ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2016)

10ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Η επίδραση ενός εργαλείου διατύπωσης υποθέσεων και ενός εργαλείου σχεδιασμού πειραμάτων στις δεξιότητες διερώτησης που αποκτούν μαθητές Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης όταν εργάζονται σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο μαθησιακό περιβάλλον διερώτησης

Νικολέττα Ξενοφώντος, Τάσος Χοβαρδάς, Ζαχαρίας Χ. Ζαχαρία, Ton de Jong, Margus Pedaste

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 03/05/2024 18:03:08

Η επίδραση ενός εργαλείου διατύπωσης υποθέσεων και ενός εργαλείου σχεδιασμού πειραμάτων στις δεξιότητες διερώτησης που αποκτούν μαθητές Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης όταν εργάζονται σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο μαθησιακό περιβάλλον διερώτησης

Νικολέττα Ξενοφώντος[1],Τάσος Χοβαρδάς[1], Ζαχαρίας Χ. Ζαχαρία[1], Ton de Jong[2], Margus Pedaste[3]
xenofontos.nikoletta@ucy.ac.cy, hovardas@ucy.ac.cy, zach@ucy.ac.cy,
a.j.m.dejong@utwente.nl, margus.pedaste@ut.ee
[1]Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος
[2]University of Twente, the Netherlands
[3]University of Tartu, Estonia

Περίληψη

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας ερευνητικής εργασίας ήταν η διερεύνηση της επίδρασης δύο κατάλληλα σχεδιασμένων υποστηρικτικών εργαλείων, ενός Εργαλείου Διατύπωσης Υποθέσεων (ΕΔΥ) και ενός Εργαλείου Σχεδιασμού Πειραμάτων (ΕΣΠ), στις δεξιότητες διερώτησης που αποκτούν οι μαθητές. Για το σκοπό αυτό, σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε ένα διαδικτυακό περιβάλλον μάθησης, στο οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να διατυπώσουν υποθέσεις και να σχεδιάσουν πειράματα, με ή χωρίς την παρουσία των υποστηρικτικών εργαλείων. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 41 μαθητές Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης που φοιτούσαν στην Ε΄ τάξη, οι οποίοι χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε τέσσερις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα οι μαθητές χρησιμοποίησαν και τα δύο εργαλεία, στη δεύτερη ομάδα μόνο το ΕΔΥ, στην τρίτη ομάδα μόνο το ΕΣΠ και στην τέταρτη ομάδα κανένα από τα δύο εργαλεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το κάθε εργαλείο ξεχωριστά παρείχε σημαντική υποστήριξη για τις αντίστοιχες δεξιότητες, διατύπωση υποθέσεων και σχεδιασμό πειραμάτων, αντίστοιχα, και ότι ο συνδυασμός των δύο εργαλείων είχε σημαντικά οφέλη κυρίως κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης δραστηριοτήτων σε νέα μαθησιακά συγκείμενα.

Λέξεις κλειδιά: δεξιότητες διερώτησης, υποστηρικτικά εργαλεία, διατύπωση υποθέσεων, σχεδιασμός πειράματος

Εισαγωγή

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες η μάθηση μέσω διερώτησης έχει κυριαρχήσει στον χώρο της διδασκαλίας και μάθησης των Φυσικών Επιστημών, κυρίως γιατί προάγει την ενεργό μάθηση με εμπλοκή των μαθητών/τριών (Lim, 2004). Ωστόσο, συνεχίζει να αποτελεί έναν περίπλοκο και απαιτητικό στόχο για τους μαθητές, και για τον λόγο αυτό απαιτείται κατάλληλη καθοδήγηση (Davis, 2000). Μάλιστα, η κατάλληλη καθοδήγηση σε τεχνολογικά υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα διερώτησης έχει αποδειχθεί εξαιρετικά χρήσιμη για την αντιμετώπιση των δυσκολιών των μαθητών (d'Angelo, Rutstein, Harris, Haertel, Bernard, & Borokhovski, 2014), καθώς επίσης και για την απόκτηση δεξιοτήτων επιστημονικής μεθόδου (π.χ. Kirschner, Sweller, & Clark, 2006; Koksal & Berberoglou, 2014). Μια από τις μορφές που μπορεί να λάβει η καθοδήγηση σε τέτοια μαθησιακά περιβάλλοντα είναι τα υποστηρικτικά εργαλεία. Σύμφωνα με τους de Jong και Lazonder (2014), τα υποστηρικτικά εργαλεία ορίζονται ως ειδικά σχεδιασμένες τεχνολογικές εφαρμογές, που

