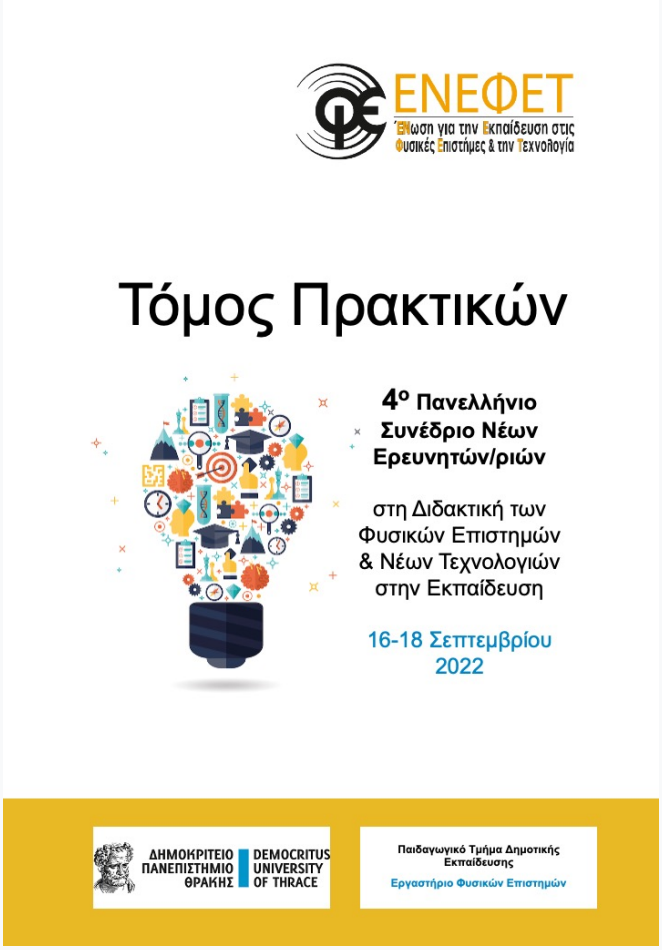
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Αξιοποίηση Πλεονεκτημάτων STEM για τη Διδασκαλία του Ηλεκτρισμού στο Δημοτικό. Υλοποίηση Ρομποτικής Εφαρμογής μέσω Micro:bit

Ευφρανσία Τζαγκαράκη, Μιχαήλ Καλογιαννάκης

doi: 10.12681/nrcodiste.5959

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 16/01/2026 06:53:40

Αξιοποίηση Πλεονεκτημάτων STEM για τη Διδασκαλία του Ηλεκτρισμού στο Δημοτικό. Υλοποίηση Ρομποτικής Εφαρμογής μέσω Micro:bit

Ευφρανσία Τζαγκαράκη[1], Μιχαήλ Καλογιαννάκης[2]
[1]Υποψήφια Διδάκτορας, [2]Αναπληρωτής Καθηγητής
Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης

Περίληψη

Η παρούσα πιλοτική έρευνα διερευνά πως επιδρούν η αξιοποίηση της εκπαίδευσης STEM και η εκπαιδευτική ρομποτική στην επίδοση, την κατανόηση και τις στάσεις των μαθητών/τριών της Ε΄ τάξης, για τον ηλεκτρισμό και κατ' επέκταση τις φυσικές επιστήμες. Ακολουθώντας τον οιονεί πειραματικό σχεδιασμό το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 32 μαθητές/τριες από δύο τμήματα του 12ου ΔΣ Ηρακλείου. Το ένα τμήμα αποτέλεσε την ομάδα ελέγχου και το άλλο την πειραματική ομάδα στην οποία υλοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση με τη χρήση του Micro:bit. Η έρευνα υλοποιήθηκε τον Απρίλιο του 2022. Όπως προέκυψε η πειραματική ομάδα είχε αρκετά καλύτερες επιδόσεις συνολικά. Τα παιδιά και από τις δύο ομάδες δεν φάνηκε να επηρεάστηκαν σημαντικά στην άποψή τους για τη σημασία της Φυσικής και παρουσίασαν αυξημένη επιθυμία για ενασχόληση με αυτήν.

Abstract

The present pilot study investigates how STEM and educational robotics affect students' performance, understanding, and attitudes in the 5th grade about electricity and, consequently, science. To conclude, we followed an experimental design. The research sample comprised 32 students from two departments of the 12th Primary School of Heraklion. One section was the control group, and the other was the experimental group that received the teaching intervention using Micro: bit. As it turned out, the experimental group performed significantly better overall. Children from both groups did not appear to be significantly affected in their view of the importance of Physics and showed an increased desire to engage in it.

