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»

Διερεύνηση της συνεισφοράς δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, στις απόψεις και την κατανόηση των μαθητών για τη δύναμη και τη ροπή

Μαρία-Αγλαΐα Μπεντεβίνου, Ιωάννης Λεύκος, Νικόλαος Φαχαντίδης

Διερεύνηση της συνεισφοράς δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, στις απόψεις και την κατανόηση των μαθητών για τη δύναμη και τη ροπή

Μαρία-Αγλαΐα Μπεντεβίνου [1], Ιωάννης Λεύκος [1,2], Νικόλαος Φαχαντίδης [1,2]
mpentemar@gmail.com, lefkos@uom.edu.gr, nfachantidis@uom.edu.gr
[1]Πανεπιστήμιο Μακεδονίας,
[2]Εργαστήριο Εφαρμογών Πληροφορικής και Ρομποτικής για την Εκπαίδευση και την Κοινωνία

Περίληψη

Η κατανόηση των εννοιών αποτελεί ένα από τα βασικά ζητούμενα στις Φυσικές Επιστήμες αλλά και ευρύτερα, τόσο από την πλευρά του εκπαιδευτικού, όσο και από την πλευρά των μαθητών, οι οποίοι διαμορφώνουν απόψεις για την ίδια τους την κατανόηση. Η εκπαιδευτική ρομποτική, μεταξύ άλλων, προσφέρει ένα βιωματικό τρόπο αλληλεπίδρασης με τα φαινόμενα και τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Στην εργασία αυτή διερευνάται η πιθανή αλλαγή που προέκυψε μετά από τη συμμετοχή μαθητών Γυμνασίου σε δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής ενταγμένες σε μια διδακτική σειρά που αφορούσε φαινόμενα Μηχανικής, στις απόψεις και την κατανόηση των εννοιών της δύναμης και της ροπής, από τους μαθητές. Η συλλογή των απαντήσεων των μαθητών έγινε μέσω ερωτηματολογίων πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ επιπλέον διεξάχθηκε περιορισμένος αριθμός συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι οι μαθητές όχι μόνο βελτίωσαν τις γνώσεις τους σχετικά με τη δύναμη και τη ροπή, αλλά και απέκτησαν επίγνωση αυτής της βελτίωσης.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, Φυσικές Επιστήμες, Μηχανική, απόψεις μαθητών, κατανόηση εννοιών

Εισαγωγή

Η παρατηρούμενη απομάκρυνση των μαθητών από τις θετικές επιστήμες των μαθητών/τριών και η μη ενασχόληση με αυτές (Rocard, et al., 2007), αντιβαίνει με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και της πληροφορικής, η οποία δίνει πολλά νέα εργαλεία στον εκπαιδευτικό για να ενισχύσει το ενδιαφέρων και να προτρέψει τους μαθητές/τριες να εμπλακούν στη διαδικασία της μάθησης και ειδικότερα στη διαδικασία της μάθησης των θετικών επιστημών.

Έτσι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) στη σύγχρονη εποχή υποστηρίζεται από τις Τεχνολογίες της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) και στοχεύουν στην απόκτηση τόσο γνώσεων και δεξιοτήτων, όσο στάσεων και συμπεριφορών από την πλευρά των μαθητών, ώστε να ανταποκριθούν στην σύγχρονη κοινωνίας της πληροφόρησης και της γνώσης. Ιδιαίτερο δε ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει η εκπαιδευτική ρομποτική, που μπορεί να συνδυάζει τις Θετικές Επιστήμες με την Πληροφορική και την Τεχνολογία.

Θεωρητικό μέρος

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μια προσπάθεια εμπλοκής των μαθητών/τριων με την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά στο πλαίσιο της "εκπαίδευσης STEM". Ο όρος "εκπαίδευση STEM" αναφέρεται στη διδασκαλία και τη μάθηση στους τομείς των φυσικών επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών, που περιλαμβάνουν τυπικά εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, από την προσχολική

έως και μετά την πανεπιστημιακή, και σε αμφότερα τα πλαίσια της τυπικής και άτυπης εκπαίδευσης (Gonzalez & Kuenzi, 2012).