T. A. Mikropoulos, N. Papachristos, A. Tsiara, P. Chalki (eds.), *Proceedings of the 10th Pan-Hellenic and International Conference "ICT in Education"*, Ioannina: HAICTE. 23-25 September 2016. ISSN 2529-0916, ISBN 978-960-88359-8-6.

παρέχουν τη δομή και τα απαραίτητα στοιχεία για την ολοκλήρωση μιας διαδικασίας, κυρίως αν οι μαθητές δεν έχουν την απαιτούμενη εμπειρία.

Παρόλα αυτά, μία αυστηρά δομημένη σειρά δραστηριοτήτων δεν επιτρέπει εύκολα στους μαθητές να αναλαμβάνουν οποιαδήποτε πρωτοβουλία κατά τη διάρκεια της μάθησης με διερώτηση (π.χ. Chang, Chen, Lin, & Sung, 2008). Κατά αυτό τον τρόπο, μια πρόκληση που προκύπτει κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη υποστηρικτικών εργαλείων, είναι η εύρεση της κατάλληλης ισορροπίας μεταξύ δύο διαφορετικών στόχων που σε πρώτη ανάγνωση φαίνεται να είναι αντιφατικοί, δηλαδή, της παροχής δομής σε μια μαθησιακή διαδικασία, από την μια, και του προβληματισμού των μαθητών για την διεκπεραίωση της εν λόγω διαδικασίας από την άλλη (Reiser, 2004). Η αντίθεση αυτή αντικατοπτρίζεται κυρίως σε διαδικασίες που περιλαμβάνουν μια σειρά από αλληλένδετους στόχους, τους οποίους οι μαθητές καλούνται να ολοκληρώσουν, όπως είναι η αναγνώριση μεταβλητών, η διατύπωση υποθέσεων, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων, η συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων.

Η βιβλιογραφία όσον αφορά τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι μαθητές κατά τη μάθηση με διερώτηση, έχει αναδείξει δυσκολίες που σχετίζονται με τον καθορισμό των μεταβλητών σε ανεξάρτητες, σταθερές και εξαρτημένες και δυσκολίες κατά τον σχεδιασμό κατάλληλων πειραμάτων (e.g., Arnold, Kremer, & Mayer, 2014; Chinn & Malhotra, 2002; De Boer, Quellmalz, Davenport, Timms, Herrmann-Abell, Buckley, Jordan, et al., 2014). Για τον λόγο αυτό, ο πειραματισμός είναι η διαδικασία της διερώτησης που φαίνεται να συγκεντρώνει τις περισσότερες μορφές καθοδήγησης (Zacharia et al., 2015). Ωστόσο, η θετική επίδραση υποστηρικτικών εργαλείων κατά τη φάση του πειραματισμού δεν είναι εμπειρικά αποδεδειγμένη (Zacharia et al., 2015) και επιπλέον, δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που να αξιολογούν την πρόσθετη αξία από την παρουσία συνδυασμού υποστηρικτικών εργαλείων σε τεχνολογικά υποστηριζόμενα μαθησιακά περιβάλλοντα διερώτησης.

