

# Διερεύνηση των στάσεων και του ενδιαφέροντος των μαθητών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης για την Εκπαιδευτική Ρομποτική ως διδακτικό εργαλείο στο μάθημα της Φυσικής

Ρήγας Νεοφώτιστος, Ευθύμιος Χασιώτης  
[rigneof@primedu.uoa.gr](mailto:rigneof@primedu.uoa.gr), [efthimisxas@primedu.uoa.gr](mailto:efthimisxas@primedu.uoa.gr)  
Πρωτοβάθμια εκπαίδευση

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των στάσεων των μαθητών για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής, των απόψεων και του ενδιαφέροντος τους για τη χρήση της Ρομποτικής ως εργαλείο στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής. Πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση για την έννοια της αδράνειας, με τη χρήση της Ρομποτικής και συγκεκριμένα του ρομποτικού εξοπλισμού LegoWedo 2. Για τη συλλογή των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν ερωτηματολόγια, τα οποία μοιράστηκαν πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση καθώς και συνεντεύξεις. Στην έρευνα συμμετείχαν 62 μαθητές πέντε τμημάτων της Ε΄ Δημοτικού από την ιδιωτική (n=35) και τη δημόσια (n=27) εκπαίδευση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε επηρέασε θετικά τις στάσεις τους για το μάθημα της Φυσικής αλλά και τις απόψεις και το ενδιαφέρον τους, για τη χρήση της Ρομποτικής ως εργαλείο στη διδασκαλία της Φυσικής.

**Λέξεις κλειδιά:** Στάσεις μαθητών, Φυσική με ρομποτική, Η έννοια της αδράνειας

## Εισαγωγή

Η ρομποτική είναι ένας τομέας της τεχνολογίας, ο οποίος συνδυάζει διάφορους επιστημονικούς κλάδους, με κύριους αυτούς της πληροφορικής, της ηλεκτρονικής και της μηχανικής. Σήμερα, οι εφαρμογές της συναντώνται στη βιομηχανία, την ιατρική και τη διαστημική τεχνολογία, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό την ανθρώπινη καθημερινότητα. Στο πλαίσιο αυτό, θα ήταν αδύνατον να απουσιάζει και η εκπαίδευση.

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική, προσπαθεί να προσεγγίσει με έναν περισσότερο βιωματικό τρόπο, διάφορα θετικά αλλά και θεωρητικά γνωστικά αντικείμενα, αποσκοπώντας κυρίως στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και της κοινωνικοποίησης των μαθητών. Η προσπάθεια αυτή δεν είναι τυχαία, καθώς πραγματοποιείται σε μία εποχή κατά την οποία τα παιδιά είναι εξοικειωμένα με ποικίλες νέες τεχνολογίες και αναπτύσσουν από πρόωμη ηλικία τεχνολογικό εγγραμματισμό.

Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και των νέων τεχνολογιών ως εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι ένας τομέας ο οποίος εξελίσσεται ραγδαία τα τελευταία χρόνια (Alimisis et al., 2007). Ταυτόχρονα, η παρακολούθηση μαθημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής έχει διαδοθεί ευρέως στους μαθητές Δημοτικού και Γυμνασίου, στο πλαίσιο είτε της τοπικής είτε της άτυπης εκπαίδευσης.

Αναφορικά με τις θεωρίες μάθησης, η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται άμεσα με αυτές. Αρχικά, η θεωρία οικοδομισμού (constructivism) του Piaget, υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν αποτελεί απλή μεταφορά της γνώσης, αλλά είναι μια ενεργός διαδικασία παραγωγής της ίδιας της γνώσης, μέσω εμπειρικών δραστηριοτήτων (Κουτσούκος & Σμυρνάιου, 2007).

Η κονστραξιονιστική (constructionist) εκπαιδευτική θεωρία του Papert, υποστηρίζει ότι η νέα γνώση πρέπει να παράγεται μέσω της κατασκευής χειροπιαστών έργων, τα οποία έχουν αξία για τους μαθητές και ενισχύουν τα εσωτερικά τους κίνητρα. Με αυτόν τον τρόπο, ίσως καταφέρουν να μαθαίνουν αποτελεσματικότερα κατ' αναλογία με το παρελθόν (Papert, 1980, ό.α. στο Ανυφαντής, 2018).

Η άποψη ότι η μάθηση λαμβάνει χώρα σε έναν κοινωνικό περίγυρο, ενθαρρύνει το πλαίσιο υιοθέτησης μιας κοινωνικό - εποικοδομητικής (social - constructivist) θεωρίας, η οποία υποστηρίζει ότι οι μαθητές δεν μαθαίνουν εξατομικευμένα αλλά ότι η μάθηση αποτελεί μία κοινωνική και κοινωνικοποιημένη δραστηριότητα. Στοιχεία από τις προαναφερθείσες θεωρίες, συναντώνται στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Πιο συγκεκριμένα, σε μία διδασκαλία με τη χρήση ρομπότ, επιδιώκεται εκτός των άλλων, η παραγωγή της γνώσης από τον ίδιο τον μαθητή, η εισαγωγή της γνώσης σε πραγματικά για εκείνον περιβάλλοντα και η συσχέτισή της με αληθινά γεγονότα, ενώ η λειτουργία σε ομάδες αποτελεί τον κύριο πυλώνα σταθεροποίησης της γνώσης που παράγεται. Ένας από τους βασικούς στόχους επίσης, είναι η αύξηση των κινήτρων και του ενδιαφέροντος των μαθητών για την εκπαιδευτική διαδικασία εν γένει. Από την άλλη, πολλές φορές οι μαθητές, δεν αντιλαμβάνονται ότι σε ένα μάθημα εκπαιδευτικής ρομποτικής υπάρχουν συγκεκριμένοι διδακτικοί στόχοι και ότι αναμένονται συγκεκριμένα μαθησιακά αποτελέσματα.

