

**ΔΙΔΑΣΚΟΝΤΑΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΜΕ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ  
ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ: ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ  
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ**

**TEACHING MATH AND ENVIRONMENTAL STUDIES  
WITH EDUCATIONAL ROBOTICS AS A TOOL:  
LEARNING GAINS AND RESEARCH EXTENSIONS**

Ελένη Ντρενογιάννη  
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια  
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης  
Αριστοτέλειο  
edren@eled.auth.gr

Ιωάννα Σεκέρογλου  
Εκπαιδευτικός ΠΕ70  
ioannasek95@gmail.com

## **Περίληψη**

**Η** παρούσα εργασία μελετά τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου διδασκαλίας και μάθησης και εστιάζει στην διερεύνηση των μαθησιακών ωφελειών της στη διδασκαλία συγκεκριμένων εννοιών των μαθηματικών και της μελέτης περιβάλλοντος της Β' Δημοτικού. Για την επιδίωξη αυτού του ερευνητικού στόχου, σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε εμπειρική μελέτη μεικτής ερευνητικής στρατηγικής, η οποία βασίσθηκε στον συγκλίνοντα σχεδιασμό (convergent design). Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ένα δημόσιο σχολείο της Θεσσαλονίκης με συμμετέχοντες 14 παιδιά και για τη διεξαγωγή της χρησιμοποιήθηκε το πακέτο (kit) εκπαιδευτικής ρομποτικής LEGO® Education WeDo 2.0 σε οργανωμένες παρεμβατικές δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος. Τα αποτελέσματα φανερώνουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική συνιστά ωφέλιμη δραστηριότητα που έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τη μάθηση των μαθηματικών και της μελέτης περιβάλλοντος στο σχολείο ενισχύοντας την κατανόηση, υποβαθμίζοντας την έμπρακτη εφαρμογή γνώσεων σε ρεαλιστικό πλαίσιο και προσφέροντας ενεργητικές και αλληλεπιδραστικές συνθήκες μάθησης.

## **Λέξεις κλειδιά**

*Εκπαιδευτική ρομποτική, μαθηματικά, μελέτη περιβάλλοντος, δημοτικό σχολείο, ρομποτική στην εκπαίδευση.*

## Abstract

The aim of this study is to investigate the use of educational robotics as a learning tool in the processes of teaching 2nd grade math and environmental studies. A mixed methods research design was followed with an educational intervention perspective in mind. Fourteen children participated in the study, which was based on the use of robotics kit LEGO® Education WeDo 2.0 in several problem-solving activities. Results indicate that the use of robotics as tools in the teaching of school subjects can advance children's understanding, may support the application of abstract concepts into hands-on realistic experiences and provides an interactive and dynamic learning environment that nourishes teaching and enhances learning.

### Key words

*Educational robotics, math, environmental studies, elementary school, robotics in education.*

## 0. Εισαγωγή – Θεωρητικό πλαίσιο

Από τον Τάλω της αρχαιότητας και τις θρυλικές ιστορίες του Ασίμωφ μέχρι τη χελώνα Αεδάφους (floor turtle) του Papert, τις έξυπνες κάψουλες αισθητήρων του MIT (MIT smart sensor capsules) και τους βοηθούς μάθησης Tega και NAO, τα άλλοτε μυθικά και ανοίκεια τεχνουργήματα που ονομάζουμε ρομπότ πέρασαν σταδιακά από την σφαίρα της επιστημονικής φαντασίας στην πραγματικότητα της καθημερινής ζωής. Σήμερα τα ρομπότ χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία, την άμυνα, την επιστημονική έρευνα, την ιατρική, την εκπαίδευση και τις υπηρεσίες και ο διεπιστημονικός κλάδος της ρομποτικής γνωρίζει σημαντικότερη άνθηση, προμηνύοντας ένα μέλλον κατά το οποίο η εκτέλεση πολλών εργασιών, δραστηριοτήτων και επαγγελματιών θα πραγματοποιείται από ρομποτικές συσκευές και τεχνολογίες αυτόματου ελέγχου.

Στο πλαίσιο αυτό η ανάγκη για απόκτηση γνώσεων και ανάπτυξη εξοικείωσης και δεξιοτήτων άμεσα σχετιζόμενων με την ρομποτική, την τεχνητή νοημοσύνη, και τον προγραμματισμό συσκευών γίνεται ολοένα και επιτακτικότερη, πυροδοτώντας διεργασίες στον χώρο της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και ιδιαίτερα στο πεδίο της «εκπαιδευτικής ρομποτικής». Από την άλλη μεριά, αν και προχωρημένης ηλικίας, το πεδίο της εκπαιδευτικής ρομποτικής μοιάζει να ταλανίζεται από διαρκή προβλήματα εννοιολόγησης και προσδιορισμού των χαρακτηριστικών του, ίσως εξαιτίας των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων και των μεταβαλλόμενων συνθηκών που αυτές οι εξελίξεις προκαλούν. Με βάση μια πρόσφατη συμπεριληπτικού τύπου προσέγγιση, το πεδίο μελέτης της εκπαιδευτικής ρομποτικής:

*«στοχεύει στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας μέσω της ανάπτυξης, της εφαρμοσμένης χρήσης, της αναβάθμισης και του ελέγχου εγκυρότητας εργαλείων, παιδαγωγικών δραστηριοτήτων και τεχνολογιών, στις οποίες τα ρομπότ κατέχουν ενεργό ρόλο» (Angel – Fernandez & Vincze, 2018: 41).*

Στη βάση αυτής της συλλογιστικής, η έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής αναφέρεται σε ποικίλες κατηγορίες χρήσης ή/και αξιοποίησης των ρομπότ στην εκπαίδευση, οι οποίες επεκτείνονται πέραν της αντιμετώπισης της ρομποτικής ως αυτόνομου μαθησιακού αντικείμενου (robotics as a learning object) και άρα της εκπαίδευσης στη ρομποτική καθεαυτήν (robotics education). Οι χρήσεις αυτές περιλαμβάνουν: (α) την αντιμετώπιση των προϊόντων ρομποτικής ως προσωπικών βοηθών μάθησης (educational robots as learning aids), κατά την οποία προκατασκευασμένες ρομποτικές συσκευές υποστηρίζουν είτε από τη θέση του φροντιστή, είτε έχοντας τον ρόλο υποστηρικτικής τεχνολογίας την επικοινωνία, την αλληλεπίδραση, τη διδασκαλία και τη μάθηση, και (β) την εκπαίδευση μέσω της ρομποτικής (robotics as a learning tool), κατά την οποία η σχεδίαση, η κατασκευή και ο προγραμματισμός των ρομπότ εστιάζουν στη μάθηση εννοιών και υπηρετούν τη διδασκαλία διαφόρων εννοιών και περιοχών του σχολικού προγράμματος σπουδών (Alimisis & Kynigos 2009, Eguchi 2012, Mubin et al 2013, Angel – Fernandez & Vincze 2018).

Αναφορικά με την αξιοποίηση της ρομποτικής στην εκπαίδευση ως εργαλείου διδασκαλίας και μάθησης παιδιών και εφήβων σχολικής ηλικίας, η διαθέσιμη βιβλιογραφική παραγωγή θα μπορούσε να χαρακτηριστεί αναπτυσσόμενη, πληθωρική ως προς τους ισχυρισμούς περί μαθησιακών ωφελειών αλλά περιορισμένη και ενίοτε ομιχλώδης ως προς το σκέλος της εμπειρικής απόδειξης αυτών των ισχυρισμών (Benitti 2012, Xia & Zhong 2018, Anwar et al 2019, Zhong & Xia 2020). Πολλοί ερευνητές μέχρι σήμερα με εκκίνηση την αντίληψη ότι η μάθηση καθίσταται πιο αποτελεσματική όταν οι μαθητές ενεργούν κατασκευάζοντας συγκεκριμένα νοηματοδοτούμενα αντικείμενα μελέτησαν τα οφέλη αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής (στο εξής ΕΡ) στη διδασκαλία γνώσεων και δεξιοτήτων καταλήγοντας σε συγκεκριμένες διαπιστώσεις. Ορισμένες από τις πιο σημαντικές θα μπορούσαν να συμπυκνωθούν στα παρακάτω:

- Η ενασχόληση με την ΕΡ κινητοποιεί τους μαθητές και συνιστά προσφιλή δραστηριότητα με παιγνιώδη και ψυχαγωγικά χαρακτηριστικά. Προκαλεί και διατηρεί την προσοχή οδηγώντας σε ενεργή συμμετοχή στη μαθησιακή διαδικασία (Johnson 2003, Dagdilelis et al 2005, Highfield et al 2008, Blanchard et al 2010, Alimisis 2012, Kaloti-Hallak et al 2015, Sullivan & Bers 2016, Master et al 2017)
- Οι δραστηριότητες ΕΡ καλλιεργούν και επεκτείνουν την ανάπτυξη ικανοτήτων και δεξιοτήτων ανώτερου ταξινομικού επιπέδου, όπως η επίλυση προβλήματος, η διατύπωση και ο έλεγχος υποθέσεων, η δημιουργικότητα και η κριτική σκέψη (Alimisis 2012, Gura 2012, Mikropoulos & Bellou 2013, Eguchi 2014, Scaradozzi, et al 2015, Afari & Khine 2017, Nemiro et al 2017, Ατματζίδου, 2018)
- Η αξιοποίηση της ΕΡ προσφέρει πολλαπλές δυνατότητες ανάπτυξης και διεύρυνσης των κοινωνικών δεξιοτήτων των παιδιών υποβαθμίζοντας την ομαδικότητα, προωθώντας την επικοινωνία, την αλληλεπίδραση και την αποτελεσματική συνεργασία για την επίτευξη ενός κοινού στόχου και την υλοποίηση ενός έργου (Αναγνωστάκης & Μακράκης 2010, Gura 2012, Eguchi 2014, Ucgul & Cogiltay 2014, Scaradozzi et al 2015)