Σκοπός της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η αξιοποίηση και διερεύνηση της επίδρασης δύο υποστηρικτικών εργαλείων, ενός Εργαλείου Διατύπωσης Υποθέσεων (ΕΔΥ) και ενός Εργαλείου Σχεδιασμού Πειραμάτων (ΕΣΠ), στις δεξιότητες διερώτησης που αποκτούν οι μαθητές. Τα δύο αυτά εργαλεία αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος Go-Lab και είναι διαθέσιμα στη διαδικτυακή πλατφόρμα του Go-Lab (http://www.golabz.eu/). Η διερεύνηση της επίδρασης των δύο υποστηρικτικών εργαλείων στηρίζεται στη μελέτη και αξιολόγηση των μαθησιακών προϊόντων που δημιούργησαν οι μαθητές (Hovardas, 2016) κατά την ενασχόληση τους με το μαθησιακό περιβάλλον, αλλά και την ενασχόλησή τους με δραστηριότητες σε νέα μαθησιακά συγκείμενα. Συγκεκριμένα, γίνεται μια προσπάθεια να απαντηθούν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

- Υπάρχει διαφορά στις δεξιότητες διερώτησης που αποκτούν οι μαθητές όταν αξιοποιούν το ΕΔΥ και το ΕΣΠ, τόσο ξεχωριστά όσο και συνδυαστικά;
- Υπάρχει μεταφορά των δεξιοτήτων που αποκτούν οι μαθητές σε νέα μαθησιακά συγκείμενα, όταν αξιοποιούν το ΕΔΥ και το ΕΣΠ, τόσο ξεχωριστά όσο και συνδυαστικά;
- Υπάρχει συσχέτιση των μαθησιακών προϊόντων των μαθητών, τόσο κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης όσο και σε νέα μαθησιακά συγκείμενα;

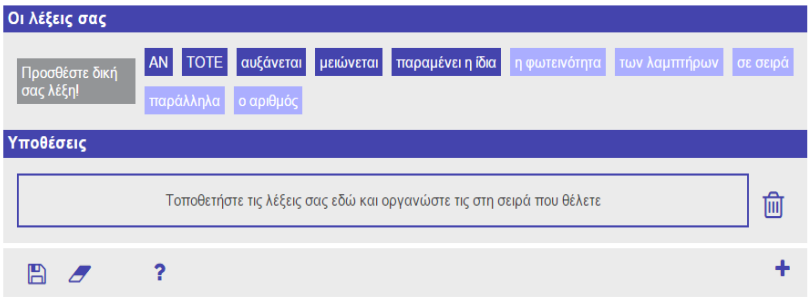
Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Οι συμμετέχοντες στην έρευνα ήταν 41 μαθητές Ε' τάξης δημόσιου Δημοτικού Σχολείου της Κύπρου, οι οποίοι χωρίστηκαν με τυχαίο τρόπο σε τέσσερις ομάδες. Στην πρώτη ομάδα (ΕΔΥ + ΕΣΠ) οι μαθητές (n=11) χρησιμοποίησαν και τα δύο εργαλεία, στη δεύτερη ομάδα (ΕΔΥ) οι μαθητές (n=12) χρησιμοποίησαν μόνο το εργαλείο διατύπωσης υποθέσεων, στην τρίτη ομάδα (ΕΣΠ) οι μαθητές (n=9) χρησιμοποίησαν μόνο το εργαλείο σχεδιασμού πειραμάτων και στην τέταρτη ομάδα (ομάδα ελέγχου) οι μαθητές (n=9) δεν χρησιμοποίησαν κανένα από τα δύο εργαλεία. Αντί των εργαλείων, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου είχαν στη διάθεσή τους ένα κενό πλαίσιο εισαγωγής κειμένου, στο οποίο κλήθηκαν να διατυπώσουν τις υποθέσεις τους και να περιγράψουν τους πειραματικούς τους σχεδιασμούς, χωρίς να λάβουν οποιαδήποτε άλλη μορφή καθοδήγησης. Πριν από την διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές συμπλήρωσαν προδιαγνωστικά δοκίμια αξιολόγησης γνώσεων περιεχομένου και δεξιοτήτων διερώτησης και διαφάνηκε ότι δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των τεσσάρων ομάδων.