Στη βιβλιογραφία συναντώνται αρκετές μελέτες σχετικά με τις στάσεις και τα κίνητρα των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες (Νικολοπούλου & Γιαλαμάς, 2015). Οι μελέτες αυτές, επικεντρώνονται σχεδόν αποκλειστικά είτε στα κίνητρα των μαθητών για τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και όχι στις στάσεις τους, είτε στην επίδραση που μπορεί να έχει το φύλο τους, όταν έρχονται σε επαφή με τις Φυσικές Επιστήμες και τη Ρομποτική. Επιπλέον, όπως αναφέρουν οι Hsu & Tomas (2002), δεν υπάρχει μία γενική παραδοχή για τη θετική επίδραση των τεχνολογιών και των προσομοιώσεων στην εκπαίδευση. Κάποιες έρευνες κατέληξαν σε θετικά συμπεράσματα, ενώ κάποιες άλλες δεν εντόπισαν πλεονεκτήματα στη χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα της Mariah Lea Smith (2013) έδειξε ότι μερικά από τα στοιχεία τα οποία αναπτύσσουν θετικές στάσεις στους μαθητές για τη μάθηση, συγκριτικά με μία τυπική διδασκαλία, είναι: α) η επιθυμία οικοδόμησης και κατασκευής των ρομπότ, β) ο ανταγωνισμός και η αναγνώριση, γ) η επιθυμία για μελλοντική επιτυχία, δ) η επιθυμία οικοδόμησης σχέσεων μέσω της συμμετοχής, ε) η ομαδική εργασία, στ) η παρουσία θετικών προτύπων και ζ) η ενθάρρυνση (Smith, 2013).

Η μελέτη της Park (Park, 2015, ό.α. στο Ανυφαντής, 2018), κατά την οποία εξετάστηκε η αποτελεσματικότητα ενός προγράμματος ρομποτικής διάρκειας 10 εβδομάδων, φανέρωσε θετικά αποτελέσματα στο κίνητρο των μαθητών για την ενασχόληση με τις φυσικές επιστήμες. Μάλιστα, έγινε φανερό ότι η ρομποτική μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη διδασκαλία και άλλων θετικών μαθημάτων όπως η βιολογία και η γεωλογία.

Μελέτες σχετικά με το φύλο των μαθητών και την αλληλεπίδρασή του με τις Φυσικές Επιστήμες, δείχνουν ότι κορίτσια εμφανίζουν μικρότερο ενδιαφέρον για διδασκαλίες οι οποίες σχετίζονται με τις Φυσικές Επιστήμες και συνεπώς με τον επαγγελματικό προσανατολισμό προς αυτές (Gillibrand et al., 1999, Lin & Crawley, 1987 ό.α. στο Jegede et al., 1990).

Οι Chin, Hong, & Chen (2014), διεξήγαγαν εμπειρική μελέτη με σκοπό να διερευνήσουν την επίδραση της χρήσης ρομπότ κατά τη διδασκαλία ως προς τις τέσσερις διαστάσεις του κινήτρου (προσοχή, συνάφεια, εμπιστοσύνη και ικανοποίηση). Τα πειραματικά αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές είχαν υψηλό κίνητρο να χρησιμοποιήσουν τα ρομπότ

ως εργαλείο μάθησης. Παράλληλα όμως, εντοπίζεται ότι το φύλο, μπορεί να επηρεάσει τα επιμέρους στοιχεία του κινήτρου για τη μάθηση με τη χρήση των ρομπότ (Mcgill, 2012).

Η μελέτη της βιβλιογραφίας ανέδειξε την ανάγκη διεξαγωγής περισσότερων μελετών, σχετικά με τις στάσεις των μαθητών για τη χρήση των νέων τεχνολογιών και της εκπαιδευτικής ρομποτικής, ως εργαλεία στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Το ίδιο έγινε φανερό και για τις στάσεις των μαθητών απέναντι στη διδασκαλία της Φυσικής με τη χρήση νέων τεχνολογιών, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη Φυσική ως ένα μάθημα μονότονο, όταν δεν προσφέρει ευκαιρίες για καινοτομία και αξιοποίηση της τεχνολογίας, η οποία βρίσκεται σήμερα σε μεγάλη ανάπτυξη. Κατά συνέπεια, στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, επιδιώχθηκε να μελετηθούν οι στάσεις μαθητών της Ε΄ Δημοτικού ως προς το μάθημα της Φυσικής και ως προς τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής (lego) στο μάθημα αυτό.