- Η διδασκαλία με τη βοήθεια της ρομποτικής συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση εννοιών, φαινομένων, νόμων, αρχών και διαδικασιών, οι οποίες εντάσσονται συχνά στο διεπιστημονικό πεδίο των STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) και κατά συνέπεια μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένες μαθησιακές επιδόσεις (Barker & Ansorge 2007, Nugent et al 2008, 2009, Mitnik et al 2008, Williams et al 2007, 2012, Anwar et al 2019, Zhong & Xia 2020)

Ωστόσο οι παραπάνω διαπιστώσεις δεν έχουν καθολική και αδιαμφισβήτητη ισχύ. Πέρα από τις μεθοδολογικές αδυναμίες των διενεργούμενων ερευνών, που έχουν ήδη επισημανθεί βιβλιογραφικά (Benitti 2012, Anwar et al 2019, Κουριάς 2019), είναι γεγονός ότι η χρήση εργαλείων ρομποτικής στη διδασκαλία δεν εγγυάται από μόνη της την αποκόμιση μαθησιακών οφελών ευθέως σχετιζόμενων με το περιεχόμενο σχολικών γνωστικών αντικειμένων, τα οποία απομακρύνονται από τον στενό πυρήνα γνώσεων και δεξιοτήτων της ρομποτικής και των ΤΠΕ. Όπως σημειώνεται, η ύπαρξη πολλαπλών παραγόντων επίδρασης αλλά και η περιπλοκότητα του φαινομένου της διδασκαλίας, είναι αποφασιστικής σημασίας για το τελικό μαθησιακό αποτέλεσμα (Benitti 2012, Zhong & Xia, 2020). Ορισμένες από τις παραμέτρους που προτείνεται να λαμβάνονται υπόψη κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση όσο το δυνατό αποτελεσματικότερων διδασκαλιών στις οποίες η ρομποτική έχει θέση διδακτικού εργαλείου, συνίστανται στα εξής: (α) οι δραστηριότητες με τη ρομποτική πρέπει να συσχετίζονται άμεσα με την υπό επεξεργασία διδακτέα ύλη και να έχουν ρεαλιστικά χαρακτηριστικά ώστε να συνδέουν το περιεχόμενο διδασκαλίας και μάθησης με την πραγματική ζωή, (β) ο σχεδιασμός των συνθηκών διδασκαλίας και μάθησης με τη ρομποτική πρέπει να ευθυγραμμίζεται με τις εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών στην υπό επεξεργασία διδακτική ενότητα, (γ) το πλαίσιο εφαρμογής των δραστηριοτήτων ρομποτικής πρέπει να χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό δόμησης και οργάνωσης, (δ) απαραίτητος ο αυξημένος βαθμός αναλυτικής καθοδήγησης κατά τις εναρκτήριες δραστηριότητες ρομποτικής και σταδιακή απομείωσή του, και (ε) ένταξη των δραστηριοτήτων ρομποτικής σε ένα συστηματικό και οργανωμένο πλάνο διδασκαλίας, το οποίο συνδυάζει τα εργαλεία ρομποτικής με ποικιλία διδακτικών μέσων και υλικών μάθησης (Benitti 2012, Ατματζίδου 2018, Xia & Zhong 2018, Κουριάς 2019)

Υπό το πρίσμα των ανωτέρω διαπιστώσεων και προτάσεων εφαρμογής, η παρούσα εργασία εκκινώντας από την αντίληψη ότι η ρομποτική συνιστά χρήσιμη, ωφέλιμη και οριζόντια δραστηριότητα που έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει και να ενισχύσει τη διδασκαλία και τη μάθηση ποικίλων εννοιών του προγράμματος σπουδών επιχειρεί να συμβάλει στην διαθέσιμη επιστημονική παραγωγή περί αξιοποίησης της ρομποτικής ως διδακτικού μέσου και εργαλείου μάθησης. Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζει την παιδαγωγική χρήση της ρομποτικής στη διδασκαλία των μαθηματικών και της μελέτης περιβάλλοντος και μελετά τα όποια μαθησιακά οφέλη ενδέχεται να προκύπτουν από τη χρήση αυτή. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη επιχειρεί να απαντήσει στα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

(α) Σε ποιο βαθμό συστηματικές παρεμβατικές δραστηριότητες που αξιοποιούν προϊόντα εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να διευκολύνουν ή/και να επεκτείνουν τη διδασκαλία και τη μάθηση σε συγκεκριμένες ενότητες των μαθηματικών και της μελέτης περιβάλλοντος;

(β) Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών και των μαθητριών για τη χρήση και την πρόσθετη αξία της ΕΡ στη διδασκαλία και τη μάθηση;

## 1. Στοιχεία μεθοδολογίας και σχεδιασμού της παρέμβασης

Τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης, σε συνδυασμό με την φύση του ερευνητικού σκοπού καθόρισαν και κατεύθυναν τον ερευνητικό σχεδιασμό, ο οποίος εντάσσονταν στις μεικτές μεθοδολογικές προσεγγίσεις (Creswell, 2003). Αυτό συνέβη διότι τόσο ο σκοπός, όσο και τα ερωτήματα παρέπεμπαν στην πραγματοποίηση κάποιας μορφής εκπαιδευτικής παρέμβασης, στο πλαίσιο της οποίας θα έπρεπε να πραγματοποιηθεί διδασκαλία με τη χρήση κατάλληλων και πρόσφορων εργαλείων ΕΡ, να μετρηθούν με όρους ποσοτικούς ή ποσοτικοποιήσιμους μαθησιακά αποτελέσματα και να αποτυπωθούν απόψεις και συμπεριφορές. Πιο συγκεκριμένα, για τις ανάγκες της μελέτης υιοθετήθηκε ο «συγκλίνων σχεδιασμός» (convergent design), κατά τον οποίο ο ερευνητής συλλέγει ταυτόχρονα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα από το ίδιο ερευνητικό πλαίσιο αξιοποιώντας ποικιλία μεθόδων συλλογής με την προοπτική τα δεδομένα αυτά να ενοποιηθούν, να συγκριθούν και να αναλυθούν συνδυαστικά (Bryman, 2017).

Οι αποφάσεις που λήφθηκαν αναφορικά με τους συμμετέχοντες στην παρέμβαση βασίστηκαν σε κριτήρια βολικότητας, προσβασιμότητας αλλά και σκοπιμότητας. Καθότι μία από τις ερευνήτριες υπηρετούσε ως εκπαιδευτικός παράλληλης στήριξης σε τμήμα της Β' δημοτικού ενός σχολείου της Θεσσαλονίκης, αποτελούμενο από 14 παιδιά, και με δεδομένη την προγενέστερη γνωριμία και εξοικείωση με το υπό διερεύνηση πλαίσιο και τα χαρακτηριστικά των μαθητών/τριών, αποφασίστηκε η παρέμβαση να πραγματοποιηθεί στην εν λόγω τάξη.

Ως προς την επιλογή των διδακτικών ενοτήτων στις οποίες θα εστίαζε η διδακτική παρέμβαση, τα κριτήρια που λήφθηκαν υπόψη ήταν: α) να είναι πρόσφορες και συμβατές ως προς την δυνατότητα συνταιριασμού τους με δραστηριότητες ρομποτικής και β) να μην έχουν διδαχθεί ολοκληρωμένα και να μην έχει δοθεί εξαντλητική έμφαση σε αυτές από την εκπαιδευτικό της τάξης ώστε να υπάρχουν περιθώρια ενίσχυσης και επέκτασης των γνώσεων και δεξιοτήτων των παιδιών. Έτσι, από τα μαθηματικά επιλέχθηκε το κεφάλαιο της διαίρεσης (Ενότητα 5, Κεφάλαιο 30, «Μοιράζομαι δίκαια με τους φίλους μου») και το κεφάλαιο της περιμέτρου γεωμετρικών σχημάτων (Ενότητα 2, Κεφάλαιο 15, «Μετρώ ευθύγραμμο τμήματα»). Από τη μελέτη περιβάλλοντος, η ενότητα που επιλέχθηκε αφορούσε στην κυκλοφορική αγωγή (Ενότητα 13 «Μεταφορές», Κεφάλαιο 4 «Κυκλοφορώ με ασφάλεια»).

Η υλοποίηση της διδακτικής παρέμβασης διήρκεσε 7 διδακτικές ώρες και πραγματοποιήθηκε με την αξιοποίηση του πακέτου (kit) εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego WeDo 2.0. Η

πρώτη επαφή των μαθητών/τριών με το υλικό ρομποτικής πραγματοποιήθηκε μέσω ενός αρχικού μαθήματος γνωριμίας και εξοικείωσης, το οποίο αφιερώθηκε στην κατασκευή ενός ρομπότ - δορυφόρου, ώστε να γίνει αντιληπτή η λειτουργία του 'εγκεφάλου' και του κινητήρα ενός ρομπότ, αλλά και η διαδικασία προγραμματισμού. Ακολούθως σχεδιάστηκαν και διαμορφώθηκαν τρεις ομαδικές παρεμβατικές δραστηριότητες επίλυσης προβλήματος που βασίσθηκαν στη χρήση εργαλείων ρομποτικής. Σκοπός των δραστηριοτήτων αυτών ήταν δυναμικά η επέκταση των γνώσεων των μαθητών/τριών ή η ενίσχυση των ήδη υπάρχουσών γνώσεων για το θέμα τη διαίρεσης, της περιμέτρου γεωμετρικών σχημάτων και της κυκλοφοριακής αγωγής μέσα από την αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών.