Διδακτικό υλικό

Για τον σκοπό της παρούσας έρευνας σχεδιάστηκε ένας Μαθησιακός Χώρος Διερώτησης, ακολουθώντας το σχεδιαστικό πρότυπο του κύκλου διερώτησης (Pedaste et al., 2015), μέσω του εργαλείου συγγραφής μαθησιακών χώρων του Go-Lab (de Jong, Sotiriou, & Gillet, 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. Στη φάση του Προσανατολισμού έγινε μια υπενθύμιση του απλού ηλεκτρικού κυκλώματος και μια εισαγωγή στις συνδεσμολογίες σε σειρά και παράλληλα, μέσα από βίντεο, διαγράμματα και κείμενο. Στη φάση της Εννοιολόγησης οι μαθητές, αρχικά, διατύπωσαν προβλέψεις για τη σύγκριση της φωτεινότητας των λαμπτήρων που είναι συνδεδεμένοι σε σειρά και παράλληλα και στη συνέχεια διατύπωσαν υποθέσεις για το πώς επηρεάζεται η φωτεινότητα των λαμπτήρων όταν προστίθενται περισσότεροι, σε σειρά και παράλληλα. Στη φάση της Διερεύνησης σχεδίασαν τα πειράματα τους και έπειτα τα πραγματοποίησαν σε εικονικό εργαστήριο. Στη φάση του Συμπεράσματος, αξιοποίησαν στοιχεία από την έρευνα τους για να απαντήσουν στο αρχικό ερώτημα του μαθήματος, που αφορούσε τον τρόπο που συνδέονται τα φωτιστικά σε ένα σπίτι και, τέλος, στη φάση της Συζήτησης, πραγματοποίησαν αναστοχαστικές δραστηριότητες για τον τρόπο εργασίας τους.



Σχήμα 1. Το Εργαλείο Διατύπωσης Υποθέσεων

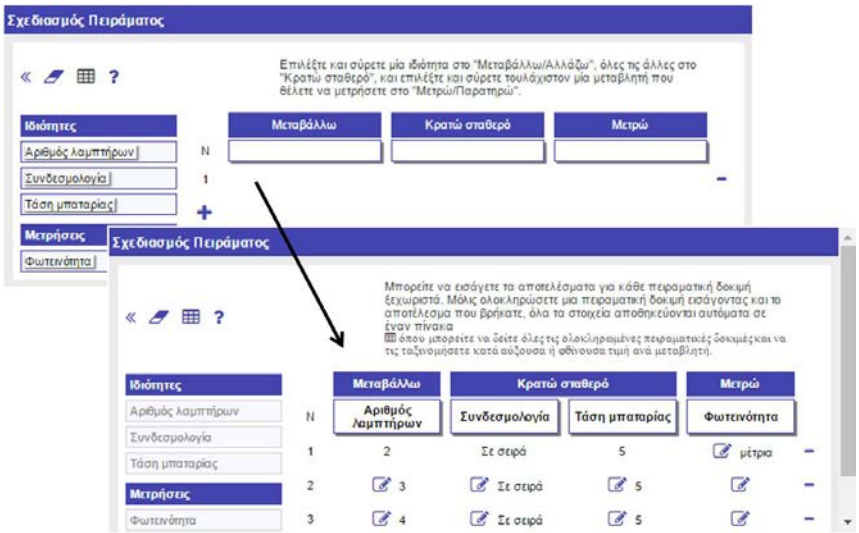
Το Εργαλείο Διατύπωσης Υποθέσεων

Στο ΕΔΥ (Σχήμα 1) οι μαθητές μεταφέρουν λέξεις που δίνονται ή δικές τους λέξεις που πληκτρολογούν στο γκρίζο 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.

Το Εργαλείο Σχεδιασμού Πειραμάτων

Στο ΕΣΠ (Σχήμα 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.



Σχήμα 2. Το Εργαλείο Σχεδιασμού Πειραμάτων

Διαδικασία έρευνας

Η έρευνα ολοκληρώθηκε σε τρεις συναντήσεις των 80 λεπτών η κάθε μία. Στην πρώτη συνάντηση οι μαθητές συμπλήρωσαν προδιαγνωστικά δοκίμια και στη συνέχεια εξοικειώθηκαν με το περιβάλλον μάθησης, τα εργαλεία που θα χρησιμοποιούσαν στη συνέχεια και το εικονικό εργαστήριο. Στην περίπτωση της ομάδας ελέγχου, η εξοικείωση αφορούσε μόνο το περιβάλλον μάθησης και το εικονικό εργαστήριο. Στη δεύτερη και τρίτη συνάντηση, οι μαθητές ολοκλήρωσαν τις δραστηριότητες του Μαθησιακού Χώρου Διερώτησης για τα ηλεκτρικά κυκλώματα καθώς και δραστηριότητες διατύπωσης υποθέσεων και σχεδιασμού πειραμάτων σε νέα συγκείμενα.