## **Μέθοδος**

### **Στόχοι της έρευνας**

Η εργασία αυτή διερευνά:

- (1) Την πιθανή μεταβολή στις στάσεις των μαθητών για το γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής,
- (2) Την πιθανή μεταβολή στις απόψεις και το ενδιαφέρον των μαθητών για τη χρήση της Ρομποτικής ως εργαλείο στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής,
- (3) Την πιθανή συσχέτιση της προϋπάρχουσας εμπειρίας στην εκπαιδευτική Ρομποτική και του φύλου, με το ενδιαφέρον των μαθητών και την ανάπτυξη θετικών απόψεων για τη χρήση της Ρομποτικής στη διδασκαλία της Φυσικής.

### **Δείγμα**

Στην έρευνα συμμετείχαν 62 μαθητές και μαθήτριες της Ε΄ Δημοτικού (βολικό δείγμα λόγω της εύκολης πρόσβασης των ερευνητών). Οι 35 από αυτούς φοιτούσαν στη Σχολή Ι.Μ. Παναγιωτόπουλου (ιδιωτικό σχολείο) και οι 27 ήταν μαθητές στο 21ο Δημοτικό Σχολείο Περιστερίου (δημόσιο σχολείο). 32 από τους μαθητές ήταν αγόρια και οι 30 κορίτσια. Το 48.4 % των μαθητών είχε ασχοληθεί στο παρελθόν με την Εκπαιδευτική Ρομποτική στο σχολείο, σε φροντιστήρια ή σε εργαστήρια Ρομποτικής (30), ενώ το 51.6 % δεν είχε ασχοληθεί ποτέ (32). Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε συνολικά σε 75 μαθητές, όμως κάποια ερωτηματολόγια (13) δεν συμπεριλήφθησαν στη στατιστική ανάλυση (θεωρήθηκαν άκυρα ή ήταν ασυμπλήρωτα).

### **Ερωτηματολόγιο και διαδικασία**

Οι μαθητές οι οποίοι συμμετείχαν στην έρευνα παρακολούθησαν μία διδασκαλία για την έννοια της αδράνειας. Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο κλίμακας Likert το οποίο διαμορφώθηκε με βάση τις εργασίες των Νικολοπούλου & Γιαλαμά (2015) και Pierce & Barkatsas (2005). Οι ερωτήσεις τροποποιήθηκαν στα δεδομένα του μαθήματος της Φυσικής με τη χρήση Ρομποτικής. Συγκεκριμένα, από την εργασία των Νικολοπούλου & Γιαλαμά χρησιμοποιήθηκαν οι ήδη σταθμισμένες ερωτήσεις σχετικά με τις στάσεις των μαθητών για τη Φυσική. Από την εργασία των Pierce & Barkatsas, χρησιμοποιήθηκαν οι τελευταίες τέσσερις ερωτήσεις και τροποποιήθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας. Αντί για 'Μαθηματικά' χρησιμοποιήθηκε ο όρος 'Φυσική' και αντί για 'calculators in math' χρησιμοποιήθηκε η φράση 'Ρομποτική στη Φυσική'.

Σε πρώτο στάδιο, μοιράστηκαν ερωτηματολόγια σε όλους τους μαθητές με ερωτήσεις χωρισμένες σε διαφορετικά πεδία (pre-test). Οι πρώτες ερωτήσεις ήταν σχετικές με τις στάσεις των μαθητών ως προς το μάθημα της Φυσικής. Στη συνέχεια, οι μαθητές δήλωναν εάν είχαν παρακολουθήσει μαθήματα Ρομποτικής στο παρελθόν και εάν ναι, ποιο ήταν το κίνητρό τους γι αυτό. Στο τέλος, υπήρχαν ερωτήσεις σχετικά με τις απόψεις τους και το ενδιαφέρον για τη χρήση της Ρομποτικής στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής. Τα ερωτηματολόγια αυτά συμπληρώθηκαν πριν τη διδακτική παρέμβαση.

Όπως προαναφέρθηκε, η ενότητα η οποία επιλέχθηκε για την παρέμβαση ήταν η αδράνεια. Η έννοια αυτή, δεν περιλαμβάνεται στο αναλυτικό πρόγραμμα του Δημοτικού και χαρακτηρίζεται ως δύσκολη για τους μαθητές στο επίπεδο αυτό.

Η διδασκαλία είχε διάρκεια δύο διδακτικών ωρών και δομήθηκε με βάση το μοντέλο του κονστρουκτιβισμού. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 4-5 ατόμων και συμπλήρωσαν αντίστοιχα φύλλα εργασίας α) κατά άτομα, για την ανάδειξη πιθανών εναλλακτικών ιδεών και β) σε ομάδες, για την αναδόμηση των ιδεών και τον πειραματισμό.