Τα εργαλεία συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία άντλησης εμπειρικού υλικού ήταν τα εξής:

- α) Διαγνωστικό ερωτηματολόγιο:** Αποτελούνταν από 12 ερωτήσεις και αποσκοπούσε στη σκιαγράφηση του προφίλ των παιδιών που συμμετείχαν στη μελέτη. Οι ερωτήσεις αντλούσαν πληροφορίες σχετικά με προγενέστερες εμπειρίες στη ρομποτική, αντιλήψεις και εκτιμήσεις για τα μαθηματικά και τη μελέτη περιβάλλοντος στο σχολείο.
- β) Τεστ προελέγχου - μεταελέγχου:** Οι δοκιμασίες προελέγχου και μεταελέγχου αξιοποιήθηκαν πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση αντίστοιχα με την προοπτική της σύγκρισης των ατομικών επιδόσεων των μαθητών/τριών. Περιλάμβαναν 4 προβλήματα μαθηματικών και 4 ερωτήσεις σχετικές με τη ρομποτική και τα σήματα του κώδικα οδικής κυκλοφορίας (Παράρτημα 1). Οι δοκιμασίες ήταν αυτοσχέδιες και ο βαθμός δυσκολίας μεταξύ τους διαφοροποιήθηκε σκόπιμα με το τεστ μεταελέγχου να περιλαμβάνει δυσκολότερες ερωτήσεις συγκριτικά με τον προέλεγχο. Αυτό συνέβη διότι καταρχήν ο ερευνητικός σχεδιασμός που υιοθετήθηκε δεν ήταν πειραματικός και δεύτερον γιατί ο σκοπός της δοκιμασίας μεταελέγχου ήταν η εξέταση της πιθανής επαύξησης των γνώσεων των παιδιών, καθότι τα θέματα που μελετήθηκαν στα πλαίσια της παρεμβατικής διαδικασίας με τη χρήση υλικού ρομποτικής είχαν ήδη διδαχθεί από την εκπαιδευτικό του τμήματος.
- γ) Ομαδικά φύλλα εργασίας:** Αξιοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης παράλληλα με την διεξαγωγή των δραστηριοτήτων διδασκαλίας με το υλικό ΕΡ. Τα δεδομένα, που συγκεντρώθηκαν μέσω των φύλλων εργασίας, αποτύπωναν το σχέδιο λύσης του εκάστοτε προβλήματος από την κάθε ομάδα, τις στρατηγικές επίλυσης που χρησιμοποιήθηκαν και τους λογικούς συλλογισμούς των παιδιών κατά τη διαδικασία της επίλυσης. Ήταν μονοσέλιδα και περιείχαν την εκφώνηση του προβλήματος καθώς και χώρο για τον σχεδιασμό της λύσης και την απάντηση στο εκάστοτε πρόβλημα.
- δ) Ημερολόγιο ερευνήτριας:** Ήταν αυτοσχέδιο και αποσκοπούσε στην αποτύπωση της προσωπικής εμπειρίας της ερευνήτριας σχετικά με τις εκπαιδευτικές δραστηριότητες της παρέμβασης. Είχε τη μορφή χειρόγραφων σημειώσεων και σε αυτό καταγράφονταν συνοπτικές περιγραφές των γεγονότων που θεωρούνταν αξιοσημείωτα, αλλά και σκέψεις, συναισθήματα ή ερμηνείες για τα γεγονότα.

**ε) Ημιδομημένη συνέντευξη – συζήτηση:** Οι ατομικές ημιδομημένες συζητήσεις με τους μαθητές πραγματοποιήθηκαν μετά τη ολοκλήρωση της παρέμβασης και τη συμπλήρωση της δοκιμασίας μεταελέγχου με τη βοήθεια ενός πρωτόκολλου 29 ερωτήσεων. Σκοπός τους ήταν: (i) η καταγραφή των αντιλήψεων των παιδιών για τα μαθηματικά και τη μελέτη περιβάλλοντος στο σχολείο, (ii) η περιγραφή των εντυπώσεών τους για το διαγνωστικό ερωτηματολόγιο, τα τεστ και τις δραστηριότητες με το υλικό ΕΡ, και (iii) η καταγραφή των απόψεών τους για την εκπαιδευτική ρομποτική και την αξιοποίησή της στα μαθήματα του σχολείου.

## 2. Τα αποτελέσματα της έρευνας

### 2.1. Επιδόσεις και στρατηγικές πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση

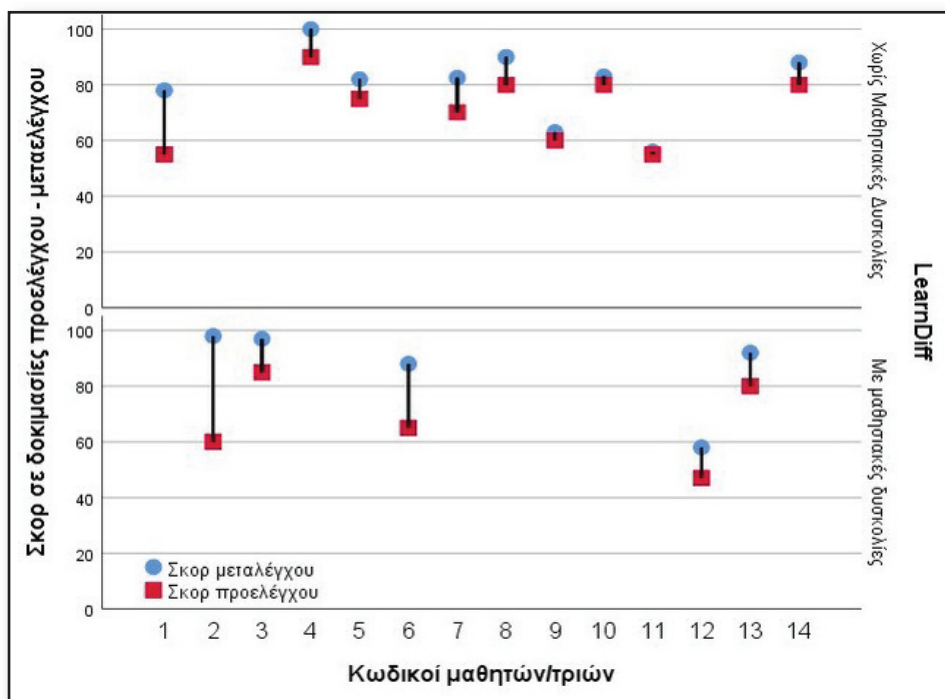
Από τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, φάνηκε ότι οι επιδόσεις των παιδιών στο τεστ μετά την παρέμβαση κυμάνθηκαν σε υψηλότερα επίπεδα από τις αντίστοιχες επιδόσεις στο τεστ πριν την παρέμβαση. Είναι πιθανό ότι ο χρόνος, που μεσολάβησε μεταξύ της προ-μέτρησης και της μετα-μέτρησης, και κατά συνέπεια η εκπαιδευτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε στον χρόνο αυτό, συνέβαλαν στην αύξηση της συνολικής επίδοσης των μαθητών/τριών.

**Πίνακας 1:** Οι συνολικές μέσες επιδόσεις στις δοκιμασίες προελέγχου - μεταελέγχου

Μέσοι όροι βαθμολογιών προελέγχου – μεταελέγχου				
	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Πριν την παρέμβαση	70,1536	14	13,16666	3,51894
Μετά την παρέμβαση	82,5379	14	14,32381	3,82820

Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, ο μέσος όρος σκορ στη δοκιμασία μετα-ελέγχου ήταν περίπου δώδεκα μονάδες υψηλότερος από τον αντίστοιχο μέσο όρο των απαντήσεων στη δοκιμασία προελέγχου (Πίνακας 1). Το χαμηλότερο σκορ στο τεστ μετά την παρέμβαση ήταν 56%, έναντι του 47% στην δοκιμασία προελέγχου και το υψηλότερο 100% έναντι του 90% στον προέλεγχο.



**Σχήμα 1:** Βελτιώσεις βαθμολογιών μεταξύ προελέγχου – μεταελέγχου ανά μαθητή/τρια

Παρά τις διακυμάνσεις μεταξύ των βαθμολογιών των παιδιών, οι οποίες μοιάζουν να οφείλονται στη σύνθεση της τάξης και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των μαθητών (3 αγόρια και 2 κορίτσια με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες) είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η βελτίωση των επιδόσεων ήταν καθολική σε ατομικό επίπεδο (Σχήμα 1). Από την άλλη μεριά, ο βαθμός της παρατηρούμενης βελτίωσης διέφερε μεταξύ των επιμέρους ερωτημάτων των δοκιμασιών προελέγχου και μεταελέγχου (Πίνακας 2).

**Πίνακας 2:** Οι μέσες επιδόσεις στις στα επιμέρους προβλήματα και ερωτήσεις των δοκιμασιών προελέγχου - μεταελέγχου

Μέσοι όροι βαθμολογιών στα επιμέρους ερωτήματα προελέγχου – μεταελέγχου						
	Πρόβλ. Διάρεσης 1	Πρόβλ. Διάρεσης 2	Πρόβλ. Περιμέτρου 1	Πρόβλ. Περιμέτρου 2	Ερωτήσεις Μελέτης Περιβ.	Ερωτήσεις Ρομποτικής
Προελέγχος	13,46 (67%)	9,61 (48%)	12,69 (84%)	13,61 (91%)	7,65 (76%)	5,3 (35%)
Μεταελέγχος	16,76 (87%)	12,48 (62%)	12,67 (84%)	14,76 (98%)	7,59 (76%)	11,1 (74%)



Από την ανάλυση των δεδομένων φάνηκε ότι η βελτίωση των επιδόσεων προήλθε κυρίως από διαφοροποιήσεις στα προβλήματα της διαίρεσης και τις ερωτήσεις περί ρομποτικής. Ελάχιστες ήταν οι όποιες μικρές βελτιώσεις παρατηρήθηκαν στα προβλήματα της περιμέτρου και τις επιμέρους ερωτήσεις κυκλοφοριακής αγωγής, γεγονός που όπως συζητείται στην ενότητα των συμπερασμάτων ενδέχεται να οφείλεται σε αστοχίες στη διατύπωση ή/και προβλήματα στο περιεχόμενο των ερωτημάτων των δοκιμασιών, αλλά και στο γεγονός ότι τα παιδιά είχαν ήδη διδαχθεί σε αρχικό ή βασικό επίπεδο τα επιλεγμένα κεφάλαια ύλης.