Για την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων του διδακτικού υλικού και των δραστηριοτήτων σε νέα συγκείμενα, ο κάθε μαθητής εργάστηκε σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο Μαθησιακός Χώρος Διερώτησης ήταν με τέτοιον τρόπο σχεδιασμένος, ούτως ώστε ο ρόλος του εκπαιδευτικού περιορίστηκε σε συντονιστικό, καθώς επίσης, παρείχε κατάλληλη υποστήριξη για αντιμετώπιση τεχνικών ζητημάτων που προέκυπταν κατά τη διάρκεια της ροής του μαθήματος.

Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Την κύρια πηγή δεδομένων της έρευνας αποτέλεσε η καταγραφή του τρόπου εργασίας όλων των μαθητών στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Για το σκοπό αυτό έγινε εγκατάσταση ενός ειδικού λογισμικού, του River Past Screen Recorder Pro. Το λογισμικό επιτρέπει τη βιντεοσκόπηση της πλοήγησης των μαθητών στο μαθησιακό περιβάλλον και τα συγκεκριμένα βίντεο είναι μια πλούσια πηγή πληροφόρησης για την εξέλιξη της πορείας που ακολούθησε ο κάθε μαθητής, καθώς επίσης επιτρέπουν την αξιολόγηση των μαθησιακών προϊόντων που δημιουργούν οι μαθητές στο μαθησιακό περιβάλλον. Συγκεκριμένα, το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε στις υποθέσεις που διατύπωσαν οι μαθητές, στον πειραματικό σχεδιασμό που οργάνωσαν, στο κατά πόσο υπήρχε αντιστοίχιση των υποθέσεων που διατύπωσαν με τους πειραματικούς σχεδιασμούς που οργάνωσαν και αν υπήρχε αντιστοίχιση των πειραματικών τους σχεδιασμών με τις ενέργειες που πραγματοποίησαν στο εικονικό εργαστήριο. Αναλυτικά, όλες οι μεταβλητές που καταγράφηκαν από την επεξεργασία των βίντεο παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Μεταβλητές που αναφέρονται στα μαθησιακά προϊόντα και την πορεία εργασίας των μαθητών

Μεταβλητή	**Περιγραφή**
ScoreHypo	Μέγιστη βαθμολογία των υποθέσεων που διατυπώθηκαν στο ILS*: 0=απουσία εξαρτημένης ή παρουσία ακατάλληλης, 1=έγκυρη εξαρτημένη αλλά απουσία έγκυρης ανεξάρτητης, 2=παρουσία έγκυρης εξαρτημένης και ανεξάρτητης
EDT**_VOTAT***	Η στρατηγική VOTAT εφαρμόστηκε στο ILS: 0=δεν εφαρμόστηκε, 1=εφαρμόστηκε μερικώς, 2=εφαρμόστηκε πλήρως (δηλαδή για κάθε πειραματικό σχεδιασμό)
EDT_Trials	Πειραματικές δοκιμές που οργανώθηκαν στο ILS: 0=καμία, 1=μία, 2=τουλάχιστον δύο για κάθε πειραματικό σχεδιασμό
HS****_EDT	Αντιστοιχία υποθέσεων και πειραματικών σχεδιασμών στο ILS: 0=δεν υπάρχει αντιστοιχία, 1=μερική αντιστοιχία, 2=πλήρης αντιστοιχία (μεταξύ όλων των υποθέσεων)
EDT_Trials_Lab	Αντιστοιχία πειραματικών σχεδιασμών και ηλεκτρικών κυκλωμάτων που δημιουργήθηκαν στο εικονικό εργαστήριο, στο ILS: 0=δεν υπάρχει αντιστοιχία, 1=μερική αντιστοιχία, 2=πλήρης αντιστοιχία (μεταξύ όλων των πειραματικών δοκιμών)
PostScoreHypo	Μέγιστη βαθμολογία των υποθέσεων που διατυπώθηκαν σε νέα συγκείμενα: 0=απουσία εξαρτημένης ή παρουσία ακατάλληλης, 1=έγκυρη εξαρτημένη αλλά απουσία έγκυρης ανεξάρτητης, 2=παρουσία έγκυρης εξαρτημένης και ανεξάρτητης
PostEDT_VOTAT	Η στρατηγική VOTAT εφαρμόστηκε σε νέα συγκείμενα: 0=δεν εφαρμόστηκε, 1=εφαρμόστηκε μερικώς, 2=εφαρμόστηκε πλήρως (δηλαδή για κάθε πειραματικό σχεδιασμό)
PostEDT_Trials	Πειραματικές δοκιμές που οργανώθηκαν σε νέα συγκείμενα: 0=καμία, 1=μία, 2=τουλάχιστον δύο για κάθε πειραματικό σχεδιασμό
PostHS_EDT	Αντιστοιχία υποθέσεων και πειραματικών σχεδιασμών σε νέα συγκείμενα: 0=δεν υπάρχει αντιστοιχία, 1=μερική αντιστοιχία, 2=πλήρης αντιστοιχία (μεταξύ όλων των υποθέσεων)

