα, παρά μόνο αυτές που είχαν επαρκή περιγραφή της κατάστασης και της διαδικασίας ή/και είχαν περιγραφεί ως νοητικά πειράματα στο σχέδιο διδασκαλίας. Ακόμα, αν και δεν είχε δοθεί κατεύθυνση από τις αρχικές παραμέτρους να φτιάξουν κάποια κατασκευή για πειραματική χρήση ή αναπαράσταση του φαινομένου, σε αρκετές περιπτώσεις οι εκπαιδευτικοί έκαναν χρήση αυτών, ειδικότερα στη φάση της εφαρμογής νέας γνώσης.

Δυσκολίες κατά τον σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων

Οι δυσκολίες ως προς την επιστημονική ορθότητα των φαινομένων δεν ανιχνεύτηκαν εκτεταμένα στον σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων. Συγκεκριμένα, στο σύνολο των 37 περιπτώσεων όπου διατυπώθηκε επιστημονική ανακρίβεια στα φύλλα εργασίας και σχέδια διδασκαλίας, μόνο σε 7 περιπτώσεις κωδικοποιήθηκε κάποια αστοχία/εναλλακτική αντίληψη σε πειραματικές δραστηριότητες, όπως βλέπουμε στον Πίνακα 2. Αναφορικά με αστοχίες ως προς τον σχεδιασμό φάσεων διδασκαλίας, ένα συχνό μοτίβο ήταν η εκτέλεση φυσικού πειράματος για να δείξουμε το φαινόμενο στη φάση της ανάδειξης ιδεών - αντί απλά για να ανιχνεύσουμε τις ιδέες των παιδιών (π.χ., μέσω περιγραφής της πειραματικής διαδικασίας χωρίς την εκτέλεση). Για παράδειγμα, μια εκπαιδευτικός στην ανάδειξη ιδεών περιέγραψε τη διεξαγωγή ενός πειράματος σχετικά με την παραγωγή θερμότητας μεταξύ σωμάτων που υπάρχει Τριβή αναφέροντας:

Διεξαγωγή του πειράματος και καταγραφή των συμπερασμάτων για την σχέση τριβής-θερμότητας που δημιουργείται ανάμεσα σε δύο σώματα.

Αντίστοιχες αστοχίες παρατηρήθηκαν και ως προς τη φάση προσανατολισμού, για παράδειγμα μια εκπαιδευτικός ανέφερε στο σχέδιο διδασκαλίας:

Η Νηπιαγωγός ενθαρρύνει τα παιδιά αρχικά να απαντήσουν μόνα τους το ερώτημα και έπειτα να κάνουν το πείραμα και να διατυπώσουν ελεύθερα τις παρατηρήσεις τους, ώστε να τα οδηγήσει στο σωστό συμπέρασμα.

Αν και δόθηκε το ελεύθερο να χρησιμοποιήσουν πειραματική/ές διαδικασία/ες σε όποια φάση διδασκαλίας θέλουν, η χρήση μιας πειραματικής δραστηριότητας στα πλαίσια προσανατολισμού και ανάδειξης αποδείχτηκε απαιτητική διαδικασία.

Δυσκολίες προέκυψαν και ως προς ελλιπή στάδια διερεύνησης στις πειραματικές δραστηριότητες. Ένα κυρίαρχο μοτίβο, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, ήταν το να χρησιμοποιείται ένα βιντεοσκοπημένο πείραμα χωρίς τη χρήση αντίστοιχων ερωτήσεων διερεύνησης (π.χ., πρόβλεψης του φαινομένου, ερμηνείας, συμπεράσματος, κτλ.). Συχνά το βιντεοσκοπημένο πείραμα εμπεριείχε και την εξήγηση του φαινομένου με μάλλον παραδοσιακό τρόπο, ενώ η δραστηριότητα παρουσιάζονταν χωρίς διαπραγμάτευση, όπως η παρακάτω δραστηριότητα εφαρμογής νέας γνώσης:

Ας δούμε αυτό το βίντεο για να κατανοήσουμε καλύτερα (σύνδεσμος)

Συνεπώς, η όλη δραστηριότητα βιντεοσκοπημένου πειράματος στερούνταν διαδικασιών διερεύνησης και ενεργούς συμμετοχής των παιδιών. Συμπληρωματικά, δυσκολίες εμφανίστηκαν και στη χρήση άλλων πειραματικών μέσων, όπως για παράδειγμα να απουσιάζει η πρόβλεψη πειράματος ή η εξαγωγή γενικότερου συμπεράσματος από τα πειράματα με απλά υλικά.