Αναφορικά με τη μέση ποσοστιαία συνολική βελτίωση κατά 38,7% στις ερωτήσεις ρομποτικής (από 35,3% στον προέλεγχο σε 74% στον μεταέλεγχο), αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί εύλογη και αναμενόμενη. Δεδομένου ότι τα παιδιά της τάξης παρέμβασης δεν είχαν καμία προγενέστερη εμπειρία με τη ρομποτική, η επαύξηση των γνώσεων και ικανοτήτων τους μετά την πραγματοποίηση δραστηριοτήτων με υλικά ρομποτικής ήταν προσδοκώμενη και αποτυπώθηκε στις βαθμολογικές εκτιμήσεις των σχετικών ερωτημάτων.

Ενδιαφέρουσα όμως θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η μέση ποσοστιαία αύξηση των επιδόσεων κατά 20% περίπου στα προβλήματα διαίρεσης. Οι μισοί σχεδόν μαθητές/τριες της τάξης παρέμβασης (8 στο πρώτο πρόβλημα και 6 στο δεύτερο) δεν κατάφεραν να λύσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα διαίρεσης κατά τον προέλεγχο. Κάποιοι δεν πρόσφεραν καμία λύση (2 στο πρώτο πρόβλημα και 4 στο δεύτερο), ενώ ορισμένοι προσέγγισαν τη λύση χωρίς όμως να την καταγράψουν ή να την συντάξουν αποδοτικά. Παράλληλα, αρκετά ήταν τα παιδιά που αντί της γνωστής πράξης της διαίρεσης ή του αντίστροφου πολλαπλασιασμού αξιοποίησαν σχηματικές αναπαραστάσεις και τη διαδικασία διαμέρισης με διανομή για να λύσουν τα προβλήματα. Τα δεδομένα αυτά ήταν δηλωτικά της ύπαρξης δυσκολιών στην κατανόηση της πράξης της διαίρεσης και φάνηκαν να επιβεβαιώνονται και από τις δηλώσεις των ίδιων των παιδιών:

*«Καμία φορά δεν καταλαβαίνω τι πρέπει να κάνω (στις ασκήσεις και στα προβλήματα μαθηματικών)»*

*«Στα προβλήματα κάποιες φορές κολλάω και δεν ξέρω τι πράξη να κάνω»*

*«Με δυσκολεύει ο πολλαπλασιασμός και τα προβλήματα»*

*«Δυσκολεύομαι στη διαίρεση» (αποσπάσματα από τις συνεντεύξεις των παιδιών).*

Από την άλλη μεριά, οι παρατηρούμενες δυσκολίες ήταν ως έναν βαθμό αναμενόμενες, δεδομένου ότι τα παιδιά της τάξης παρέμβασης είχαν μόλις εισαχθεί στην πράξη της διαίρεσης και βρίσκονταν σε πολύ αρχικά στάδια κατανόησης της διαδικασίας μερισμού. Στο πλαίσιο αυτό, οι πρωτόλειες και ανεπεξέργαστες στρατηγικές επίλυσης των προβλημάτων διαίρεσης που εφαρμόστηκαν στον προέλεγχο, συνεχίστηκαν και κατά τις παρεμβατικές δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του υλικού εκπαιδευτικής ρομποτικής. Από τις πέντε ομάδες παιδιών που δημιουργήθηκαν με σκοπό να μοιράσουν σε μία επιδαπέδια πίστα που παρουσίαζε έναν δρόμο με 24 σπίτια έναν αριθμό κάδων ανακύκλωσης

έτσι ώστε να υπάρχει ένας ανά 4 σπίτια, μία μόνο χρησιμοποίησε την προπαίδεια και στη συνέχεια αξιοποίησε το ρομπότ – αυτοκινητάκι της για την επαλήθευση του υπολογισμού της. Οι υπόλοιπες ομάδες είτε σχεδίασαν και ζωγράρισαν πιθανές λύσεις στο σχετικό φύλλο εργασίας που τους είχε δοθεί επαληθεύοντας στη συνέχεια με τη βοήθεια της κίνησης του ρομπότ-οχήματος, είτε ξεκίνησαν δοκιμάζοντας διάφορες διαδρομές με το ρομπότ-αυτοκίνητο ώσπου να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι η ενδεδειγμένη πράξη στη λύση του προβλήματος ήταν η διαίρεση ή ο αντίστροφος πολλαπλασιασμός. Είναι πιθανό ότι οι πειραματισμοί αυτοί που πραγματοποιήθηκαν με τα υλικά ρομποτικής διεύρυναν και ενίσχυσαν την κατανόηση της διαδικασίας μερισμού καθώς ο αριθμός των μαθητών που κατάφεραν να λύσουν αποτελεσματικά τα προβλήματα διαίρεσης στη δοκιμασία μεταελέγχου αυξήθηκε στους 10 και στα δύο προβλήματα (από 6 και 8 αντίστοιχα στον προέλεγχο), ενώ οι μαθητές που δεν κατόρθωσαν να προσφέρουν μία αποδοτική λύση μειώθηκαν σε δύο. Παράλληλα, οι συγκριτικές καταγραφές στα ομαδικά φύλλα εργασίας και τα συμπληρωμένα τεστ μεταελέγχου περιείχαν ενδείξεις που οδηγούσαν στην αντίληψη ότι η κίνηση του ρομπότ-οχήματος αξιοποιήθηκε ως εργαλείο μοντελοποίησης για τη λύση των προβλημάτων διαίρεσης.

Ενδιαφέρουσες επίσης θα μπορούσαν να θεωρηθούν και οι στρατηγικές που αξιοποίησαν οι μαθητές προκειμένου να λύσουν τα προβλήματα υπολογισμού της περιμέτρου και να πραγματοποιήσουν σύνθετες διαδρομές που προϋπέθεταν την κατανόηση βασικών κανόνων του κώδικα οδικής κυκλοφορίας. Παρότι δεν καταγράφηκαν μεγάλες βελτιώσεις σε επίπεδο επιδόσεων ως προς τα σχετικά προβλήματα και τις ερωτήσεις των δοκιμασιών προελέγχου και μεταελέγχου, είναι γεγονός ότι και οι δύο δραστηριότητες προσέφεραν το πλαίσιο για την έμπρακτη εφαρμογή γνώσεων και δεξιοτήτων, που είχαν ήδη αποκτηθεί. Έτσι, για τον υπολογισμό της περιμέτρου και άρα τον υπολογισμό της διαδρομής του ρομπότ-οχήματος αξιοποιήθηκαν ο πολλαπλασιασμός ή η διαδοχική πρόσθεση σε συνδυασμό με γνώσεις για τις ιδιότητες βασικών γεωμετρικών σχημάτων (πχ. *αφού ξέρουμε ότι μία πλευρά είναι 6 βήματα για την περίμετρο του τετράγωνου ποδηλατόδρομου μπορούμε να κάνουμε  $4*6$* ). Αντίστοιχα, μέσω της πραγματοποίησης «ρεαλιστικών» σεναρίων διαδρομών (πχ. ο πατέρας της Σοφίας την πήγε με το αυτοκίνητο στο σχολείο κι έπειτα πήγε στο Ταχυδρομείο για να στείλει ένα δέμα) με το ρομπότ-αυτοκινητάκι σε μία επιδαπέδια πίστα που παρουσίαζε έναν αυθεντικό χάρτη της γειτονιάς του σχολείου τους, οι μαθητές και οι μαθήτριες μπόρεσαν να ισχυροποιήσουν τις γνώσεις τους σε σχέση με τα σήματα «STOP» και «Διάβαση πεζών», να κατανοήσουν τη λειτουργία των φωτεινών σηματοδοτών και να εφαρμόσουν κανόνες οδικής συμπεριφοράς.

Τέλος, πέρα από τα πιθανά γνωστικά οφέλη που ενδέχεται να αποκόμισαν τα παιδιά της τάξης παρέμβασης από τη συμμετοχή τους στη διαδικασία θα πρέπει να σημειωθεί ότι ένας παράγοντας ο οποίος φάνηκε να έχει κάποια επίδραση στις συνολικές μέσες επιδόσεις ήταν το φύλο. Μολονότι οι σχετικές μετρήσεις αποδεικνύουν ότι οι μέσοι όροι επίδοσης όλων των παιδιών παρουσίασαν αύξηση και βελτιώθηκαν, είναι αξιοσημείωτη η θεαματική βελτίωση του σκορ των κοριτσιών κατά 16,2 μονάδες (Πίνακας 3).

**Πίνακας 3:** Σύγκριση των κατά φύλο διαφορών στους μέσους όρους των δοκιμασιών προελέγχου - μεταελέγχου

Φύλο	Χρόνος	Μέσος Όρος
Κορίτσια	Προέλεγχος	74,307
	Μεταέλεγχος	90,504
Αγόρια	Προέλεγχος	66,000
	Μεταέλεγχος	74,571

Το γεγονός αυτό φαίνεται να οδηγεί σε μία σειρά από πιθανολογούμενες ερμηνείες που αφορούν στα χαρακτηριστικά της παρέμβασης που υλοποιήθηκε και η οποία φαίνεται να είχε μεγαλύτερη απήχηση στα κορίτσια. Είναι πιθανό ότι ο πρακτικός και «ρεαλιστικός» χαρακτήρας των δραστηριοτήτων παρέμβασης σε συνδυασμό με την ικανότητά συγκέντρωσής τους να λειτούργησαν θετικά για τις συμμετέχουσες μαθήτριες της συγκεκριμένης τάξης. Ανάλογα θετική και σημαντική φάνηκε να είναι η επίδραση του πρακτικού και εμπειρικού χαρακτήρα της παρέμβασης και στους μαθητές και τις μαθήτριες με διαγνωσμένες μαθησιακές και επικοινωνιακές δυσκολίες ή ικανότητες.