Στο πρώτο στάδιο, την ατομική συμπλήρωση φύλλων εργασίας για την ανάδειξη εναλλακτικών ιδεών, παρουσιάστηκε ένα υποθετικό σενάριο. Οι μαθητές, έπρεπε μέσω ερωτημάτων, να πάρουν θέση ως προς το σενάριο με σκοπό να φανεί τι πιστεύουν για την αδράνεια. Οι απαντήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν και καταγράφησαν στον πίνακα. Ακολούθησε συζήτηση και ανταλλαγή επιχειρημάτων τόσο μεταξύ των ίδιων των μαθητών όσο και με το δάσκαλο, με σκοπό να έρθουν σε γνωστική σύγκρουση.

Στο επόμενο στάδιο, τον πειραματισμό, χρησιμοποιήθηκε ο ρομποτικός εξοπλισμός Lego Wedo 2. Η κατασκευή του ρομποτικού αμαξιού, το οποίο χρησιμοποιήθηκε για τη διδασκαλία της αδράνειας αλλά και ο προγραμματισμός του, σε Ipad μέσω της εφαρμογής Wedo 2, θεωρούνται δραστηριότητες κατάλληλες για μαθητές του Δημοτικού.

Σε σύγκριση με τα υπόλοιπα πακέτα εκπαιδευτικής ρομποτικής, το πακέτο Lego Wedo 2 εισάγει τους μαθητές με ομαλό τρόπο στην εκπαιδευτική ρομποτική και καταφέρει να κρατήσει το ενδιαφέρον τους σε υψηλό επίπεδο. Ειδικά για τους μαθητές οι οποίοι δεν έχουν προϋπάρχουσα εμπειρία στην εκπαιδευτική ρομποτική, η διδασκαλία είναι περισσότερο πιθανό να έχει θετικά αποτελέσματα με τη χρήση του πακέτου αυτού και όχι κάποιου άλλου π.χ. mindstormsEV3 με τη χρήση του οποίου είναι δυσκολότερο να εξοικειωθούν οι μαθητές στο χρονικό διάστημα μίας διδασκαλίας, τόσο με τα μηχανικά μέρη του όσο και με τον προγραμματισμό του.

Σε κάθε ομάδα δόθηκε ένα ρομποτικό αμάξι αλλά και κομμάτια lego τα οποία ήταν τοποθετημένα στην οροφή κάθε αμαξιού και αντιστοιχούσαν σε επιβάτες και αποσκευές. Στην πρώτη φάση του πειράματος, τα αμαξάκια προγραμματίστηκαν μέσω της εφαρμογής Lego Wedo 2, έτσι ώστε να ξεκινήσουν ομαλά και να σταματήσουν απότομα. Στην περίπτωση αυτή, οι επιβάτες και οι αποσκευές έπεσαν προς τα μπροστά λόγω της αδράνειας. Οι μαθητές, έπρεπε να εκτελέσουν το πείραμα, να καταγράψουν τι συνέβη και να το αιτιολογήσουν.

Στη δεύτερη φάση, ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία, σε μία διαφορετική όμως πειραματική διάταξη. Αυτή τη φορά, τα ρομποτικά αμάξια, προγραμματίστηκαν έτσι ώστε να ξεκινήσουν απότομα και να σταματήσουν ομαλά, να κάνουν δηλαδή το ακριβώς αντίθετο. Στην περίπτωση αυτή, οι αποσκευές και οι επιβάτες έπεσαν προς τα πίσω πάλι λόγω της αδράνειας.

Φυσικά, ακολούθησε η καταγραφή του συμπεράσματος. Σκοπός της πειραματικής διαδικασίας, ήταν να κατανοήσουν οι μαθητές ότι η αδράνεια αποτελεί την ιδιότητα των σωμάτων να αντιστέκονται στη μεταβολή της κινητικής τους κατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη ότι κινητική κατάσταση ενός σώματος είναι και η ίδια η κίνηση του αλλά και η ηρεμία.

Η χρήση της ρομποτικής προσέφερε πολλά πλεονεκτήματα κατά τη διάρκεια ενός μαθήματος Φυσικής. Τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν έκαναν ξεκάθαρο στους μαθητές τι είναι η αδράνεια. Σε αυτό, βοήθησε το υψηλό ποσοστό ενδιαφέροντος που παρουσίασαν για τη διδασκαλία η οποία περιελάμβανε τη χρήση της ρομποτικής.

Στο τελευταίο μέρος της διδασκαλίας, έγινε εφαρμογή της νέας γνώσης σε μία διαφορετική κατάσταση. Τοποθετήθηκαν σε ένα θρανίο, ένα τραπεζομάντιλο και ένα βιβλίο. Οι μαθητές ερωτήθηκαν τι θα συμβεί με το βιβλίο εάν κάποιος τραβήξει απότομα το τραπεζομάντιλο και στη συνέχεια το πείραμα πραγματοποιήθηκε. Τέλος, υπήρξε μία σύντομη ανασκόπηση της διδασκαλίας, εστιάζοντας στα καίρια σημεία της.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, μοιράστηκαν εκ νέου ερωτηματολόγια (post - test). Αυτή τη φορά, περιείχαν μόνο τις ερωτήσεις για τις στάσεις των μαθητών ως προς το μάθημα της Φυσικής και για τη χρήση της Ρομποτικής στο μάθημα. Στα ερωτηματολόγια αυτά, προστέθηκαν ερωτήσεις σχετικά με την κατανόηση των εννοιών που διδάχθηκαν.