Λέξεις – κλειδιά: δημοτικό, ηλεκτρισμός, Micro:bit, ρομποτική, STEM
Keywords: electricity Micro:bit, primary school, STEM, robotics,

1. Εισαγωγή

Οι ΤΠΕ αποτελούν ένα αναπόσπαστο μέρος των σχολικών προγραμμάτων ωστόσο θα μπορούσε κανείς να εκφράσει προβληματισμούς ως προς το βαθμό εμπλοκής των εκπαιδευόμενων, την ανάπτυξη συνεργασίας, δημιουργικότητας ίσως και κινήτρου. Η χρήση φυσικών συσκευών με το θετικό τους αντίκτυπο σε κριτική, υπολογιστική, δημιουργική, αποκλίνουσα σκέψη, κοινωνικές δεξιότητες και όχι μόνο, έρχεται να ενδυναμώσει τη μάθηση και να καλύψει τα κενά του παραδοσιακού τρόπου χρήσης των ΤΠΕ εμπλέκοντας με τρόπο παιγνιώδη ακόμη και τους πιο μικρούς μαθητές/τριες με τομείς όπως η εκπαιδευτική ρομποτική και η κωδικοποίηση (Kalelioglu & Sentance, 2020˙ Videnovik et al., 2018). Στο ίδιο αυτό πλαίσιο έχει ενδιαφέρον να ανιχνεύσουμε τις στάσεις των παιδιών αυτής της ηλικιακής ομάδας για τις Φυσικές επιστήμες μιας και στη βιβλιογραφία εντοπίζεται κενό ως προς αυτό.

Αναγνωριστικό ψηφιακής εργασίας: https://doi.org/10.12681/nrcodiste.5959

STEM- εκπαιδευτική ρομποτική – χρήση φυσικών υπολογιστών

Η εκπαίδευση STEM αποτελεί μία διδακτική προσέγγιση όπου δύο τουλάχιστον ή περισσότερα πεδία STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) συνδέονται με σκοπό τη διασύνδεση συγκεκριμένων θεμάτων για τη βελτίωση της μάθησης (Voštinár, 2020).

Η ρομποτική αποτελεί μια τεχνολογική καινοτομία όπου οι εμπλεκόμενοι εστιάζουν στο σχεδιασμό και την κατασκευή ρομπότ (Gorakhnath & Padmanabhan, 2017). Η εμπλοκή με τη εκπαιδευτική ρομποτική προϋποθέτει την ενασχόληση με διάφορους τομείς μεταξύ των οποίων και τομείς STEM, ενώ μπορεί να γίνει το μέσο για το σχεδιασμό και την υλοποίηση σχετικών δραστηριοτήτων (Tzagkaraki et al., 2021).

Κάτω από την ομπρέλα της εκπαιδευτικής ρομποτικής τοποθετούνται δραστηριότητες που επιδιώκουν να ενισχύσουν τη γνώση των μαθητών/ -τριών και να βελτιώσουν δεξιότητες όπως η επίλυση προβλημάτων, η μεταγνώση, η κριτική η υπολογιστική σκέψη, η κωδικοποίηση και άλλες όμοιες, όπως επίσης και κοινωνικές αλλά και την εκμάθηση γλωσσών (Psycharis et al., 2018). Επιπλέον οι ρομποτικές δραστηριότητες μπορούν να αποτελέσουν έναν αποτελεσματικό τρόπο ενασχόλησης των παιδιών με διερευνητικούς τρόπους μάθησης (Inquiry base learning) όπου ακολουθείται ο επιστημονικός τρόπος εργασίας (Katterfeldt et al., 2018· Sapounidis & Alimisis, 2021).

Η χρήση φυσικών συσκευών περιλαμβάνει διαδικασίες σχεδιασμού και ανάπτυξης διαφόρων έργων και στην ουσία αποτελούν το συνδετικό κρίκο ανάμεσα σε γνώσεις, στοιχεία λογισμικού (software) και υλικού (hardware). Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να έχουν άμεση εποπτεία ενός σεναρίου προγραμματισμού ή ενός κώδικα, έτσι λαμβάνουν άμεσα ανατροφοδότηση αναπτύσσοντας παράλληλα σημαντικές δεξιότητες και διερευνητική μάθηση (Kalelioglu & Sentance, 2020˙ Kalogiannakis et al., 2021).

Η χρήση φυσικών συσκευών σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό μπορούν να αποτελέσουν εργαλεία που χρησιμοποιούνται με τρόπο πρωτότυπο και δημιουργικό από εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους σε διαφορετικές εκπαιδευτικές περιστάσεις (Kalogiannakis et al., 2021· Vordou & Romero, 2021) και διάφορες εκπαιδευτικές εφαρμογές όπου οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις ιδέες και τις πρωτοβουλίες τους διαδραστικά, για συνεργατικά και ατομικά έργα (Katterfeld et al, 2018). Αυτή ακριβώς η ανάγκη για ανάληψη πρωτοβουλιών και δραστηριοποίηση συμβάλλει στην ανάπτυξη της ικανότητας για αυτορρυθμιζόμενη μάθηση και ενίσχυση της συμμετοχής. Τα στοιχεία αυτά θεωρούνται σημαντικά καθώς επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της μαθησιακής διαδικασίας (Przybylla & Romeike, 2014).

Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (ΔΜΑ)

Υπάρχουν καταγραφές στη βιβλιογραφία που αναδεικνύουν δυσκολίες από την πλευρά των μαθητών/τριών να κατανοήσουν βασικές έννοιες των ΦΕ και την ανάγκη αλλαγών σε υπάρχουσες διδακτικές στρατηγικές (Savall-Alemany et al., 2019). Στις νέες προσεγγίσεις κοινός τόπος είναι η ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευόμενων στην κατασκευή της γνώσης. Οι Mèheut & Psillos (2004) χρησιμοποιούν τον όρο «Διδακτική - Μαθησιακή Ακολουθία» (Teaching – learning Sequence) όπου μέσω σταδιακής και μικρότερης κλίμακας ερευνητική διαδικασία που συνδέει επιστημονική και μαθησιακή διάσταση παρέχεται στους/ις μαθητές/τριες η δυνατότητα να κατασκευάσουν το δικό τους προσωπικό νόημα (Mèheut & Psillos, 2004˙ Psillos & Kariotoglou, 2016).

Σκοπός – Ερευνητικές υποθέσεις

Με την πιλοτική αυτή μελέτη εξετάζεται εάν μέσω της προτεινόμενης Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας που σχεδιάστηκε βάσει του STEM και με την αξιοποίηση του Micro:bit :

- Βελτιώθηκε η επίδοση των παιδιών στην κατανόηση εννοιών και εφαρμογών του ηλεκτρισμού.

- Παρατηρείται υψηλότερος βαθμός θετικής επίδρασης στη στάση των παιδιών της πειραματικής ομάδας σχετικά με το μάθημα των Φυσικών Επιστημών γενικότερα, που σχετίζεται με το STEM, μετά την ενασχόληση και εμπλοκή με το θέμα του ηλεκτρισμού.

2. Μεθοδολογία

Πειραματικός σχεδιασμός - Εργαλεία και δραστηριότητες

Για το σχεδιασμό της παρούσας μελέτης χρησιμοποιείται οιονεί πειραματική μέθοδος (quasi-experimental design) της μη ισοδύναμης ομάδας ελέγχου (non-equivalent control group design) (Cohen et al., 2007). Με το πείραμα σκοπός είναι να γίνει κατανοητό αν η προτεινόμενη διδακτική μέθοδος, μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής, έχει θετικά αποτελέσματα στην ενίσχυση της κατανόησης εννοιών και εφαρμογών σχετικά με τον ηλεκτρισμό, αλλά και των δεξιοτήτων λογικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων.

Ως ερευνητικά εργαλεία θα χρησιμοποιήθηκαν δύο ερωτηματολόγια (questionaire) προσαρμοσμένα στις ανάγκες της συγκεκριμένης έρευνας. Το ένα ερωτηματολόγιο αφορά στη διερεύνηση των στάσεων τους για τα Φυσικά και το άλλο αφορά στην αποτίμηση της επίδοσης των παιδιών και έχει τη μορφή φύλλου εργασίας. Τα ερωτηματολόγια δόθηκαν για συμπλήρωση πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση. Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν βασίστηκαν στην έρευνα των Hillman et al. (2016) και Tai et al. (2022).

Η έρευνα υλοποιήθηκε σε τρεις φάσεις. Στην πρώτη φάση δόθηκε ένα φύλλο εργασιών 4 ερωτήσεων (Pre-test) για τη διερεύνηση προϋπάρχουσας γνώσης. Επίσης, κατά τον προέλεγχο δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο 18 ερωτήσεων ανίχνευσης στάσεων για το μάθημα των Φυσικών. Στη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση 12 διδακτικών ωρών με την υλοποίηση των προβλεπόμενων δραστηριοτήτων στα δύο τμήματα (Πίνακας 1). Το ένα τμήμα αποτέλεσε την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ) και το άλλο την Πειραματική Ομάδα (ΠΟ). Για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων η ερευνήτρια χώρισε τους μαθητές/τριες σε 4 ομάδες των 4 ατόμων.

Μετά την ολοκλήρωση του πειραματικού σχεδιασμού πραγματοποιήθηκε μετα-έλεγχος (post-test) ώστε να αξιολογηθεί η επίδραση της πειραματικής διδασκαλίας, σύμφωνα με τα ερευνητικά ερωτήματα. Δόθηκε το ίδιο φύλλο εργασιών για τον έλεγχο της κατανόησής τους και το ερωτηματολόγιο ανίχνευσης των στάσεων τους.