Κατά συνέπεια, η χρήση της ρομποτικής τεχνολογίας στη διδασκαλία και τη μάθηση, έχει γίνει ένα αρκετά διαδεδομένο περιβάλλον μάθησης στο σχολείο. Είναι σημαντικό επομένως να διερευνηθεί η αξία της ως εκπαιδευτικό εργαλείο, ιδιαίτερα ο ρόλος της στο να βοηθήσει τα παιδιά να αναπτύξουν εννοιολογική κατανόηση στις επιστημονικές αρχές (Chambers, Carbonaro, & Murray, 2008). Αρκετές μελέτες για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της ρομποτικής τεχνολογίας, με ιδιαίτερη έμφαση στην εννοιολογική εξέλιξη των παιδιών όσον αφορά τη λειτουργία των εργαλείων και τη μηχανική, υποδεικνύουν ότι οι συνεδρίες με ρομπότ συνέβαλαν στην ανάπτυξη των γνώσεων των μαθητών.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον εμφανίζει η διερεύνηση της κατανόησης της λειτουργίας του γραναζιού σε σχέση με την κατεύθυνση περιστροφής, τη σχετική ταχύτητα και τον αριθμό περιστροφών, στις οποίες οι μαθητές εμφανίζουν αρκετές εννοιολογικές παρανοήσεις και εναλλακτικές απόψεις (Chambers et al., 2008).

Η εκπαιδευτική ρομποτική βασίζεται κυρίως στις θεωρίες του κονστρουκτιβισμού (constructivism) και του κονστρουξιονισμού (constructionism) και προσεγγίζει τη μάθηση με βάση συνθετικές εργασίες (project-based learning). Πάνω σε αυτές τις θεωρίες μάθησης, οι επιστήμονες εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν τις εμπειρίες με τα χέρια και τη χρήση χειρισμών για την εννοιολογική ανάπτυξη των παιδιών. Σε συνδυασμό με τον προγραμματισμό, που ως γνωστική δραστηριότητα και ταυτόχρονα ως αντικείμενο διδασκαλίας αποτελεί ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον και παράλληλα ένα ιδιαίτερο σύνθετο πεδίο (Κόμης, 2001), αποτελεί ισχυρό μέσο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου , για τη διδασκαλία βασικών εννοιών στα μαθηματικά, τη φυσική και τη μεταφορά δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλα γνωστικά αντικείμενα. Το περιβάλλον μάθησης που προσφέρεται επιτρέπει στους μαθητές να ελέγξουν ένα χειροπιαστό μοντέλο χρησιμοποιώντας ειδικές γλώσσες προγραμματισμού. Αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να ασχοληθούν ενεργά με την επίλυση προβλημάτων και να δημιουργήσουν τις δικές τους προγραμματιζόμενες κατασκευές (Resnick, Martin, Sargent, & Silverman, 1996). Με το περιβάλλον διδασκαλίας να αποτελεί παράλληλα και περιβάλλον παιχνιδιού, κινείται το ενδιαφέρον των μαθητών, κάνοντας τη ρομποτική αποδεκτή με μεγάλα ποσοστά αποδοχής και με τα κατάλληλα διδακτικά πρωτόκολλα αποδίδει σημαντικά μαθησιακά αποτελέσματα.

Σε αυτή την εκπαιδευτική διαδικασία ο πλέον ενδεδειγμένος τρόπος διδασκαλίας, ώστε οι μαθητές/τριες να εμπλακούν προσωπικά στη γνωστική διαδικασία και να μάθουν πώς να μαθαίνουν μόνοι τους, είναι αυτός της διερευνητικής μάθησης.

Η διερευνητική μάθηση ενδεδειγμένα έχει εφαρμοστεί σε πραγματικό εργαστηριακό περιβάλλον και ο στόχος της είναι να παρέχονται στους εκπαιδευόμενους τόσο τα μέσα για τη διερεύνηση φαινομένων μέσω του χειρισμού φυσικών υλικών όσο και η δυνατότητα να εργάζονται σε αυθεντικές συνθήκες (Jaakkola & Nurmi, 2008).

