

Η εναλλαγή διαφορετικών τύπων πειραματικών περιβαλλόντων ως αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας. Μελέτη περίπτωσης

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία διερευνάται η δυνατότητα εναλλαγής πειραματικών περιβαλλόντων ως αποτελεσματικό εργαλείο διδασκαλίας του απλού βαρυτικού εκκρεμούς. Τα πειραματικά περιβάλλοντα, πραγματικά και εικονικά καθώς και με αισθητήρες, καταγραφείς δεδομένων με το λογισμικό τους, αποτελούν ένα ολιστικό περιβάλλον πειραματισμού με επαυξημένες δυνατότητες στη κατανόηση θεμάτων των Φυσικών Επιστημών. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα 61 μαθητές/τριες Γυμνασίου μελέτησαν το απλό εκκρεμές υλοποιώντας εργαστηριακές δραστηριότητες με βάση κατάλληλα διαμορφωμένα φύλλα εργασιών. Τα αποτελέσματα έδειξαν σαφή βελτίωση της συνολικής μαθησιακής διαδικασίας με την βελτίωση της κατανόησης των σχετικών εννοιών, των εναλλακτικών ιδεών, στην κατάκτηση δεξιοτήτων καθώς και στην ενεργό συμμετοχή των μαθητών.

Abstract

The present research study looks into the extent to which the switching of experimental environments can be an effective teaching tool for the teaching of the simple gravity pendulum. Experimental environments, real, virtual as well as sensors with their data recorders and their software, display augmented capabilities for the facilitation of the understanding of science concepts. The participants in this research were 61 Junior High School learners (boys and girls) who studied the simple gravity pendulum and performed laboratory activities following specially designed worksheets. The results revealed a considerable improvement of the learning process, the students' level of understanding of the relevant concepts, of their alternative ideas, skills acquisition and active participation in the learning process.

1. Εισαγωγή

Τις τελευταίες δεκαετίες η υλοποίηση πολλών ερευνητικών εργασιών έχουν αναδείξει τη χρησιμότητα της εργαστηριακού τύπου δραστηριότητας στη μαθησιακή διαδικασία (Berry et al., 2002, Keller & Keller, 2005, Koretsky et al., 2011, Psillos & Niedderer, 2002, Ronen & Eliahu, 1999, Steinberg, 2003, Srinivasan, 2006, Tarekegn, 2009, Tsihouridis et al., 2013, Tsihouridis et al., 2014). Έχοντας διαπιστώσει επομένως ότι όλοι οι τύποι πειραματικής (εξ)άσκησης, σε πραγματικό ή εικονικό περιβάλλον, με ή χωρίς την χρήση αισθητήρων, ενέχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά, οδηγούμαστε στη σκέψη ότι ενδεχόμενη δυνατότητα παράλληλης χρήσης τους ή η κυκλική τους εναλλαγή μπορεί να προσφέρει μια ευρύτερη εκπαιδευτική προοπτική. Με βάση τα προηγούμενα, το ενδιαφέρον μας εστιάστηκε στο να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της εναλλαγής πειραματικών περιβαλλόντων στη διδασκαλία του απλού βαρυτικού εκκρεμούς. Στο εργαστήριο οι μαθητές είχαν την δυνατότητα επιλογής χρήσης πραγματικού αλλά και εικονικού εργαστηρίου όπως και αισθητήρων με τα αντίστοιχα διδακτικά οφέλη (Ο' Sullivan, 2007), ενώ το λογισμικό προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε επιλέχθηκε ώστε να προσομοιώνει τις εργαστηριακές διατάξεις με μεγάλη πιστότητα ως προς το πραγματικό εργαστήριο, βοηθώντας τους μαθητές να μεταβούν γρήγορα από τον εικονικό στον πραγματικό κόσμο και αντίστροφα.

2. Η Έρευνα -Μεθοδολογία

Το ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας μας ήταν, α) κατά πόσον η εναλλαγή διαφορετικών τύπων πειραματικών περιβαλλόντων θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην πράξη ως αποτελεσματικό εργαλείο διδασκαλίας, ώστε να μπορεί να καλύψει τις εκπαιδευτικές ανάγκες μαθητών/τριών γυμνασιακής βαθμίδας και ειδικότερα σε θέματα σχετικά με τη μελέτη του απλού βαρυτικού εκκρεμούς (σχέση της περιόδου του εκκρεμούς με το μήκος του, το πλάτος του, το βάρος του σώματος και την επιτάχυνση της βαρύτητας) και β) κατά πόσον το μαθησιακό αποτέλεσμα διαφοροποιείται σε σχέση με μαθητές που πειραματίζονται μόνο σε περιβάλλον με αισθητήρες, καταγραφείς δεδομένων και αντίστοιχα λογισμικά και υπολογιστικά συστήματα.