Πίνακας 1: Διδακτική προσέγγιση των δύο ομάδων

Ομάδα	Ελέγχου	Πειραματική
	Προ-έλεγχος (Παράδειγμα ερώτησης: Παρατήρησε με προσοχή τους οκτώ (8) παρακάτω διαφορετικούς τρόπους σύνδεσης. Σε ποιους απ' αυτούς θα ανάψει το λαμπάκι;)	
Διδακτική μέθοδος	Διδακτική μαθησιακή ακολουθία. Έγιναν τα πειράματα που περιλαμβάνονται στο σχολικό εγχειρίδιο για το αντίστοιχο κεφάλαιο.	Διδακτική μαθησιακή ακολουθία με τη χρήση ρομποτικής. Αντικαταστάθηκαν οι δραστηριότητες από τις ενότητες: Το απλό κύκλωμα, Αγωγοί και Μονωτές, Σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση με τη δημιουργία ρομποτικής κατασκευής ενός κουμπαρά με τη χρήση της πλακέτας Micro:bit με τη σταδιακή ανάπτυξη του σεναρίου ανά ομάδα.
Διδακτικός χρόνος	12 διδακτικές ώρες	12 διδακτικές ώρες
Υλικά/ Μέσα	• Σχολικό εγχειρίδιο • Υλικά κατασκευών: λαμπάκια, λυχνιολαβές, διακόπτες, μπαταρίες, καλώδια, και υλικά όπως π.χ	• Σχολικό εγχειρίδιο • Υλικά κατασκευών: καλώδια, χαρτόνια, αλουμινόχαρτο, χάρτινα ποτήρια, καλαμάκια,

	μανταλάκια, αλουμινόχαρτο χαρτόνια και άλλα όμοια. • Ιστοσελίδες προσομοίωσης σχετικών πειραμάτων • Φύλλα εργασιών /δραστηριοτήτων	κέρματα, μπαταρίες, πλακέτα Micro:bit, μοτέρ • Ιστοσελίδα Micro:bit • Φύλλο εργασιών / δραστηριοτήτων
Προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα	• Να κατανοήσουν τι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και τη σημασία του. • Να διαπιστώσουν πειραματικά την λειτουργία του κυκλώματος και τις διαφορές σύνδεσης σε σειρά και παράλληλης σύνδεσης. • Να διαπιστώσουν ότι δεν άγουν όλα τα υλικά το ηλεκτρικό ρεύμα και τις εφαρμογές αυτής της διαπίστωσης.	
	Μετα-έλεγχος	

Δείγμα - Συμμετέχοντες

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν συνολικά 32 μαθητές/τριες της Ε΄ τάξης από το 12ο ΔΣ Ηρακλείου Κρήτης. (19 αγόρια και 13 κορίτσια). Οι μαθητές/τριες προέρχονται από δύο διαφορετικά τμήματα και ήταν σε θέση να πραγματοποιήσουν μια στοιχειώδη αναζήτηση στο Διαδίκτυο, να κάνουν επεξεργασία κειμένου ωστόσο δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία με ρομποτικές δραστηριότητες και δε διέθεταν βασικές δεξιότητες προγραμματισμού.

Το ένα τμήμα αποτέλεσε την Ομάδα Ελέγχου (ΟΕ) και το άλλο την Πειραματική Ομάδα (ΠΟ) με κλήρωση. Τόσο στην ΟΕ όσο και στην ΠΟ υλοποιήθηκε η αντίστοιχη Διδακτική μαθησιακή ακολουθία ακολουθώντας τα εξής στάδια: Ενεργοποίηση (Motivation), Διερεύνηση (Investigation), Εξήγηση (Explanation), Στοχασμός (Reflection), Αξιολόγηση (Evaluation) (Kariotoglou & Psillos, 2019). Η διαφοροποίηση έγκειται στον τρόπο που προσεγγίζονται τα επιμέρους στοιχεία στις δύο ομάδες. Πιο συγκεκριμένα διαφοροποίηση υπάρχει στο στάδιο της διερεύνησης για την ΠΟ όπου χρησιμοποιούνται τα υλικά ρομποτικής.

Η κατανομή των παιδιών στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα δε θα μπορούσε να είναι τυχαία. Προσδιορίστηκαν επίσης οι βασικές μεταβλητές. Η διδακτική μέθοδος, το περιβάλλον της τάξης και το υλικό αποτέλεσαν τις ανεξάρτητες, ενώ η επίδοση και οι στάσεις των μαθητών/τριών αποτέλεσαν τις εξαρτημένες μεταβλητές.