Η μελέτη των απόψεων που έχουν οι μαθητές για την δική τους μάθηση παρουσιάζει ενδιαφέρον διότι συμβάλλει στην αυτορρύθμιση της μαθησιακής πορείας τους (Khoiriyah, Roberts, Jorm, & Van Der Vleuten, 2015). Η αυτό-αξιολόγηση δεν είναι μια εύκολη διαδικασία και έχει αναφερθεί ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ των απόψεων των μαθητών και της αξιολόγησής τους από τους εκπαιδευτικούς ή όπως προκύπτει από τις απαντήσεις τους σε ερωτηματολόγια (Lew, Alwis, & Schmidt, 2010; Tousignant & Desmarchais, 2002), ενώ η διαφορά αυτή είναι μικρότερη στους μαθητές με καλύτερες επιδόσεις.

Η εργασία αυτή, αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας, που σχετίζεται με τη χρήση δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής για τη διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών σε μαθητές Γυμνασίου. Εδώ παρουσιάζουμε ένα μέρος από τα αποτελέσματα της

έρευνας, και συγκεκριμένα αυτά που αφορούν στις απόψεις και την κατανόηση των μαθητών σε σχέση με βασικές έννοιες της μηχανικής, όπως η δύναμη και η ροπή, μετά από την εμπλοκή τους με μια σειρά δραστηριοτήτων με θέμα τα γρανάζια και τις ιδιότητές τους.

Έρευνα

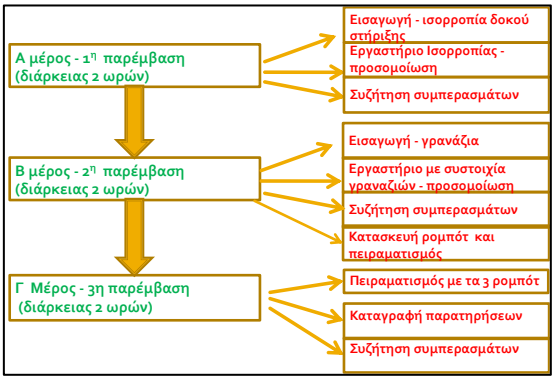
Η έρευνα αποσκοπεί να διερευνήσει κατά πόσο οι μαθητές μετά από την ενασχόληση με δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, με θέμα τα γρανάζια:

Α) Διαμόρφωσαν μια θετική άποψη σχετικά με την κατανόηση από μέρους τους, των εννοιών της δύναμης και της ροπής.

Β) Ενίσχυσαν την κατανόηση των παραπάνω εννοιών.

Σχεδιασμός και υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης

Για τις ανάγκες της έρευνας πραγματοποιήθηκε μια διεπιστημονική προσέγγιση των μαθηματικών, φυσικής και μηχανικής, στηριζόμενοι στη διερευνητική μάθηση μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής και μέσα από το σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας καθοδηγούμενης διερεύνησης (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Η δομή και οι δραστηριότητες της διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με βάση τον «κύκλο της διερεύνησης» όπως αυτός προτείνεται από το ευρωπαϊκό έργο Go-Lab (www.golabz.eu) , το οποίο και στοχεύει στην ενίσχυση της Τεχνολογικά Υποστηριζόμενης Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στην Ευρώπη. Μέσα από αυτόν τον «κύκλο της διερεύνησης» ο/η μαθητής/τρια περνάει από πέντε φάσεις διερευνητικής δραστηριότητας, έχοντας το πλεονέκτημα της «αυτό-ρυθμιζόμενης μάθησης», με την οποία οι μαθητές/τριες καθίστανται υπεύθυνοι τόσο για την εκπαιδευτική τους διαδικασία όσο και στην αντιμετώπιση τυχών δυσκολιών και προβλημάτων (Zacharia et al., 2015). Οι πέντε φάσεις αυτής της διερευνητικής δραστηριότητας (Pedaste et al., 2015) είναι: Ο Προσανατολισμός, η Εννοιολόγηση, η Διερεύνηση, το Συμπέρασμα και η Συζήτηση.

Επιπλέον, από το Go-Lab παρέχεται η δυνατότητα σύνθεσης διδακτικών σεναρίων από τους εκπαιδευτικούς, μέσω δωρεάν πρόσβασης στην πλατφόρμα Graasp (graasp.eu) με τα οποία προτείνεται η διδακτική εκμετάλλευση των εικονικών εργαστηρίων ή/και της διερευνητικής μεθοδολογίας.