Ένα σύνηθες πρόβλημα το οποίο κωδικοποιήθηκε ξεχωριστά (βλ. κατηγορία inquiry_giveout στη μεθοδολογία) ήταν το ότι οι εκπαιδευτικοί συχνά έδιναν τη σωστή απάντηση πριν εκτελεστεί η πειραματική δραστηριότητα ή πρόσθεταν μια εικόνα από το

αποτέλεσμα του πειράματος πριν αυτό εκτελεστεί - προμηνύοντας έτσι το αποτέλεσμα και επηρεάζοντας τη διερευνητική διαδικασία των παιδιών. Αναλύοντας ως προς τη μορφή πειραματικού μέσου, προβλήματα διερεύνησης ανιχνεύτηκαν σε όλες τις μορφές πειραμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Συχνότητες κωδικοποιημένων δυσκολιών στις πειραματικές δραστηριότητες

	ICT-MBL	ICT-SIM	ICT-VID	ICTNO-IM	ICTNO-TE	ICTNO-ARTEF
misconception	0	0	1	3	1	0
constructivismstages	0	0	2	16	0	1
inquiry_giveout	0	0	2	16	4	1
inquirystages	0	0	9	54	5	3

Συζήτηση-συμπεράσματα

Η έρευνα αυτή ανέδειξε στοιχεία σχετικά με τον σχεδιασμό πειραματικών δραστηριοτήτων από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Προσχολικής Εκπαίδευσης. Αναφορικά με τη χρήση ΤΠΕ στις πειραματικές δραστηριότητες, παρατηρήθηκε ότι οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν μόνο online βιντεοσκοπημένα πειράματα, και όχι προσομοιώσεις ή ΜΥΣ. Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι η απλή επίδειξη πειραματικών μέσων με τη χρήση ΤΠΕ στην τάξη, όπως ΜΥΣ και προσομοιώσεις, δεν φαίνεται να επαρκεί προκειμένου να ενσωματωθεί κατά τον σχεδιασμό διδασκαλιών από τους/τις Νηπιαγωγούς. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί αφενός από το ότι η αποδοτική ενσωμάτωση ΤΠΕ στην εκπαίδευση θεωρείται μία απαιτητική διαδικασία (Waight & Neumann, 2020), και αφετέρου από το ότι οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται περαιτέρω πρακτική εκπαίδευση στα μέσα αυτά με περισσότερο ενεργή ενασχόληση προκειμένου να τα χρησιμοποιήσουν για σχεδιασμό διδασκαλιών. Επιπλέον, οι πρότερες στάσεις και εμπειρίες των εκπαιδευτικών ως μαθητές με απλά υλικά ενδεχομένως να επηρέασε τη μη ενσωμάτωση προσομοιώσεων ή ΜΥΣ (Nipyrakis & Stavrou, 2022), κάτι που χρήζει διερεύνησης και με εκπαιδευτικούς Προσχολικής Εκπαίδευσης. Επέκταση της παρούσας έρευνας η οποία μελετάει τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση/μη χρήση των προαναφερθέντων πειραματικών μέσων αναμένεται να δώσει επιπλέον πληροφόρηση για τους λόγους της μη χρήσης των μέσων αυτών.

Αναφορικά με τις δυσκολίες στον τρόπο ενσωμάτωσης των ΤΠΕ στη διδασκαλία ΦΕ, η παρούσα έρευνα επιβεβαιώνει τη δυσκολία αλλά και τη σημασία του να χρησιμοποιούνται οι ΤΠΕ στα πλαίσια διερεύνησης (Nipyrakis, 2024· Nipyrakis & Stavrou, 2022· Waight & Abd-El-Khalick, 2007· Waight & Neumann, 2020). Ερευνητές για τη Φιλοσοφία και Φύση της Τεχνολογίας έχουν προειδοποιήσει για τον κίνδυνο του να έχουμε υπεραισιόδοξες απαιτήσεις από τις ΤΠΕ για προβλήματα που δεν είναι τεχνολογικής φύσεως. Συχνά οι ΤΠΕ αντιμετωπίζονται ως ένα κόλπο (fix) το οποίο θα βελτιώσει τη διδακτική πράξη αγνοώντας αρχές της Διδακτικής των ΦΕ, όπως ο κονστρακτιβισμός και η διδασκαλία μέσω διερεύνησης (Odom et al., 2011· Waight & Abd-El-Khalick, 2012). Για παράδειγμα, η χρήση online βιντεοσκοπημένων πειραμάτων, παρά την ευκολία στην προσβασιμότητα και στην εξοικονόμηση χρόνου, δεν εμπεριέχουν πάντα μια διδασκαλία ενός φαινομένου μέσω διερεύνησης, γιατί αφενός μπορεί να μην είναι ο σκοπός παραγωγής τέτοιου διαδικτυακού υλικού και αφετέρου μπορεί οι δημιουργοί του να μην έχουν εκπαιδευτεί σε αρχές Διδακτικής ΦΕ. Συνεπώς, δεν θα πρέπει να αναμένεται από τους εκπαιδευτικούς ότι απλά και μόνο η ενσωμάτωσή τέτοιων μέσων θα λύσει προβλήματα διδασκαλίας και μάθησης ΦΕ. Κατ' επέκταση, η παρούσα εργασία συνηγορεί ως προς τη σημασία της μελέτης του τρόπου