3. Αποτελέσματα

Διερεύνηση της επίδοσης ως προς την κατανόηση εννοιών και εφαρμογών του ηλεκτρισμού.

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε μέσω του πακέτου στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS. Το δείγμα των μαθητών και μαθητριών που συμμετείχαν στη συγκεκριμένη πιλοτική μελέτη είναι μικρό (N=30). Συνεπώς επιλέχθηκε το μη παραμετρικό τεστ Wilcoxon, εντοπίζοντας αν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των σκορ. Η αξιολόγηση των 30 παιδιών είναι με αναγωγή σε ποσοστό επί τοις εκατό. Η μέση τιμή για το post test (Mean = 65,0833) είναι υψηλότερη σε σχέση με την αντίστοιχη για το pre test (Mean = 19,7500).

Πίνακας 2: Περιγραφική ανάλυση Wilcoxon΄s test

	N	Mean %	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Σκορ προ-ελέγχου (TotalPre)	30	19,7500	7,37978	,00	30,00
Σκορ μετα-ελέγχου (TotalPost)	30	65,0833	22,10363	7,50	100,00

Όπως προκύπτει από τον προσημικό βαθμολογικό έλεγχο του Wilcoxon (Wilcoxons Signed Ranks Test) όλοι οι συμμετέχοντες/ συμμετέχουσες έχουν υψηλότερο σκορ στο μετάλεγχο συγκριτικά με τον προέλεγχο, το οποίο είναι και ο πυρήνας αυτού που εξετάζει η παρούσα μελέτη, δείχνοντας ότι υπήρξε βελτίωση στην επίδοση τους.

Πίνακας 3: Έλεγχος Wilcoxon Signed Ranks για τη σύγκριση των σκορ.

		N	Mean Rank %	Sum of Ranks
Διαφορά σκορ (μετά-ελέγχου – προ-ελέγχου)	Negative Ranks	0[a]	,00	,00
	Positive Ranks	30[b]	15,50	465,00
	Ties	0[c]		
	Total	30		
a. TotalPost < TotalPre				
b. TotalPost > TotalPre				
c. TotalPost = TotalPre				

Ο μέσος όρος της ΟΕ στον προ-έλεγχο ήταν στο 18,17% και της ΠΟ στο 21,33% ενώ συγκριτικά η ΠΟ είχε κατά 17,43% καλύτερο μέσο όρο επίδοσης από την ΟΕ. Στον μετα-έλεγχο οι μέσοι όροι των δύο ομάδων αυξήθηκαν σημαντικά με την ΟΕ να φτάνει μέσο όρο σκορ 60,50% ενώ η ΠΟ 69,67% με την διαφορά όμως των δύο ομάδων να μειώνεται στο 15,15%. Οι επιδόσεις του μετα-ελέγχου ήταν περίπου 3,5 φορές αυξημένες για την ΟΕ (349,82%) ενώ περίπου 4 φορές για την ΠΟ (389,49%).

Πίνακας 4: Ποσοστά των σκορ για τον προ-έλεγχο και τον μετα-έλεγχο

	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα	Διαφορά
Προ-έλεγχος	18,17%	21,33%	17,43%
Μετα-έλεγχος	60,50%	69,67%	15,15%
Διαφορά	349,82%	389,49%	11,34%

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις επιδόσεις κάθε ομάδας στον προ-έλεγχο και τον μετα-έλεγχο αναλυτικά για κάθε άσκηση με αναφορά στις διαφορές των δύο ομάδων. Όσον αφορά τον προ-έλεγχο (σημειώνεται ως αρχική βαθμολόγηση), η ΠΟ είχε αρκετά καλύτερες επιδόσεις αλλά δύο ασκήσεις (2 και 4) δεν απαντήθηκαν από κανένα μαθητή/τρια, από καμία ομάδα. Στον μετα-έλεγχο (σημειώνεται ως τελική βαθμολόγηση) οι διαφορές των σκορ μειώθηκαν αλλά και πάλι η ΠΟ είχε γενικά καλύτερες επιδόσεις σε όλες τις ασκήσεις. Άξια αναφοράς είναι ότι στην άσκηση 3 παρατηρείται αρκετά μεγαλύτερη βελτίωση του μέσου όρου της ΠΟ στο μετα-έλεγχο (44% καλύτερος μέσος όρος σε σχέση με την ΟΕ).

Πίνακας 5: Ανάλυση των αποτελεσμάτων και σύγκριση των δυο ομάδων ανά άσκηση. Σε παρένθεση αναφέρεται το μέγιστο σκορ για κάθε άσκηση.

