

Σύγκριση επιχειρηματολογικού και διαλογικού περιβάλλοντος μάθησης στη διδασκαλία της Νευτώνειας μηχανικής στο Γυμνάσιο.

Περίληψη

Η εργασία αυτή εστιάζεται στον σχεδιασμό, στην εφαρμογή και στην σύγκριση ενός διαλογικού και ενός επιχειρηματολογικού περιβάλλοντος μάθησης για τη διδασκαλία της Νευτώνειας Μηχανικής σε μαθητές της Β γυμνασίου. Η μελέτη έγινε με βάση τις απόψεις των παιδιών για το γ' νόμο του Νεύτωνα, καθώς και τις "προτιμήσεις" των παιδιών στις κυρίαρχες παρανοήσεις της "αρχής της κυριαρχίας" και την "ενεργότητα". Η εφαρμογή έδειξε ότι και τα δύο περιβάλλοντα πετυχαίνουν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα όσον αφορά την κατανόηση των Νευτώνειων εννοιών, με τους μαθητές όμως που μετείχαν στο επιχειρηματολογικό περιβάλλον να πετυχαίνουν σημαντικά καλύτερες επιδόσεις.

Abstract

This study focuses on the design, implementation and comparative evaluation of two learning environments, a dialogical and an argumentative for teaching Newtonian concepts to 8th graders. The study is based primarily on students' views on third Newton's law and on children's "preferences" on prevailing misconceptions of "principle of dominance" and "active agents". The results indicated that while both environments achieved significant learning outcomes in teaching Newtonian mechanics, the performance of the students in argumentative condition was significantly higher.

1. Εισαγωγή

Η επιχειρηματολόγηση αποτελεί ένα συστατικό στοιχείο των διερευνητικών περιβαλλόντων μάθησης και είναι μία σύνθετη επιστημονική πρακτική που μπορεί να μεταβάλλει την μαθησιακή εμπειρία των μαθητών από την απομνημόνευση στη κατασκευή της γνώσης (Duschl, et al., 2007; Ford, 2008) και να βελτιώσει την εννοιολογική κατανόηση (Veerman, 2003; Hatano & Inagaki, 1991). Στην παρούσα εργασία διαπραγματευόμαστε την σύγκριση ενός διαλογικού και ενός επιχειρηματολογικού περιβάλλοντος μάθησης στην διδασκαλία των Νευτώνειων εννοιών σε μαθητές της Β γυμνασίου και ειδικότερα στην περίπτωση του γ' νόμου του Νεύτωνα. Η σύγκριση γίνεται με βάση τις επιλογές των παιδιών απέναντι στις Νευτώνειες έννοιες, αλλά και τις "προτιμήσεις" τους στις βασικές παρανοήσεις "της αρχής της κυριαρχίας" και των "ενεργών δυνάμεων/σωμάτων" (Viennot, 1979; Hestenes, et al., 1992; Κουμαράς, 2015; Ναούμ & Σταυρίδου, 2010).

2. Μεθοδολογία

Χρησιμοποιήθηκε ένα ημι-πειραματικό σχέδιο έρευνας που περιλάμβανε προέλεγχο-παρέμβαση-μετέλεγχο και 2 συνθήκες: πειραματική (Π.Ο) και ελέγχου (Ο.Ε). Στη μελέτη συμμετείχαν 31 μαθητές από 2 τμήματα της Β΄ τάξης Γυμνασίου (ΠΟ: 16, ΟΕ: 15).

Η μελέτη έλαβε χώρα κατά το σχολικό έτος 2015-16 σε Γυμνάσιο ημιαστικής περιοχής στην Ελλάδα. Ο ίδιος διδάσκων δίδαξε και στις 2 συνθήκες τη μελέτη κινήσεων και δυνάμεων χρησιμοποιώντας την μέθοδο της διαλογικής διδασκαλίας (Ruthven et al., 2011). Η πειραματική συνθήκη διαφοροποιούνταν ως προς το ότι οι μαθητές της Π.Ο εξοικειώθηκαν με το σχήμα επιχειρηματολόγησης του Toulmin (2003) και το χρησιμοποίησαν τόσο σε επίπεδο τάξης όσο και σε επίπεδο ομάδων για να τεκμηριώσουν τις διαφορές εξηγήσεις που πρότειναν.

Συλλογή δεδομένων.

Οι μαθητές απάντησαν γραπτά ένα ερωτηματολόγιο εννοιολογικής κατανόησης που βασιζόταν σε 12 ερωτήσεις του FCI (Hestenes et al., 1995) με αντικείμενο τις δυνάμεις και ειδικότερα τον α' νόμο, τον γ' νόμο και τα είδη των δυνάμεων. Κάθε σωστή ερώτηση βαθμολογήθηκε με 1, η λάθος απάντηση με 0 και η άριστη επίδοση ήταν το 12. Από τις ερωτήσεις αυτές αφορούσαν τον τρίτο νόμο του Νεύτωνα οι εξής (σε παρένθεση δίνεται η αντίστοιχη ερώτηση στο FCI): 6 (4), 7(15), 8(16), 9(28). Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε πριν τη διδασκαλία των δυνάμεων (pre-test) και τρεις εβδομάδες μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας για τις δυνάμεις (post-test). Στις παραπάνω ερωτήσεις βαθμολογήθηκε και η παρουσία των: ορθή κατανόηση, «κυριαρχία», «ενεργότητα» και υπολογίστηκε ο μέσος όρος που είναι ενδεικτικός της παρουσίας των αντιστοιχών προσεγγίσεων από τους μαθητές σε διαφορετικά πλαίσια εφαρμογής του νόμου. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ελέγχων έγινε με το παραμετρικό κριτήριο t-test. Η στατιστική σημαντικότητα ελέγχθηκε/επιβεβαιώθηκε και με το μη παραμετρικό κριτήριο Kruskal-Wallis Test.

Επίσης οι δύο ομάδες συγκρίθηκαν και ως προς την ακαδημαϊκή τους επίδοση, με βάση τον γενικό μέσο όρο των μαθητών στα σχολικά μαθήματα της προηγούμενης χρονιάς. Τέλος χρησιμοποιήσαμε για τις ερμηνείες μας κάποια στοιχεία από την απομαγνητοφώνηση των συζητήσεων που έγιναν στην τάξη.

3. Αποτελέσματα

Η σύγκριση με βάση την ακαδημαϊκή επίδοση δεν έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις δυο ομάδες, $t(31)=-1,11, n.s.$, ενώ έδειξε σημαντική διαφορά υπέρ της πειραματικής ομάδας για τη συνολική επίδοση στο post-test, $t(30)=2,23, p<0,05$. Η διαφορά των ομάδων στη συνολική επίδοση στο pre-test δεν ήταν σημαντική $t(31)=-1,753, n.s.$

Δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων σε καμιά κατηγορία ερωτήσεων στο pre-test. Στατιστικά σημαντικές διαφορές υπέρ της Π.Ο στο post-test βρέθηκαν στις ερωτήσεις που αφορούν τον γ' νόμο. Από τη μελέτη των αποτελεσμάτων προέκυψε μια διαφοροποίηση ανάμεσα στις ερωτήσεις 6, 8, 9 και στην 7 που αναφέρεται στην περίπτωση που έχουμε επιταχυνόμενη κίνηση. Ειδικά για τις ερωτήσεις 6, 8, 9 που αφορούν τον γ' νόμο ισχύει ο πίνακας 1.

Πίνακας 1. Επιλογές των παιδιών στον γ' νόμο. (Κλίμακα: -1 έως +1)

	Νευτώνεια έννοια πριν	Νευτώνεια έννοια μετά	Sig.	Κυριαρχία πριν	Κυριαρχία μετά	Sig.	Ενεργ/τα πριν	Ενεργ/τα μετά	Sig.
Π.Ο (B1)	-0,6471	0,1765	0,000	-0,2941	-0,4118	0,422	-0,2549	-0,8431	0,002
Ο.Ε (B2)	-0,4667	-0,2444	0,284	-0,1556	-0,3333	0,456	-0,6000	-0,7333	0,45
Sig.	0,306	0,079		0,492	0,699		0,09	0,441	

Τα νούμερα στα κελιά του Πίνακα 1 αναπαριστούν τον μέσο όρο για τις τρεις ερωτήσεις. Όταν ο μαθητής επέλεγε κάποια έννοια ή παρανόηση η συγκεκριμένη επιλογή βαθμολογείτο με 1, όταν σε κάποια ερώτηση δεν επέλεγε την έννοια ή την παρανόηση η συγκεκριμένη επιλογή βαθμολογείτο με -1. Από τον πίνακα φαίνεται ότι οι μαθητές της Π.Ο βελτίωσαν σημαντικά τις επιλογές τους για την Νευτώνεια έννοια και απέρριξαν σε σημαντικό βαθμό την προαντίληψη της "ενεργότητας" των σωμάτων. Η βελτίωση στην αντιμετώπιση την προαντίληψης της "αρχής της κυριαρχίας" ήταν θετική αλλά όχι σημαντική. Οι διαφορές που παρουσίασε η Ο.Ε ήταν θετικές αλλά όχι στατιστικά σημαντικές.