ενσωμάτωσης μέσων ΤΠΕ σε πειραματικές δραστηριότητες, και του πώς τα μέσα αυτά θα χρησιμοποιηθούν σε κονστρακτιβιστικά πλαίσια μάθησης μέσω διερεύνησης, με την ενεργό συμμετοχή των παιδιών και με δυναμική αλληλεπίδραση του χρήστη με το τεχνολογικό μέσο.

Περιορισμοί της έρευνας σχετίζονται με τη μικρή διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης, καθώς και η έλλειψη εργαστηριακού μαθήματος ασκήσεων/πειραμάτων κατά το οποίο οι εκπαιδευτικοί θα μπορούσαν να έχουν πιο άμεση πρόσβαση με εργαλεία ΤΠΕ, όπως ΜΥΣ. Ακόμα, αν και στην τάξη ειπώθηκαν στους εκπαιδευτικούς ιδέες για γενικότερη χρήση των μέσων σε διάφορες φάσεις, εντούτοις η μορφή που χρησιμοποιήθηκαν οι μορφές πειραματισμού στα παραδείγματα στη διαδικτυακή πλατφόρμα ενδέχεται να επηρέασαν και τον βαθμό και τον τρόπο ενσωμάτωσης των μέσων αυτών στις διδασκαλίες τους. Τέλος, τα πορίσματα της έρευνας πρέπει να ιδωθούν κάτω από το πρίσμα του συγκεκριμένου δείγματος, που στην πλειοψηφία του ήταν πρωτοετείς και που δεν αναμένεται να είχαν ιδιαίτερη προεμπειρία με ΤΠΕ στην Εκπαίδευση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έχουν προεκτάσεις σχετικές με τα προγράμματα εκπαίδευσης μελλοντικών εκπαιδευτικών Προσχολικής Εκπαίδευσης, ειδικότερα αναφορικά με τη βελτίωση των υπαρχουσών πρακτικών σχεδιασμού διδασκαλίας που αποδοτικά ενσωματώνουν εργαλεία ΤΠΕ.

Αναφορές

Barton, R. (2005). Supporting teachers in making innovative changes in the use of computer-aided practical work to support concept development in physics education. *International Journal of Science Education*, *27*(3), 345-365. https://doi.org/10.1080/0950069042000230794

Bell, R. L. (2008). *Teaching the nature of science through process skills: Activities for grades 3-8*. Pearson.

Chen, S., Chang, W. H., Lai, C. H., & Tsai, C. Y. (2014). A comparison of students' approaches to inquiry, conceptual learning, and attitudes in simulation-based and microcomputer-based laboratories. *Science Education*, *98*(5), 905-935. https://doi.org/10.1002/sce.21126

Donnelly-Hermosillo, D. F., Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2020). Impact of graph technologies in K-12 science and mathematics education. *Computers & Education*, *146*, 103748. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103748

Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education, 13*(1), 105-122. https://doi.org/10.1080/03057268608559933

Duit, R. & Tesch, M. (2010). On the role of the experiment in science teaching and learning-visions and the reality of instructional practice. In M. Kalogiannakis, D. Stavrou & P. Michaelidis (Eds.), *Proceedings of the 7th International Conference on Hands-on Science* (pp. 17-30). University of Crete.

European Commission (2015). *Quests for interdisciplinarity: A challenge for the ERA and HORIZON 2020*. European Commission. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0309a87c-7276-11e5-9317-01aa75ed71a1/language-en

Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2012). Preschool science education with the use of ICT: a case study. *Proceedings of the ESERA 2011 Conference, Science Learning and Citizenship* (vol. 4, pp. 56-62). ESERA.