	Ομάδα ελέγχου	Πειραματική ομάδα	Διαφορά
Αρχική βαθμολόγηση 1 (9)	3,20	3,93	22,92%
Τελική βαθμολόγηση 1 (9)	7,13	7,40	3,74%
Αρχική βαθμολόγηση 2 (15)	,00	,00	.
Τελική βαθμολόγηση 2 (15)	6,47	7,60	17,53%
Αρχική βαθμολόγηση 3 (8)	4,07	4,60	13,11%

Τελική βαθμολόγηση 3 (8)	5,00	7,20	44,00%
Αρχική βαθμολόγηση 4 (8)	,00	,00	.
Τελική βαθμολόγηση 4 (8)	5,60	5,67	1,19%
Αρχικές επιδόσεις	18,17%	21,33%	17,43%
Τελικές επιδόσεις	60,50%	69,67%	15,15%
Βελτίωση	349,82%	389,49%	11,34%

Διερεύνηση της στάσης των παιδιών σχετικά με τα Φυσικά και τον ηλεκτρισμό.

Το ερωτηματολόγιο ανίχνευσης στάσεων των παιδιών αποτελείται από 18 ερωτήσεις που ομαδοποιούνται σε τρία θέματα:

1. Στάσεις για τον/την εκπαιδευτικό που διδάσκει το μάθημα των Φυσικών.
2. Σημασία που αποδίδεται στη Φυσική για την κοινωνία γενικότερα.
3. Επιθυμία για ενασχόληση με τη Φυσική στο σχολείο αλλά και στην μελλοντική τους σταδιοδρομία. Σε αυτό το θέμα εντάχθηκε και ένα ερώτημα σχετικά με την ενασχόληση με τον ηλεκτρισμό και τις εφαρμογές του στο σπίτι.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η παρέμβαση επηρέασε θετικά την άποψη των παιδιών της ΠΟ για την εκπαιδευτικό. Στον μετα-έλεγχο, το 100% της πειραματικής ομάδας είχε θετική άποψη για την εκπαιδευτικό στις αντίστοιχες ερωτήσεις.

Διαπιστώθηκε ακόμη ότι καμία από τις δύο ομάδες δεν φάνηκε να επηρεάστηκε σημαντικά όσον αφορά την άποψή των μελών της για τη σημασία της Φυσικής. Η μόνη ίσως αξιοσημείωτη διαφορά των δύο ομάδων είναι στην άποψή τους σχετικά με τη *χρησιμότητα της φυσικής*. Σε αυτές τις ερωτήσεις η πειραματική ομάδα επηρεάστηκε σημαντικά από την παρέμβαση, αφού στο μετα-έλεγχο φαίνεται ότι το 100% έχει σχηματίσει θετική άποψη, ενώ στην ομάδα ελέγχου υπάρχει ακόμη μια μειοψηφία αναποφάσιστη ή με αρνητική άποψη.

Τα παιδιά και των δύο ομάδων παρουσιάζουν αυξημένη επιθυμία για ενασχόληση με τη Φυσική. Στον μετα-έλεγχο όμως η πειραματική ομάδα έχει εμφανώς μεγαλύτερη αύξηση από την ομάδα ελέγχου σε όλες τις σχετικές ερωτήσεις. Το ενδιαφέρον της πειραματικής ομάδας αυξήθηκε ως προς την ενασχόληση με τον ηλεκτρισμό ενώ αντίθετα της ομάδας ελέγχου μειώθηκε από 93% σε 74%. Επιπλέον, αυξήθηκε η επιθυμία της ομάδας ελέγχου για μια δουλειά που σχετίζεται με τη Φυσική από 34% σε 60%, ενώ της πειραματικής ομάδας μειώθηκε από 66% σε 60%.

4. Συμπεράσματα – Συζήτηση

Φαίνεται ότι η προτεινόμενη ΔΜΑ έχει κάποια επίδραση στην επίδοση και την κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών. Η πειραματική ομάδα είχε αρκετά καλύτερες επιδόσεις συνολικά, αλλά υπήρχαν δύο ασκήσεις (2 και 4) που δεν απαντήθηκαν επαρκώς από κανένα μαθητή/τρια από καμία ομάδα στον προ-έλεγχο. Αυτό δείχνει ότι τα παιδιά έχουν κάποιες γνώσεις, γιατί προσπάθησαν να απαντήσουν με το δικό τους τρόπο, ωστόσο αυτό το έκαναν μάλλον περισσότερο διαισθητικά και εμπειρικά. Η πιο μεγάλη βελτίωση παρατηρήθηκε στην άσκηση 3 για την πειραματική ομάδα στο μετα-έλεγχο (44% καλύτερος μέσος όρος σε σχέση με την ΟΕ). Η άσκηση αυτή αφορούσε ταξινόμηση υλικών σε αγωγούς και μονωτές στο οποίο φαίνεται ότι η διδακτική παρέμβαση στην πειραματική ομάδα είχε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και επίδραση στη κατανόηση τους. Πιθανόν η χρήση της προτεινόμενης πλακέτας να βοήθησε στην κατανόηση των εννοιών αυτών.