Στην ερώτηση 7 (ένα αυτοκίνητο σπρώχνει ένα φορτηγό μέχρι να αποκτήσουν την ταχύτητα ταξιδιού), σε αυτήν την περίπτωση η πειραματική ομάδα υστέρησε από την ομάδα ελέγχου, ενώ και στις δύο ομάδες υπερίσχυσε η παρανόηση που αναφέρεται στην αρχή της κυριαρχίας. Σε καμία ομάδα δεν παρουσιάστηκε σημαντική διαφορά (Πίνακας 2). Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι οι μαθητές πιθανώς, προσπάθησαν να εφαρμόσουν τον τρίτο νόμο μέσα στο πλαίσιο του α' νόμου. Το στοιχείο αυτό αναδείχθηκε και από τη μελέτη των ηχογραφημένων συζητήσεων όπου τα παιδιά εξέφρασαν την άποψη ότι εφ' όσον το σώμα κινείται με αυξανόμενη ταχύτητα τότε η μία δύναμη θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη, ενώ όταν τα σώματα κινούνται με σταθερή ταχύτητα οι δύο δυνάμεις θα πρέπει να είναι ίσες (με βάση τον α' νόμο). Τα παραπάνω στοιχεία δείχνουν τη δυσκολία που παρουσιάζει για τα παιδιά ο γ' νόμος του Νεύτωνα, ενώ εγείρει και ζητήματα διδακτικών επιλογών του Α.Π που αφαιρεί από την διδακτέα ύλη τον β' νόμο που αναφέρετε σε καταστάσεις επιταχυνόμενης κίνησης και θεωρείτε προαπαιτούμενο για τη διδασκαλία του γ' νόμου (Κουμαράς, 2015). Το απαιτητικό στοιχείο της διαφοροποίησης του γ' νόμου από τον α' και τον β' νόμο το επισημαίνουν και οι Σπύρτου et al. (2008) με την πρότασή τους για την διδασκαλία των δυναμικών αλληλεπιδράσεων που καταλήγει στην πρόταση της διακριτής εφαρμογής των τριών νόμων του Νεύτωνα σε καταστάσεις συστημάτων σωμάτων.

Πίνακας 2. Σωστές επιλογές στην ερώτηση 7

	Π.Ο (B1)			Ο.Ε (B2)		
	pre	post	sig	pre	post	sig
Ερώτηση 7	0,0588	0,0588	1	0,0625	0,2667	0,131

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ο μέσος όρος κάθε ομάδας που για την ερώτηση 7 σε κλίμακα 0 έως 1.

4. Συμπεράσματα

Οι μαθητές που μετείχαν στο επιχειρηματολογικό περιβάλλον (Π.Ο) είχαν σημαντικότερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με τους μαθητές που μετείχαν στο διαλογικό περιβάλλον (Ο.Ε). Στην περίπτωση του γ' νόμου η βελτίωση παρουσιάστηκε στις περιπτώσεις όπου είχαμε καταστάσεις σταθερής ταχύτητας ή ακινησίας των σωμάτων που αλληλεπιδρούν. Στην

περίπτωση όπου τα αλληλεπιδρώντα σώματα κινούνται με επιτάχυνση οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολία και απάντησαν με βάση την αρχή της κυριαρχίας. Από την ανάλυση των διαλόγων προέκυψε ότι στην περίπτωση του γ' νόμου με σταθερή ταχύτητα, κάποια παιδιά εφαρμόζουν τον α' νόμο για να εξηγήσουν την ισότητα των δυνάμεων αλληλεπίδρασης.

5. Βιβλιογραφία

- Κουμαράς, Π. (2015). Μονοπάτια της σκέψης στον κόσμο της Φυσικής. Gutenberg, Αθήνα
- Ναούμ, Κ., Σταυρίδου, Ε. (2010). Μελέτη της κατανόησης εννοιών της Μηχανικής από μαθητές/ριες Γυμνασίου και Λυκείου με τη συμβολή του F.C.I. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 3(1), 1-16.
- Σπύρτου, Α., Ζουπίδης, Α., Καριώτογλου, Π. (2008). Ένα ερευνητικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία των δυναμικών αλληλεπιδράσεων σε υποψήφιους/ες Νηπιαγωγούς: Η διδακτική ακολουθία και τα αποτελέσματα εφαρμογής της. Στο: *Χρηστίδου, Β. (επιμ.), Εκπαιδεύοντας τα μικρά παιδιά στις Φυσικές Επιστήμες-Ερευνητικοί προσανατολισμοί και παιδαγωγικές πρακτικές, Εκδοτικός Οίκος Αδελφών Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 221-234*
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. E. (Eds.). (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8*. Washington, DC: National Academies Press.
- Ford, M. (2008). Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 92(3), 404-423.
- Hatano, G., & Inagaki, K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. B. Resnick, J. M. Levine, & S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on socially shared cognition* (pp. 331-348). Washington, DC: American Psychological Association. *Education*, 1(2), 205-221.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The physics teacher*, 30(3), 141-158.
- Ruthven, K., Hofmann, R., Howe, C., Luthman, S., Mercer, N., & Taber, K. (2011). The epiSTEMe pedagogical approach: Essentials, rationales and challenges. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 31(2), 131-136.
- Toulmin, S.E. (1958/2003) *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.