### Αποτελέσματα

Για τη ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SPSS Statistics 25. Στον Πίνακα 1, φαίνεται η αξιοπιστία και η εσωτερική συνοχή των ερωτημάτων που σχετίζονται με τις στάσεις των μαθητών για τη Φυσική και με το ενδιαφέρον των μαθητών για τη Ρομποτική ως εργαλείο στη διδασκαλία της. Ο Δείκτης Cronbach Alpha χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο των ερωτημάτων αυτών.

Στον πίνακα 1 εμφανίζονται πρώτα τα αποτελέσματα για τις ερωτήσεις ενδιαφέροντος και μετά για τις ερωτήσεις στάσεων. Εκεί φαίνεται ότι ο δείκτης αξιοπιστίας Cronbach Alpha είναι, για την πρώτη κατηγορία ερωτήσεων, 0,819 και για τη δεύτερη κατηγορία ερωτήσεων 0,805. Οι τιμές αυτές είναι μεγαλύτερες από 0,700 και φανερώνουν ότι οι συγκεκριμένες ερωτήσεις είναι αξιόπιστες.

Πίνακας 1. Έλεγχος αξιοπιστίας των ερωτημάτων

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,819	,817	3
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,805	,813	9

Για να διαπιστωθεί εάν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά, πριν και μετά τη διδασκαλία, στις στάσεις των μαθητών για το μάθημα της Φυσικής με χρήση εφαρμογών Ρομποτικής, χρησιμοποιήθηκαν μη παραμετρικοί έλεγχοι, καθώς οι κατανομές δεν ήταν κανονικές (Πίνακας 2). Από τις παρακάτω αναλύσεις διαπιστώθηκε ότι, οι στάσεις των μαθητών για τη Φυσική, ήταν σε μεγάλο ποσοστό αρνητικές πριν τη διδασκαλία. Μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας, σχεδόν όλοι οι μαθητές, παρουσίασαν θετική μεταβολή στις στάσεις τους. Το ίδιο έγινε φανερό και για το ενδιαφέρον τους για τη Ρομποτική στη διδασκαλία της Φυσικής.

Ο δείκτης σημαντικότητας (Significance) είναι και στις δύο περιπτώσεις μικρότερος από 0,05 (Sig < 0,05), επομένως η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ = δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στις στάσεις και το ενδιαφέρον πριν και μετά τη διδασκαλία) δεν έγινε αποδεκτή.

**Πίνακας 2. Στάσεις για τη Φυσική και ενδιαφέρον για τη Ρομποτική (στη Φυσική)**

	ΣΤΑΣΕΙΣ post- ΣΤΑΣΕΙΣ pre	Interest_rob science_post - Interest_rob science_pre
Z	-3.043	-2.965
Asymp. Sig. (2-tailed)	.002	.003

a. Wilcoxon Signed Ranks Test.

b. Based on negative ranks.

Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκαν νέοι μη παραμετρικοί έλεγχοι, για να διαπιστωθεί εάν το φύλο των μαθητών και η ύπαρξη ή όχι εμπειρίας στη Ρομποτική, επηρεάζουν τις απαντήσεις τους. Σε πρώτο στάδιο, δημιουργήθηκαν δύο νέες μεταβλητές με το όνομα «ΦΥΛΟ» και «ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ». Ο μη παραμετρικός έλεγχος που χρησιμοποιήθηκε, για να διαπιστωθεί πιθανή επίδραση των ανεξάρτητων μεταβλητών στις απαντήσεις των μαθητών, ήταν ο Kruskal-Wallis (μη παραμετρική εκδοχή του ελέγχου ANOVA).

Από τις αναλύσεις αυτές, διαπιστώθηκε ότι το φύλο των μαθητών δεν επηρέασε σε σημαντικό βαθμό τη μεταβολή που σημειώθηκε στις στάσεις τους για τη Φυσική και στο ενδιαφέρον τους για τη Ρομποτική στη διδασκαλία της Φυσικής (Πίνακας 3). Αντίστοιχα, διαπιστώθηκε πως ούτε η ύπαρξη εμπειρίας στη Ρομποτική, ήταν παράγοντας που επηρέασε τις απαντήσεις τους. Σε όλους τους μη παραμετρικούς ελέγχους, το sig ήταν μεγαλύτερο από 0,05, οπότε η μηδενική υπόθεση (H0: Οι στάσεις των μαθητών για τη Φυσική και το ενδιαφέρον τους για τη χρήση της Ρομποτικής στη διδασκαλία της Φυσικής, δεν επηρεάζονται από το φύλο τους) έγινε αποδεκτή.