Η εκπαιδευτικός και ο τρόπος που παρουσιάζεται το υλικό επιδρά στο ενδιαφέρον της των ομάδων ωστόσο η μεγάλη αύξηση του ποσοστού για την πειραματική ομάδα ενισχύει την άποψη πως δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και η ενασχόληση με τον φυσικό προγραμματισμό μπορεί να ενισχύσει το ενδιαφέρον αυτό και ενδεχομένως να συμβάλλει στην ανάπτυξη κινήτρου και της συμμετοχής.

Με δεδομένο πως καμιά από τις δύο ομάδες δεν επηρεάστηκε σημαντικά στην άποψή της για τη σημασία της φυσικής μπορούν να δοθούν διάφορες ερμηνείες. Πιθανόν τα ερωτήματα αυτά καθαυτά ή η διατύπωσή τους δεν ήταν απολύτως κατανοητή για τα παιδιά. Κι ενώ αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα της φυσικής στην καθημερινότητα, δείχνουν να μην έχουν άποψη για το θέμα. Εφόσον υπάρχει αυτή η ασάφεια η παρέμβαση φαίνεται περισσότερο να διατήρησε παρά να μετέβαλε τις στάσεις των παιδιών. Αυτό συνάδει με το εύρημα ότι σε αρκετές ερωτήσεις τα παιδιά και των δύο ομάδων φαίνεται να μην έχουν διαμορφώσει ξεκάθαρη άποψη για το θέμα, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση.

Όπως προαναφέρθηκε η σημαντικότερη διαφοροποίηση παρατηρείται στην αντιμετώπιση των προκλήσεων των εργασιών της φυσικής. Στην ομάδα ελέγχου φαίνεται ότι μειώνεται σημαντικά η επιθυμία να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις ενώ αντίθετα τα παιδιά της πειραματικής ομάδας φαίνεται ότι επιζητούν αυτές τις προκλήσεις. Αυτό δείχνει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση μετά την διδακτική/μαθησιακή παρέμβαση. Πιθανότατα η ενίσχυση τέτοιων κινήτρων να συνδέεται με την ενασχόληση με τον φυσικό προγραμματισμό, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία (Kalelioglu & Sentance, 2020˙ Przybylla & Romeike, 2014).

Στην πειραματική ομάδα δε φάνηκε σημαντική αλλαγή στην επιθυμία των παιδιών να μάθουν για τον ηλεκτρισμό. Παρότι από μία μόνο ερώτηση που υπάρχει στο εργαλείο δε μπορεί να προκύψει ασφαλές συμπέρασμα, μια σκέψη θα ήταν πως τα παιδιά περισσότερο ενδιαφέρονται για υλοποίηση και άλλων δραστηριοτήτων μέσω του Micro:bit, παρά για τις εφαρμογές του σε ένα μόνο θέμα όπως είναι ο ηλεκτρισμός.

Περιορισμοί

Η πειραματική έρευνα δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί με απόλυτα συστηματικό τρόπο αν και έγινε προσπάθεια να εντοπιστεί μια ιδανική διαδικασία. Σε μια εκπαιδευτική έρευνα, όπως η παρούσα, πολλοί παράγοντες μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα και δύσκολα μπορεί να εξασφαλιστεί ο ίδιος βαθμός ελέγχου και για τις δυο ομάδες. Επίσης λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος δεν μπορεί να γίνει κάποια γενίκευση.

Οι κυριότεροι όμως περιορισμοί αφορούν στα χρησιμοποιούμενα εργαλεία. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώθηκε πως στο ερωτηματολόγιο ελέγχου προϋπάρχουσας γνώσης θα πρέπει να βελτιωθούν τα δύο ερωτήματα που ζητούν από τα παιδιά να δημιουργήσουν σκίτσο και πιθανόν θα πρέπει να γίνει μια ολιγόλεπτη ατομική συνέντευξη ώστε να διευκρινιστεί το σκεπτικό του παιδιού στην περίπτωση που αυτό απαιτείται. Επίσης τα ερωτήματα θα πρέπει να γίνει προσπάθεια να αποκτήσουν την ίδια βαρύτητα, ώστε να γίνει αποτελεσματικά η αποτίμηση τους κατά την επεξεργασία. Βελτιώσεις απαιτούνται και στο εργαλείο ανίχνευσης των στάσεων όπου και οι λανθάνουσες μεταβλητές θα πρέπει να ελέγχονται με τον ίδιο αριθμό ερωτημάτων (τουλάχιστον 3).

5. Βιβλιογραφία

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6η Εκδ.). Routledge/Taylor & Francis Group.