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 61 μαθητές/τριες της Γ΄ Γυμνασίου εκ των οποίων οι 49 χωριζόμενοι σε 2 ομάδες αποτέλεσαν το βασικό ερευνητικό δείγμα χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες πραγματικών και εικονικών περιβαλλόντων καθώς αισθητήρες με καταγραφείς δεδομένων και σχεδίασαν, δημιούργησαν και ανέλυσαν το απλό βαρυτικό εκκρεμές. Οι υπόλοιποι 12 μαθητές/τριες αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου και πειραματίστηκαν χρησιμοποιώντας αισθητήρες, καταγραφείς και ΤΠΕ. Ο αριθμός των μαθητών της ομάδας ελέγχου είναι σχετικά μικρός λόγω μη διάθεσης επαρκούς αριθμού αισθητήρων και καταγραφών ώστε να ασκηθούν περισσότεροι μαθητές ταυτόχρονα. Ως ερευνητικά εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο 16 ερωτήσεων που σταθμίστηκε ως προς την εγκυρότητα και την αξιοπιστία μέσω αρχικών πιλοτικών ερευνών για την συγκεκριμένη ομάδα μαθητών καθώς και ημιδομημένη συνέντευξη μετά το πέρας της διδακτικής παρέμβασης. Η δομή του ερωτηματολογίου στόχευε στην διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών σε συγκεκριμένους διδακτικούς στόχους που αφορούν τις σχέσεις της περιόδου του εκκρεμούς με α) το μήκος εκκρεμούς, β) το πλάτος γ) το βάρος ταλαντούμενου σώματος και δ) την επιτάχυνση της βαρύτητας. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε 4 διαδοχικές φάσεις συνολικής διάρκειας 6 διδακτικών ωρών. Αναλυτικότερα:

1η Φάση παρέμβασης (1 ώρα): Στις δυο ομάδες δόθηκε το ερωτηματολόγιο με την βοήθεια του οποίου ανιχνεύθηκαν οι προϋπάρχουσες ιδέες τους σχετικά με το απλό βαρυτικό εκκρεμές (χρήσεις του, λειτουργία, επίδραση παραγόντων μήκος, βάρος, πλάτος, επιτάχυνση βαρύτητας).

2^η Φάση παρέμβασης (3 ώρες): Παρουσιάστηκαν στους μαθητές τα πειραματικά περιβάλλοντα στα οποία οι μαθητές/τριες υλοποίησαν δραστηριότητες ασκούμενοι διαδοχικά σε πραγματικό και εικονικό εργαστήριο όπως και εργαστήριο που χρησιμοποιούσε αισθητήρες εναλλασσόμενοι κυκλικά ανά μία ώρα. Ο τυχόν επιπλέον χρόνος μετά το πέρας των πειραματικών δραστηριοτήτων και μέχρι να συμπληρωθεί η τρίωρη πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε από όλες τις ομάδες για αλληλεπιδραστική-επικοινωνιακή συζήτηση μεταξύ των μαθητών και μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών.

3^η Φάση παρέμβασης (1 ώρα): Ακολούθησε συζήτηση και καταγραφή των ιδεών τους καθώς και αξιολόγησή τη συνολικής διαδικασίας. Οι ερευνητές πραγματοποίησαν ημιδομημένες συνεντεύξεις με όποιον μαθητή επιθυμούσε.

4^η Φάση παρέμβασης (1 ώρα): Τρεις εβδομάδες αργότερα ζητήθηκε από τους ίδιους να συμπληρώσουν και πάλι το αρχικό ερωτηματολόγιο για να ανιχνευθούν τυχόν αλλαγές των αρχικών τους ιδεών.

