

ΠΩΣ ΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΔΙΑΤΥΠΩΣΗΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ ΚΑΘΩΣ ΕΡΓΑΖΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑΝ ΜΑΘΗΣΙΑΚΟ ΧΩΡΟ ΔΙΕΡΩΤΗΣΗΣ

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης δύο υποστηρικτικών εργαλείων, ενός εργαλείου διατύπωσης υποθέσεων και ενός εργαλείου σχεδιασμού πειραμάτων, στις ενέργειες των μαθητών καθώς πραγματοποιούν μια διερεύνηση σε έναν μαθησιακό χώρο διερώτησης, αξιοποιώντας εικονικό πειραματισμό. Για το σκοπό αυτό, εφαρμόστηκε μια διδακτική παρέμβαση σε δύο ομάδες μαθητών. Στην πρώτη ομάδα (πειραματική) αξιοποιήθηκαν τα δύο εργαλεία που εξετάζονται, ενώ στη δεύτερη ομάδα (ομάδα ελέγχου) δεν χρησιμοποιήθηκαν. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η χρήση των δύο εργαλείων οδήγησε σε καλύτερη επίδοση των μαθητών της πειραματικής ομάδας, κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, σε σχέση με την επίδοση των μαθητών της ομάδας ελέγχου.

Abstract

The aim of this study was the evaluation of the impact of the use of two software scaffolds, a hypothesis scratchpad and an experiment design tool, on students' actions during the enactment of an inquiry learning activity sequence in a computer supported inquiry learning environment. The study's research design involved two group of students, namely an experimental and a control group, who completed the study's intervention with and without the use of the two aforementioned tools, respectively. The experimental group made use of the hypothesis scratchpad and the experiment design tool, whereas the control group used the same materials as the experimental group, but these two tools. The results of the study showed that the combined use of the tools enhanced the experimental group students' performance more than the performance of the students of the control group.

1. Εισαγωγή

Ένας από τους καλύτερους τρόπους για ενσωμάτωση του εικονικού πειραματισμού στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι η ανάπτυξη και εφαρμογή Τεχνολογικά Υποστηριζόμενων Μαθησιακών Περιβαλλόντων Διερώτησης, τα οποία διευρύνουν την επιτυχία της μάθησης με διερώτηση και εξασφαλίζουν την κατάλληλη καθοδήγηση των μαθητών (Slavin, et al., 2014). Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί διάφορα εργαλεία υποστήριξης της μάθησης, ώστε να διευκολύνεται η αξιοποίηση του εικονικού πειραματισμού (Gijlers & de Jong, 2013; Quintana & Fishman, 2006). Τα υποστηρικτικά εργαλεία σχεδιάζονται και αναπτύσσονται για να παρέχουν κατάλληλη καθοδήγηση κατά την ολοκλήρωση διάφορων πρακτικών κατά τη μάθηση μέσω διερώτησης, όπως είναι η διατύπωση υποθέσεων και ο σχεδιασμός πειραμάτων.

Η μάθηση με διερώτηση είναι περίπλοκη για τους μαθητές (Quintana & Fishman, 2006), καθώς αντιμετωπίζουν σοβαρές δυσκολίες κατά τη διεκπεραίωση των πρακτικών που τη συνθέτουν. Για παράδειγμα, οι μαθητές αδυνατούν να εντοπίσουν τις μεταβλητές που εμπλέκονται σε ένα φαινόμενο, ώστε να διατυπώσουν κατάλληλες υποθέσεις και

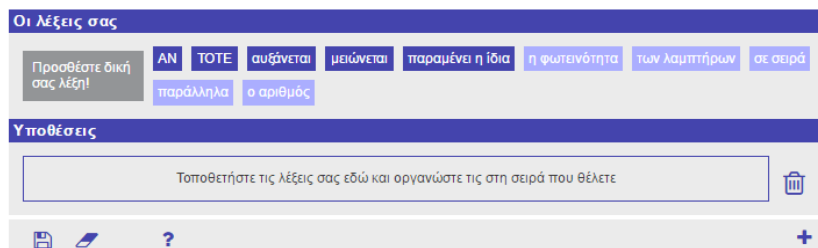
πραγματοποιούν λανθασμένη διαχείριση των μεταβλητών αυτών κατά τη διάρκεια του πειραματισμού (de Jong & van Joolingen, 1998; Glaser et al., 1992; Lawson, 2002).

