ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2021)

12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Η ενσωμάτωση Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης

Αργύρης Νιπυράκης, Δημήτρης Σταύρου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νιπυράκης Α., & Σταύρου Δ. (2022). Η ενσωμάτωση Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 184–191. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/3747

Η ενσωμάτωση Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση από μελλοντικούς εκπαιδευτικούς Α/θμιας Εκπαίδευσης

Αργύρης Νιπυράκης[1], Δημήτρης Σταύρου[2]
[1]agnipyrakis@edc.uoc.gr, [2]dstavrou@uoc.gr
[1,2]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα μελετάει τον τρόπο με τον οποίο μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης σχεδιάζουν και αναπτύσσουν διδακτικό υλικό, δηλαδή πειράματα και αντίστοιχα φύλλα εργασίας σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα (ΜΥΣ). Ο βαθμός με τον οποίο ενσωματώνουν ΜΥΣ, το είδος χρήσης των ΜΥΣ που επιτελείται, καθώς και οι δυσκολίες που αντιμετώπισαν διερευνάται μέσα από ανάλυση του παραχθέντος διδακτικού υλικού, καθώς και από τις αναστοχαστικές συζητήσεις τους για το διδακτικό υλικό. Το δείγμα αποτελείται από 12 φοιτήτριες Παιδαγωγικού τμήματος και ακολουθήθηκαν μεικτές μέθοδοι ανάλυσης. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι ελλείψεις σε Τεχνολογική και Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, καθώς και πρότερες εμπειρίες των φοιτητριών σε πειράματα με απλά υλικά περιόρισαν μερικώς την περαιτέρω ενσωμάτωση των ΜΥΣ στα πειράματα.

Λέξεις κλειδιά: Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα, Τεχνολογική και Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Εκπαίδευση Μελλοντικών Εκπαιδευτικών, Ενσωμάτωση ΤΠΕ

Εισαγωγή

Η ενσωμάτωση Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εργαστηριακή εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) έχει μια παράδοση τουλάχιστον τεσσάρων δεκαετιών (Lavonen et al. 2003). Τα Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα (ΜΥΣ)/Microcomputer-Based Laboratories, είναι τεχνολογικά περιβάλλοντα που ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των ΤΠΕ και αποτελούνται από: α) αισθητήρες μέτρησης φυσικών μεγεθών με ενσύρματη ή ασύρματη συνδεσμολογία, β) συσκευές συλλογής δεδομένων, πχ υπολογιστές ή πιο πρόσφατα, tablet και smartphones, καθώς και γ) το αντίστοιχο λογισμικό ανάλυσης και παρουσίασης των δεδομένων (Ye et al. 2019). Το κεντρικό χαρακτηριστικό των ΜΥΣ είναι η συλλογή, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Chen et al. 2014), μέσω της οποίας οι μαθητές μπορούν να μελετήσουν πιο εύκολα και πιο γρήγορα σχέσεις μεταξύ φυσικών μεγεθών και να πάρουν άμεση ανατροφοδότηση από αλλαγές σε αυτές, προσπερνώντας, έτσι, χρονοβόρες διαδικασίες ώστε να επικεντρώνουν περισσότερο στο εννοιολογικό περιεχόμενο (Barton 2005). Ακόμα, μέσω των ΜΥΣ οι μαθητές μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητες δημιουργίας και ανάλυσης γραφικών παραστάσεων μεγεθών, ενώ δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να προβλέψουν την εξέλιξη ενός φυσικού μεγέθους και να συγκρίνουν τα αποτελέσματά τους με τις προβλέψεις τους, προσδίδοντας μια δυναμική χρήσης των ΜΥΣ για διερευνητική διδασκαλία, συντελώντας έτσι σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα (Nicolaou et al. 2007; Sokoloff 2007; Ye et al. 2019). Ακόμα, μέσω των ΜΥΣ διευρύνεται το πλήθος πειραμάτων που μπορούν να εκτελεστούν στο εργαστήριο και κινητοποιείται το ενδιαφέρον των μαθητών ανεξαρτήτου μαθησιακών ικανοτήτων (Barton 2005).