**Πίνακας 4:** Διαφορές ως προς το φύλο και διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες

	Χρόνος	Μέσος Όρος	Διαφορές φύλου * Μαθησιακές δυσκολίες	
			Κορίτσια	Αγόρια
Χωρίς διαγνωσμένες δυσκολίες	Προέλεγχος	71,68	Κορίτσια	75,03
			Αγόρια	67,50
	Μεταέλεγχος	80,28	Κορίτσια	87,70
			Αγόρια	71,00
Με διαγνωσμένες δυσκολίες	Προέλεγχος	67,40	Κορίτσια	72,50
			Αγόρια	64,00
	Μεταέλεγχος	86,60	Κορίτσια	97,50
			Αγόρια	79,33

Όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Σχήματος 1 και του Πίνακα 4, αξιολογες ήταν οι ενδείξεις βελτίωσης στην περίπτωση των 5 παιδιών με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες. Πιο συγκεκριμένα, ο μέσος όρος επίδοσης της εν λόγω ομάδας παιδιών αυξήθηκε κατά 19 περίπου μονάδες από τον προέλεγχο στον μεταέλεγχο, ενώ η αντίστοιχη αύξηση στην περίπτωση των υπόλοιπων παιδιών κυμαίνονταν στις 9 ποσοστιαίες μονάδες. Παράλληλα, οι πιθανότητες περί ύπαρξης έμφυλων διαφορών φαίνεται να ενισχύονται με τα δύο κορίτσια της ομάδας μαθησιακών δυσκολιών να βελτιώνουν τις επιδόσεις τους κατά 10 μονάδες παραπάνω από τα τρία αγόρια της ίδιας ομάδας.

## 2.2. Απόψεις για την παρέμβαση και την εκπαιδευτική ρομποτική

Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην ενότητα αυτή εστιάζουν στις αντιδράσεις των παιδιών και τις απόψεις τους τόσο για την εμπειρία της παρέμβασης, όσο και για τα υλικά εκπαιδευτικής ρομποτικής. Προήλθαν από τις καταγραφές του ημερολογίου της ερευνητριας και τα δεδομένα των ημιδομημένων ατομικών συνεντεύξεων που πραγματοποιήθηκαν αμέσως μετά τη δοκιμασία μεταελέγχου.

Αναφορικά με την γενική συναισθηματική πρόσληψη των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής παρέμβασης θα πρέπει να σημειωθεί ότι στην πλειονότητά τους οι μαθητές και οι μαθήτριες έδειξαν να χαίρονται και να απολαμβάνουν την εμπειρία. Το γενικό κλίμα στην τάξη θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ευχάριστο και κυρίως ενεργητικό. Οι δραστηριότητες με τα υλικά ρομποτικής ήταν ομολογουμένως πολύ διαφορετικές από αυτές που είχαν συνηθίσει στο σχολικό πλαίσιο. Με βάση τα δεδομένα, οι αντιλήψεις για τα μαθηματικά ήταν μετρίως θετικές, η μελέτη περιβάλλοντος χαρακτηριζόταν «βαρετή» ίσως επειδή όπως είτε ένα παιδί «διαβάζουμε πολύ» και η διδασκαλία όλων των μαθημάτων βασιζόταν κυρίως στην ανάγνωση των κειμένων και στην εκπόνηση των ασκήσεων και των δραστηριοτήτων των σχολικών βιβλίων. Στον αντίποδα οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής απομακρύνονταν από την καθήλωση σε μία παθητική στάση, εμπειρείχαν το στοιχείο της κίνησης και της δράσης και προϋπέθεταν διαρκή αλληλεπίδραση όλων με όλους. Γι' αυτούς τους λόγους προσλήφθηκαν από τα παιδιά ως ιδιαίτερα προσφιλείς, διασκεδαστικές, παιγνιώδεις και ψυχαγωγικές:

*«η Μελέτη που κάνουμε από το βιβλίο είναι πολύ βαρετή ενώ αν τα κάνουμε με ρομπότ θα ήταν πολύ διασκεδαστική»*

*«είναι σαν παιχνίδι»*

*«είναι ένας τρόπος να διασκεδάσεις»*

*«Θέλω να παίξω πολλές φορές ακόμη με τέτοια ρομπότ»*

*«Μακάρι να τα κρατήσουμε στο σχολείο και να κάνουμε κι άλλες κατασκευές», «Μου αρέσει πολύ»*

*«Θα έχουμε το ρομπότ και την επόμενη ώρα των μαθηματικών;»*

Ιδιαίτερα θετικές ήταν οι απόψεις που κατατέθηκαν από τα παιδιά για το κατασκευαστικό μέρος της παρέμβασης αλλά και τη δραστηριότητα κυκλοφοριακής αγωγής με τον επιδαπέδιο χάρτη της γειτονιάς του σχολείου:

*«όταν φτιάξαμε το αμαξάκι»*

*«πιο πολύ μου άρεσε όταν φτιάξαμε το αυτοκίνητο»*

*«μου άρεσαν που φτιάξαμε τα φανάρια»*

*«μου άρεσε και η πίστα με τους πεζούς και τότε έπρεπε να περνάνε».*

Δεν είναι τυχαίο το γεγονός ότι οι δραστηριότητες που προσλήφθηκαν θετικότερα ήταν περισσότερο ενεργητικές από την άποψη της κίνησης και της εφαρμογής κανόνων σε ένα

σχετικά ρεαλιστικό πλαίσιο, ενώ ό,τι περιείχε μονότονα και φορμαλιστικά χαρακτηριστικά αντιμετωπίστηκε λιγότερο θετικά:

*«Εκείνες οι πίστες με τα πάγκα που μετρούσαμε τα βήματα. Περιμέναμε πολύ ώρα μέχρι να έρθει η σειρά μας και κάναμε μία ώρα να μετρήσουμε όλα τα βήματα».*

Υπό το πρίσμα της παραπάνω μαθησιακής συνθήκης, οι μαθητές και οι μαθήτριες σχολίασαν την αποδοτικότητα των παρεμβατικών δραστηριοτήτων σε επίπεδο κατανόησης. Όπως σημειώθηκε από τα παιδιά ο πολλαπλασιασμός, η διαίρεση και τα προβλήματα αριθμητικής ήταν δυσνόητα και παρουσίαζαν δυσκολίες, ενώ η μελέτη *«άρεσε και δεν άρεσε»* γιατί ήταν ανιαρή. Όταν λοιπόν ρωτήθηκαν για το αν θα ήθελαν να αξιοποιήσουν τα υλικά ρομποτικής και σε επόμενα μαθήματα των μαθηματικών και της μελέτης περιβάλλοντος, οι απαντήσεις που λήφθηκαν ήταν σχεδόν ομόφωνα θετικές. Οι αιτιολογήσεις που προσφέρθηκαν επικεντρώνονταν στην ευκολία κατανόησης των ζητούμενων του εκάστοτε προβλήματος, αλλά και στην ευκολία διαμόρφωσης της λύσης του:

*«γιατί είναι εύκολα έτσι τα Μαθηματικά»*

*«γιατί θα με βοηθούσαν να καταλάβω διάφορα πράγματα»*

*«η λύση (με δυσκόλεψε), αλλά το καταφέραμε γιατί με βοήθησε το ρομπότ να μετρήσω τους κάδους στην πίστα»*

*«μόλις το κάναμε στο χαρτί μου φαινόταν δύσκολο, όταν το κάναμε εκεί με το ρομπότ ήταν εύκολο»*

*«είχαμε μπερδευτεί στην αρχή και μετά που τα μετρήσαμε με το ρομπότ τα κάναμε σωστά»*

*«έτσι έμαθα για την κυκλοφοριακή αγωγή, τότε πρέπει να περνάνε τα αυτοκίνητα και τότε οι πεζοί»*

*«γιατί το ρομπότ μπορεί να με βοηθούσε σε μια άσκηση που δεν καταλάβαινα»*

*«θα ήταν πιο εύκολο, θα χρησιμοποιούσαμε το ρομπότ για να μας βοηθάει να απαντήσουμε»*

Παράλληλα, αρκετά ήταν τα σχόλια των παιδιών για την απόκτηση χρήσιμων γνώσεων σε σχέση με τη ρομποτική καθεαυτή. Όπως σημείωσαν δεν γνώριζαν ότι η ρομποτική μπορεί να είναι βοηθητική στις ασκήσεις του σχολείου. Αγνοούσαν τί είναι ο προγραμματισμός, τί σημαίνει κινητήρας και τί μπορεί να κάνει και δεν ήξεραν ότι μπορείς να κάνεις ένα ρομπότ να κινηθεί με τον υπολογιστή:

*«Έμαθα ότι τα ρομπότ είναι έξυπνα και τους δίνεις εντολές με τα λάπτοπ ή με τα κινητά» «Δεν ήξερα πως είναι να φτιάχνεις ρομπότ»*

*«(έμαθα) ότι με τους υπολογιστές μπορούμε να κάνουμε τα ρομπότ να κινούνται. Δεν ήξερα τα μέρη του ρομπότ και ότι έχει εγκέφαλο»*

*«Δεν ήξερα ότι μας βοηθούν τα ρομπότ και τα χρησιμοποιούμε με τους υπολογιστές και ό,τι τους λέμε το κάνουν»*

Ως συνέπεια όλοι και όλες επισήμαναν ότι θα ήθελαν να αποκτήσουν ένα ρομπότ για να τους/τις προσφέρει βοήθεια στα μαθήματα του σχολείου, για να παίζουν μαζί του προγραμματίζοντας τη λειτουργία του, αλλά και για να υποστηρίξει καθημερινές ανάγκες:

*«Θα το έπαιζα, θα το προγραμματίζα, θα το έδινα και στους φίλους μου»  
«είναι ωραίο και θα του έλεγα να μου φέρνει πράγματα για να μου τα φέρνει»  
«θα ήθελα ένα ρομπότ σιδερένιο που να μου μοιάζει. Θα είμαι ο αφέντης και θα του δίνω εντολές. Θα με βοηθάει»*

Αναφορικά με τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης και συνεργασίας που προσφέρθηκαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης θα πρέπει να σημειωθεί ότι με βάση τις καταγραφές για το συγκεκριμένο σχολικό πλαίσιο, τα παιδιά δεν ήταν κατά βάση εξοικειωμένα με την ομαδική εργασία. Ο συνήθης τρόπος εργασίας στην τάξη ήταν ατομικός και όταν αξιοποιούνταν η εργασία σε ζεύγη, αυτή είχε αλληλοδιδασκτικά χαρακτηριστικά με την έννοια ότι ένας «καλύτερος» μαθητής ή μία «δυνατή» μαθήτρια βοηθούσε έναν ή μία «αδύναμο/μη». Κατά συνέπεια η εκπόνηση ομαδοσυνεργατικών δραστηριοτήτων με υλικά ρομποτικής θεωρήθηκε εξ αρχής μία πρόκληση και από την άποψη της διδασκαλίας, και από ερευνητικής πλευράς. Για την πραγματοποίηση της παρέμβασης σχηματίστηκαν πέντε ομάδες των 2-3 παιδιών, σχετικά ισοδύναμες σε επίπεδο μαθησιακής ετοιμότητας, οι οποίες συναποτελούνταν από παιδιά που είχαν ήδη καλές σχέσεις και μπορούσαν να επικοινωνήσουν όσο το δυνατό αποτελεσματικότερα μεταξύ τους. Παρότι δεν δημιουργήθηκαν σοβαρά ή σημαντικά προβλήματα, από την άλλη μεριά υπήρχαν σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης μεμονωμένες εκδηλώσεις δυσαρέσκειας για τη σύνθεση των ομάδων. Αρκετοί και αρκετές ήθελαν να εργαστούν με τους κοντινότερους φίλους ή τις φίλες. Σε ερώτημα μάλιστα σχετικά με τις απόψεις τους περί συνεργασίας, τα περισσότερα παιδιά διατύπωσαν μία εν μέρει ουδέτερη ή σχετικά θετική άποψη. Ορισμένοι δήλωσαν πως επιθυμούν να διαλέγουν αυτοί τα μέλη της ομάδας τους ή πως προτιμούν να δουλεύουν μόνοι τους κι έτσι δε θα επέλεγαν να δουλέψουν σε ζευγάρια ή ομάδες και σε άλλα μαθήματα στο σχολείο:

*«Προτιμώ μόνη μου. Τα καταφέρνω καλύτερα και γιατί δε χρειάζεται να περμιμένω τη σειρά μου. Δεν μπορώ να περιμένω»*

Σε κάθε περίπτωση όμως θα πρέπει να σημειωθεί ότι με δεδομένη την έλλειψη εξοικείωσης των μαθητών/τριών, οι δυσχέρειες που παρουσιάστηκαν στη συνεργασία ήταν μετριασμένες. Πολλές από αυτές οφείλονταν και στην ύπαρξη αυξημένου αριθμού παιδιών που αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην συγκέντρωση, την προσοχή και την επικοινωνία (4 παιδιά με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες και ένα παιδί στο φάσμα του αυτισμού). Όλοι και όλες κατέβαλαν προσπάθειες για να οργανωθούν, να διαμοιράσουν το έργο τους σε επιμέρους ενέργειες, να συνεννοηθούν ως προς την απόδοση συγκεκριμένων ρόλων και εν τέλει να συμπράξουν με σκοπό την επίτευξη ενός κοινού στόχου.

### 3. Συζήτηση - Συμπεράσματα

Ο ερευνητικός σκοπός της παρούσας εργασίας αναφέρονταν στην διερεύνηση της αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου μάθησης στη διδασκαλία μαθηματικών και μελέτης περιβάλλοντος και στην εξέταση των μαθησιακών οφελών που ενδέχεται να προκύπτουν από αυτή την αξιοποίηση. Από την ανάλυση του εμπειρικού υλικού που συλλέχθηκε για την επιδίωξη του σκοπού αυτού προέκυψαν αποτελέσματα που φανερώνουν ότι στην περίπτωση της συγκεκριμένης τάξης παρέμβασης, οι συστηματικές δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν, οργανώθηκαν και υλοποιήθηκαν με την αξιοποίηση προϊόντων εκπαιδευτικής ρομποτικής συνέβαλαν στην αύξηση της συνολικής επίδοσης των παιδιών στα μαθηματικά και τη μελέτη περιβάλλοντος, και οδήγησαν στην απόκτηση νέων γνώσεων και δεξιοτήτων άμεσα σχετιζόμενων με το διεπιστημονικό πεδίο της ρομποτικής. Την υποστήριξη που δύναται να παρέχει η εκπαιδευτική ρομποτική στη διδασκαλία και τη μάθηση, αλλά και τα θετικά αποτελέσματα που επιφέρει η χρήση της στην κατάκτηση εκπαιδευτικών στόχων έχουν επισημάνει κατά καιρούς πολλοί ερευνητές (Dagdilelis et al 2005, Alimisis 2012, Gura 2012, Mikropoulos & Bellou 2013, Eguchi 2014, Scaradozzi et al 2015, Κουριάς 2019).

Στην παρούσα έρευνα η επαύξηση των επιδόσεων των παιδιών πέρα από το πεδίο της ρομποτικής, φάνηκε να προέρχεται από: (α) την ενίσχυση της κατανόησης της πράξης της διαίρεσης και της διαδικασίας μερισμού μέσα από τον έμπρακτο πειραματισμό με διάφορες στρατηγικές επίλυσης ενός ρεαλιστικού προβλήματος, (β) την νοηματοδοτούμενη εφαρμογή ήδη υπάρχουσών γνώσεων για την περίμετρο, τις πράξεις και την κυκλοφοριακή αγωγή σε νέες συνθήκες και με σκοπό την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής, και (γ) την ενεργητική και αλληλεπιδραστική φύση της εργασίας με τα υλικά εκπαιδευτικής ρομποτικής και επομένως τα οφέλη που αυτού του είδους η εργασία προσφέρει στα επίπεδα της κινητοποίησης των μαθητών/τριών, της πρόκλησης της προσοχής τους και της διατήρησης της συμμετοχής τους. Οι διαπιστώσεις αυτές φαίνεται μάλιστα να συνειδητοποιούνται και από τους ίδιους τους μαθητές, οι οποίοι, παρά τη μικρή τους ηλικία, επισήμαναν με τις απόψεις τους τον παιγνιώδη και πρακτικό χαρακτήρα των δραστηριοτήτων ρομποτικής, τη διευκόλυνση της κατανόησης και την αύξηση του ενδιαφέροντος για τη σχολική εργασία. Βρίσκονται δε σε συμφωνία με τα πορίσματα αρκετών άλλων συγγενών εμπειρικών ερευνών και συστηματικών επισκοπήσεων με αντικείμενο τα μαθησιακά οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής (Fernandes et al 2009, Lindh & Holgersson 2017, La Paglia et al 2017, Ατματζίδου 2018, Xia & Zhong 2018, Anwar et al 2019, Zhong & Xia 2020).

Ωστόσο σε αυτές τις συμπερασματικές δηλώσεις είναι απαραίτητο να προστεθούν και μία σειρά από αξιοσημείωτα ζητήματα που αναδείχθηκαν μέσω της ανάλυσης του εμπειρικού υλικού και τα οποία αφορούν σε θέματα πρόσθετης διερεύνησης, αλλά και σε μεθοδολογικές αδυναμίες της παρούσας μελέτης, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη στο μέλλον. Καταρχήν, τα δεδομένα που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι τα παιδιά πειραματίζονται με διάφορες στρατηγικές στην προσπάθειά τους αρχικά να κατανοήσουν, στη συνέχεια να δοκιμάσουν λύσεις και μετά να επαληθεύσουν τις επιλεγμένες λύσεις σε σύνθετα προβλήματα αριθμητικής.



Υπήρχαν ενδείξεις ότι οι δραστηριότητες με τα υλικά ρομποτικής βοήθησαν στη μοντελοποίηση διαφόρων λύσεων και ότι το ρομπότ-αυτοκίνητο λειτούργησε ως νοητικό εργαλείο κατά την επίλυση προβλημάτων με μολύβι και χαρτί. Κατά συνέπεια, ένα από τα ζητήματα που πρέπει, κατά τη γνώμη μας, να εξετασθεί συστηματικά, δεδομένων και των ελάχιστων συναφών ερευνητικών δεδομένων σε αυτό το θέμα (Williams et al 2007, Fernandes et al 2009, Nugent et al 2009, Adams & Cook 2017, Mandin et al 2017) είναι η διερεύνηση των στρατηγικών επίλυσης σύνθετων προβλημάτων αριθμητικής κατά την εργασία με υλικά ρομποτικής. Στην μελέτη που περιγράφηκε εδώ η επιμελημένη διερεύνηση των στρατηγικών αυτών δεν ήταν εφικτή γιατί η διάρκεια της παρέμβασης ήταν μειωμένη για ένα τέτοιο ερευνητικό εγχείρημα και τα παιδιά είχαν ήδη εισαχθεί και επεξεργαστεί την πράξη της διαίρεσης, την έννοια της περιμέτρου και την επίλυση σχετικών προβλημάτων με συμβατικούς τρόπους, μορφές και υλικά μάθησης. Είχαν επίσης ήδη επεξεργαστεί θέματα της κυκλοφοριακής αγωγής, γεγονός που σε συνδυασμό με διάφορες αστοχίες στο επίπεδο δυσκολίας και τη διατύπωση των ερωτημάτων των δοκιμασιών προελέγχου και μεταελέγχου δεν επέτρεψαν να φανούν μεγάλες διαφοροποιήσεις στον βαθμό κατανόησης συγκεκριμένων υπό επεξεργασία εννοιών και διαδικασιών και να αποτυπωθούν αυτές στις επιδόσεις τους. Ενδιαφέρουσα επομένως θα ήταν η πραγματοποίηση στο μέλλον διεξοδικών παρεμβατικών ερευνών κατά τις οποίες η εισαγωγή και η επεξεργασία μιας νέας έννοιας ή διαδικασίας υλοποιείται καταρχήν μέσω δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής ακολουθώντας την επαγωγική μέθοδο επεξεργασίας του περιεχομένου διδασκαλίας.