3. Αποτελέσματα - συζήτηση

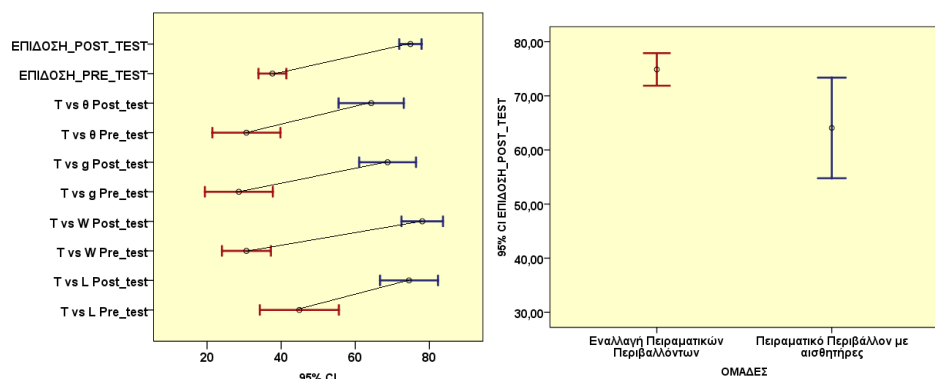
Τα αποτελέσματα που προέκυψαν με τη χρήση του t-test για εξαρτημένα και ανεξάρτητα δείγματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα του κριτηρίου t για εξαρτημένα δείγματα της πειραματικής ομάδας (Π.Ε.) ανά διδακτικό στόχο

A/A	Διδακτικοί στόχοι	Διαφορά Μέσων όρων Επίδοσης PRE – POST TEST	Std. Error Mean	Τιμή κριτηρίου t	Τιμή p Sig. (2-tailed)
Σ1	Σχέση περιόδου (T) και μήκους (L) του εκκρεμούς	-29,59	6,17	-4,79	,000
Σ2	Σχέση περιόδου (T) και βάρους (W) του εκκρεμούς	-47,45	4,27	-11,12	,000
Σ3	Σχέση περιόδου (T) και επιτάχυνσης της βαρύτητας (g)	-40,14	5,06	-7,95	,000
Σ4	Σχέση περιόδου (T) και πλάτους (θ) του εκκρεμούς	-33,67	6,42	-5,24	,000
Σ5	Μέση επίδοση	-37,24	1,93	-19,31	,000

Πίνακας 2: Αποτελέσματα του κριτηρίου t για ανεξάρτητα δείγματα της πειραματικής ομάδας (Π.Ε.) και της ομάδας ελέγχου (Ο.Ε.)

	Τιμή κριτηρίου t	Τιμή p Sig. (2-tailed)	Mean Difference Π.Ε-Ο.Ε	Std. Error Difference
ΕΠΙΔΟΣΗ PRE TEST	,281	,780	1,17	4,16
ΕΠΙΔΟΣΗ POST TEST	2,952	,005	10,81	3,66



Εικόνα 1 : Το διάγραμμα σφαλμάτων της πειραματικής ομάδας ανά διδακτικό στόχο στο pre και post test (αριστερά) και των ομάδων στο post test (δεξιά)

Η εφαρμογή του t-test στους μαθητές που άσκηθηκαν σε διάφορα πειραματικά περιβάλλοντα έδωσε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα τόσο ως προς την κατανόηση της σχέσης περιόδου και μήκους εκκρεμούς ($t(48)=-4,79, p<0,001$), της σχέσης περιόδου και βάρους ταλαντούμενου σώματος ($t(48)=-11,12, p<0,001$), της σχέσης περιόδου και επιτάχυνσης της βαρύτητας ($t(48)=-7,95, p<0,001$) και της σχέσης περιόδου και πλάτους ταλάντωσης ($t(48)=-5,25, p<0,001$) όσο και ως προς την συνολική επίδοση μεταξύ Pre και Post test ($t(48)=-19,31, p<0,001$). Επίσης διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που ασκήθηκαν μόνο στο περιβάλλον με τους αισθητήρες, καταγραφείς και ΤΠΕ είχαν χαμηλότερες επιδόσεις από τους μαθητές που ασκήθηκαν κυκλικά με τα διάφορα πειραματικά περιβάλλοντα (στατιστικώς σημαντικό αποτέλεσμα $t(59)=2,95, p = 0,005$).

Η ανάλυση των δεδομένων της πρώτης φάσης (ερωτηματολόγιο & προφορικές συνεντεύξεις) έδειξε ότι οι γνώσεις των μαθητών ήταν περιορισμένες και ασαφείς με την επίδοση ανά διδακτικό στόχο να κυμαίνεται από 29% έως 45% (Pre-Test, διάγραμμα εικόνας 1). Μετά το τέλος της παρέμβασης προέκυψε σαφής βελτίωση της επίδοσή τους ανά διδακτικό στόχο με την επίδοση να κυμαίνεται από 64% έως 78% (Post-Test διάγραμμα εικόνας 1). Η μεγαλύτερη βελτίωση παρουσιάστηκε στον διδακτικό στόχο που αφορούσε τη σχέση περιόδου και βάρους σώματος (βελτίωση κατά $47,45\% \pm 4,27\%$) ενώ η μικρότερη σ' αυτόν που αφορούσε τη σχέση περιόδου και μήκους εκκρεμούς (βελτίωση κατά $29,59\% \pm 6,17\%$). Γενικά παρατηρήθηκε βελτίωση της επίδοσης των μαθητών/τριων κατά $37,25\% \pm 1,93\%$,

ποσοστό πολύ ικανοποιητικό για το διαθέσιμο χρόνο άσκησης τους. Επίσης οι μαθητές που ασκούνται με κυκλική εναλλαγή σε διάφορα πειραματικά περιβάλλοντα πετυχαίνουν καλύτερες επιδόσεις (γενική μέση επίδοση $74,87\% \pm 1,49\%$) σε σχέση με τους μαθητές που ασκούνται μόνο σε ένα περιβάλλον με αισθητήρες (γενική μέση επίδοση $64,06\% \pm 4,22\%$).

4. Συμπεράσματα και προτάσεις

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι έχοντας στην διάθεσή μας αφενός μεν, τον κατάλληλο εργαστηριακό εξοπλισμό και αφετέρου σχεδιασμένες πειραματικές δραστηριότητες εναρμονισμένες με τους διδακτικούς μας στόχους είναι υλοποιήσιμη η εναλλαγή πειραματικών περιβαλλόντων στο σχολικό εργαστήριο και κυρίως οδηγεί σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (αποτελεσματική διδασκαλία), σε σχέση με την άσκηση σε ένα μόνο πειραματικό περιβάλλον. Με την εναλλαγή είναι εφικτός ο περιορισμός των μειονεκτημάτων κάθε πειραματικού περιβάλλοντος και η ανάδειξη των πλεονεκτημάτων του, ούτως ώστε η διδασκαλία μας τελικά να επιφέρει τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (σαφή βελτίωση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών, μεγάλο βαθμό κατανόησης του διδακτικού αντικειμένου και περαιτέρω ανάπτυξη δεξιοτήτων). Σημαντικό επίσης είναι, ότι με την κυκλική εναλλαγή πειραματικών περιβαλλόντων διατηρείται το ενδιαφέρον των μαθητών διαρκώς ενεργό και οδηγεί σε δημιουργικό αναστοχασμό, βελτιώνοντας επιπρόσθετα την συνολική μαθησιακή διαδικασία.

5. Βιβλιογραφία

- Berry, A., Gunstone, R., Lougharan J. & Mulhall, P. (2002). Using laboratory work to teach about the practice of science, *Research in Science Education –Past, Present and Future*, Part 6, 313-318
- Keller, H., E. & Keller, E., E. (2005). Making Real of Virtual Labs. *The Science Education Review*, 4 (1), 2-11
- Koretsky, M., Kelly C. & Gummer, E. (2011). Student Perceptions of Learning in the Laboratory: Comparison of Industrially Situated Virtual Laboratories to Capstone Physical Laboratories. *Journal of Engineering Education*, 100 (3), 540-573
- O' Sullivan, C. (2007). Teaching Heat Transfer to Engineering Students – a course of computer-based hands-on activities. *International Conference on Engineering Education – ICEE*, 1-5
- Psillos, D. & Niedderer, H. (2002). Issues and Questions Regarding the Effectiveness of Labwork, in D. Psillos & H. Niedderer (eds), *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, 21-20. Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Ronen, M. & Eliahu, M. (1999). Simulation as a home learning environment – students' views. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 258-268
- Srinivasan, S. (2006). Reality versus simulation. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (2), 137-141
- Steinberg, R., N. (2003). Effects of Computer-based Laboratory Instruction on Future Teachers' Understanding of the Nature of Science. *International of Computer in Mathematics and Science Teaching*, 22 (3), 185-205
- Tarekegn, G. (2009). Can computer simulations substitute real laboratory apparatus? *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 3 (3), 506-517
- Tsihouridis, C., Vavougiος, D., Ioannidis, G. (2013). The effectiveness of virtual laboratories as a contemporary teaching tool in the teaching of electric circuits in Upper High School as compared to that of real labs. *International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, pp. 816-820.
- Tsihouridis, Ch., Vavougiος, D., Ioannidis, G.S., Alexias, A., Argyropoulos Ch., Poulivos, S. (2014). Using sensors and data-loggers in an integrated mobile school-lab setting to teach Light and Optics. *International Conference of Interactive Collaborative Learning and Engineering Pedagogy, (ICL)*, pp. 439-445