Παρ'όλ'αυτά, προβλήματα επίσης προκύπτουν κατά τη χρήση των ΜΥΣ, καθώς οι μαθητές δεν συνδέουν άμεσα την παρατήρηση με ΜΥΣ με το αντίστοιχο εννοιολογικό περιεχόμενο, ενώ τείνουν να σταματούν τη διαδικασία της διερεύνησης μόλις ολοκληρωθεί

η διαδικασία της μέτρησης (Lavonen et al. 2003; Linn & Songer 1991). Παρομοίως και οι εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να διδάξουν με ΤΠΕ λόγω έλλειψης γνώσεων για τις ΤΠΕ και αρνητικών στάσεων για αυτές (Prestridge 2017). Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στον τρόπο και την παιδαγωγική προσέγγιση με τον οποίο ενσωματώνονται οι ΤΠΕ σε σχέση με το πλαίσιο της σχολικής τάξης ως καταλυτική παράμετρο για την αποτελεσματικότητά τους. Συγκεκριμένα, όταν οι ΤΠΕ χρησιμοποιούνται "παθητικά", αντανακλώντας παραδοσιακού τύπου διδασκαλίες, όπως πχ για συμπλήρωση φύλλων/κειμενογράφοι/ σημειωματάρια ή ανάγνωση κειμένων δεν επάγεται βελτίωση στη μάθηση των ΦΕ. Αντιθέτως, όταν χρησιμοποιούνται "ενεργητικά" στα πλαίσια διερεύνησης με επίκεντρο την ενεργό συμμετοχή του μαθητή έχουμε σαφή μαθησιακή βελτίωση (Odom et al. 2011, Waight & Abd-El-Khalick 2007). Υπό αυτό το πρίσμα, ερευνητές της φύσης της τεχνολογίας θεωρούν την ασυμβατότητα μεταξύ παραδοσιακής διδασκαλίας και της μαθητοκεντρικής λειτουργικότητας των ΤΠΕ ως μία από τις βασικές αιτίες για τις οποίες δεν έχει καρποφορήσει η χρήση των ΤΠΕ από μεγάλο μέρος εκπαιδευτικών (Waight & Abd-El-Khalick 2007).

Επιπλέον, σε αντίθεση με προσεγγίσεις εκπαίδευσης στις ΤΠΕ που σκοπό έχουν την ανάπτυξη τεχνολογικών γνώσεων και δεξιοτήτων αυτή καθεαυτή, συνιστάται η χρήση των ΤΠΕ σε αυθεντικά πλαίσια μάθησης περιεχομένου των ΦΕ, γιατί με αυτό τον τρόπο οι εκπαιδευτικοί εξοικειώνονται παράλληλα στο να χρησιμοποιούν τις ΤΠΕ με κατάλληλους διδακτικούς στόχους και κατάλληλες διδακτικές πρακτικές με ΤΠΕ, κάτι που συνεισφέρει στην ενσωμάτωσή τους στην τάξη (Bell et al. 2013, Iliaki et al. 2019). Η παράμετρος της μάθησης *με* την Τεχνολογία και όχι *για* την Τεχνολογία είναι κρίσιμη προκειμένου να καρποφορήσει η χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (Waight & Abd-El-Khalick 2007).

Σε συνέχεια των παραπάνω, οι Koehler et al. (2013) προτείνουν ένα πλαίσιο γνώσεων για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ που επέκτεινε το προϋπάρχον πλαίσιο της Παιδαγωγικής Γνώσης Περιεχομένου (ΠΓΠ), δηλαδή της απαιτούμενης γνώσης για να διδάξω επιστημονικό περιεχόμενο με συγκεκριμένο σκοπό και μεθόδους σε συγκεκριμένο πλαίσιο τάξης, προς την Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου (ΤΠΓΠ)/Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), η οποία είναι η γνώση αποδοτικής χρησιμοποίησης ΤΠΕ με σκοπό τη μάθηση επιστημονικού περιεχομένου με κατάλληλη γνώση διαχείρισης τάξης και παιδαγωγικών τεχνικών που αξιοποιούν τις ΤΠΕ. Παράλληλα, από τη συμβολή των πεδίων της Τεχνολογίας, Παιδαγωγικής και Επιστημονικού περιεχομένου προκύπτει επίσης και η Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση (ΤΠΓ), δηλαδή οι γνώσεις για τις λειτουργίες και δυνατότητες των ΤΠΕ μέσα σε συγκεκριμένα μαθησιακά περιβάλλοντα, αλλά και η επιρροή που ασκούν τα ΤΠΕ σε αυτά, καθώς και η Τεχνολογική Γνώση Περιεχομένου (ΤΓΠ), που είναι οι γνώσεις για το πώς οι ΤΠΕ μπορούν να συμβάλλουν στην καλύτερη οργάνωση και διδασκαλία του επιστημονικού περιεχομένου.