Gorakhnath I. & Padmanabhan J. (2017). Educational robotics in teaching learning process. *Online International Interdisciplinary Research Journal, 7*, 161-168. Ανακτήθηκε στις 25 Ιανουαρίου 2024, από: http://www.oiirj.org/oiirj/sept2017-special-issue(02)/16.pdf

Hillman, S. J., Zeeman, S. I., Tilburg, C. E., List H. E. (2016). My Attitudes Toward Science (MATS): the development of a multidimensional instrument measuring students' science attitudes. *Learning Environments Research* 19, 203–219. https://doi.org/10.1007/s10984-016-9205-x

Kalelioglu, F., & Sentance, S. (2020). Teaching with physical computing in school: the case of the micro: bit. *Education and Information Technologies, 25,* 2577–2603. https://doi.org/10.1007/s10639-019-10080-8

Kalogiannakis, M. Tzagkaraki, E., & Papadakis, St. (2021). A Systematic Review of the Use of BBC Micro:bit in Primary School. Στο *Proceedings of the 10th Virtual Edition of the International Conference New Perspectives in Science Education*, 379-384, Italy-Florence: Filodiritto – Pixel. https://doi.org/10.26352/F318_2384-9509

Kariotoglou, P. & Psillos, D. (2019). Teaching and Learning Pressure and Fluids. *Fluids, 4,* 194. https://doi.org/10.3390/fluids4040194

Katterfeldt, E.-S., Cukurova, M., Spikol, D., & Cuartielles, D. (2018). Physical computing with plug-and-play toolkits: Key recommendations for collaborative learning implementations. *International Journal of Child-Computer Interaction, 17,* 72–82. https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.03.002

Méheut, M. & Psillos, D. (2004) Teaching–learning sequences: aims and tools for science education research, International *Journal of Science Education, 26*(5), 515-535. https://doi.org/10.1080/09500690310001614762

Przybylla M. & Romeike R. (2014) Physical computing in computer science education. Στο *WiPSCE '14: Proceedings of the 9th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. 136-137. https://doi.org/10.1145/2670757.2670782

Psillos D., & Kariotoglou P. (2016). Theoretical Issues related to Designing and Developing Teaching – Learning Sequences. Στο D. Psillos, P. Kariotoglou (Επιμ.), Iterative Design of Teaching - Learning Sequences, σ. 11-34. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-7808-5_2

Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Korres, K., & Mastorodimos, D. (2018). Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering and Technology Research*, (CIE), 19–24. https://doi.org/10.24018/ejeng.2018.0.CIE.639.

Sapounidis, T. & Alimisis, D. (2021). Educational Robotics Curricula: Current Trends and Shortcomings. Στο: M. Malvezzi, D. Alimisis, M. Moro (Επιμ.) *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills. Proceedings of EDUROBOTICS 2021. Studies in Computational Intelligence, vol 982*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_12

Savall-Alemany, F., Guisasola, J., Rosa Cintas, S., & Martínez-Torregrosa, J. (2019). Problem-based structure for a teaching-learning sequence to overcome students' difficulties when learning about atomic spectra. *Physical Review Physics Education Research, 15*(2). https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.15.020138

Tai, R. H., Ryoo, J. H., Skeeles-Worley, A., Dabney, K. P., Almarode, J. T., & Maltese A. V. (2022). (Re) Designing a measure of student's attitudes toward science: a longitudinal psychometric approach. *International Journal of STEM Education* 9, 12. https://doi.org/10.1186/s40594-022-00332-4

Tzagkaraki, E., Papadakis, St., & Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the Use of Educational Robotics in primary school and its possible place in the curricula. Στο M. Malvezzi, D. Alimisis, & M. Moro (Επιμ.). *Education in & with Robotics to Foster 21st Century Skills. Proceedings of EDUROBOTICS 2021, Studies in Computational Intelligence, vol 982*. 216-229, Switzerland, Cham: Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19

Videnovik, M., Zdravevski, E., Lameski, P., & Trajkovik, V. (2018). The BBC Micro:bit in the International Classroom: Learning Experiences and First Impressions. *2018 17th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 1-5. https://doi.org/10.1109/ITHET.2018.8424786

Vordou E., & Romero M. (2021). Supporting grammar language through a Micro:Bit activity. [Research Report] 0002, UCA - INSPE Académie de Nice. 2021. hal-03408009v1. Ανακτήθηκε στις 25 Ιανουαρίου 2024, από: https://hal.science/hal-03408009v1/file/GrammarBit%20report.pdf

Voštinár, P. (2020). Motivational Tools for Learning Programming in Primary Schools. *Central-European Journal of New Technologies in Research, Education and Practice, 2*(1), 97-106. https://doi.org/10.36427/CEJNTREP.2.1.420