Στο πλαίσιο της έρευνας, μέρος της οποίας παρουσιάζεται εδώ, έγινε συγγραφή δύο πρωτότυπων διδακτικών σεναρίων - τα οποία στο Graasp ονομάζονται Χώροι Διερευνητικής

Μάθησης (ΧΔΜ) – Inquiry learning Spaces (ILS) - με θέμα τη λειτουργία και τις ιδιότητες των γραναζιών. Στους ΧΔΜ, παρέχεται η δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακών εκπαιδευτικών σεναρίων με σαφείς οδηγίες και εφαρμογές για χρήση από τους μαθητές με τη χρήση απλά ενός ψευδώνυμου, είτε μέσα στην τάξη είτε με εξ αποστάσεως πρόσβαση μέσω διαδικτύου. Ο 1ος ΧΔΜ, αναφέρεται στη ροπή δύναμης και ο 2ος ΧΔΜ αναφέρεται στην ταχύτητα και τη μετάδοση της δύναμης.

Επίσης από άποψη διδακτικών υλικών, οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να πειραματιστούν με ένα εικονικό εργαστήριο που αναφέρεται στην συστοιχία των γραναζιών (http://go-lab.gw.utwente.nl/production/gearsketch/) και με τρεις ρομποτικές κατασκευές ev3 mindstorms (Ultra Basic, Gear up και Gear down). Τις κατασκευές αυτές τις είχαν κατασκευάσει οι ίδιοι με τη βοήθεια κατάλληλων φύλλων εργασίας.

Δείγμα και συνθήκες της έρευνας

Η έρευνα διεξήχθη το σχολικό έτος 2019-2020 σε Γυμνάσιο του Βόλου και συμμετείχαν 13 μαθητές (6 αγόρια, 7 κορίτσια) ηλικίας 13 – 14 ετών, οι οποίοι ήταν εγγεγραμμένοι στο απογευματινό τμήμα εκπαιδευτικής ρομποτικής του σχολείου, όπου και υλοποιήθηκε η έρευνα. Για τη διεξαγωγή της έρευνας εξασφαλίστηκε η συναίνεση των γονέων–κηδεμόνων των συμμετεχόντων και των ίδιων των μαθητών/τριών που μετείχαν σε αυτή.

Τα στοιχεία του δείγματος επιλέχθηκαν λόγω της μοναδικότητας της ομάδας εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πόλη του Βόλου, που λειτουργεί σε δημόσιο σχολείο Δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Έτσι, το δείγμα επιλέχθηκε με κριτήριο τη βολικότητα, και δεν είναι αντιπροσωπευτικό του πληθυσμού των μαθητών. Για το λόγο αυτό δεν μπορούν να γενικευθούν τα ευρήματα της παρούσας έρευνας στο σύνολο του πληθυσμού, γιατί το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό. Πρόκειται επομένως για μια μελέτη περίπτωσης.

Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες, στο εργαστήριο ρομποτικής του σχολείου, στο οποίο πραγματοποιήθηκε η έρευνα, με τις οδηγίες κατάλληλων φύλλων εργασίας στην πλατφόρμα Graasp. Συγκροτήθηκαν 5 ομάδες, από τις οποίες οι τρεις αποτελούνταν από τρεις μαθητές και δύο ομάδες που απαρτίζονταν από δύο μαθητές/τριες. Οι ομάδες δεν ήταν απαραίτητα μεικτές, δηλαδή σε κάθε ομάδα δεν επιλέχθηκαν να υπάρχουν και αγόρια και κορίτσια.

Εργαλεία της έρευνας

Προκειμένου να συλλεχθούν τα δεδομένα της έρευνας, χρησιμοποιήθηκαν ειδικά κατασκευασμένα ερωτηματολόγια, ενώ επιπλέον διεξάχθηκε περιορισμένος αριθμός συνεντεύξεων μετά το πέρας της συμπλήρωσης του τελικού ερωτηματολογίου.

Πριν από τη διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης, έγινε η συμπλήρωση του αρχικού ερωτηματολογίου (pre-test), με το οποίο καταγράφηκαν οι αρχικές απόψεις και γνώσεις των μαθητών. Μετά από τη διδακτική παρέμβαση, διερευνήθηκαν και πάλι οι απόψεις και γνώσεις των μαθητών με ένα ερωτηματολόγιο (post-test) μετά την παρέμβαση. Τα δύο ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα, με κρυφή όμως σήμανση ταύτισης ότι συμπληρώθηκαν από τον ίδιο συμμετέχοντα.