Ένα πρόσθετο ζήτημα που χρήζει περαιτέρω εμπειρικής διερεύνησης είναι οι έμφυλες διαφορές που αναδείχθηκαν στις επιδόσεις των συμμετεχόντων μαθητών/τριών σε συνδυασμό και με τις αυξημένες βελτιώσεις των επιδόσεων της ολιγομελούς ομάδας των παιδιών με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες. Με βάση τα περιγραφικά δεδομένα, τα κορίτσια συμπεριλαμβανομένων και των δύο μαθητριών με διαγνωσμένες μαθησιακές δυσκολίες, εμφάνιζαν καλύτερες επιδόσεις από τα αγόρια από την έναρξη της παρέμβασης. Μετά δε την ολοκλήρωσή της οι επιδόσεις τους αυξήθηκαν κατά 50% περισσότερο από ότι των αγοριών. Δεδομένου ότι τα συμπεράσματα των περισσότερων σχετικών ερευνών σαφέστατα αντικρούουν αυτή τη διαπίστωση (Xiao & Zhong 2018, Zhang & Xiao 2020) είναι εξαιρετικά πιθανό ότι το εν λόγω εύρημα αφορά στη σύνθεση των μαθητών και μαθητριών της συγκεκριμένης τάξης και επομένως μπορεί να αναχθεί σε σφάλματα δειγματοληψίας. Στην πλειονότητά τους οι συναφείς μελέτες (Keren & Fridin 2014, Sullivan & Bers 2016a, Atmatzidou & Demetriadis 2016) συμπεραίνουν πως δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ή ότι υπάρχουν περιστασιακές διαφορές υπέρ των αγοριών. Από την άλλη μεριά, τα πορίσματα ενός μικρού αριθμού μελετών (Lindh & Holgersson 2007, Shih et al 2012, Zhong & Xia 2020, Angeli & Valanides 2020), οι οποίες διαπιστώνουν έμφυλες διαφοροποιήσεις στον τρόπο εργασίας και τις στρατηγικές διερεύνησης που υιοθετούνται κατά την εργασία με υλικά εκπαιδευτικής ρομποτικής, είναι μάλλον δηλωτικές καταρχήν της ανάγκης περαιτέρω διερεύνησης των ζητημάτων φύλου και κατά δεύτερο της διαρκούς εξέλιξης και αναδιαμόρφωσης των κοινωνικών διαφορών μεταξύ των φύλων και συνεπώς των κατανοήσεων

και των ερμηνειών μας για το κοινωνικό φύλο. Στο ίδιο πλαίσιο, αξιοσημείωτη είναι και η περαιτέρω εξέταση της θετικής επίδρασης που ενδέχεται να ασκεί ο πρακτικός, πειραματικός και εμπειρικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων με υλικά ρομποτικής στις επιδόσεις των παιδιών με ειδικές μαθησιακές ή άλλες ικανότητες, δεδομένου ότι οι ενδείξεις-αποχρώσεις της παρούσας έρευνας οδηγούν προς αυτή την κατεύθυνση, όπως και η σχετική βιβλιογραφική παραγωγή (Di Battista et al, 2020, Conchinha et al, 2015).

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη παρά τη μικρή της κλίμακα και τις αναμφίβολες μεθοδολογικές της αστοχίες και αδυναμίες, ανέδειξε μία σειρά από ενδιαφέρουσες, κατά τη γνώμη μας, υποθέσεις εργασίας που αφορούν στην αξιοποίηση της ρομποτικής ως εργαλείου διδασκαλίας και μάθησης, οι οποίες χρήζουν συστηματικής διερεύνησης στο μέλλον. Αυτό συνέβη διότι ο προσανατολισμός της απομακρύνθηκε από την εξέταση της ρομποτικής ως αυτόνομου πεδίου μελέτης και των προστιθέμενων ωφελειών της σε επίπεδο μάθησης, αλλά αντίθετα εστίασε στις διδακτικο-μαθησιακές διαδικασίες συγκεκριμένων ενοτήτων ύλης του δημοτικού σχολείου. Κατά συνέπεια, η εκπόνηση περισσότερων και μεθοδολογικά αρτιότερων ερευνών με τον ίδιο προσανατολισμό θα μπορούσε πιθανότατα να αναβαθμίσει τη διαθέσιμη επιστημονική βιβλιογραφία και κυριότερα να αναδείξει με έγκυρο, αξιόπιστο και πειστικότερο τρόπο τη δυναμική της συνεισφοράς των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία και τη μάθηση.

## Βιβλιογραφία

- Adams, K. D. & A. M. Cook (2017) Performing mathematics activities with non-standard units of measurement using robots controlled via speech-generating devices: Three case studies. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(5): 491-503.
- Afari, E & M. S. Khine (2017) Robotics as an educational tool: impact of lego mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 7 (6): 437-442.
- Alimisis, D (2012) Robotics in Education & Education in Robotics: Shifting Focus from Technology to Pedagogy. In D. Obdržálek (ed.) Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education, September 13-15, 2012, Charles University in Prague, Faculty of Mathematics and Physics, Prague, Czech Republic, pp. 7-14.
- Alimisis, D. and C. Kynigos (2009) Constructionism and robotics in education. *Teacher Education on Robotic Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*, pp. 11-26. Available at: [https://roboesl.eu/wp-content/uploads/2017/08/chapter\\_1.pdf](https://roboesl.eu/wp-content/uploads/2017/08/chapter_1.pdf)
- Angel-Fernandez, J. M. & M. Vincze (2018) Towards a definition of educational robotics. In Zech, P. & J. Piater (Eds.) Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018, Innsbruck University Press, Vol. 37, 37-42.
- Angeli, C. & N. Valanides (2020) Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy. *Computers in Human Behavior*, 105, 105954.

- Anwar, S., N. A. Bascou, M. Menekse & A.Kardgar (2019) A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.
- Atmatzidou, S. & S. Demetriadis (2016) Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75: 661-670.
- Barker, B S & J Ansoorge (2007) Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education*, vol. 39(3): 229-243.
- Benitti, F. B. V. (2012) Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3): 978-988.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Blanchard, S., V. Freiman & N. Lirrete-Pitre (2010) Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 2(2): 2851-2857.
- Bryman, A (2017) *Μέθοδοι κοινωνικής έρευνας*. Π. Σακελλαρίου (μτφ). Gutenberg, Αθήνα.
- Creswell, J W, V L. Plano Clark, M L Gutmann & W E. Hanson (2003) Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, vol. 209, pp. 240.
- Conchinha, C., Osório, P. & de Freitas, J. C. (2015). Playful learning: Educational robotics applied to students with learning disabilities. In 2015 International symposium on computers in education (SIIE) (pp. 167-171). IEEE.
- Dagdilelis, V, M. Sartatzemi & K. Kagani (2005) Teaching (with) robots in secondary schools: some new and not-so-new pedagogical problems. Fifth International Conference on Advanced Learning Technologies, pp. 757-761.
- Di Battista, S., Pivetti, M., Moro, M. & Menegatti, E. (2020). Teachers' opinions towards Educational Robotics for special needs students: an exploratory Italian study. *Robotics*, 9(3), 72.
- Eguchi, A. (2012) Educational robotics theories and practice: Tips for how to do it right. In *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 1-30). IGI Global.
- Eguchi, A. (2014) Robotics as a learning tool for educational transformation. In Proceedings of 4th international workshop teaching robotics, teaching with robotics & 5th international conference robotics in education Padova - Italy, (pp. 27-34). Available at: [https://www.robolab.in/wp-content/uploads/2016/10/00\\_WFr1\\_04.pdf](https://www.robolab.in/wp-content/uploads/2016/10/00_WFr1_04.pdf)
- Fernandes, E., E. Fermé & R. Oliveira (2009) The robot race: Understanding proportionality as a function with robots in mathematics class. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne & F. Arzarello (Eds.), Proceedings of the Sixth Congress of European Research in

- Mathematics Education (pp.1211-1220). Lyon, France: Institut National de Recherche Pedagogique.
- Gura, M (2012) Lego Robotics: STEM Sport of the Mind. *Learning & Leading with Technology*, vol. 40(1): 12-16.
- Highfield, K., J Mulligan & J. Hedberg (2008) Early mathematics learning through exploration with programmable toys. Proceedings of the Joint Meeting of PME, pp. 169-176.
- Johnson, J (2003) Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, vol. 7(1-2): 16-21.
- Kaloti-Hallak, F., M. Armoni & M. M. Ben-Ari (2015) Students' attitudes and motivation during robotics activities. In Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 102-110). ACM. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818317>
- Keren, G. & M. Fridin (2014) Kindergarten Social Assistive Robot (KindSAR) for children's geometric thinking and metacognitive development in preschool education: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 35: 400-412.
- La Paglia, F., C. La Cascia, M. M. Francomano & D. La Barbera (2017) Educational robotics to improve mathematical and metacognitive skills. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 15(14): 70-75.
- Lindh, J. & T. Holgersson (2007) Does LEGO training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4): 1097-1111.
- Mandin S., M. De Simone, S. Soury-Lavergne (2017) Robot Moves as Tangible Feedback in a Mathematical Game at Primary School. In: Merdan M., Lepuschitz W., Koppensteiner G., Balogh R. (eds) *Robotics in Education. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 457. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-42975-5\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-42975-5_22)
- Master, A., S. Cheryan, A. Moscatelli & A. N. Meltzoff (2017) Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*, 160: 92-106. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.03.013>
- Mikropoulos, T. A. & I. Bellou (2013) Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, vol. 6(1): 5-14.
- Mitnik, R., M. Nussbaum & A. Soto (2008) An autonomous educational mobile robot mediator. *Autonomous Robots*, 25(4): 367-382.
- Mubin, O., C. J. Stevens, S. Shahid, A. Al Mahmud & J. J. Dong (2013) A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(1): 13. <https://doi.org/10.2316/JOURNAL.209.2013.1.209-0015>
- Nemiro, J., C. Larriva & M. Jawaharlal (2017) Developing creative behavior in elementary school students with robotics. *The Journal of Creative Behavior*, 51(1): 70-90. <https://doi.org/10.1002/jocb.87>
- Nugent, G., B. Barker & N. Grandgenett (2008) The effect of 4-H robotics and geospatial technologies on science, technology, engineering, and mathematics learning and