**Πίνακας 3. Η μεταβλητή «ΦΥΛΟ»**

	ΣΤΑΣΕΙΣ pre	ΣΤΑΣΕΙΣ post	Interest_rob science_pre	Interest_rob science_post
Mann-Whitney U	392.000	362.500	352.000	451.500
Wilcoxon W	920.000	890.500	817.000	979.500
Z	-1.244	-1.660	-1.820	-.411
Asymp. Sig. (2- tailed)	.214	.097	.069	.681

a. Grouping Variable: ΦΥΛΟ

Προκειμένου να μετρηθεί κατά πόσο η διδασκαλία της έννοιας της αδράνειας θεωρήθηκε επιτυχής από τους μαθητές, συμπεριλήφθηκε μία σχετική ερώτηση στα ερωτηματολόγιο πριν και μετά τη διδασκαλία (pre test Δ6: Η Ρομποτική δε θα με βοηθούσε να μάθω πράγματα στη Φυσική τα οποία δεν υπάρχουν στο βιβλίο μου/ post test Δ6: Το μάθημα με τα ρομπότ με βοήθησε να καταλάβω τι είναι η αδράνεια). Ένας ακόμη μη παραμετρικός έλεγχος πραγματοποιήθηκε με σκοπό να διαπιστωθεί εάν υπήρξε στατιστικά σημαντική μεταβολή στις απαντήσεις των μαθητών (Πίνακας 4).

**Πίνακας 4. Κατανόηση της αδράνειας**

	Post Δ6 - Δ6
Z	-3.944
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

*a. Wilcoxon Signed Ranks Test.*

*b. Based on negative ranks.*

Η ανάλυση έδειξε ότι, ενώ οι μαθητές αρχικά πίστευαν ότι η Ρομποτική δεν θα επηρεάσει σε σημαντικό βαθμό το να κατανοήσουν έννοιες της Φυσικής, στη συνέχεια δήλωσαν ότι το μάθημα με τα ρομπότ τους βοήθησε πολύ να κατανοήσουν την αδράνεια. Η διαφορά που υπήρξε στις απαντήσεις τους θεωρήθηκε στατιστικά σημαντική, καθώς ο δείκτης sig ήταν μικρότερος από 0,05. Η στατιστική ανάλυση μέσω των συγκεκριμένων ερωτημάτων μετράει κυρίως την υποκειμενική γνώμη των μαθητών για την επιτυχία της διδασκαλίας. Ως εκ τούτου, έπρεπε να ληφθούν υπόψη και αντικειμενικά κριτήρια τα οποία και αναλύονται παρακάτω.

Σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της διδασκαλίας ήταν το φύλλο εργασίας το οποίο συμπληρώθηκε από όλους τους μαθητές. Όπως προαναφέρθηκε, οι μαθητές ξεκινούσαν να απαντούν ατομικά έτσι ώστε να αναδειχθούν οι εναλλακτικές τους ιδέες. Σε δεύτερη φάση, σχημάτιζαν ομάδες των 4-5 ατόμων και συμπλήρωναν τις υπόλοιπες κατηγορίες του φύλλου. Οι κατηγορίες αυτές ήταν με τη σειρά ο πειραματισμός, η αναδόμηση, η εφαρμογή και η ανασκόπηση. Κάθε κατηγορία αντιστοιχεί σε ένα στάδιο της θεωρίας του εποικοδομησιμού.

Όσον αφορά το φύλλο εργασίας, τα κριτήρια για να αξιολογηθεί η διεύρυνση της γνώσης για την αδράνεια, ήταν το συμπέρασμα το οποίο κατέγραψαν οι μαθητές καθώς και οι απαντήσεις που έδωσαν στο στάδιο της εφαρμογής. Όλες οι ομάδες κατέληξαν στο αναμενόμενο συμπέρασμα, σε μία διδασκαλία κατά την οποία ήταν ελεύθεροι να πειραματιστούν, να παρατηρήσουν και να καταγράψουν αυτά που είδαν και έμαθαν. Το γεγονός αυτό αποτέλεσε ένα πολύ αξιολογικό και αντικειμενικό κριτήριο, ειδικά από τη στιγμή που το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών, παρουσίασε αρχικά εναλλακτικές ιδέες για την αδράνεια, οι οποίες αναδομήθηκαν μέσω της διδασκαλίας.

Επίσης, κατά την εφαρμογή, οι περισσότεροι μαθητές απάντησαν ότι εάν τραβήξουμε απότομα το τραπεζομάντιλο, τότε το βιβλίο θα μείνει ακίνητο στο τραπέζι. Προκειμένου να απαντήσουν σωστά στο ερώτημα αυτό, έπρεπε να έχουν κατανοήσει σε ένα πρώτο βαθμό την έννοια της αδράνειας. Διαφορετικά, θα απαντούσαν σε μεγάλο ποσοστό ότι το βιβλίο θα ακολουθούσε την κίνηση του τραπεζομάντιλου.

Προκειμένου να διερευνηθεί περαιτέρω εάν η διδασκαλία με τη χρήση της Ρομποτικής πέτυχε τους διδακτικούς της στόχους, αλλά και για να υπάρξει διασταύρωση με τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο μία σύντομη δομημένη συνέντευξη τεσσάρων ερωτήσεων. Η επιλογή ορισμένων μαθητών και μαθητριών από όλα τα τμήματα ήταν τυχαία.