Στις ερωτήσεις για τη συλλογή των απόψεων των μαθητών χρησιμοποιήθηκαν κλίμακες τύπου Likert (με κλιμάκωση 1 = Αδιάφορη έως 5 = Άριστη ή 1 = Μικρή έως 5 = Μεγάλη, ανάλογα με το ερώτημα) ή ερωτήσεις τύπου πολλαπλής επιλογής με δυνατότητα σημείωσης περισσοτέρων της μιας απάντησης.

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής χρησιμοποιήθηκαν επίσης και στα ερωτήματα που αφορούσαν τις γνώσεις των μαθητών, αλλά εδώ υπήρχε δυνατότητα σημείωσης μιας μόνο απάντησης. Οι ερωτήσεις στο πριν και μετά ερωτηματολόγιο ήταν ίδιες ή παρόμοιες με

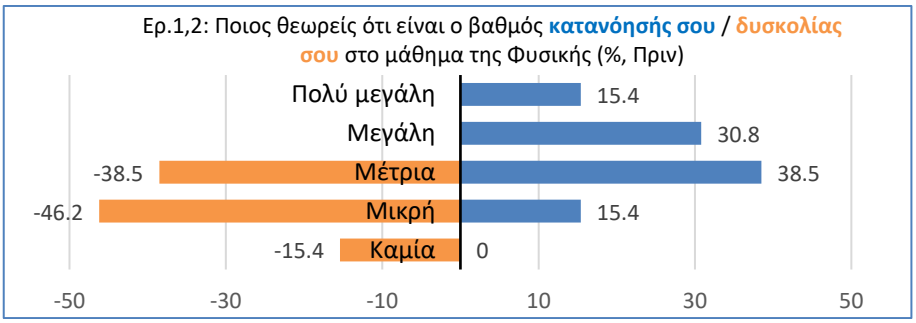
αναδιάταξη στην σειρά των απαντήσεων, ώστε να αποφύγουμε την από μνήμης απάντηση των μαθητών/τριων.

Οι συνεντεύξεις πραγματοποιήθηκαν στους μισούς περίπου μαθητές, μετά το τέλος της όλης διαδικασίας και οι οποίες ηχογραφήθηκαν. Μέσα από αυτές και ακολουθώντας ποιοτική ανάλυση, έγινε προσπάθεια διασταύρωσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν με τα ερωτηματολόγια. Οι συνεντεύξεις ήταν ημι-δομημένες, με βάση το τελικό ερωτηματολόγιο του κάθε συμμετέχοντα.

Αποτελέσματα

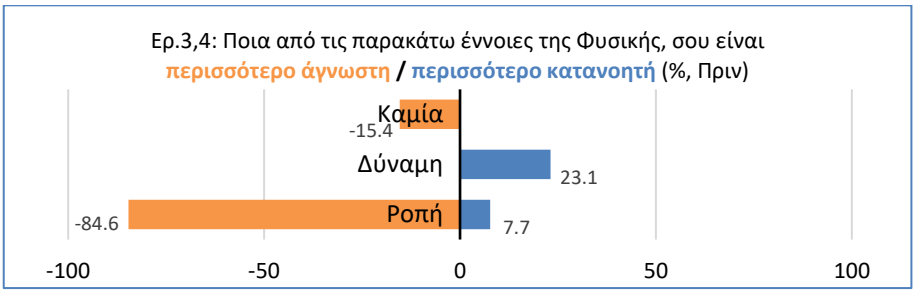
Αποτελέσματα σχετικά με τις απόψεις των μαθητών

Στα διαγράμματα που ακολουθούν, παρουσιάζονται οι απόψεις των μαθητών. Οι ερωτήσεις 1-2 και 3-4 παρουσιάζονται στα διαγράμματα ως αντιθετικά ζεύγη, καθώς πρακτικά αφορούν την ίδια έννοια από θετική και αρνητική οπτική. Για λόγους οπτικοποίησης, η αρνητική οπτική παριστάνεται στα διαγράμματα με αρνητικούς αριθμούς.