Σημείωση: *ILS = Inquiry Learning Space (Μαθησιακός Χώρος διερώτησης), **EDT = Experiment Design Tool (ΕΣΠ), ***VOTAT = Vary One Thing At a Time, ***HS = Hypothesis Scratchpad (ΕΔΥ)

Η κωδικοποίηση του 20% των δεδομένων, σύμφωνα με το σχήμα κωδικοποίησης του Πίνακα 1, πραγματοποιήθηκε από δύο ανεξάρτητους ερευνητές και το ποσοστό συμφωνίας για κάθε μεταβλητή βρέθηκε να είναι πάνω από 85%. Για την απάντηση του 1ου και 2ου

ερευνητικού ερωτήματος διενεργήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος Mann Whitney U και για την απάντηση του 3ου το μη παραμετρικό κριτήριο συσχετίσεων Spearman's rho.

Αποτελέσματα

Σε αυτή την υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που ήταν στατιστικά σημαντικά. Όσον αφορά την επίδραση του κάθε εργαλείου ξεχωριστά, βρέθηκε ότι οι μαθητές της δεύτερης ομάδας (ΕΔΥ) σημείωσαν μεγαλύτερη βαθμολογία στις υποθέσεις που διατύπωσαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης από την ομάδα ελέγχου (Mann-Whitney $Z = -2.73$, $p < 0.01$) και οι μαθητές της τρίτης ομάδας (ΕΣΠ) εφάρμοσαν περισσότερο τη στρατηγική VOTAT κατά τον πειραματικό τους σχεδιασμού, σε σύγκριση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου (Mann-Whitney $Z = -4.12$, $p < 0.001$). Εξετάζοντας την επίδραση που είχαν τα δύο εργαλεία συνδυαστικά, φάνηκε ότι υπάρχει μια μεταφορά των δεξιοτήτων που αποκόμισαν οι μαθητές σε νέα μαθησιακά συγκείμενα, αφού βρέθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων σε μεταβλητές που αναφέρονται στα μαθησιακά προϊόντα σε νέα μαθησιακά συγκείμενα. Αναλυτικότερα, οι μαθητές της πρώτης ομάδας σημείωσαν καλύτερη βαθμολογία στις υποθέσεις που διατύπωσαν σε νέα συγκείμενα (ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΔΥ, Mann-Whitney $Z = -2.05$, $p < 0.05$ και ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΣΠ, Mann-Whitney $Z = -3.16$, $p < 0.01$), οργάνωσαν περισσότερες πειραματικές δοκιμές κατά τον σχεδιασμό των πειραμάτων τους (ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΔΥ, Mann-Whitney $Z = -3.18$, $p < 0.01$ και ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΣΠ, Mann-Whitney $Z = -2.48$, $p < 0.05$) και υπήρχε μεγαλύτερη αντιστοιχία των υποθέσεων τους με τους πειραματικούς τους σχεδιασμούς (ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΔΥ, Mann-Whitney $Z = -2.26$, $p < 0.05$ και ΕΔΥ+ΕΣΠ > ΕΣΠ, Mann-Whitney $Z = -2.81$, $p < 0.01$), σε σύγκριση με τους μαθητές της δεύτερης και της τρίτης ομάδας.

Όσον αφορά την αναζήτηση συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1, βρέθηκαν σημαντικές θετικές συσχετίσεις μόνο για την πρώτη ομάδα (ΕΔΥ+ΕΣΠ). Αναλυτικότερα, στην περίπτωση της διδακτικής παρέμβασης, η βαθμολογία των υποθέσεων βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με την αντιστοιχία των υποθέσεων με τους πειραματικούς σχεδιασμούς (Spearman's rho = 0.74, $p < 0.05$) και η οργάνωση πειραματικών δοκιμών βρέθηκε να συσχετίζεται θετικά με τη αντιστοιχία του πειραματικού σχεδιασμού και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων που δημιουργήθηκαν στο εικονικό εργαστήριο (Spearman's rho = 0.98, $p < 0.001$). Στην περίπτωση της ενασχόλησης των μαθητών με νέα συγκείμενα, βρέθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της οργάνωσης πειραματικών δοκιμών και της εφαρμογής της στρατηγικής VOTAT (Spearman's rho = 0.71, $p < 0.05$).

Συμπεράσματα

Ένα βασικό συμπέρασμα που προκύπτει από την παρούσα εργασία, είναι ότι το κάθε υποστηρικτικό εργαλείο, ξεχωριστά, παρείχε επαρκή υποστήριξη των μαθητών στην αντίστοιχη δεξιότητα και συνεπώς, αποδεικνύονται και τα δύο αποτελεσματικά για τον σκοπό που σχεδιάστηκαν και μπορούμε να θεωρήσουμε ότι έχουν πετύχει ικανοποιητική ισορροπία μεταξύ του βαθμού υποστήριξης και προβληματισμού των μαθητών (Reiser, 2004). Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές, από τη μία, είχαν τα στοιχεία που χρειάζονταν για να ολοκληρώσουν έναν στόχο, καθώς επίσης και κατάλληλη πληροφόρηση για τον τρόπο που θα αξιοποιούσαν τα στοιχεία αυτά και από την άλλη παρέμειναν σε εγρήγορση και συνεχή προβληματισμό για τον στόχο που καλούνταν να ολοκληρώσουν. Το γεγονός ότι ο συνδυασμός των δύο υποστηρικτικών εργαλείων οδήγησε σε καλύτερα αποτελέσματα, σε σύγκριση με την επίδραση του κάθε εργαλείου ξεχωριστά, όσον αφορά τις δραστηριότητες

που πραγματοποίησαν οι μαθητές σε νέα μαθησιακά συγκείμενα, ενισχύει την ύπαρξη μεταφοράς των δεξιοτήτων που απέκτησαν οι μαθητές κατά την ενασχόληση τους με τα δύο εργαλεία. Επιπρόσθετα, οι θετικές συσχετίσεις που βρέθηκαν μεταξύ παραμέτρων που αφορούσαν τα μαθησιακά προϊόντα που παρήγαγαν οι μαθητές που χρησιμοποίησαν και τα δύο εργαλεία, είναι μια ένδειξη ότι υπήρχε μεταφορά των ωφελημάτων από τη μία δραστηριότητα στην επόμενη. Για παράδειγμα, τα οφέλη από τη διατύπωση έγκυρων υποθέσεων, μεταφέρονται στη ικανότητα των μαθητών να σχεδιάσουν έγκυρα πειράματα και έπειτα να χρησιμοποιήσουν κατάλληλα το εικονικό εργαστήριο για την πραγματοποίησή τους. Μια τέτοια διασύνδεση αναφέρεται και σε προηγούμενες μελέτες (π.χ. Arnold et al., 2014; Veermans, van Joolingen, & de Jong, 2006), χωρίς όμως, να υπάρχουν εμπειρικά αποδεικτικά στοιχεία, όπως παρουσιάζονται στην παρούσα ερευνητική εργασία.