Δεδομένου ότι η παρουσία αποτελεσματικών υποστηρικτικών εργαλείων, για παροχή καθοδήγησης στις πρακτικές που αναφέρθηκαν πιο πάνω, είναι ελάχιστη (Zacharia et al., 2015), στην παρούσα ερευνητική εργασία γίνεται μια προσπάθεια να μελετηθεί η επίδραση που έχει ο συνδυασμός δύο υποστηρικτικών εργαλείων, ενός εργαλείου διατύπωσης υποθέσεων και ενός εργαλείου σχεδιασμού πειραμάτων, στις ενέργειες των μαθητών καθώς εργάζονται σε ένα περιβάλλον μάθησης με διερώτηση, στο οποίο αξιοποιείται ο εικονικός πειραματισμός. Τα δύο υποστηρικτικά εργαλεία που αξιοποιήθηκαν στην εργασία αυτή αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος Go-Lab και είναι διαθέσιμα στο διαδίκτυο (<http://www.golabz.eu/>). Τα ερευνητικά ερωτήματα της έρευνας ήταν τα εξής δύο: 1) Ποιες ενέργειες πραγματοποιούν οι μαθητές κατά τη διατύπωση υποθέσεων και κατά το σχεδιασμό πειραμάτων, στις δύο ομάδες; 2) Ποια η επίδραση των δύο εργαλείων στη συνολική επίδοση των μαθητών κατά τη διάρκεια του παρεμβατικού μαθήματος;

Εργαλείο διατύπωσης υποθέσεων (ΕΔΥ)

Στο ΕΔΥ (Εικόνα 1) οι μαθητές μεταφέρουν λέξεις που δίνονται ή δικές τους λέξεις που πληκτρολογούν στο γκριζό πλαίσιο, στο χώρο δημιουργίας της υπόθεσης, κάτω ακριβώς από το μεγάλο πλαίσιο με τις δοσμένες λέξεις. Ανάμεσα στις λέξεις που δίνονται είναι το Αν και το τότε, καθοδηγώντας με αυτό τον τρόπο τους μαθητές να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους στην μορφή Αν...τότε.

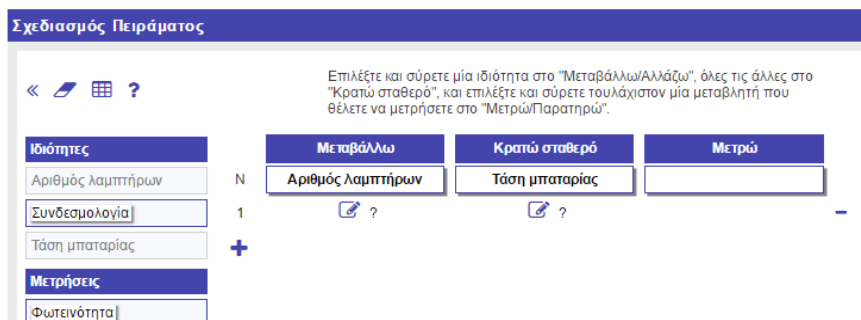
Εικόνα 1. Εργαλείο Διατύπωσης Υποθέσεων



Εργαλείο Σχεδιασμού Πειραμάτων (ΕΣΠ)

Στο ΕΣΠ (Εικόνα 2) οι μαθητές αρχικά καθορίζουν ποια μεταβλητή θα μεταβάλουν (ανεξάρτητη), ποιες θα κρατήσουν σταθερές και ποια μεταβλητή θα μετρήσουν (εξαρτημένη), μεταφέροντάς τις από το αριστερό μέρος του εργαλείου στην κατάλληλη στήλη. Έπειτα, προσθέτουν πειραματικές δοκιμές και καθορίζουν τιμές για κάθε μεταβλητή σε κάθε τους πειραματική δοκιμή.