Εικόνα 2: Άποψη των μαθητών για το βαθμό κατανόησης/δυσκολίας τους στη Φυσική (Πριν την παρέμβαση)

Στην αρχή οι μαθητές απάντησαν για την άποψή τους σχετικά με την ευρύτερη κατανόησή τους (Ερώτηση-1) στο μάθημα της Φυσικής. Στην ερώτηση αυτή φαίνεται πως οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν πως βρίσκονται σε καλό έως άριστο επίπεδο με εξαίρεση μόνο 2 μαθητές (15,4%) οι οποίοι δήλωσαν πως το επίπεδό τους ήταν μέτριο (Εικόνα 2 – μπλε).



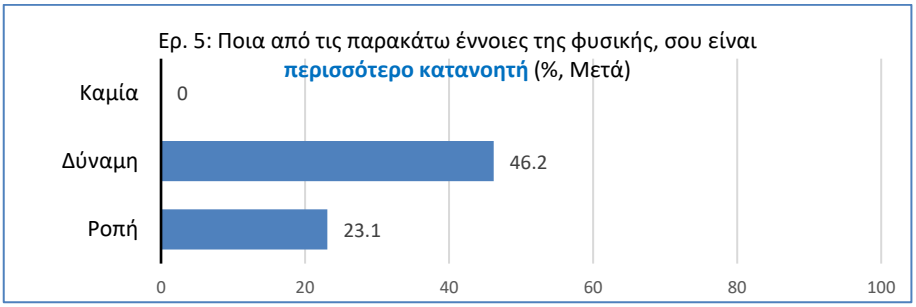
Εικόνα 3: Αριθμός των μαθητών (%) για τις έννοιες Δύναμη & Ροπή, ποια είναι κατά την άποψή τους περισσότερο κατανοητή/άγνωστη (Πριν την παρέμβαση)

Παρατηρούμε επομένως ότι οι μαθητές αυτό-τοποθετούνται σε μέτριο έως πολύ καλό επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα δηλώνουν μέτρια έως και καμία δυσκολία στο μάθημα της Φυσικής.

Σε ότι αφορά το ποια έννοια της φυσικής ήταν η πιο κατανοητή πριν την παρέμβαση, οι απαντήσεις εμφάνισαν πολύ χαμηλά επίπεδα, με τη δύναμη να εμφανίζει σχετικά μεγαλύτερη συχνότητα με 3 μαθητές (23,1%), ενώ μόνο 1 μαθητής (7,7%) απάντησε θετικά για τη ροπή (Εικόνα 2 - μπλε). Σε ότι αφορά το ποια έννοια της φυσικής ήταν εντελώς άγνωστη πριν την παρέμβαση, η ροπή εμφάνισε τη μεγαλύτερη συχνότητα με 11 μαθητές (84,6%) (Εικόνα 3 - πορτοκαλί), ενώ 2 μαθητές (15,4%) απάντησαν ότι δεν έχουν καμία δυσκολία.

Επομένως παρατηρούμε ότι η ροπή φαίνεται να είναι μια έννοια σχεδόν άγνωστη στους μαθητές αλλά και αναφορικά με τη δύναμη εμφανίζουν σχετικά μικρή βεβαιότητα.

Αυτό μοιάζει κάπως αντιφατικό σε σχέση με την προηγούμενη δήλωσή τους για το μάθημα της Φυσικής (Εικόνα 2).



Εικόνα 4: Άποψη των μαθητών για τις έννοιες Δύναμη – Ροπή, ποια τους είναι περισσότερο κατανοητή (Μετά την παρέμβαση)

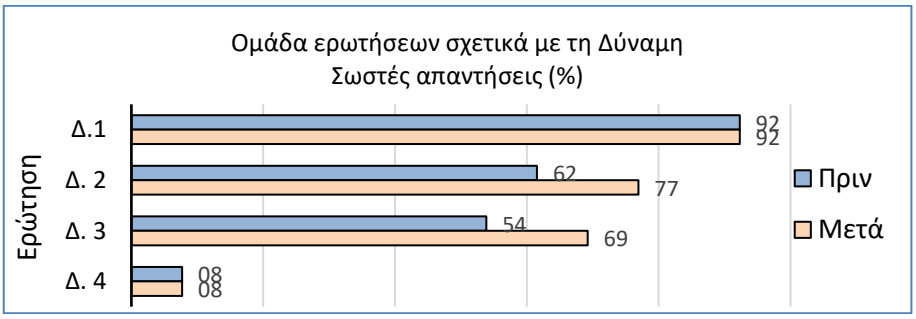
Παρόμοια ερώτηση για την κατανόηση των εννοιών τέθηκε και μετά την παρέμβαση (Εικόνα 3). Εδώ οι μαθητές απάντησαν αρκετά διαφορετικά, καθώς περίπου οι μισοί (6 μαθητές - 46.2%), απάντησαν ότι κατανοούν τη δύναμη και 3 μαθητές (23,1%), ότι κατανοούν τη ροπή. Η αλλαγή στις απόψεις τους επομένως ήταν πολύ σημαντική.