- attitudes. In J. Luca & E. Weippl (Eds.), *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications* (pp. 447-452). Chesapeake, VA: AACE.
- Nugent, G., B. Barker, N. Grandgenett & V. Adamchuk (2009) The use of digital manipulatives in k-12: robotics, GPS/GIS and programming. In *Frontiers in education conference, 2009. FIE '09. 39th* (pp. 1-6). IEEE.
- Scaradozzi, D, L. Sorbi, A. Pedale, M. Valzano & C. Vergine (2015) Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 174: 3838-3846.
- Shih, B. Y., C. J. Chang, Y. H. Chen, C. Y. Chen & Y. D. Liang (2012) LEGO NXT information on test dimensionality using Kolb's innovative learning cycle. *Natural Hazards*, 64(2): 1527-1548.
- Sullivan, A & M U. Bers (2016) Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 26(1): 3-20.
- Sullivan, A. & M. U. Bers (2016a) Girls, boys, and bots: Gender differences in young children's performance on robotics and programming tasks. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 15: 145-165.
- Ucgul, M & K. Cagiltay (2014) Design and development issues for educational robotics training camps. *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 24(2): 203-222.
- Williams, D., Y. Ma, L. Prejean, G. Lai & M. Ford (2007) Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2): 201-216.
- Williams, K., I. Igel, R. Poveda, V. Kapila & M. Iskander (2012) Enriching K-12 science and mathematics education using LEGOs. *Advances in Engineering Education*, 3(2).
- Xia, L. & B. Zhong (2018) A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127: 267-282.  
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Zhong, B. & L. Xia (2020) A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1): 79-101.
- Αναγνωστάκης, Σ. & Β. Μακράκης (2010) Η Εκπαιδευτική Ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης τεχνολογικού γραμματισμού και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας: Μια έρευνα δράσης σε μαθητές Δημοτικών. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, σελ. 23-26.
- Ατματζίδου, Σ (2018) Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης και μεταγνώσης των μαθητών, Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κούριας, Σ. (2019) *Εκπαιδευτική ρομποτική και αναδυόμενες μαθηματικές έννοιες: ανάπτυξη χωρικής σκέψης με παιδιά προσχολικής ηλικίας*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Σχολή Ανθρωπιστικών και Κοινωνικών Επιστημών. Τμήμα Παιδαγωγικό Προσχολικής Εκπαίδευσης.

### Παράρτημα 1: Δοκιμασία Προελέγχου

Ψευδώνυμο.....

### Μπορείς να το βρεις;

Ο Γιάννης και η Δάφνη παίζουν ένα παιχνίδι.  
Ο Γιάννης πρέπει να φτάσει στη Δάφνη και έχει ακόμα 30 βήματα ως εκεί.  
Για κάθε 5 βήματα, πρέπει να κάνει ένα άλμα.  
Πόσα άλματα θα κάνει μέχρι να φτάσει στη Δάφνη;

Λύση:



Απάντηση:

Η Μαρία, η Εύη, η Φινέν και η Έλσα παίζουν στο σπίτι της Έλσας.  
Θέλουν να κάνουν κατασκευές με τουβλάκια και θέλουν να τα μοιράσουν δίκαια.  
Στο κουτί υπάρχουν 24 τουβλάκια.  
Πόσα τουβλάκια θα πάρει η κάθε μία για να είναι δίκαιη η μοιρασιά;

Λύση:



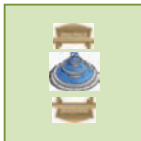
Απάντηση:

Ο Δήμος Θεσσαλονίκης θέλει να βάλει θάμνους γύρω γύρω από κάθε πάρκο.  
Οι θάμνοι πρέπει να είναι ο ένας δίπλα στον άλλο.  
Για ποιο πάρκο χρειάζεται περισσότερους;

θάμνος →

Κύκλωσε αυτό που νομίζεις

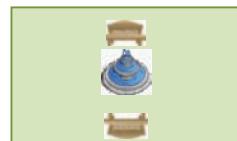
πάρκο α)



πάρκο β)



πάρκο γ)



Ο Μάριος φοράει ένα καινούργιο ρολόι που μετράει τα μέτρα σε μία διαδρομή. Πόσα μέτρα θα δείξει το ρολόι όταν ο Μάριος κάνει ένα γύρο στο γήπεδο;



100 μ.



100 μ.

200 μ.

Λύση:

Απάντηση: \_\_\_\_\_

Ποιό σύμβολο νομίζεις ότι δείχνει το χρόνο;

Κύκλωσε αυτό που νομίζεις

α)



β)



γ)



Ξέρεις τι είναι ένας κινητήρας;

Ναι / Όχι

Αν ναι, γράψε τι νομίζεις ότι είναι: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Τι δείχνει η πινακίδα;

Κύκλωσε αυτό που νομίζεις



α) Διάβαση πεζών

β) Σιδηροδρομικές γραμμές

γ) Πεζοδρόμιο

Σε ποιον αναφέρεται η πινακίδα;

Κύκλωσε αυτό που νομίζεις



α) Στους πεζούς

β) Στους οδηγούς οχημάτων (αυτοκινήτων, μοτοσικλετών, λεωφορείων, φορτηγών)

γ) Στους οδηγούς τρένων

Σας ευχαριστώ!



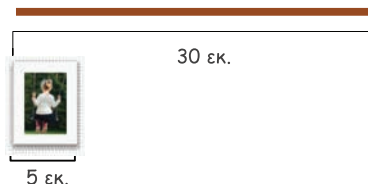
**Παράρτημα 1:** Δοκιμασία Μεταελέγχου

Ψευδώνυμο.....

**Μπορείς να το βρεις;**

Η δασκάλα θέλει να κρεμάσει τις φωτογραφίες των παιδιών στο σκονί.  
 Το σκονί έχει μήκος 30 εκατοστά.  
 Κάθε φωτογραφία έχει μήκος 5 εκατοστά.  
 Πόσες φωτογραφίες μπορούν να κρεμαστούν;

Σκέψου πως  
θα το έκανε  
ένα ρομπότ

Λύση:Απάντηση:

Το Β1 του σχολείου έχει 24 παιδιά.  
 Στο κάθε θρανίο μπορούν να κάτσουν 4 παιδιά  
 Πόσα θρανία χρειάζεται η τάξη;

Σκέψου πως  
θα το έκανε  
ένα ρομπότ

Λύση:Απάντηση:

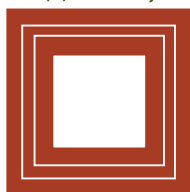
Στην Έλσα αρέσει να περπατάει στο γήπεδο.  
 Σε ποιο από τα τρία γήπεδα θα περπατήσει περισσότερο;



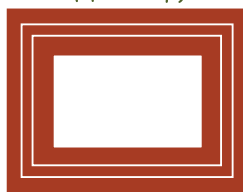
Σκέψου πως  
θα το έκανε  
ένα ρομπότ

Κύκλωσε το σωστό

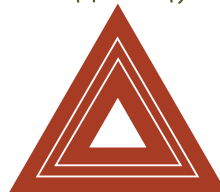
γήπεδο α)



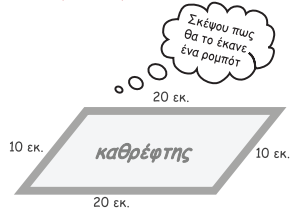
γήπεδο β)



γήπεδο γ)



Η Κατερίνα θέλει να στολίσει τον καθρέφτη και να κολλήσει γύρω γύρω κοχύλια.  
 Τα κοχύλια θέλει να είναι το ένα δίπλα στο άλλο.  
 Πόσα κοχύλια θα χρειαστεί;

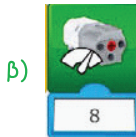
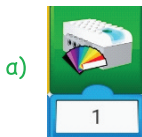


Λύση:

Απάντηση:

Αν θέλεις να αυξήσεις το χρόνο που κινείται ένα ρομπότ, ποια εντολή θα αλλάξεις;

Κύκλωσε το σωστό



Σκέψου πως θα το έκανε ένα ρομπότ

Ξέρεις τι είναι ένας κινητήρας; Ναι / Όχι

Αν ναι, γράψε τι είναι: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



Πως συμπεριφέρομαι όταν υπάρχουν διαβάσεις;

Κύκλωσε το σωστό:

- α) Ελέγχω το δρόμο και αν δεν έρχεται όχημα περνάω γρήγορα
- β) Ελέγχω το δρόμο και αν δεν έρχεται όχημα τρέχω γρήγορα
- γ) Περνάω απέναντι



Τι σημαίνει η παρακάτω πινακίδα;

Κύκλωσε το σωστό:



- α) Απαγορεύεται να περάσω
- β) Χαμηλώνω ταχύτητα
- γ) Σταματώ, ελέγχω και περνώ

Σκέψου πως θα το έκανε ένα ρομπότ

Σας ευχαριστώ!