Εικόνα 2. Εργαλείο Σχεδιασμού Πειραμάτων (ΕΣΠ)



2. Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 20 μαθητές Ε' τάξης (11-12 χρονών) ενός Δημόσιου Δημοτικού Σχολείου της Κύπρου, οι οποίοι χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε δύο ομάδες μικτής ικανότητας. Η πρώτη ομάδα (πειραματική) αποτελείται από 11 μαθητές (6 αγόρια και 5 κορίτσια) και η δεύτερη ομάδα (ελέγχου) από 9 μαθητές (5 αγόρια και 4 κορίτσια). Οι μαθητές και των δύο ομάδων ολοκλήρωσαν ένα παρεμβατικό μάθημα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, το οποίο σχεδιάστηκε ακολουθώντας το πρότυπο του κύκλου της διερώτησης (Pedaste et al., 2015) και αξιοποιώντας τις δυνατότητες της πλατφόρμας του Go-Lab (de Jong et al., 2014). Το μάθημα αφορούσε τα ηλεκτρικά κυκλώματα, συγκεκριμένα το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα και τα δύο είδη συνδεσμολογιών, σε σειρά και παράλληλα, και περιείχε τις πέντε φάσεις του κύκλου διερώτησης. Σε κάθε φάση οι μαθητές κλήθηκαν να ολοκληρώσουν ορισμένες δραστηριότητες. Στη φάση της Υπόθεσης και της Διερεύνησης, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας αξιοποίησαν τα δύο εργαλεία, ΕΔΥ και ΕΣΠ αντίστοιχα, ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου ολοκλήρωσαν τις δραστηριότητες διατύπωσης υποθέσεων και σχεδιασμού πειραμάτων χωρίς τα δύο εργαλεία, αξιοποιώντας ένα άδειο πλαίσιο εισαγωγής κειμένου. Σημειώνεται σε αυτό το σημείο ότι οι οδηγίες που δόθηκαν στους μαθητές, από το ίδιο το μαθησιακό περιβάλλον, για τις δύο δραστηριότητες, διατύπωση υποθέσεων και σχεδιασμό πειράματος, ήταν οι ίδιες και για τις δύο ομάδες. Κατά την ενασχόληση των μαθητών στον ηλεκτρονικό υπολογιστή συλλέχθηκαν δεδομένα από την καταγραφή των ενεργειών και των κινήσεων των μαθητών στην οθόνη του υπολογιστή, ενώ παράλληλα καταγράφηκε και ήχος από τις συζητήσεις που είχαν με την εκπαιδευτικό. Ο ρόλος της εκπαιδευτικού ήταν ο ίδιος και για τις δύο ομάδες. Συγκεκριμένα, παρείχε βοήθεια για την αντιμετώπιση τεχνικών ζητημάτων, ενώ όταν οι μαθητές είχαν απορίες για το περιεχόμενο και την ορθότητα των εργασιών τους, τους καθοδηγούσε με κατάλληλες ερωτήσεις χωρίς να δίνει έτοιμες απαντήσεις και τους παρέπεμπε στις οδηγίες και υποδείξεις που υπήρχαν στο μαθησιακό περιβάλλον. Τα δεδομένα που προέκυψαν έτυχαν επεξεργασίας, με στόχο την κωδικοποίηση των ενεργειών των μαθητών που σχετίζονται με τις πρακτικές της διατύπωσης υποθέσεων και του σχεδιασμού πειραμάτων. Στη συνέχεια, προέκυψε μια μεταβλητή που αντιπροσωπεύει τη συνολική επίδοση των μαθητών κατά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, η οποία υπολογίστηκε από τις επιμέρους αξιολογήσεις των ενεργειών τους στο μαθησιακό περιβάλλον. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε ο μη παραμετρικός στατιστικός έλεγχος Mann-Whitney U, για να διαπιστωθεί αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων.

3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα που απαντούν στο πρώτο ερευνητικό ερώτημα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, όπου διαφαίνεται από τις ενέργειες που κωδικοποιήθηκαν ότι, περισσότεροι μαθητές της πειραματικής ομάδας ακολούθησαν ορθή πορεία κατά την πραγματοποίηση των εργασιών τους κατά τη διδακτική παρέμβαση.

Πίνακας 1: Ενέργειες των μαθητών για την ολοκλήρωση του παρεμβατικού μαθήματος

Ενέργειες για την ολοκλήρωση του παρεμβατικού μαθήματος	Πειραματική Ομάδα (n=11)	Ομάδα ελέγχου (n=9)
Διατύπωση υπόθεσης που αντιστοιχεί στο υπό μελέτη πρόβλημα	81.8%	22.2%
Επιστροφή σε προηγούμενη/ες δραστηριότητα/ες κατά τη διατύπωση υποθέσεων	90.9%	55.6%
Ανατροφοδότηση από την εκπαιδευτικό κατά τη διατύπωση υποθέσεων	72.7%	77.8%
Σχεδιασμός δίκαιου πειράματος	100%	0%
Επιστροφή σε προηγούμενη/ες δραστηριότητα/ες κατά το σχεδιασμό	18.2%	11.1%