Όπως έγινε φανερό, οι περισσότεροι μαθητές από όλα τα τμήματα που συμμετείχαν, κατάφεραν να κατανοήσουν την έννοια της αδράνειας. Μάλιστα, πολλοί από αυτούς, είτε στο πλαίσιο της συνέντευξης είτε άτυπα μετά το τέλος της διδασκαλίας, εξέφρασαν την ικανοποίησή τους για τη δομή του μαθήματος και ότι το μάθημα της Φυσικής θα ήταν πιο ελκυστικό για εκείνους, εάν παρακολουθούσαν περισσότερες αντίστοιχες διδασκαλίες. Ταυτόχρονα, δεν υπήρξε κάποιος/α μαθητής/ μαθήτρια που να εξέφρασε, μετά το τέλος του μαθήματος, κάποια αρνητική εντύπωση για τα lego ως μαθησιακό εργαλείο. Παραθέτουμε ενδεικτικές απαντήσεις μαθητών.

Ερ. 1: Μετά το σημερινό μάθημα, κατανόησες την έννοια της αδράνειας; Μαθητής 1: Ναι και πριν από αυτό το μάθημα δεν γνώριζα τίποτα για την αδράνεια.

Ερ. 2: Μπορείς να εξηγήσεις με απλά λόγια τι είναι η αδράνεια; Μαθητής 1: Είναι η ιδιότητα που έχουν τα σώματα να αντιστέκονται στη αλλαγή της κινητικής τους κατάστασης. Μαθητής 2: Όλα τα σώματα έχουν αδράνεια και αυτή είναι η ιδιότητα τους να αντιστέκονται στην απότομη αλλαγή της κίνησής τους. Μαθητής 3: Κινητική κατάσταση για ένα σώμα είναι η κίνηση και η ηρεμία. Η αδράνεια είναι η αντίσταση στο να αλλάξει η πρώτη ή η δεύτερη κατάσταση που έχει το σώμα.

Ερ. 3: Από το 1 έως το 5, το 1 σημαίνει διαφωνώ απόλυτα και το 5 συμφωνώ απόλυτα, πιστεύεις ότι τα lego σε βοήθησαν να καταλάβεις τι είναι η αδράνεια; Στην προηγούμενη ερώτηση όλοι οι μαθητές που ερωτήθηκαν απάντησαν «5». Κάποιοι μαθητές δήλωσαν επιπλέον τα εξής: Μαθητής 3: Πιστεύω ότι τα lego με βοήθησαν παραπάνω να καταλάβω την αδράνεια από το να τη διδασκόμασταν με τον ίδιο τρόπο όπως στα άλλα μαθήματα στη Φυσική. Μαθητής 4: Μου άρεσε γιατί είναι πιο ωραίο να κάνουμε πειράματα και με τα lego ήταν ξεκάθαρο αυτό που βλέπαμε. Τα πολλά λόγια του βιβλίου μπερδεύουν πολλούς μαθητές.

Ερ. 4: Από το 1 έως το 5, το 1 σημαίνει καθόλου και το 5 πάρα πολύ, πόσο σου άρεσε το ότι χρησιμοποιήσαμε lego για τη διδασκαλία; Μαθητής 6: 5 και θα ήθελα να κάνω κι άλλα μαθήματα με τα lego στη Φυσική κι αν γίνεται και σε άλλα μαθήματα (γνωστικά αντικείμενα). Μαθητής 7: 5 και προτιμώ τα lego γιατί είναι πιο εύκολο για το δάσκαλο/δασκάλα από το να χρησιμοποιεί το βιβλίο για να μας εξηγήσει π.χ. την αδράνεια.

### **Περιορισμοί της έρευνας**

Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να σημειωθούν ως περιορισμοί της έρευνας ότι το δείγμα ήταν βολικό καθώς και το ότι η διδακτική παρέμβαση είχε διάρκεια δύο μόνο διδακτικών ωρών, η οποία είναι σχετικά μικρή προκειμένου να υποστηριχθεί η αλλαγή στάσης και ενδιαφέροντος των μαθητών.

### **Συμπεράσματα - Συζήτηση**

Όσον αφορά τους πρώτους δύο και βασικούς στόχους της έρευνας, τα αποτελέσματα φαίνεται να επιβεβαιώνουν δεδομένα που έχουν αντληθεί και από προηγούμενες μελέτες. Διαπιστώθηκε ότι, η χρήση της τεχνολογίας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (και όχι μόνο) μπορεί να επηρεάσει θετικά, τις συνήθως αρνητικές στάσεις των μαθητών προς τα αντίστοιχα αντικείμενα (Smith, 2013).

Στο σχολείο του 21ου αιώνα, οι διδασκαλίες στα διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τις μαθησιακές ανάγκες και να συμπεριλαμβάνουν τα χαρακτηριστικά εκείνα, τα οποία είναι ίσως ικανά να εξάψουν το ενδιαφέρον όλων των μαθητών. Εξάλλου, είναι καθήκον της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας, να παρακολουθεί τους ρυθμούς της εποχής και να διαμορφώνει ένα ελκυστικό εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Αναφορικά με τις Φυσικές Επιστήμες, ένας από τους τρόπους που μπορεί να επιτευχθεί αυτό, είναι η διδασκαλία τους να συμβαδίζει με την τεχνολογική εξέλιξη και, στο βαθμό που είναι δυνατό και εποικοδομητικό, να συμπεριλαμβάνει σύγχρονα τεχνολογικά εκπαιδευτικά εργαλεία και εφαρμογές στις διάφορες διδασκαλίες.