Kranz, J., Baur, A., & Moeller, A. (2023). Learners' challenges in understanding and performing experiments: a systematic review of the literature. *Studies in Science Education*, *59*(2), 321-367. https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2138151

Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: theoretical background and procedures. In A. Bikner-Ahsbahs, C. Knipping & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 365-380). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-017-9181-6_13

National Research Council (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. National Academies Press. https://doi.org/10.17226/18612

Nersessian, N. J. (1993). In the theoretician's laboratory: Thought experimenting as mental modeling. In *PSA: Proceedings of the biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* (vol. 1992, no. 2, pp. 291-301). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1086/psaprocbienmeetp.1992.2.192843

Nipyrakis, A., & Stavrou, D. (2022). Integration of ICT in Science Education laboratories by primary student teachers. In S. Papadakis & M. Kalogiannakis (Eds.), *STEM, Robotics, mobile apps in early childhood and primary education: Technology to promote teaching and learning* (pp. 55-78). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_4

Nipyrakis, A. (2024). Pre-school teachers' digital concept maps and instructional design practices. *Advances in Mobile Learning Educational Research, 4*(1), 1007-1020. https://doi.org/https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.012

Odom, A. L., Marszalek, J. M., Stoddard, E. R., & Wrobel, J. M. (2011). Computers and traditional teaching practices: Factors influencing middle level students' science achievement and attitudes about science. *International Journal of Science Education*, *33*(17), 2351-2374. https://doi.org/10.1080/09500693.2010.543437

Papadakis, S. (2018). Evaluating pre-service teachers' acceptance of mobile devices with regards to their age and gender: a case study in Greece. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *12*(4), 336-352. https://doi.org/10.1504/ijmlo.2018.095130

Papantonis Stajcic, M., & Nilsson, P. (2024). Teachers' considerations for a digitalised learning context of preschool science. *Research in Science Education*, *54*(3), 499-521. https://doi.org/10.1007/s11165-023-10150-5

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* (pp. 11-34). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2

Shao, F., Tang, L., & Zhang, H. (2024). Video watching and hands-on experiments to learn science: what can each uniquely contribute? *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, *6*(1), 17. https://doi.org/10.1186/s43031-024-00103-x

Velentzas, A., & Halkia, K. (2013). The use of thought experiments in teaching physics to upper secondary-level students: Two examples from the theory of relativity. *International Journal of Science Education*, *35*(18), 3026-3049. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.682182

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2007). The impact of technology on the enactment of "inquiry" in a technology enthusiast's sixth grade science classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(1), 154-182. https://doi.org/10.1002/tea.20158

Waight, N., & Abd-El-Khalick, F. (2012). Nature of technology: Implications for design, development, and enactment of technological tools in school science classrooms. *International Journal of Science Education*, *34*(18), 2875-2905. https://doi.org/10.1080/09500693.2012.698763

Waight, N., & Neumann, K. (2020). 21st-century science education digital ecologies: Technology, technique, shoelaces, promise, and pitfalls? *Journal of Research in Science Teaching*, *57*(9), 1313-1321. https://doi.org/10.1002/tea.21667

Wei, B., & Li, X. (2017). Exploring science teachers' perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work. *International Journal of Science Education*, *39*(13), 1775-1794. https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1351650

Zacharia, Z. C. (2005). The impact of interactive computer simulations on the nature and quality of postgraduate science teachers' explanations in physics. *International Journal of Science Education*, *27*(14), 1741-1767. https://doi.org/10.1080/09500690500239664

Ζαράνης, Ν., & Οικονομίδης, Β. (2008). *Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στην προσχολική εκπαίδευση*. Γρηγόρης.

Ζαχαριάδη, Η. & Φραγκιαδάκη, Γ. (12-14 Απριλίου, 2025). *Διαλεκτική συσχέτιση παιχνιδιού και STEM στην προσχολική εκπαίδευση: Παράδειγμα εφαρμογής ενός εκπαιδευτικού πειράματος* [Προφορική παρουσίαση]. 14ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.

Νιπυράκης, Α., Πανταγιάς, Γ., & Χάλκου, Κ. (2024). Μελετώντας τα "διερευνητικά παραμύθια" Φυσικών Επιστημών που αναπτύσσουν μελλοντικοί νηπιαγωγοί. *Πρακτικά 13ου Πανελλήνιου Συνεδρίου για τις Φυσικές Επιστήμες στην Προσχολική Εκπαίδευση* (υπό έκδοση). ΑΠΘ.

Νιπυράκης, Α., & Βαρελά, Μ. (2025). Η σύνθεση μαντινάδων στη διδασκαλία φυσικών επιστημών από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς-Η ποίηση για τη διασύνδεση νοημάτων και συναισθημάτων. *Πρακτικά Περιλήψεων 14ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση* (σσ. 1-4). ΕΝΕΦΕΤ. https://doi.org/10.12681/codiste.7718