Συγκεκριμένα, στην παρούσα έρευνα, μελετάται το πώς μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης ενσωματώνουν ΤΠΕ στην εργαστηριακή εκπαίδευση για τις ΦΕ, καθώς και οι δυσκολίες που συναντούν στην προσπάθεια αυτή. Συγκεκριμένα, τα ερευνητικά ερωτήματα είναι:

- Πώς αξιοποιούν οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης τα Μικροϋπολογιστικά Συστήματα κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού;
- Ποιες δυσκολίες συναντούν κατά την ενσωμάτωση των Μικροϋπολογιστικών Συστημάτων κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διδακτικού υλικού;

Μέθοδος

Θεωρητικό μεθοδολογικό πλαίσιο

Θεωρητικό μεθοδολογικό πλαίσιο της παρούσας έρευνας αποτέλεσε το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης για την Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών (ΜΔΑΕΕ) (Van Dijk & Kattmann 2007), προσαρμοσμένο στις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, τρία πεδία αλληλεπιδρούν δυναμικά καθ'όλη της διάρκεια της έρευνας: α) Οι εμπειρικές έρευνες για την ΠΓΠ των Εκπαιδευτικών και κατ'επέκταση, για την ΤΠΓΠ και παράλληλα, εμπειρικές έρευνες για τη διδασκαλία και μάθηση σε περιβάλλον εργαστηρίου ΦΕ και την ενσωμάτωση ΤΠΕ στο Εργαστήριο ΦΕ. β) Ο σχεδιασμός περιβαλλόντων μάθησης από τους μελλοντικούς εκπαιδευτικούς, κατά τον οποίο λαμβάνονται υπόψιν αφενός οι ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών και αφετέρου η ανάλυση και η διασάφηση του επιστημονικού περιεχομένου και ο διδακτικός μετασχηματισμός του σε περιεχόμενο για διδασκαλία, σύμφωνα με το Μοντέλο Διδακτικής Αναδόμησης (ΜΔΑ). Παράλληλα, η χρήση των ΤΠΕ που επιτελείται επίσης υπόκειται σε διδακτικό μετασχηματισμό ως προς τις λειτουργίες και τις δυνατότητες που μπορούν να αξιοποιηθούν από τους μαθητές ανάλογα με την ηλικία, το γνωσιακό τους υπόβαθρο και τα ενδιαφέροντά τους. γ) Ο σχεδιασμός περιβαλλόντων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, ο οποίος τροφοδοτεί και τροφοδοτείται από τους δύο άλλους τομείς.

Υλοποίηση της έρευνας

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελούνταν από 12 τεταρτοετείς φοιτήτριες Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης, οι οποίες χωρίστηκαν σε έξι ομάδες των δύο ατόμων. Η έρευνα διεξήχθη στα πλαίσια προπτυχιακού μαθήματος του τμήματος, όπου οι φοιτήτριες κλήθηκαν να σχεδιάσουν διδακτικό υλικό για διδασκαλία ΦΕ στο εργαστήριο ενσωματώνοντας ΤΠΕ. Συγκεκριμένα, οι φοιτήτριες σχεδίασαν και υλοποίησαν πειράματα με τη χρήση ΜΥΣ, καθώς και συνοδευτικά ενδεικτικά φύλλα εργασίας και παρουσιάσεις.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 1, η έρευνα αποτελείται από ένα εισαγωγικό στάδιο εξοικείωσης για τις βασικές λειτουργίες των ΜΥΣ και τρεις κύριες φάσεις σχεδιασμού, όπου κάθε ομάδα φοιτητριών έπρεπε να σχεδιάσει 3 έως 5 διαφορετικά πειράματα σε καθεμία από τις έξι ενότητες περιεχομένου ΦΕ: Μηχανική, Οπτική, Κύματα, Ηλεκτρομαγνητισμός, Θερμοδυναμική και Χημεία, ενσωματώνοντας κατάλληλα ΤΠΕ. Μετά το τέλος κάθε φάσης, γινόταν κυκλική εναλλαγή των ενοτήτων περιεχομένου μεταξύ των ομάδων φοιτητριών, ενώ πραγματοποιούνταν και μια συνάντηση σε πλαίσιο Κοινότητας Μάθησης (ΚΜ) (Couso 2016), όπου οι φοιτήτριες έπαιρναν ανατροφοδότηση για το διδακτικό τους υλικό αναφορικά με το: i) αν εκπληρώθηκαν οι διδακτικοί στόχοι και ii) το είδος χρήσης των ΤΠΕ στα πειράματα, ενώ συζητούσαν και διαμοιράζονταν ιδέες και πρακτικές για τον περαιτέρω σχεδιασμό υλικού σε μετέπειτα φάσεις. Το παραχθέν διδακτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε κατόπιν για διδασκαλία σε μαθητές δημοτικού κατά τη διάρκεια εκπαιδευτικών επισκέψεων στο εργαστήριο ΦΕ του πανεπιστημίου. Στο τέλος, πραγματοποιήθηκε αναστοχαστική συνάντηση όπου οι φοιτήτριες συζήτησαν για τις εμπειρίες και τις δυσκολίες τους κατά τον σχεδιασμό του διδακτικού υλικού και την ενσωμάτωση ΤΠΕ.