πειραμάτων		
Οργάνωση περισσότερων από δύο πειραματικών δοκιμών κατά τον σχεδιασμό πειραμάτων	100%	11.1%
Ανατροφοδότηση από την εκπαιδευτικό κατά τον σχεδιασμό πειραμάτων	100%	77.8%
Αντιστοιχία πειραματικού σχεδιασμού με υποθέσεις	100%	77.8%
Εξαγωγή ορθού συμπεράσματος	81.8%	66.7%

Από την επεξεργασία των δεδομένων για την απάντηση του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος, βρέθηκε ότι οι δύο ομάδες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους ως προς τη συνολική επίδοσή τους στο παρεμβατικό μάθημα (Mann-Whitney $Z=-3.88$, $p<0.001$). Συγκεκριμένα, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν ψηλότερη μέση επίδοση (Mean=0.93) από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου (Mean=0.35).

4. Συμπεράσματα

Σχολιάζοντας τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, διαπιστώνεται ότι η αξιοποίηση των δύο εργαλείων, ΕΔΥ και ΕΣΠ, βοήθησε τους μαθητές να διενεργήσουν τις κατάλληλες ενέργειες, ώστε να ολοκληρώσουν ορθά τις διερευνήσεις τους και να καταλήξουν σε ορθά συμπεράσματα. Αυτό το αποτέλεσμα ενισχύεται από αναφορές που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, οι οποίες τονίζουν ότι η διατύπωση ορθών υποθέσεων και η εκτέλεση δίκαιων πειραμάτων επηρεάζουν, στη συνέχεια, άλλες πρακτικές της μάθησης με διερώτηση, όπως είναι η ερμηνεία των δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων (Kim & Pederson, 2011; Arnold et al., 2014). Συνεπώς, τα δύο υποστηρικτικά εργαλεία που αξιοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, κρίνονται αποτελεσματικά για τον σκοπό που έχουν σχεδιαστεί. Παρόλα αυτά, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση της επίδρασης που έχουν τα εργαλεία αυτά στις γνώσεις και δεξιότητες που αποκτούν οι μαθητές. Επιπλέον, χρήζει διερεύνησης η συστηματική και σταδιακά μειωμένη αξιοποίηση της χρήσης υποστηρικτικών εργαλείων, ώστε να διαφανεί η προσθετική τους αξία για την απόκτηση δεξιοτήτων διερώτησης σε βάθος χρόνου.

5. Βιβλιογραφία

- Arnold, J. C., Kremer, K., & Mayer, J. (2014). Understanding students' Experiments—What kind of support do they need in inquiry tasks? *International Journal of Science Education*, 36(16), 2719-2749.
- de Jong, T., & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179-201.
- de Jong, T., Sotiriou, S., & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: The go-lab federation of online labs. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1-16.
- Gijlers, H., & de Jong, T. (2013). Using concept maps to facilitate collaborative simulation-based inquiry learning. *Journal of the Learning Sciences*, 22(3), 340-374.
- Glaser, R., Schauble, L., Raghavan, K., & Zeitz, C. (1992). Scientific reasoning across different domains. In D. C. Erik, L. Marcia C., M. Heinz & V. Lieven (Eds.), *Computer-based learning environments and problem solving*. (pp. 345-371). Springer Berlin Heidelberg.
- Kim, H. J., & Pedersen, S. (2011). Advancing young adolescents' hypothesis-development performance in a computer-supported and problem-based learning environment. *Computers & Education*, 57(2), 1780-1789.
- Lawson, A. E. (2002). Sound and faulty arguments generated by preservice biology teachers when testing hypotheses involving unobservable entities*. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 237-252.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zachariac, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review, 14*, 47-61.

Quintana, C., & Fishman, B. (2006). Supporting science learning and teaching with software-based scaffolding. *American Educational Research Association (AERA)*.

Slavin, R.E., Lake, C., Hanley, P., & Thurston, A. (2014). Experimental evaluations of elementary science programs: A best-evidence synthesis. *Journal of Research in Science Teaching, 51*, 870-901.

Zacharia, Z., Manoli, C., Xenofontos, N., Jong, T., Pedaste, M., Riesen, S., Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: A literature review. *Educational Technology Research & Development, 63*(2), 257-302.