Αποτελέσματα σχετικά με τις γνώσεις των μαθητών

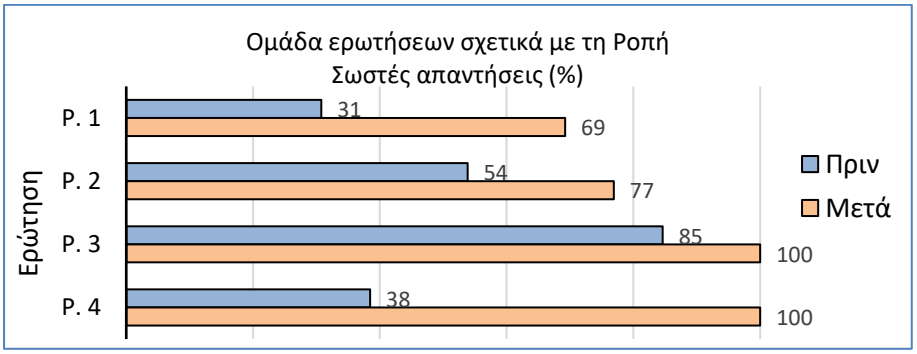
Οι γνώσεις των μαθητών ελέγχθηκαν πριν και μετά την παρέμβαση με ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, στις οποίες υπήρχε κάθε φορά μια μόνο σωστή απάντηση. Επιπλέον, για κάθε ένα από τα υπό διερεύνηση μεγέθη (δύναμη – ροπή), υπήρχε μια ομάδα σχετικών ερωτήσεων (4 για κάθε μέγεθος).

Στην εικόνα 5 παρουσιάζονται συγκρινόμενα τα αποτελέσματα πριν-μετά, που αφορούν τις σωστές απαντήσεις των μαθητών στην ομάδα ερωτήσεων σχετικά με τη δύναμη. Παρατηρούμε ότι οι μαθητές μετά την παρέμβαση απαντούν το ίδιο και ίσως λίγο περισσότερο επιτυχημένα.

Αντίστοιχα, στην εικόνα 6, παρουσιάζονται συγκρινόμενα τα αποτελέσματα πριν-μετά, που αφορούν τις σωστές απαντήσεις των μαθητών στην ομάδα ερωτήσεων σχετικά με τη ροπή. Παρατηρούμε ότι υπάρχει μια σημαντική βελτίωση στις σωστές απαντήσεις των μαθητών μετά την παρέμβαση.



Εικόνα 5: Ποσοστά των σωστών απαντήσεων (%) στις ερωτήσεις που αφορούν τη δύναμη



Εικόνα 6: Ποσοστά των σωστών απαντήσεων (%) στις ερωτήσεις που αφορούν τη ροπή

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα και υπό τους περιορισμούς που θέτει η μελέτη περίπτωσης που εξετάσαμε, μπορούμε να ισχυριστούμε ότι μετά από την εμπλοκή των μαθητών γυμνασίου σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής με θέμα τα γρανάζια και τις ιδιότητές τους, οι μαθητές (α) διαμόρφωσαν μια περισσότερο θετική άποψη σχετικά με την κατανόηση από μέρους τους, των εννοιών της δύναμης και της ροπής, ενώ επιπλέον (β) ενίσχυσαν την κατανόηση των παραπάνω εννοιών, εφόσον απάντησαν με μεγαλύτερη επιτυχία σε σχετικές ερωτήσεις.