Τα ΜΥΣ που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα κυρίως έχουν να κάνουν με αισθητήρες pasco για μετρήσεις φυσικών μεγεθών (data logging) πχ κίνησης, δύναμης, έντασης ρεύματος κτλ, "έξυπνες" συσκευές όπως tablets ή/και smartphones των φοιτητριών, καθώς και το αντίστοιχο λογισμικό Sparkvue για συλλογή και ανάλυση δεδομένων, είτε σε μορφή διαγράμματος είτε σε μορφή μετρητή/"κοντέρ".

Πίνακας 1: Υλοποίηση της έρευνας

Διάρκεια	Περιγραφή
2 εβδομάδες	Εισαγωγικές συναντήσεις ενημέρωσης και εξοικείωσης με τα ΜΥΣ
2 εβδομάδες	Α΄ Φάση σχεδιασμού
1 εβδομάδα	Συνάντηση ΚΜ
2 εβδομάδες	Β΄ Φάση σχεδιασμού
1 εβδομάδα	Συνάντηση ΚΜ
2 εβδομάδες	Γ΄ Φάση σχεδιασμού
Εφαρμογή του διδακτικού υλικού για διδασκαλία σε μαθητές	
1 εβδομάδα	Αναστοχαστική συνάντηση ΚΜ

Συλλογή & ανάλυση δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων περιλαμβάνει: α) το παραχθέν διδακτικό υλικό των φοιτητριών, δηλαδή πειράματα ΦΕ όπως παρουσιάστηκαν στις συναντήσεις της ΚΜ και μέσα από τις εργαστηριακές αναφορές τους και τα ενδεικτικά φύλλα εργασίας τους, β) οι απομαγνητοφωνημένες συναντήσεις της ΚΜ, γ) σημειώσεις πεδίου από τον ερευνητή για τη χρήση ΤΠΕ από τις φοιτήτριες και τις δυσκολίες κατά τη χρήση τους.

Για την ανάλυση των δεδομένων ακολουθήθηκαν μικτές μέθοδοι (Morse 2010). Συγκεκριμένα, το παραχθέν διδακτικό υλικό (ν=90 πειράματα) αναλύθηκε ανά φάση σχεδιασμού α) ως προς το ποσοστό ενσωμάτωσης ΤΠΕ και β) ως προς το είδος χρήσης ΤΠΕ που επιτελείται στα πειράματα˙ συγκεκριμένα: i) αν τα ΜΥΣ συνεισέφεραν ουσιαστικά στην εκπλήρωση των στόχων ή αν επιτελούνταν "παθητική"/διεκπεραιωτική χρήση των ΜΥΣ χωρίς να προσδίδουν προστιθέμενη διδακτική αξία στους στόχους του πειράματος, ii) αν γίνεται χρήση των ΜΥΣ για πρόβλεψη του αποτελέσματος του πειράματος (πχ χαράζοντας μέσω της αφής στην οθόνη σε ένα γράφημα την πιθανή εξέλιξη του φυσικού μεγέθους), iii) αν αξιοποιείται ουσιαστικά το καινοτόμο στοιχείο της ασυρματότητας των μέσων, καθότι οι αισθητήρες επικοινωνούσαν δεδομένα ασύρματα μέσω bluetooth. Για τον χαρακτηρισμό των πειραμάτων ως προς την παρουσία/απουσία καθενός από τα χαρακτηριστικά τους χρησιμοποιήθηκαν διχοτομικές μεταβλητές, συνεπώς, χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικά τεστ Kruskal Wallis.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ποιοτική ανάλυση περιεχομένου (Mayring 2014) των συζητήσεων κατά τη διάρκεια των συναντήσεων της ΚΜ, αναφορικά με την ανάπτυξη του υλικού και τη χρήση των ΤΠΕ αφενός για λόγους τριγωνοποίησης των ποσοτικών δεδομένων και αφετέρου για περαιτέρω εις βάθος ανάλυση των αντιλήψεων και των δυσκολιών των φοιτητριών στη χρήση των ΤΠΕ.