Η εστίαση του ενδιαφέροντος στα μαθησιακά προϊόντα που δημιουργούν οι μαθητές, καθώς διεκπεραιώνουν μια σειρά από διαδοχικές δραστηριότητες σε ένα μαθησιακό περιβάλλον, επέτρεψε τη διερεύνηση των επιπτώσεων στη μεταφορά των μαθησιακών ωφελημάτων, όπως έχει συζητηθεί και προηγουμένως. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι τα μαθησιακά προϊόντα που δημιουργούν οι μαθητές και αποθηκεύονται σε ένα τεχνολογικά υποστηριζόμενο μαθησιακό περιβάλλον, ενδεχομένως να λειτουργούν και τα ίδια σαν μηχανισμοί υποστήριξης των μαθητών, τόσο κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης διαδοχικών δραστηριοτήτων, όσο και κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων σε νέα συγκείμενα. Επιπλέον, τα μαθησιακά προϊόντα που παράγονται σε τέτοια περιβάλλοντα μάθησης, είναι ένα καλός τρόπος διάγνωσης των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, με στόχο την παροχή κατάλληλης διαμορφωτικής αξιολόγησης (Hovardas, 2016). Σαφώς, όλα τα πιο πάνω ζητήματα χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης. Επιπρόσθετα, η μελλοντική έρευνα μπορεί να στρέψει το ενδιαφέρον σε διάφορα χαρακτηριστικά και δυνατότητες των υποστηρικτικών εργαλείων, τα οποία ενδεχομένως να διαφοροποιούν τα μαθησιακά οφέλη, όπως για παράδειγμα ο μηχανισμός της σταδιακής μείωσης του βαθμού υποστήριξης που παρέχεται από το εργαλείο, σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε μαθητή.

Αναφορές

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.

Chang, K., Chen, Y., Lin, H., & Sung, Y. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education, 51*(4), 1486-1498.

Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education, 86*(2), 175-218.

d'Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Haertel, G, Bernard, R., & Borokhovski, E. (2014). Simulations for STEM learning: Systematic review and meta-analysis. *Menlo Park: SRI International*.

De Boer, G. E., Quellmalz, E. S., Davenport, J. L., Timms, M. J., Herrmann-Abell, C. F., Buckley, B. C., Jordan, K. A., Huang, C.-W., & Flanagan, J. C. (2014). Comparing three online testing modalities: Using static, active, and interactive online testing modalities to access middle school students' understanding of fundamental ideas and use of inquiry skills related to ecosystems. *Journal of Research in Science Teaching, 51*, 523-554.

Davis, E. A. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: Prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education, 22*(8), 819-837.

de Jong, T., & Lazonder, A. W. (2014). The guided discovery principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed., pp. 371-390). Cambridge: Cambridge University Press.

de Jong, T., Sotiriou, S., & Gillet, D. (2014). Innovations in STEM education: the Go-Lab federation of online labs. *Smart Learning Environments, 1*, 1-16.

Hovardas, T. (2016). A learning progression should address regression: Insights from developing non-linear reasoning in ecology. *Journal of Research in Science Teaching.*

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist, 41*, 75-86.

Koksal, E. A., & Berberoglou, G. (2014). The effect of guided inquiry instruction on 6th grade Turkish students' achievement, science process skills, and attitudes toward science. *International Journal of Science Education, 36*, 66-78.

Lim, B. (2004). Challenges and issues in designing inquiry on the web. *British Journal of Educational Technology, 35*(5), 627-643.

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.

Reiser, B. J. (2004). Scaffolding complex learning: The mechanisms of structuring and problematizing student work. *Journal of the Learning Sciences, 13*(3), 273-304.

Veermans, K., van Joolingen, W. R., & de Jong, T. (2006). Use of heuristics to facilitate scientific discovery learning in a simulation learning environment in a physics domain. *International Journal of Science Education, 28*(4), 341-361.

Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Mäeots, M., Siiman, L., & 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 and Development, 63*, 257-302.