Επιπλέον, ίσως θα είχε ενδιαφέρον να συγκρίνουμε τις απόψεις των μαθητών με τις γνώσεις τους (Tousignant & Desmarchais, 2002). Με άλλα λόγια την αντικειμενική μέτρηση (όπως προκύπτει από τις σωστές απαντήσεις), με την υποκειμενική (όπως προκύπτει από τις αντίστοιχες απόψεις τους). Παρατηρούμε λοιπόν ότι η βελτίωση στις γνώσεις των μαθητών (εικόνες 4 & 5), συμβαδίζει με την αλλαγή και στις απόψεις τους (εικόνες 2 & 3). Συγκεκριμένα, καθώς οι μαθητές μετά από την παρέμβαση φαίνεται να απαντούν καλύτερα στις ερωτήσεις σχετικά με τη δύναμη αλλά ακόμη περισσότερο για τη ροπή, αντίστοιχα και η άποψη τους για την κατανόηση των εννοιών αλλάζει προς το θετικότερο.

Θεωρούμε ότι η αίσθηση της επιτυχίας που αποκόμισαν οι μαθητές (και με βάση προηγούμενες μελέτες που αναφέρθηκαν δε θεωρείται αυτονόητο) μπορεί να αποδοθεί από τη μια μεριά στη διερευνητικού τύπου προσέγγιση που υιοθετήθηκε, αλλά και στον τρόπο υλοποίησης των δραστηριοτήτων μέσα από τα μέσα και εργαλεία της εκπαιδευτικής

ρομποτικής. Η εκπαιδευτική ρομποτική μέσα από τις δυνατότητες που προσφέρει για βιωματική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (D'Amico, Guastella, & Chella, 2020) καθώς και την αμεσότητα στην αισθητοποίηση των αποτελεσμάτων των δράσεων και επίλογων των μαθητών, τους δίνει την ευκαιρία όχι μόνο να ενισχύσουν την κατανόησή τους (Khanlari, 2013), αλλά και να αντιλαμβάνονται την επιτυχία ή αποτυχία τους και κατά συνέπεια την πιθανή πρόοδο τους, ενώ μέσα από την ικανοποίηση (Avsec, Rihtarsic, & Kocijancic, 2016) που λαμβάνουν από τις δράσεις τους, ωθούνται προς την επιδίωξη μεγαλύτερης επιτυχίας.

Κατά συνέπεια, μέσα από τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, φαίνεται ότι οι μαθητές μπορούν όχι μόνο να βελτιώσουν την κατανόησή τους, αλλά και να έχουν καλύτερη επίγνωση της κατανόησης αυτής.

Αναφορές

Avsec, S., Rihtarsic, D., & Kocijancic, S. (2016). The impact of robotics-enhanced approach on students' satisfaction in open learning environment. *International Journal of Engineering Education*, *32*(2), 804–817.

Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Murray, H. (2008). Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of Lego robotic technology. *Australasian Journal of Educational Technology*, *24*(4), 387–401. https://doi.org/10.14742/ajet.1199

D'Amico, A., Guastella, D., & Chella, A. (2020). A Playful Experiential Learning System With Educational Robotics. *Frontiers in Robotics and AI*, *7*, 33. https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00033

Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Science, Technology, Engineering and Mathematics Education: Trends and Alignment with Workforce Needs*. Retrieved from www.crs.gov

Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities: Original article. *Journal of Computer Assisted Learning*, *24*(4), 271–283. https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00259.x

Khanlari, A. (2013). Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM. In *2013 IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)* (pp. 62–66). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICEED.2013.6908304

Khoiriyah, U., Roberts, C., Jorm, C., & Van Der Vleuten, C. P. M. (2015). Enhancing students' learning in problem based learning: Validation of a self-assessment scale for active learning and critical thinking. *BMC Medical Education*, *15*(1), 140. https://doi.org/10.1186/s12909-015-0422-2

Lew, M. D. N., Alwis, W. A. M., & Schmidt, H. G. (2010). Accuracy of students' self-assessment and their beliefs about its utility. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *35*(2), 135–156. https://doi.org/10.1080/02602930802687737

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., … Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47–61. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003

Resnick, M., Martin, F., Sargent, R., & Silverman, B. (1996). Programmable bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal*, *35*(3–4), 443–452. https://doi.org/10.1147/sj.353.0443

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. *Economy and Society*. Retrieved from http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Tousignant, M., & Desmarchais, J. E. (2002). Accuracy of student self-assessment ability compared to their own performance in a problem-based learning medical program: A correlation study. *Advances in Health Sciences Education*, *7*(1), 19–27. https://doi.org/10.1023/A:1014516206120

Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A. N., … 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*(2), 257–302. https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0

Κόμης, Β. (2001). *Διδακτική της Πληροφορικής*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.