Αποτελέσματα

Οι φοιτήτριες, παρά την παράμετρο που τις είχε τεθεί να ενσωματώσουν ΤΠΕ, δεν κατάφεραν να ενσωματώσουν ΤΠΕ σε ένα ποσοστό 27-37% των πειραμάτων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, ενώ σε μια μειοψηφία περιπτώσεων χρησιμοποίησαν τεχνολογικές συσκευές/όργανα με ψηφιακή ένδειξη αλλά εκτός πλαισίου ΜΥΣ, πχ πομπός κυμάτων δεδομένης συχνότητας με ψηφιακή ένδειξη, ψηφιακή ζυγαριά ακριβείας κτλ.

Πίνακας 2: Χρήση ΤΠΕ στα πειράματα

	Α Φάση	Β Φάση	Γ Φάση	Συνολικά
με ΜΥΣ	18 60,0%	18 62,1%	20 64,5%	56 62,2%
με ΤΠΕ – εκτός πλαισίου ΜΥΣ	1 3,3%	3 10,3%	1 3,2%	5 5,6%
χωρίς ΤΠΕ	11 36,7%	8 26,6%	10 32,3%	29 32,2%
Σύνολο πειραμάτων	**30**	**29**	**31**	**90**

Γενικότερα, το ποσοστό ενσωμάτωσης ΜΥΣ ανά φάση σχεδιασμού παρέμεινε πρακτικά σταθερό (p=0,936). Παρ'όλ'αυτά, οι φοιτήτριες δήλωσαν επανειλημμένα δυσκολία στο να βρουν διαφορετικά πειράματα στις μετέπειτα φάσεις από αυτά που είχαν ήδη σχεδιαστεί από τους συναδέλφους τους σε προηγούμενες φάσεις, όπως φαίνεται ενδεικτικά παρακάτω:

«4β καλά, οι ενότητες εξαρτιόντουσαν πάρα πολύ από το αν εμείς την κάναμε πρώτη φορά ή δεύτερη ή τρίτη. Όταν η ενότητα ερχότανε τρίτη σε εμάς, ήτανε πάρα πολύ δύσκολο να βρούμε ένα πείραμα γιατί την είχαν εξαντλήσει»

Συνεπώς, η διατήρηση του ποσοστού ενσωμάτωσης ΤΠΕ σε παρόμοια επίπεδα στη φάση Β και Γ μπορεί να θεωρηθεί πρόοδος για τις φοιτήτριες, καθότι αύξανε ο βαθμός δυσκολίας στον σχεδιασμό υλικού. Σε αυτό συνέβαλλε σημαντικά η συνεργατικότητα των μελών της ΚΜ, όπως έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενη εργασία (Νιπυράκης & Σταύρου 2018).

Αναφορικά με τις δυσκολίες στην ανάπτυξη υλικού, αναφέρθηκαν δυσκολίες ως προς το επιστημονικό περιεχόμενο, οι οποίες περιόριζαν την ενσωμάτωση των ΤΠΕ. Ακόμα όμως και αν το πείραμα ήταν εννοιολογικά κεκτημένο από τις φοιτήτριες, η ενσωμάτωση ΤΠΕ αποτελούσε ένα επιπρόσθετο επίπεδο πολυπλοκότητας.

«4α …Και το τελευταίο και μείζον πρόβλημα που το είχαμε νομίζω όλοι στο σεμινάριο, πόσο μάλλον ένα παιδί, είναι πώς θα συνδυάσω το πείραμα με τη Νέα Τεχνολογία. Τι πείραμα θα βρω εγώ τώρα για να κάνω μέτρηση.»

Η παραπάνω δήλωση είναι ενδεικτική της έλλειψης ΤΓΠ από τις φοιτήτριες. Παρομοίως, αρκετές φοιτήτριες δήλωσαν την μη πρότερη εξοικείωση με τις ΤΠΕ ως δυσκολία κατά τον σχεδιασμό, ενώ θεώρησαν ότι χρειάζονταν περισσότερη ρητή διδασκαλία παραδοσιακού τύπου για τα ΜΥΣ και τις λειτουργίες τους, σε αντίθεση με το κονστρακτιβιστικό πλαίσιο εξερεύνησης & πειραματισμού των ΜΥΣ που εφαρμόστηκε.

Αναφορικά με το είδος χρήσης των ΜΥΣ, παρατηρούμε στον Πίνακα 3 ότι σε ένα ποσοστό 14% των πειραμάτων έγινε άσκοπη/διεκπεραιωτική χρήση των ΜΥΣ, πχ χρήση αισθητήρα έντασης ήχου σε πείραμα που ο διδακτικός στόχος ήταν να δείξουν ότι τα ηχητικά κύματα προκαλούν ταλάντωση στα σώματα, όπως κόκκοι ζάχαρης. Μεγαλύτερο πλήθος τέτοιων περιπτώσεων είχαμε, βέβαια, στις μετέπειτα φάσεις όπου, σύμφωνα με τις φοιτήτριες, αυξανόταν ο βαθμός δυσκολίας στον σχεδιασμό, όπως αναλύθηκε προηγουμένως.

Η χρήση των ΜΥΣ για πρόβλεψη ιδεών των μαθητών δυσκόλεψε αρκετά τις φοιτήτριες και ενσωματώθηκε σε μικρό ποσοστό στα πειράματα, παρά τις συστάσεις και την καθοδήγηση στις συναντήσεις της ΚΜ. Παρομοίως, οι φοιτήτριες δήλωσαν ότι χρειάζονταν αρχικά ρητή διδασκαλία για αυτή τη λειτουργία των ΜΥΣ. Εντούτοις, συνέχισαν να το χρησιμοποιούν σε παρόμοια μικρά ποσοστά (p=0,113), παρά τις εκτενείς συζητήσεις για αυτό στην ΚΜ. Παράλληλα, υπήρχαν περιπτώσεις όπου παρερμηνεύτηκε η λειτουργία της πρόβλεψης στα ΜΥΣ, πχ μια ομάδα θεώρησε ότι τα παιδιά θα μπορούσαν να ζωγραφίσουν την πορεία της δέσμης φωτός στο λογισμικό. Αυτό δεν σημαίνει, βέβαια, ότι οι φοιτήτριες

δεν ενσωμάτωσαν το στάδιο της πρόβλεψης ιδεών από άποψη διδακτικής μεθοδολογίας, το έκαναν όμως χωρίς ΜΥΣ ή με λανθασμένη χρήση ΜΥΣ, κάτι που υποδηλώνει έλλειψη σε ΤΠΓ.

Πίνακας 3: Είδος χρήσης ΜΥΣ

	Α ΦΑΣΗ	Β ΦΑΣΗ	Γ ΦΑΣΗ	Συνολικά
Χρήση ΜΥΣ που επιτελεί ουσιαστικό ρόλο	17 94,4%	14 77,8%	17 85,0%	48 85,7%
Δευτερεύουσας/ άσκοπης χρήσης ΜΥΣ	1 5,6%	4 22,2%	3 15,0%	8 14,3%
Χρήση ΜΥΣ για Πρόβλεψη	0 0,0%	4 22,2%	4 20,0%	8 14,3%
Ασυρματότητα	1 5,6%	1 5,6%	1 5,0%	3 5,4%
Σύνολο πειραμάτων	**18**	**18**	**20**	**56**

Το στοιχείο της ασυρματότητας των αισθητήρων επίσης δεν χρησιμοποιήθηκε εποικοδομητικά, παρά σε ελάχιστες περιπτώσεις, όπως στη χρήση οχήματος με αισθητήρες για τη μελέτη της κίνησής του χωρίς καλώδια σύνδεσης. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός, ότι παρόλο που στο περιβάλλον των φοιτητριών γίνεται ευρεία πλέον χρήση ασύρματων συσκευών, φαίνεται πως αυτή η λειτουργία κρίνεται απαιτητική στο να αξιοποιηθεί ουσιαστικά στο διδακτικό υλικό. Χαρακτηριστικό είναι ακόμα το γεγονός που προκύπτει από τα λεγόμενα των φοιτητριών στην ΚΜ, ότι οι φοιτήτριες δεν σχεδίαζαν τα πειράματά τους με αφετηρία να χρησιμοποιηθούν οι καινοτόμες λειτουργίες των ΜΥΣ, όπως η ασυρματότητα και η χρήση τους για πρόβλεψη ιδεών, αλλά απεναντίας σχεδίαζαν τα πειράματα και μετέπειτα επιδίωκαν να ενσωματώσουν τις λειτουργίες αυτές, όπου και αν ήταν δυνατόν. Παρομοίως έκαναν και με την ενσωμάτωση των ΤΠΕ γενικότερα, καθώς ήταν μια προσθήκη που μάλλον ερχόταν μεταγενέστερα. Συνεπώς, βλέπουμε ότι ακολουθήθηκε περισσότερο μία διαδρομή ΠΓΠ σε ΤΠΓΠ (Koehler et al. 2013).

«4β και δε μπορούσαμε να βρούμε, δηλαδή τα πειράματα που έκανα στο δημοτικό ήταν πολύ πιο απλά
4α με κεράκια
4β με κεράκια με φακούς, δηλαδή με κάτι που σίγουρα δε μπορούσαμε να βάλουμε τάμπλετ»
«5α δηλαδή τώρα, στο δημοτικό χρησιμοποιούσαμε πιο απλά υλικά, για να γίνουν και πιο κατανοητά στα παιδιά»

Όπως διαφαίνεται με τα παραπάνω αποσπάσματα των φοιτητριών, αντιλήψεις που επηρέασαν αυτή τη διαδρομή καλλιέργειας ΤΠΓΠ μπορούν να θεωρηθούν αφενός τα βιώματά τους ως μαθητές και αφετέρου οι μέχρι τώρα εμπειρίες τους από διδασκαλία μαθητών. Αξιοσημείωτο είναι δε, ότι οι φοιτήτριες έκριναν αναφορικά με τη δυσκολία κατανόησης των ΤΠΕ από τους μαθητές με βάση τις δικές τους εμπειρίες και όχι με βάση τη σύγχρονη πραγματικότητα που βιώνουν οι μαθητές του σήμερα, επιβεβαιώνοντας το χάσμα μεταξύ "ψηφιακών ιθαγενών" και "ψηφιακών μεταναστών" (Prensky 2001).

Τέλος, μια ενδιαφέρουσα αντίληψη για τη χρήση των οργάνων προέκυψε από τις συζητήσεις στην ΚΜ:

«1β έτσι κι αλλιώς μόνο το θερμόμετρο είχε, δεν είχε κάτι άλλο»
«2β μα pH τώρα δεν μπορούσαμε να μετρήσουμε γιατί είχανε μετρήσει τα κορίτσια»

«5β όταν μας ειπώθηκε ας πούμε μετρήσεις, πήγε μόνο το μυαλό μας σε αυτό που γίνεται τώρα ας πούμε, όχι στα περαιτέρω, μετρήσεις στα στάνταρ, ας πούμε στη Χημεία το pH, στον ήχο το πόσο πάλλεται, τέτοια πράγματα, δεν είχαμε δηλαδή τη φαντασία να σκεφτούμε, να ψάξουμε»

Οι φοιτήτριες έτειναν να συνδέσουν νοητικά ένα όργανο/αισθητήρα με έναν τρόπο χρήσης και πολλές φορές με ένα συγκεκριμένο πείραμα, το οποίο αν πραγματοποιούσε μια ομάδα επερχόταν κορεσμός ως προς τη χρησιμότητά του. Δυσκολεύονταν, συνεπώς, να το αντιληφθούν σαν ένα όργανο που μετρούσε ένα φυσικό μέγεθος που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ένα εύρος πειραμάτων. Αυτή η χρηστική αντίληψη για τα τεχνολογικά όργανα υποδηλώνει αφενός έλλειψη σε ΤΓΠ και αφετέρου επιβεβαιώνει μια πτυχή της φύσης της τεχνολογίας (Waight & Abd-El-Khalick 2012) αναφορικά με την υπέρμετρη αξία που έχει δώσει ο άνθρωπός στα τεχνολογικά εργαλεία αυτά καθεαυτά παραγκωνίζοντας την ανθρώπινη προσφορά και γνώση σχετικά με τη χρήση & ενσωμάτωσή τους.

Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία αφενός μελετάει τον βαθμό με τον οποίο ενσωματώνουν ΤΠΕ οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί Α/θμιας Εκπαίδευσης και τον τρόπο χρήσης των ΤΠΕ που επιτελούν, και αφετέρου τις δυσκολίες που συναντούν κατά τον σχεδιασμό και ανάπτυξη διδακτικού υλικού με ΤΠΕ.

Συγκεκριμένα, οι φοιτήτριες της παρούσας έρευνας κατάφεραν στην πλειοψηφία των πειραμάτων να εντάξουν αποτελεσματικά ΜΥΣ, πλην όμως σε μη αμελητέο ποσοστό έκαναν διεκπεραιωτική χρήση αυτών ή κατέφυγαν σε πειράματα με απλά υλικά, επηρεαζόμενοι από πρότερες εμπειρίες και στάσεις τους, στην ασφάλεια των οποίων ανέτρεχαν όταν βρίσκονταν σε αδιέξοδο στην ενσωμάτωση ΜΥΣ. Επιπλέον, από τις συζητήσεις τους διαφαίνεται ότι μάλλον ακολούθησαν μια διαδρομή ΠΓΠ σε ΤΠΓΠ (Koehler et al. 2013), καθώς η ενσωμάτωση των ΤΠΕ ερχόταν σε μεταγενέστερο στάδιο και με δευτερεύουσα σημασία και όχι ως αφετηρία κατά τον σχεδιασμό του διδακτικού υλικού, με παρόμοιο τρόπο όπως αναδεικνύεται σε έρευνες με εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (Niess et al. 2010).

Αξιοσημείωτο είναι, επίσης, ότι δεν αξιοποιήθηκαν καινοτόμες λειτουργίες των ΜΥΣ, όπως η ασυρματότητα και η χρήση ΜΥΣ για πρόβλεψη ιδεών, παρά την καθοδήγηση στις συναντήσεις της ΚΜ. Αφενός μπορεί να θεωρηθεί ότι η αξιοποίηση των καινοτομιών αυτών απαιτούσε πιο ανεπτυγμένες γνώσεις ΤΠΓΠ, αφετέρου μπορούμε να θεωρήσουμε ότι απαιτούνταν μια πιο μαθητοκεντρική προσέγγιση σε σχέση με την παραδοσιακή χρήση και μάθηση για τις ΤΠΕ που επιδίωκαν οι φοιτήτριες, κάτι που υποδηλώνει μια ασυμβατότητα στην κουλτούρα για τις ΤΠΕ.

Τα πορίσματα της έρευνας τονίζουν τη σημασία ολιστικών προσεγγίσεων στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, οι οποίες θα μετατοπίζουν το κέντρο βάρους από τα τεχνολογικά εργαλεία αυτά καθεαυτά, προς το γνωστικό υπόβαθρο, τις στάσεις και τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για τη φύση και τη χρησιμότητά των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, προκειμένου να ενσωματωθούν πιο εκτενώς και πιο αποτελεσματικά στην εκπαίδευση.

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.

Bell, R. L., Maeng, J. L., & Binns, I. C. (2013). Learning in context: Technology integration in a teacher preparation program informed by situated learning theory. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(3), 348-379.

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.

Couso, D. (2016). Participatory Approaches to Curriculum Design From a Design Research Perspective. In *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences* (pp. 47-71). Springer, Dordrecht.

Iliaki, G., Velentzas, A., Michailidi, E., & Stavrou, D. (2019). Exploring the music: a teaching-learning sequence about sound in authentic settings. *Research in Science & Technological Education*, *37*(2), 218-238.

Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2013). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Journal of education*, *193*(3), 13-19.

Lavonen, J., Juuti, K., & Meisalo, V. (2003). Designing a user-friendly microcomputer-based laboratory package through the factor analysis of teacher evaluations. *Int. J. Sci. Educ.*, *25*(12), 1471-1487.

Linn, M. C., & Songer, N. B. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands?. *Journal of research in Science teaching*, *28*(10), 885-918.

Mayring, P. (2014). Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution.

Morse, J. M. (2010). Procedures and practice of mixed method design: Maintaining control, rigor, and complexity. *Sage Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioural Research 2nd ed. Thousand Oaks: Sage*, 339-353.

Nicolaou, C. T., Nicolaidou, I., Zacharia, Z., & Constantinou, C. P. (2007). Enhancing fourth graders' ability to interpret graphical representations through the use of microcomputer-based labs implemented within an inquiry-based activity sequence. *Journal of computers in Mathematics and Science Teaching*, *26*(1), 75-99.

Niess, M. L., van Zee, E. H., & Gillow-Wiles, H. (2010). Knowledge growth in teaching mathematics/science with spreadsheets: Moving PCK to TPACK through online professional development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, *27*(2), 42-52.

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.

Prensky, M. (2001), "Digital Natives, Digital Immigrants Part 2: Do They Really Think Differently?", *On the Horizon*, Vol. 9 No. 6, pp. 1-6.

Prestridge, S. (2017). Examining the shaping of teachers' pedagogical orientation for the use of technology. *Technology, Pedagogy and Education*, 1-15.

Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. *European Journal of Physics*, *28*(3), S83.

Van Dijk, E. M., & Kattmann, U. (2007). A research model for the study of science teachers' PCK and improving teacher education. *Teaching and Teacher Education*, *23*(6), 885-897.

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.

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.

Ye, J., Lu, S., & Bi, H. (2019). The effects of microcomputer-based laboratories on students' macro, micro, and symbolic representations when learning about net ionic reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, *20*(1), 288-301.

Νιπυράκης, Α., & Σταύρου, Δ. (2018): *Μελέτη των Αλληλεπιδράσεων Φοιτητών σε Κοινότητα Μάθησης με αντικείμενο την Εκπαίδευση σε Εργαστήρια με Μικροϋπολογιστικά Συστήματα.* Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Νέων Ερευνητών Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, Αγριά Βόλου, 2-4 Απριλίου.