Η Ρομποτική αποτελεί αναμφίβολα ένα από τα βασικά διδακτικά εργαλεία που μπορούν να επηρεάσουν θετικά τις στάσεις και το ενδιαφέρον των μαθητών προς τις Φυσικές Επιστήμες. Καθώς η σπουδαιότητα άλλων τεχνολογικών εργαλείων έχει ήδη μελετηθεί σε έναν ικανοποιητικό βαθμό, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθούν περαιτέρω μελέτες για την αξιοποίηση της Ρομποτικής στην εκπαίδευση των ΦΕ.



Όσον αφορά το φύλο των μαθητών, τα ευρήματα της έρευνας έρχονται μερικώς σε αντίθεση με τις περισσότερες αντίστοιχες μελέτες, οι οποίες σε μεγάλο ποσοστό κατέληξαν στο γενικευμένο συμπέρασμα ότι τα αγόρια έχουν θετικότερες στάσεις για τις Φυσικές Επιστήμες από ότι τα κορίτσια (Gillibrand, et al., 1999, Lin & Crawley, 1987 ό.α. στο Jegede et al., 1990). Το βολικό δείγμα στην παρούσα έρευνα, ίσως να επηρέασε σε ένα βαθμό τα αποτελέσματα των αναλύσεων σχετικά με το φύλο των μαθητών.

Στην έρευνα που περιγράψαμε, παρατηρήθηκε ότι, όσον αφορά τις Φυσικές Επιστήμες, υπάρχουν διαφορετικά σημεία τα οποία ενεργοποιούν το ενδιαφέρον των μαθητών ανάλογα με το φύλο τους. Για παράδειγμα, τα αγόρια μπορεί να δείχνουν υψηλό ενδιαφέρον κατά την εκτέλεση ενός πειράματος, ενώ τα κορίτσια ίσως να παρουσιάζουν περισσότερο ενδιαφέρον κατά την αρχική συζήτηση και την ανάδειξη των πιθανών εναλλακτικών ιδεών των μαθητών.

Θα ήταν ενδιαφέρον, να πραγματοποιηθεί νέα μελέτη με αντιπροσωπευτικό δείγμα ώστε να εντοπιστούν οι παράγοντες που ενεργοποιούν το ενδιαφέρον και αναπτύσσουν θετικές στάσεις για τις Φυσικές Επιστήμες, για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα.

Τέλος, θεωρούμε ότι ανάλογες έρευνες, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν προκειμένου να δομηθούν διδασκαλίες οι οποίες θα δίνουν και στα δύο φύλα, ίσες ευκαιρίες να αναπτύξουν ολόπλευρα την προσωπικότητά τους και να καλλιεργήσουν τα πιθανά ταλέντα τους προς τις Φυσικές Επιστήμες.

## Αναφορές

- Alimisis, D., Moro, M., Arlequi, J., Pina, A., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2007). *Robotics & Constructivism in Education: the TERECOP project*, EuroLogo 2007, Bratislava, August, 2007.
- Chin, K. Y., Hong, Z. W., & Chen, Y. L. (2014). Impact of Using an Educational Robot Based Learning System on Students. Motivation in Elementary Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 333-345.
- Gillibrand, E., Robinson, P., Brawn, R., & Osborn, A. (1999). Girls' participation in physics in single sex classes in mixed schools in relation to confidence and achievement. *International Journal of Science Education*, 21(4), 349-362.
- Hsu, Y., & Thomas, R. (2002). The impacts of a web-aided instructional simulations on science learning. *International Journal of Science Education*, 24(9), 955-979.
- Jegade, J., Alaiyemola, F., & Okebukola, A. O. (1990). The effect of concept mapping on students' anxiety and achievement in biology. *Journal of research in science teaching*, 27(10), 951-960.
- McGill, M. M. (2012). Learning to Program with Personal Robots: Influences on Student Motivation. *ACM Transactions on Computing Education*, 12(1).
- Pierce, R., Stacey, K., & Barkatsas, A. (2007). A scale for monitoring students' attitudes to learning mathematics with technology. *Computers & Education*, 48, 285-300.
- Smith, M. L. (2013). *A case study: Motivational attributes of 4-H participants engaged in robotics* (Dissertation). Mississippi State University.
- Ανυφαντής, Σ. (2018). *Μελετώντας το κίνητρο των μαθητών κατά την εκμάθηση ρομποτικής* (Διπλωματική εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Κουτσούκος, Α., & Σμυρναίου, Ζ. (2007). *Γνωστική Ψυχολογία και Διδακτική: Η συμβολή του Jean Piaget στη σύγχρονη παιδαγωγική και διδακτική σκέψη*. Αθήνα: Ηρόδοτος.
- Νικολοπούλου, Κ., & Γιαλαμάς, Β. (2015). Μελέτη των Στάσεων Των Μαθητών Γυμνασίου στη Φυσική με τις ΤΠΕ. Στο Β. Δαγδύλης, Α. Λαδιάς, Κ. Μπίκος, Ε. Ντρενογιάννη, Μ. Τσιτουρίδου (επιμ.), *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ)*, 30 Οκτωβρίου - 1 Νοεμβρίου 2015. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης & Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη.