

Αξιοποίηση επίγειας και εναέριας ρομποτικής σε μαθητές/τριες δημοτικού: Αντιλήψεις και κίνητρα μάθησης

Ιωάννης Κυριαζόπουλος, Γεώργιος Κουτρομάνος
jkyriazo@primedu.uoa.gr, koutro@primedu.uoa.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να συγκρίνει τη χρήση της επίγειας και της εναέριας ρομποτικής από μαθητές/τριες δημοτικού σχολείου και, συγκεκριμένα, να εξετάσει τις αντιλήψεις τους σχετικά με τη χρήση ενός επίγειου ρομπότ και ενός drone, καθώς και τα κίνητρα μάθησής τους με αυτές τις ρομποτικές συσκευές. Το δείγμα αποτέλεσαν 36 μαθητές/τριες της Ε' και ΣΤ' τάξης, οι οποίοι/ες πραγματοποίησαν δραστηριότητες, με μία ομάδα να αξιοποιεί το επίγειο ρομπότ και μία άλλη το drone. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το συγκεκριμένο δείγμα έχει θετική στάση απέναντι στη χρήση αυτών των ρομποτικών συστημάτων, θεωρεί ότι είναι εύκολα στη χρήση και τα εκλαμβάνει περισσότερο ως διασκέδαση παρά ως κάτι χρήσιμο για τα μαθήματά του. Επιπλέον, ενθαρρυντικά είναι τα αποτελέσματα όσον αφορά τα κίνητρα μάθησης. Τέλος, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις και στα κίνητρα του δείγματος, είτε χρησιμοποιεί το επίγειο ρομπότ είτε το drone.

Λέξεις κλειδιά: Επίγεια ρομποτική, Εναέρια Ρομποτική, Drones, Αντιλήψεις, Κίνητρα μάθησης

Εισαγωγή

Στην εποχή μας παρουσιάζεται αυξημένο ενδιαφέρον από την παγκόσμια εκπαιδευτική κοινότητα για την αξιοποίηση της ρομποτικής και τα σημαντικά οφέλη που μπορεί να προσφέρει στη μάθηση και τη διδασκαλία (Ching & Hsu, 2023; Jones & Castellano, 2018). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) παρέχει στους/στις μαθητές/τριες τη δυνατότητα για εξερεύνηση, δημιουργία και εφαρμογή της γνώσης για την αντιμετώπιση αυθεντικών προβλημάτων (Bers et al., 2014; Ching et al., 2019). Προηγούμενη έρευνα υποστηρίζει ότι η αξία της ΕΡ έγκειται στη δυνατότητα χειροπρακτικών (hands-on) δραστηριοτήτων που επιτρέπουν στους/στις μαθητές/τριες να χρησιμοποιήσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχουν αποκτήσει από διάφορους τομείς (Eguchi, 2014; Scaradozzi et al., 2015). Επιπρόσθετα, αυξάνει το ενδιαφέρον και το κίνητρο για μάθηση, προάγει τα μαθησιακά αποτελέσματα (Chin et al., 2014; Ching et al., 2019), βελτιώνει την κριτική σκέψη και τη δημιουργικότητα (Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Noh & Lee, 2019) και συμβάλλει στην απόκτηση δεξιοτήτων συνεργασίας και ομαδικού πνεύματος (Hwang & Wu, 2014; Menekse et al., 2017).

Στην ερευνητική βιβλιογραφία υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός ερευνών ο οποίος εξετάζει την αξιοποίηση των επίγειων ρομποτικών εξοπλισμών όπως είναι τα Mindstorm, Thymio, Beebot, από χρήστες/στριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων. Ειδικότερα εξετάζουν την επίγεια ΕΡ ως γνωστικό εργαλείο (Mikropoulos & Bellou, 2013) εστιάζοντας σε μαθησιακά αποτελέσματα και δεξιότητες γνωστικών αντικειμένων όπως στα Μαθηματικά (Lopez-Caudana et al., 2020; Zhong & Xia, 2020), στις Φυσικές επιστήμες (D' Amico et al., 2020) και τη Γεωγραφία (Serholt, 2018). Επίσης, την εξετάζουν ως μέσο διδασκαλίας της τεχνολογικής εκπαίδευσης για την απόκτηση ουσιαστικών γνώσεων στη Ρομποτική, τον

Προγραμματισμό και την Τεχνολογία (Kandlhofer & Steinbauer, 2015). Επιπρόσθετα, αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η επίγεια ΕΡ είναι το κατάλληλο εργαλείο για την υποστήριξη της STEM εκπαίδευσης (Kennedy & Odell, 2014; Korpcha et al., 2017; Master et al., 2017). Οι μαθητές/τριες μέσω ρομποτικών δραστηριοτήτων και κατασκευών (LEGO) εφαρμόζουν γνώσεις και δεξιότητες από τα πεδία της Επιστήμης, της Τεχνολογίας, της Μηχανικής και των Μαθηματικών (Ching et al., 2019; Scaradozzi et al., 2015).

Πρόσφατα, η έρευνα στην ΕΡ στρέφεται προς την εναέρια ρομποτική και κυρίως στα εναέρια ρομπότ (drones) και σε υπάμενες συσκευές (π.χ., Ornithopter) και τα οφέλη που μπορούν να προσφέρουν στην εκπαίδευση (Κουτρομάνος, 2021; Sivenas & Koutromanos, 2022a; Sivenas & Koutromanos, 2022b; Sivenas & Koutromanos, 2022c; Yeung et al., 2024). Πρέπει να τονιστεί ότι ο όρος «εναέρια ρομποτική» προέρχεται από τον αγγλικό όρο “aerial robotics” και η μετάφρασή του στα ελληνικά θα μπορούσε να περιλαμβάνει πιθανόν και άλλους όρους, όπως “ρομποτική των εναέριων μέσων/ή των εναέριων ρομπότ/ή των εναέριων ρομποτικών συστημάτων». Επίσης, στη βιβλιογραφία σήμερα αποκαλούν το εναέριο ρομπότ και ειδικά το drone ως «απομακρυσμένο σύστημα χειρισμού αεροσκάφους», «μη επανδρωμένο σύστημα αεροσκάφους», και «μη επανδρωμένο εναέριο όχημα» (βλ., τον ορισμό της εναέριας ρομποτικής και του drone, στο Κουτρομάνος, 2021). Η διαθεσιμότητα drones αποκλειστικά για εκπαιδευτική χρήση, όπως τα Airblock for STEAM Education, Parrot Mambo EDU και DJI Tello EDU, έχει ενισχύσει το ενδιαφέρον των ερευνητών για την αξιοποίησή τους στη μαθησιακή διαδικασία (Sivenas & Koutromanos, 2022b; Tzagkaraki et al., 2021). Λίγες έρευνες εξετάζουν την εισαγωγή των drones στην εκπαίδευση STEM (Farr & Light, 2019; Tezza et al., 2020), υποστηρίζοντας ότι εμπλέκει τους/τις μαθητές/τριες στη μάθηση και καλλιεργεί ένα ευρύ φάσμα γνώσεων και δεξιοτήτων (Yeung et al., 2024). Μετά το 2018 παρουσιάζεται αύξηση του αριθμού των ερευνών με drones (Yeung et al., 2024), οι οποίες είναι κυρίως άρθρα συνεδρίων, έχουν μικρή διάρκεια υλοποίησης και το δείγμα τους είναι προπτυχιακοί/ές φοιτητές/τριες (Shadiev & Yi, 2022). Οι έρευνες που στηρίζονται σε εμπειρικά δεδομένα είναι περιορισμένες (Fokides et al., 2017), ενώ ελάχιστες έχουν ως δείγμα μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Yeung et al., 2024). Επίσης, εξετάζουν κυρίως τη χρήση των drones σε γνωστικά αντικείμενα, όπως είναι τα Μαθηματικά (Ewing & Rorke, 2018), η Γεωγραφία (Joyce, 2020) και η Χημεία (Fung & Watts, 2017).

Από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι: α) Η επίγεια ΕΡ έχει εξεταστεί στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση σε βάθος και εστιάζει κυρίως στη διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων (π.χ., Μαθηματικά, Φυσική), εννοιών προγραμματισμού και ρομποτικής (Kyriazopoulos et al., 2021). β) Από τις ήδη ελάχιστες έρευνες με drones στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μόνο ένας μικρός αριθμός εξετάζει τα κίνητρα μάθησης, τις αντιλήψεις και στάσεις των μαθητών/τριών. γ) Η σύγκριση δύο διαφορετικών εκπαιδευτικών ρομποτικών συστημάτων, των επίγειων τροχοφόρων ρομπότ (τύπου LEGO) και των εναέριων ρομπότ (drones), κατά την εκτέλεση εκπαιδευτικών σεναρίων αποτελεί ένα ερευνητικό κενό, το οποίο η παρούσα έρευνα επιδιώκει να καλύψει.

Πιο συγκεκριμένα η παρούσα έρευνα αποτελεί την πιλοτική μιας ευρύτερης έρευνας που επιδιώκει να συγκρίνει τη χρήση επίγειων και εναέριων (drones) ρομποτικών συστημάτων στο δημοτικό σχολείο. Ο σκοπός της παρούσας πιλοτικής έρευνας είναι διπλός και εξετάζει: α) τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών ως προς τη στάση, την αντιληπτή ευκολία, την αντιληπτή χρησιμότητα, την αντιληπτή διασκέδαση και την επιθυμία χρήσης αυτών των δύο ρομποτικών συστημάτων στη μάθησή τους και β) τα κίνητρα μάθησής τους με τη χρήση των δύο ρομποτικών συστημάτων και ειδικότερα στις συνιστώσες: Προσοχή, Συνάφεια, Εμπιστοσύνη, Ικανοποίηση.

Σχετικές Έρευνες

Στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, για τη χρήση των επίγειων και εναέριων ρομποτικών συστημάτων από μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, εντοπίστηκαν έρευνες οι οποίες εστιάζουν κυρίως στα μαθησιακά και κατά δεύτερο λόγο στα συναισθηματικά αποτελέσματα. Όσον αφορά την επίγεια ΕΡ (τροχοφόρα ρομπότ τύπου LEGO) αρκετές έρευνες υποστηρίζουν ότι είναι ένα εργαλείο που αυξάνει το ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών/τριών (Ching & Hsu, 2023), προάγει τα κίνητρα για μάθηση (Aris & Orcos, 2019) καθώς και συμβάλλει στη δημιουργία ενός διασκεδαστικού, ευχάριστου, και αποδοτικού περιβάλλοντος μάθησης (Eguchi, 2017; Popa & Biclea, 2023).

Σε έρευνά τους, οι Chaudhary et al. (2016) αξιοποίησαν τα LEGO για τη διδασκαλία της υπολογιστικής σκέψης, της επίλυσης προβλήματος και των δεξιοτήτων διαχείρισης έργων, σε μαθητές/τριες δημοτικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν τη χρησιμότητα τέτοιων περιβαλλόντων για την ενίσχυση δεξιοτήτων και γνώσεων και επεσήμαναν ότι ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο προγραμματισμός ρομπότ LEGO, ελκεί την προσοχή των μαθητών/τριών, είναι συναρπαστικός και αυξάνει το επίπεδο εμπλοκής τους. Επίσης, η κατασκευή και η ανάθεση εργασιών κάνουν τη μάθηση διασκεδαστική, προκλητική και περισσότερο αποτελεσματική. Σε έρευνα που διεξήγαγαν οι Kim και Lee (2016), σε 121 μαθητές 11-12 ετών, εξέτασαν τα γνωστικά και συναισθηματικά αποτελέσματα των συμμετεχόντων/ουσών μετά την εμπλοκή τους με ρομποτικές δραστηριότητες στα Μαθηματικά. Στα αποτελέσματα αναφέρεται ότι αυξήθηκε το ενδιαφέρον και η περιέργεια των μαθητών/τριών για το συγκεκριμένο μάθημα και ενισχύθηκε η συμμετοχή τους. Οι Julia και Antolí (2019) εξέτασαν την επίδραση των ρομποτικών δραστηριοτήτων στο STEM και στα κίνητρα μαθητών/τριών ηλικίας 12-13 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυξήθηκε το κίνητρο των περισσότερων μαθητών/τριών και ότι οι πρακτικές (hands on) μαθησιακές δραστηριότητες STEM συντελούν στη δημιουργία μαθησιακών εμπειριών που προκαλούν το έντονο ενδιαφέρον και την εμπλοκή των μαθητών/τριών. Επίσης, αναφέρονται τα θετικά συναισθήματα των μαθητών/τριών και η επιθυμία τους να συνεχίσουν τη συνεδρία STEM ακόμα και μετά το τέλος της. Σε άλλη έρευνα, ο Altakhayneh (2020) εξέτασε τις επιδράσεις της χρήσης των ρομποτικών εξοπλισμών LEGO στα επιτεύγματα μαθητών/τριών της Β' τάξης του δημοτικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική παρακίνηση και βελτίωση των επιδόσεων τους σημειώνοντας τα πλεονεκτήματα των LEGO, που πηγάζουν από την πρακτική τους φύση. Επιπρόσθετα, απολάμβαναν την εμπλοκή τους με τον εξοπλισμό, ενώ αυξήθηκαν τα κίνητρά τους να μάθουν Μαθηματικά. Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα, οι Tsagaris και Chatzikyrkou (2023) εξέτασαν τη χαρά και την ικανοποίηση που προσφέρει σε μαθητές/τριες μικρής ηλικίας η αλληλεπίδραση με τα ρομπότ, καθώς και την ευκολία χρήσης και εκμάθησης της ρομποτικής. Το κύριο αποτέλεσμα ήταν ότι η πλειοψηφία των μαθητών/τριών ήταν ικανοποιημένοι από τη συμμετοχή τους, ένιωθαν άνετα και θεώρησαν ότι οι διαδικασίες προγραμματισμού και κατασκευής ήταν απλές. Επίσης, στα συμπεράσματα της έρευνας αναφέρεται ότι τα ρομπότ κάνουν τα μαθήματα πιο ελκυστικά στα παιδιά, αυξάνοντας τη διάθεση και το κίνητρό τους για μάθηση.

Όσον αφορά την εναέρια ρομποτική (drones) (ή τη ρομποτική των εναέριων μέσων), ο κύριος όγκος των ερευνών εστιάζει εκτός από την απόκτηση σχετικών τεχνικών δεξιοτήτων, και στη STEM εκπαίδευση και σταδιοδρομία, στη συνεργασία, στην επίλυση προβλήματος, στη δέσμευση και στο ενδιαφέρον για μάθηση (Yeung et al., 2024). Σε έρευνα των Fokides et al. (2017) εξετάστηκε η χρήση των drones στη διδασκαλία σε 40 μαθητές/τριες Ε' και Στ' τάξης του δημοτικού. Πραγματοποιήθηκαν τρεις σύντομες διδακτικές παρεμβάσεις στα γνωστικά αντικείμενα των Μαθηματικών, της Φυσικής και της Γεωγραφίας, με κοινό θέμα τη μετατροπή μονάδων μέτρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν την πολύ θετική στάση των μαθητών/τριών απέναντι στα drones και στη χρήση τους στα μαθήματα. Σε έρευνα των Chen et al. (2018), 30

μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης συμμετείχαν σε μια σειρά μαθημάτων 12 ωρών με αντικείμενο τα drones. Σύμφωνα με τους ερευνητές, αυτή η διδασκαλία αντέστρεψε τον παραδοσιακό τρόπο της διδασκαλίας και βελτίωσε τη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στη μάθηση. Αυτοί/ές απέκτησαν δεξιότητες και πρακτικές ικανότητες, υιοθέτησαν θετικές στάσεις, αναγνώρισαν ζητήματα ηθικής των πτήσεων και προσέγγισαν τη διεπιστημονική ενσωμάτωση της γνώσης.

Σε άλλη έρευνα, οι Voštinár et al. (2018) διεξήγαγαν μία εξωσχολική δραστηριότητα με μαθητές/τριες ηλικίας 8-12 ετών, διάρκειας πέντε μαθημάτων, με το drone Airblock, στο πλαίσιο της επιστήμης των υπολογιστών. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι μαθητές/τριες «Διασκέδασαν πολύ», ο προγραμματισμός του drone ήταν ιδιαίτερα συναρπαστικός για αυτούς/ές, ενώ το καλύτερο μέρος των μαθημάτων ήταν οι δοκιμές. Επιπρόσθετα, οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το drone είναι κατάλληλο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κίνητρο για τη διδασκαλία του προγραμματισμού στα σχολεία. Οι Saiki και Sato (2021) χρησιμοποίησαν το drone DJI Tello EDU διεξάγοντας μαθήματα προγραμματισμού σε μαθητές/τριες Δ' έως Στ' τάξης του δημοτικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τον προγραμματισμό και την κατανόηση σχετικών ασαφών εννοιών. Οι μαθητές/τριες απόλαυσαν τα μαθήματα, ενώ αρκετοί/ές εξέφρασαν την επιθυμία να αγοράσουν drone. Σε μια μεταγενέστερη έρευνα, οι Jemali et al. (2022) εξέτασαν τα drones και την ενσωμάτωσή τους στο πρόγραμμα σπουδών STEM σε δείγμα 118 μαθητών/τριών ηλικίας 7 έως 12 ετών. Το δείγμα αυτό αξιοποιώντας το drone DJI Tello EDU και την εφαρμογή Droneblocks γνώρισε τα drones ως προς το θεωρητικό και πρακτικό τους μέρος. Τα αποτελέσματα ήταν πολύ ενθαρρυντικά αφού αυξήθηκε σημαντικά το επίπεδο κατανόησης στην εκπαίδευση STEM, και το ενδιαφέρον σε θέματα STEM. Επίσης, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η προσέγγιση του STEM μέσω των drones προκαλεί τον ενθουσιασμό και συναρπάζει τους/τις μαθητές/τριες.

Σε μια πιο πρόσφατη έρευνα οι Sattar και Nawaz (2023) εξέτασαν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας των drones στη ρομποτική και τον προγραμματισμό σε μπλοκ (block programming), με σκοπό την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών/τριών στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM. Το δείγμα αποτελούνταν από 120 μαθητές/τριες ηλικίας 12-13 ετών, το οποίο προγραμμάτισε το drone DJI Tello EDU με την εφαρμογή Droneblocks, ώστε να ακολουθήσει συγκεκριμένες διαδρομές ή να εκτελέσει γεωμετρικά μοτίβα όπως ευθεία γραμμή, τόξο, ορθογώνιο, τρίγωνο και «ζιγκ-ζαγκ». Έμφαση δόθηκε στις επιδόσεις και στον τρόπο επίλυσης προβλήματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο προγραμματισμός των drones συνέβαλε σημαντικά στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών/τριών, στην εκμάθηση της αποσύνθεσης ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη και στη βελτίωση του τρόπου επίλυσης. Σύμφωνα με τους ερευνητές τα drones μπορούν να εμπλέξουν και να δεσμεύσουν το μαθητικό πληθυσμό στη βαθιά μάθηση με τρόπο διασκεδαστικό, και να προάγουν την υπολογιστική σκέψη. Επιπρόσθετα, σημειώνουν ότι είναι εξαιρετικά χρήσιμα στο να κεντρίσουν το ενδιαφέρον για σταδιοδρομία στο STEM και στην Επιστήμη των Υπολογιστών.

Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στο 2ο Δημοτικό Σχολείο Καισαριανής τον Απρίλιο του 2024 και διήρκεσε από τις αρχές έως το τέλος του μήνα. Οι δραστηριότητες υλοποιήθηκαν σε πραγματικές συνθήκες, είτε εντός της σχολικής τάξης, είτε στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων/γυμναστήριο του σχολείου. Η ερευνητική διαδικασία ακολούθησε τις αρχές της οιονεί-πειραματικής σχεδίασης (quasi-experimental design) (Cohen et al., 2002; Gopalan et al., 2020) και αποτελεί μια συγκριτική μελέτη (comparative study) για την εξέταση των

αποτελεσμάτων σε μαθητές/τριες από τη χρήση των επίγειων ρομπότ και των εναέριων μέσων, δηλαδή των drones. Ανάλογες προσεγγίσεις χρησιμοποιήθηκαν σε πρόσφατες έρευνες (Andić et al., 2024; Fortunati et al., 2022) για την εξέταση παρόμοιων τεχνολογιών.

Δείγμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 36 μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης της Ε' και Στ' τάξης, ηλικίας 11-12 ετών (βολικό δείγμα). Από τους 36, 18 (50%) ήταν αγόρια και 18 (50%) κορίτσια. Από κάθε τάξη έλαβαν μέρος εθελοντικά 18 μαθητές/τριες, μετά τη σύμφωνη γνώμη των γονέων τους, καθώς προηγουμένως διανεμήθηκε ενημερωτικό έντυπο σχετικά με την έρευνα και έντυπο συγκατάθεσης. Στη συνέχεια, 9 μαθητές/τριες της Ε' τάξης και 9 μαθητές/τριες της Στ' τάξης, μετά από κλήρωση, συγκρότησαν την πρώτη ομάδα (Ομάδα 1) η οποία χρησιμοποίησε το επίγειο ρομπότ, ενώ οι υπόλοιποι 9 από κάθε τάξη (18 μαθητές/τριες) συγκρότησαν τη δεύτερη ομάδα (Ομάδα 2) που χρησιμοποίησε το drone.

Εργασία και συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή των δεδομένων αξιοποιήθηκε on-line ερωτηματολόγιο, για τη δημιουργία του οποίου αξιοποιήθηκε το Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM), (Davis, 1989), και το Συνεπτυγμένο Ερωτηματολόγιο Κινήτρων (Reduced Instructional Materials Motivation Survey, RIMMS) (Loorbach et al., 2015). Αυτό αποτελούνταν από 30 προτάσεις/δηλώσεις για την απάντηση των οποίων επιλέχθηκε η 5/βαθμη κλίμακα Likert (1 = Διαφωνώ εντελώς, έως 5 = Συμφωνώ απόλυτα) και χωρίζονταν σε τρεις ενότητες.

Η Ενότητα Α' αφορούσε τις προσωπικές πληροφορίες όπως τάξη και φύλο. Η Ενότητα Β' μετρούσε τις στάσεις και αντιλήψεις των μαθητών/τριών είτε για το επίγειο ρομπότ είτε για το drone. Οι μεταβλητές που αξιοποιήθηκαν είναι: α) η αντιληπτή χρησιμότητα (perceived usefulness) με 4 προτάσεις/δηλώσεις (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,838, drone, 0,759), β) η αντιληπτή ευκολία χρήσης (perceived ease of use) με 3 προτάσεις/δηλώσεις (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,755, drone 0,909), γ) η αντιληπτή διασκέδαση (perceived enjoyment) με 4 προτάσεις/δηλώσεις (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,925, drone 0,748), δ) η στάση απέναντι στη χρήση (attitude towards the use) με 4 προτάσεις/δηλώσεις (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,919, drone 0,729) και τέλος ε) η επιθυμία χρήσης είτε του επίγειου ρομπότ είτε του drone (preference) με 3 προτάσεις/δηλώσεις (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,821, drone 0,721). Οι μεταβλητές και οι επιμέρους προτάσεις/δηλώσεις προσαρμόστηκαν από προηγούμενες έρευνες που αξιοποίησαν το TAM (Ajzen & Fishbein, 1980; Bourgonjon et al., 2010; Davis, 1989; Davis et al., 1989; Koutromanos, 2023; Venkatesh & Bala, 2008).

Η Ενότητα Γ' μετρούσε τα κίνητρα μάθησης (12 προτάσεις/δηλώσεις). Αυτή η ενότητα βασίστηκε στο ερωτηματολόγιο RIMMS, των Loorbach et al. (2015) και στο IMMS του Keller (2010). Εξετάζει κάθε μία από τις τέσσερις διαστάσεις / υποκλίμακες του μοντέλου ARCS (Keller, 2010, 2008, 1987), με τρεις προτάσεις/δηλώσεις η κάθε μία. Αυτές είναι: Προσοχή (Attention, A) (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,878, drone 0,828), Συνάφεια (Relevance, R) (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,697, drone 0,794), Εμπιστοσύνη (Confidence, C) (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,727, drone 0,732) και Ικανοποίηση (Satisfaction, S) (Cronbach α: επίγειο ρομπότ 0,915, drone 0,717). Στην αρχική διαμόρφωση του ερωτηματολογίου, ελήφθη υπόψη ο τρόπος αξιοποίησης και οι προσαρμογές του σε προηγούμενες έρευνες (βλ., Chin et al., 2014; Nel & Nel, 2019; Tomara & Gouskos, 2019; Wang et al., 2020). Για την τελική του διαμόρφωση υλοποιήθηκε πιλοτική έρευνα με 8 έμπειρους εκπαιδευτικούς της Ε' και Στ' τάξης, καθώς και

με 4 ερευνητές/ειδικούς στις ψηφιακές τεχνολογίες στην εκπαίδευση. Επίσης, για τον έλεγχο της καλύτερης κατανόησης, έγινε πιλοτική έρευνα σε 16 μαθητές/τριες της Ε' και Στ' τάξης.

Εξοπλισμός

Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν α) δύο εναέρια ρομπότ (drones) DJI Ryze Tello EDU, β) επτά ρομποτικά πακέτα LEGO Educational Spike Essential για την κατασκευή και τον προγραμματισμό του επίγειου ρομπότ και γ) οκτώ tablets (android) στα οποία υπήρχαν εγκατεστημένες οι ακόλουθες εφαρμογές: 1) Tello App, για τον εικονικό τηλεχειρισμό του drone, 2) Droneblocks, για τον προγραμματισμό του drone, 3) LEGO Education Spike App για τον προγραμματισμό του επίγειου ρομπότ. Επίσης, στα tablets υπήρχαν τα ψηφιακά εγχειρίδια, τα οποία χρησιμοποίησαν οι μαθητές/τριες για την κατασκευή των δύο διαφορετικών επίγειων ρομπότ που αξιοποίησαν στις δραστηριότητες.

Διαδικασία

Η έρευνα διεξήχθη σε πέντε φάσεις. Η Φάση 1 είχε σκοπό την ενημέρωση των μαθητών/τριών για τον σκοπό, τη διαδικασία, τον χρονοπρογραμματισμό και τη διανομή των εντύπων ενημέρωσης και συγκατάθεσης (10-15 λεπτά). Η Φάση 2 είχε διάρκεια δύο διδακτικές ώρες, εντός της τάξης, όπου αρχικά έγινε μία σύντομη παρουσίαση / συζήτηση (15 λεπτά) για τα ρομπότ και την εκπαιδευτική ρομποτική. Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες σε ομάδες αλληλεπίδρασαν είτε με το ρομπότ LEGO (Ομάδα 1) όπου κατασκεύασαν το ρομπότ δημιουργώντας τα πρώτα τους απλά προγράμματα, είτε με το drone (Ομάδα 2), όπου εκτέλεσαν πτήση με το εικονικό τηλεχειριστήριο και με προγραμματισμό. Η Φάση 3 διεξήχθη στο Εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου, όπου ατομικά ο/η κάθε μαθητής/τρια υλοποίησε εκπαιδευτικές δραστηριότητες (κατασκευή, χειρισμός, προγραμματισμός) με τον εξοπλισμό (60 λεπτά). Η Φάση 4 έλαβε χώρα στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων/γυμναστήριο, όπου ο/η κάθε μαθητής/τρια ατομικά υλοποίησε το τελικό σενάριο. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/τριες σε χώρο που είχε διαμορφωθεί κατάλληλα με τη χρήση μακέτας έπρεπε να πραγματοποιήσουν μια αποστολή κατάσβεσης πυρκαγιάς με επίγεια μέσα (ρομπότ) η Ομάδα 1 και με εναέρια μέσα (drone) η Ομάδα 2 (25-30 λεπτά). Τέλος, στη Φάση 5 συμπληρώθηκε το ερωτηματολόγιο της έρευνας (10-15 λεπτά).

Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν στο SPSS (έκδοση 28). Αρχικά υλοποιήθηκε η ανάλυση εσωτερικής αξιοπιστίας Cronbach α και υπολογίστηκε η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση για κάθε πρόταση/δήλωση. Με σκοπό να εξεταστεί αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (Ομάδα 1: ρομπότ, Ομάδα 2: drone) ως προς τις μεταβλητές που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, υλοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U, καθώς ο έλεγχος κανονικότητας έδειξε πως οι υπό μελέτη μεταβλητές δεν ακολουθούσαν την κανονική κατανομή.

Αποτελέσματα

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει την μέση τιμή (M) και την τυπική απόκλιση (TA) των αντιλήψεων των μαθητών/τριών ανά ρομποτικό σύστημα.

Πίνακας 1. Μέση τιμή (Μ) και τυπική απόκλιση (ΤΑ) για τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το ρομπότ/drone

Κλίμακες	Επίγειο ρομπότ		Drone	
	Μ	ΤΑ	Μ	ΤΑ
<i>Αντιληπτή ευκολία χρήσης</i>				
1. Το ρομπότ/ drone είναι εύκολο στη χρήση.	4,00	,594	4,00	,840
2. Το να μάθω να χρησιμοποιώ το ρομπότ/ drone είναι εύκολο για μένα.	4,17	,514	4,11	1,079
3. Είναι εύκολο για μένα να θυμάμαι πώς να χρησιμοποιώ το ρομπότ/ drone.	4,06	,639	4,06	,938
Σύνολο	4,07	,479	4,06	,880
<i>Αντιληπτή χρησιμότητα</i>				
4. Το ρομπότ/ drone κάνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον.	4,28	,958	4,06	,998
5. Το ρομπότ/ drone είναι χρήσιμο για τα μαθήματά μου.	3,50	,924	3,06	1,162
6. Το ρομπότ/ drone θα με βοηθήσει να καταλαβαίνω καλύτερα τα μαθήματά μου.	3,22	1,263	3,00	,907
7. Το ρομπότ/ drone θα με βοηθήσει να μαθαίνω πιο εύκολα τα μαθήματά μου.	3,06	1,392	3,11	1,079
Σύνολο	3,51	,945	3,31	,793
<i>Στάση απέναντι στη χρήση</i>				
Θεωρώ ότι η χρήση του ρομπότ/ drone στην τάξη είναι:				
8. Βαρετή/Διασκεδαστική	4,44	1,042	4,72	,575
9. Δυσάρεστη/ Ευχάριστη	4,56	,856	4,72	,461
10. Καλή/Κακή	4,44	1,149	4,61	,778
11. Άχρηστη/Χρήσιμη	4,28	,895	3,94	1,211
Σύνολο	4,43	,890	4,50	,600
<i>Αντιληπτή διασκέδαση</i>				
12. Είναι συναρπαστικό να γίνονται τα μαθήματα με το ρομπότ/ drone.	4,06	1,211	4,56	,705
13. Είναι διασκεδαστικό να γίνονται τα μαθήματα με το ρομπότ/ drone.	4,11	,963	4,67	,594
14. Είναι ενδιαφέρον να γίνονται τα μαθήματα με το ρομπότ/ drone.	4,11	,832	4,50	,707
15. Απολαμβάνω να γίνονται τα μαθήματα με το ρομπότ/ drone.	4,11	,900	4,72	,461
Σύνολο	4,10	,892	4,61	,471
<i>Επιθυμία χρήσης</i>				
16. Εάν μου δινόταν η ευκαιρία, θα επέλεγα μαθήματα που χρησιμοποιούν ρομπότ/ drone.	4,11	1,278	4,17	,786
17. Εάν είχα τη δυνατότητα θα χρησιμοποιούσα το ρομπότ/ drone στα μαθήματά μου.	4,11	,963	4,17	,857
18. Με ενθουσιάζει η χρήση των ρομπότ/ drone στα μαθήματά μου.	4,17	,924	4,17	,786
Σύνολο	4,13	,916	4,17	,649

Πίνακας 2. Μέση τιμή (Μ) και τυπική απόκλιση (ΤΑ) για τις υποκλίμακες Προσοχή, Συνάφεια, Εμπιστοσύνη και Ικανοποίηση της κλίμακας RIMMS των κινήτρων μάθησης

Κλίμακες	Επίγειο ρομπότ		Drone	
	Μ	ΤΑ	Μ	ΤΑ
<i>Προσοχή</i>				
1. Το drone/ρομπότ με βοήθησε να κρατήσω την προσοχή μου.	3,61	1,195	3,83	1,098
2. Ο τρόπος με τον οποίο έγιναν οι δραστηριότητες με το drone/ρομπότ με βοήθησε να κρατήσω την προσοχή μου.	4,06	1,305	4,00	1,029
3. Οι πολλές δυνατότητες του drone/ρομπότ, με βοήθησαν να κρατήσω την προσοχή μου στις δραστηριότητες.	3,89	1,231	3,61	,698
Σύνολο	3,85	1,116	3,81	,826
<i>Συνάφεια</i>				
4. Μου είναι ξεκάθαρο, πώς το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων με το drone/ρομπότ, έχει σχέση με γνώσεις που ήδη έχω.	3,56	1,097	3,17	1,098
5. Το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων με το drone/ρομπότ δίνει την εντύπωση ότι αυτό αξίζει να το γνωρίζεις.	4,00	,840	4,00	,907
6. Το περιεχόμενο των δραστηριοτήτων με το drone/ρομπότ θα μου είναι χρήσιμο.	4,00	,970	3,39	1,092
Σύνολο	3,85	,769	3,52	,872
<i>Εμπιστοσύνη</i>				
7. Καθώς ασχολούμουν με τις δραστηριότητες του drone/ρομπότ, ήμουν σίγουρος/η ότι θα μπορούσα να το μάθω αυτό καλά.	4,22	,732	4,33	,840
8. Αφού ασχολήθηκα για λίγο με τις δραστηριότητες του drone/ρομπότ, ήμουν σίγουρος/η ότι θα μπορούσα να περάσω ένα τεστ με αυτό το θέμα.	3,89	1,079	3,89	1,079
9. Η καλή οργάνωση των δραστηριοτήτων, μου έδωσε τη σιγουριά ότι θα μάθαινα τα βασικά για το drone/ρομπότ.	4,06	1,211	4,28	,958
Σύνολο	4,06	,826	4,17	,778
<i>Ικανοποίηση</i>				
10. Μου άρεσαν τόσο πολύ αυτές οι δραστηριότητες που θα ήθελα να ξέρω περισσότερα για τα drone/ρομπότ.	4,39	1,037	4,44	,705
11. Μου άρεσε πολύ να κάνω τις δραστηριότητες με το drone/ρομπότ.	4,33	1,029	4,83	,383
12. Ήταν ευχάριστο να κάνω τόσο καλά σχεδιασμένες δραστηριότητες με drone/ρομπότ.	4,33	,907	4,33	,686
Σύνολο	4,35	,918	4,54	,487

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες που χρησιμοποίησαν τόσο το επίγειο ρομπότ όσο και αυτοί/ές που χρησιμοποίησαν το drone το θεωρούν εύκολο στη χρήση. Επίσης, οι μαθητές/τριες έχουν πολύ θετική στάση απέναντι στη χρήση της κάθε ρομποτικής συσκευής που αξιοποίησαν και επιπρόσθετα εκλαμβάνουν αυτή τη χρήση ως διασκέδαση. Τέλος, και οι δύο ομάδες μαθητών/τριών (δηλ., η ομάδα που χρησιμοποίησε το επίγειο ρομπότ και η ομάδα που χρησιμοποίησε το drone) δηλώνουν σε ικανοποιητικό βαθμό ότι προτιμούν να χρησιμοποιούν το κάθε ρομποτικό σύστημα και σε άλλα μαθήματα. Αντίθετα από τις θετικές/πολύ θετικές μέσες τιμές (άνω του 4) των ανωτέρω μεταβλητών, φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες είχαν ουδέτερες συνολικές μέσες τιμές (μεταξύ 3,31 έως 3,51)

στις αντιλήψεις τους σχετικά με τη χρησιμότητα είτε του επίγειου ρομπότ είτε του drone στα μαθήματά τους.

Από τις μέσες τιμές φαίνεται ότι αυτές είναι σχεδόν ίδιες όσον αφορά την ευκολία χρήσης του κάθε ρομποτικού συστήματος ενώ μεγαλύτερη είναι στην αντιληπτή χρησιμότητα όσον αφορά το επίγειο ρομπότ. Ελαφρώς μεγαλύτερες είναι οι μέσες τιμές για το drone στη στάση απέναντι στη χρήση του και στην επιθυμία χρήσης ενώ αρκετά μεγαλύτερη είναι η μέση τιμή στην αντιληπτή διασκέδαση. Με σκοπό να εξεταστεί εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις απαντήσεις της κάθε ομάδας (Ομάδα 1: επίγειο ρομπότ, Ομάδα 2: drone) υλοποιήθηκε το παραμετρικό τεστ Mann-Whitney U τόσο για την κάθε πρόταση/δήλωση του Πίνακα 1 όσο και για τις συνολικές τιμές των μεταβλητών. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ($p>0,05$).

Τα αποτελέσματα που αφορούν τα κίνητρα μάθησης των μαθητών/τριών παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Σύμφωνα με το συνολικό σκορ των μέσων τιμών φαίνεται ότι το δείγμα της πιλοτικής έρευνας τείνει να έχει θετικές αντιλήψεις όσον αφορά την υποκλίμακα της «Προσοχής» και της «Συνάφειας», θετικές ως προς την υποκλίμακα της «Εμπιστοσύνης» και περισσότερο θετικές αντιλήψεις ως προς την «Ικανοποίηση» που εξέλαβαν από την εμπλοκή τους στη δραστηριότητα με τη συσκευή που χρησιμοποίησαν (είτε επίγειο ρομπότ είτε drone). Μεγαλύτερη συνολική μέση τιμή παρατηρείται σε όσους/ες χρησιμοποίησαν το επίγειο ρομπότ στην υποκλίμακα της «Προσοχής» και της «Συνάφειας» ενώ στην «Εμπιστοσύνη» και στην «Ικανοποίηση» παρατηρείται σε όσους/ες χρησιμοποίησαν το drone. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του παραμετρικού τεστ Mann-Whitney U έδειξαν ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ($p>0,05$) για καμία υποκλίμακα των κινήτρων μάθησης.

Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα είναι πιλοτική και αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης έρευνας που επιδιώκει να συγκρίνει την επίδραση της χρήσης της επίγειας ρομποτικής και της εναέριας ρομποτικής (ή ρομποτικής των εναέριων μέσων) με drones στα κίνητρα των μαθητών/τριών δημοτικού σχολείου. Όσον αφορά τον πρώτο σκοπό της παρούσας πιλοτικής έρευνας που αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών έναντι της χρήσης είτε του επίγειου ρομπότ, είτε του εναέριου (drone), τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και δείχνουν τη θετική στάση και τις θετικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών από τη χρήση αυτών των τεχνολογιών. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρονται και σε πρόσφατη έρευνα των Tsagaris και Chatzikyrkou (2023) όπου οι μαθητές/τριες εξέφρασαν τη χαρά και την ικανοποίησή τους από τη συμμετοχή τους σε δραστηριότητες με επίγεια ρομπότ, ένιωθαν άνετα και θεώρησαν ότι οι διαδικασίες προγραμματισμού και κατασκευής ήταν απλές. Θετικά αποτελέσματα αναφέρονται και στην έρευνα με drones των Voštinár et al. (2018), όπου οι μαθητές/τριες διασκέδασαν πολύ, ενώ ο προγραμματισμός του drone ήταν ιδιαίτερα συναρπαστικός.

Πιο συγκεκριμένα, και οι δύο ομάδες μαθητών/τριών θεωρούν ότι το επίγειο ρομπότ και το drone αντίστοιχα είναι εύκολο στη χρήση. Το αποτέλεσμα αυτό δείχνει ότι η τεχνολογία των επίγειων και εναέριων ρομποτικών μέσων και ειδικά ενός drone που προορίζεται ειδικά για την εκπαίδευση, όπως αυτό που χρησιμοποιήθηκε, μπορεί να αξιοποιηθεί μελλοντικά πολύ εύκολα από μαθητές/τριες σε δραστηριότητες ρομποτικής του δημοτικού σχολείου. Ένα άλλο συμπέρασμα που απορρέει είναι ότι οι μαθητές/τριες έχουν θετικές στάσεις για τη χρήση των δύο ρομπότ και προτιμούν να τα αξιοποιήσουν στο μέλλον. Δεδομένης αυτής της θετικής στάσης και επιθυμίας χρήσης, χρειάζεται να εξεταστεί από την επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα σε ποιες δραστηριότητες άλλων μαθημάτων θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν το

επίγειο και εναέριο ρομπότ. Ένα άλλο συμπέρασμα που απορρέει από τα αποτελέσματα είναι ότι οι μαθητές/τριες εκλαμβάνουν τη χρήση είτε του επίγειου ρομπότ, είτε του drone πιο πολύ ως διασκέδαση παρά ως κάτι πολύ χρήσιμο για τα μαθήματά τους. Το αποτέλεσμα μπορεί να σχετίζεται με το γεγονός ότι σε καμία από τις δραστηριότητες που ενεπλάκησαν οι μαθητές/τριες με τα δύο ρομποτικά μέσα δεν έγινε σύνδεση με κάποιο συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο. Γενικά, η αντιληπτή διασκέδαση που βρέθηκε στην παρούσα έρευνα αν και είναι θετικό γεγονός για την ίδια την εκπαίδευση και έχει βρεθεί και σε άλλες έρευνες της ρομποτικής (Weng et al., 2020), ωστόσο χρειάζεται σε μελλοντικές παρεμβάσεις να εξηγηθούν περισσότερο στους μαθητές και στις μαθήτριες τα οφέλη που έχει το κάθε ρομπότ στη μάθησή τους, ώστε να ενισχυθεί και η αντίληψή τους για τη χρησιμότητα αυτών.

Ως προς τον δεύτερο σκοπό που αφορά τα κίνητρα για μάθηση, τα αποτελέσματα της έρευνας είναι θετικά και για τα δύο ρομποτικά συστήματα (επίγεια ρομπότ και drones), όταν αυτά αξιοποιούνται από μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Παρόμοια θετικά αποτελέσματα έδειξε και η έρευνα των Julia και Antolí (2019), στην οποία αναφέρεται ότι αυξήθηκε το κίνητρο των περισσότερων μαθητών/τριών, επισημαίνοντας ότι οι δραστηριότητες με επίγεια ρομπότ προκαλούν το έντονο ενδιαφέρον και προάγουν τη μαθησιακή εμπλοκή. Ωστόσο, αν και στη βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες με drones, αυτές δεν είναι σχετικές με την παρούσα και δεν εστιάζουν σε μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (π.χ., Palaigeorgiou et al., 2017).

Πιο συγκεκριμένα, τα επίπεδα κινητοποίησης των μαθητών/τριών με βάση τα αποτελέσματα στις τέσσερις διαστάσεις / υποκλίμακες: Προσοχή, Συνάφεια, Εμπιστοσύνη και Ικανοποίηση, δείχνουν ότι είναι σε ικανοποιητικά επίπεδα και δεν επηρεάζονται σημαντικά από την επιλογή του ρομποτικού συστήματος (επίγειο ρομπότ ή drone). Στη διάσταση της «Προσοχής», οι μαθητές/τριες εμφανίζουν σχετικά ικανοποιητικά επίπεδα προσοχής είτε με το επίγειο ρομπότ, είτε με το drone, υποδηλώνοντας ότι μπορούν να αξιοποιηθούν και τα δύο ρομποτικά συστήματα για να ενισχύσουν τα κίνητρα μάθησης. Στη διάσταση της «Συνάφειας», η συνολική μέση βαθμολογία δηλώνει ότι οι μαθητές/τριες αισθάνθηκαν ότι το μαθησιακό υλικό, σε γενικές γραμμές, ήταν συναφές με τα ενδιαφέροντά τους και με το μαθησιακό αντικείμενο. Η διάσταση της «Εμπιστοσύνης» κυμάνθηκε σε πιο υψηλά επίπεδα και για τα δύο ρομποτικά συστήματα, σε σύγκριση με τις δύο προηγούμενες διαστάσεις / υποκλίμακες, δείχνοντας ότι οι μαθητές/τριες ένιωθαν αυτοπεποίθηση και σιγουριά για την υλοποίηση των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Επίσης, με βάση τα αποτελέσματα στη διάσταση της «Ικανοποίησης», φαίνεται ότι οι μαθητές/τριες βίωσαν μια υψηλή αίσθηση ικανοποίησης κατά τη διάρκεια της διδακτικής προσέγγισης αξιοποιώντας τις συγκεκριμένες ρομποτικές τεχνολογίες.

Επιπρόσθετα με τα ανωτέρω, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις αντιλήψεις και τα κίνητρα των μαθητών/τριών είτε χρησιμοποιούν επίγειο ρομπότ είτε το drone. Αυτό σημαίνει ότι μελλοντικές παρεμβάσεις και δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να χρησιμοποιούν οποιοδήποτε από τα υπάρχοντα ρομποτικά συστήματα.

Η παρούσα έρευνα, σύμφωνα με τα υπάρχοντα δεδομένα της ερευνητικής αγγλικής βιβλιογραφίας, είναι η πρώτη που εξετάζει και συγκρίνει την επίγεια και την εναέρια εκπαιδευτική ρομποτική σε μαθητές/τριες δημοτικού. Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύσουν την υπάρχουσα βιβλιογραφία παρέχοντας περισσότερες γνώσεις για το πώς οι ίδιοι/ίδιες οι μαθητές/τριες εκλαμβάνουν τη χρήση του επίγειου ρομπότ καθώς και του εναέριου, του drone στη μάθησή τους. Παρόλα αυτά, η παρούσα έρευνα έχει δύο περιορισμούς όπου μελλοντικές έρευνες χρειάζεται να λάβουν υπόψη τους. Ο πρώτος αφορά το δείγμα το οποίο είναι βολικό και περιορισμένο. Ο δεύτερος αφορά τον ρομποτικό εξοπλισμό που

αξιοποιήθηκε στην έρευνα (βλ., Ενότητα: Εξοπλισμός) ο οποίος έχει συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες. Πιθανόν, ένα διαφορετικό επίγειο ρομπότ ή drone να είχε διαμορφώσει στο δείγμα της έρευνας διαφορετικές αντιλήψεις για τη χρήση τους και διαφορετικά κίνητρα για μάθηση. Μελλοντικές έρευνες, χρειάζεται επίσης να εξετάσουν σε μεγαλύτερο δείγμα εάν υπάρχουν τυχόν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε αγόρια και κορίτσια αλλά και να συλλεγούν και ποιοτικά δεδομένα μέσω συνεντεύξεων και παρατήρησης. Τέλος, μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να εξετάσει σε δραστηριότητες ρομποτικής και STEM την από κοινού χρήση επίγειου ρομπότ και εκπαιδευτικού drone.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Prentice-Hall, Inc., England Cliffs.
- Altakhayneh, B. (2020). The Impact of using the LEGO education program on mathematics achievement of different levels of elementary students. *European Journal of Educational Research*, 9(2), 603–610. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.9.2.603>
- Andić, B., Maričić, M., Mumcu, F., Prodromou, T., Leoste, J., Saimon, M., & Lavicza, Z. (2024). Direct and indirect instruction in educational robotics: a comparative study of task performance per cognitive level and student perception. *Smart Learning Environments*, 11(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00298-6>
- Aris, N., & Orcos, L. (2019). Educational robotics in the stage of secondary education: Empirical study on motivation and STEM skills. *Education Sciences*, 9(2), 73. <https://doi.org/10.3390/educsci9020073>
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661–670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>
- Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., & Schellens, T. (2010). Students' perceptions about the use of video games in the classroom. *Computers & Education*, 54(4), 1145–1156. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.10.022>
- Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., & Sureka, A. (2016). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)* (pp. 38–41). IEEE. <https://doi.org/10.1109/T4E.2016.016>
- Chen, C. J., Huang, Y. M., Chang, C. Y., & Liu, Y. C. (2018). Exploring the learning effectiveness of "The STEAM Education of Flying and Assembly of Drone". In *2018 Seventh International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 63–67). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EITT.2018.00021>
- Chin, K., 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, 335–345. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756>
- Ching, Y. H., & Hsu, Y. C. (2023). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*, 68, 423–434. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Ching, Y. H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary school student development of STEM attitudes and perceived learning in a STEM integrated robotics curriculum. *TechTrends*, 63, 590–601. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
- D' Amico, A., Guastella, D., & Chella, A. (2020). A playful experiential learning system with educational robotics. *Frontiers in Robotics and AI*, 7(33), 1–10. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00033>
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>

- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5–11. https://doi.org/10.14313/JAMRIS_1-2014/1
- Eguchi, A. (2017). Bringing robotics in classrooms. In Khine, M. (eds), *Robotics in STEM Education* (pp. 3–31). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57786-9_1
- Ewing, B., & Rorke, P. (2018). We can fly drones! innovative learning experiences for children in special schools. *International Symposium on Education, Psychology and Society*. <https://eprints.qut.edu.au/118611/3/118611.pdf>
- Farr, V., & Light, G. (2019, March). Integrated STEM helps drone education fly. In *2019 IEEE integrated STEM education conference (ISEC)* (pp. 398–401). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2019.8881958>
- Fokides, E., Papadakis, D., & Kourtis-Kazoullis, V. (2017). To drone or not to drone? Results of a pilot study in primary school settings. *Journal of Computers in Education*, 4, 339–353. <https://doi.org/10.1007/s40692-017-0087-4>
- Fortunati, L., Manganelli, A. M., & Ferrin, G. (2022). Arts and crafts robots or LEGO® MINDSTORMS robots? A comparative study in educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(1), 287–310. <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09609-7>
- Fung, F. M., & Watts, S. F. (2017). Bird’s-eye view of sampling sites: Using unmanned aerial vehicles to make chemistry fieldwork videos. *Journal of Chemical Education* 94(10), 1557–1561. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00985>
- Gopalan, M., Rosinger, K., & Ahn, J. B. (2020). Use of quasi-experimental research designs in education research: Growth, promise, and challenges. *Review of Research in Education*, 44(1), 218–243. <https://doi.org/10.3102/0091732X20>
- Hwang, W. Y., & Wu, S. Y. (2014). A case study of collaboration with multi-robots and its effect on children's interaction. *Interactive Learning Environments*, 22(4), 429–443. <https://doi.org/10.1080/10494820.2012.680968>
- Jemali, N. J. N., Rahim, A. A., Rosly, M. R. M., Susanti, S., Daliman, S., Muhamamad, M., & Karim, M. F. A. (2022). Adopting drone technology in STEM education for rural communities. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1064, No. 1, p. 012017). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1064/1/012017>
- Jones, A., & Castellano, G. (2018). Adaptive robotic tutors that support self-regulated learning: A longer-term investigation with primary school children. *International Journal of Social Robotics* 10, 357–370. <https://doi.org/10.1007/s12369-017-0458-z>
- Joyce, K. E., Meiklejohn, N., & Mead, P. C. (2020). Using minidrones to teach geospatial technology fundamentals. *Drones*, 4(3), 57. <https://doi.org/10.3390/drones4030057>
- Julia, C., & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303–327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- Kandlhofer, M., & Steinbauer, G. (2015). Evaluating the impact of educational robotics on pupils' technical- and social-skills and science related attitudes. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 679–685. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.09.007>
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of instructional development*, 10(3), 2–10. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>
- Keller, J. M. (2008). First principles of motivation to learn and e3-learning. *Distance education*, 29(2), 175–185. <https://doi.org/10.1080/01587910802154970>
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach* (pp 297–323). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3_12
- Kennedy, T., & Odell, M. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246–258.
- Kim, S., & Lee, C. (2016). Effects of robot for teaching geometry to fourth graders. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(2), 52–70.

- Kopcha, T. J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Mativo, J., & Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1, 31–44. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0005-1>
- Koutromanos, G. (2023). Understanding primary school students' desire to play games on smart mobile devices in their leisure time. In *Research on E-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical, and Instructional Perspectives* (pp. 39–55). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-34291-2_3
- Kyriazopoulos, I., Koutromanos, G., Voudouri, A., & Galani, A. (2021). Educational robotics in primary education: A systematic literature review. In St. Papadakis & M. Kalogiannakis (Eds.), *Handbook of research on using education robotics to facilitate student learning* (pp. 377–401). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6717-3.ch015>
- Loorbach, N., Peters, O., Karreman, J., & Steehouder, M. (2015). Validation of the instructional materials motivation survey IMMS in a self-directed instructional setting aimed at working with technology. *British Journal of Educational Technology*, 46(1), 204–218. <https://doi.org/10.1111/bjet.12138>
- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M. S., Martínez-Pérez, S., & Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using robotics to enhance active learning in mathematics: A multi-scenario study. *Mathematics*, 8(12), 2163. <https://doi.org/10.3390/math8122163>
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, A. N. (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>
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The role of robotics teams' collaboration quality on team performance in a robotics tournament. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564–584. <https://doi.org/10.1002/jee.20178>
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5–14.
- Nel, G., & Nel, L. (2019). Motivational value of code. Org's code studio tutorials in an undergraduate programming course. In *ICT Education: 47th Annual Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association, SACLA 2018, Gordon's Bay, South Africa, June 18–20, 2018, Revised Selected Papers 47* (pp. 173–188). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05813-5_12
- Noh, J., & Lee, J. (2019). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Educational Technology Research and Development*, 68, 463–484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Palaigeorgiou, G., Malandrakis, G., & Tsoolopani, C. (2017). Learning with Drones: flying windows for classroom virtual field trips. In *2017 IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 338–342). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.116>
- Popa, M. C., & Biclea, D. (2023). Promoting effective math learning with educational robots. *Educatia*, 21(25), 39–47. <https://doi.org/10.24193/ed21.2023.25.04>
- Saiki, T., & Sato, E. (2021). Effective use of drone in elementary school programming classes. In *2021 International Symposium on Educational Technology (ISET)* (pp. 256–258). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISET52350.2021.00061>
- Sattar, F., & Nawaz, M. (2023). Developing computational thinking in STEM education with drones. In *2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125117>
- Scaradozzi, D., Sorbi, L., Pedale, A., Valzano, M., & Vergine, C. (2015). Teaching robotics at the primary school: An innovative approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838–3846. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1122>
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children's interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81, 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.030>
- Shadiev, R., & Yi, S. (2022). A systematic review of UAV applications to education. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 6165–6194. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2028858>
- Sivenas, T., & Koutromanos, G. (2022a). Exploring the affordances of drones from an educational perspective. In *2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 90–94). IEEE. <https://doi.org/1109/ICALT55010.2022.00035>

- Sivenas, T., & Koutromanos, G. (2022b). Aerial robots: To use or not to use them in teaching and learning? In *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education: Technology to Promote Teaching and Learning* (pp. 285–318). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0568-1_14
- Sivenas, T., & Koutromanos, G. (2022c). Using mobile applications to interact with drones: A Teachers' perception study. In: Auer, M.E., Tsiatsos, T. (eds) *New Realities, Mobile Systems and Applications. IMCL 2021. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 411 (pp. 657–668). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96296-8_59
- Sivenas, T., Koutromanos, G., & Mikropoulos, T. A. (2022). Using first-person view drones through head-mounted displays: Are they suitable for education?. In *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.23919/iLRN55037.2022.9815901>
- Tezza, D., Garcia, S., & Andujar, M. (2020). Let's learn! An initial guide on using drones to teach STEM for children. *Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems* (pp. 530–543). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_36
- Tomara, M., & Gouscos, D. (2019). A case study: visualizing coulomb forces with the aid of augmented reality. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1626–1642. <https://doi.org/10.1177/0735633119854023>
- Tsagaris, A., & Chatzikyriakou, M. (2023). Usability evaluation of educational robotics. In *Proceedings of the 7th International Conference on Education and Multimedia Technology* (pp. 62–68). <https://doi.org/10.1145/3625704.3625719>
- Tzagkaraki, E., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the use of educational robotics in primary school and its possible place in the curricula. In *Education in & with Robotics to Foster 21st-Century Skills: Proceedings of EDUROBOTICS 2020* (pp. 216–229). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_19
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2), 273–315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x>
- Voštinár, P., Horváthová, D., & Klimová, N. (2018). The programmable drone for STEM education. In *Entertainment Computing–ICEC 2018: 17th IFIP TC 14 International Conference, Held at the 24th IFIP World Computer Congress, WCC 2018, Poznan, Poland, September 17–20, 2018, Proceedings 17* (pp. 205–210). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99426-0_18
- Wang, S., Christensen, C., Xu, Y., Cui, W., Tong, R., & Shear, L. (2020). Measuring Chinese middle school students' motivation using the reduced instructional materials motivation survey (RIMMS): a validation study in the adaptive learning setting. *Frontiers in Psychology*, 11, 1803. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01803>
- Weng, T. S., Li, C. K., & Hsu, M. H. (2020). Development of robotic quiz games for self-regulated learning of primary school children. In *Proceedings of the 2020 3rd Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference* (pp. 58–62). <https://doi.org/10.1145/3442536.3442546>
- Yeung, R. C. Y., Yeung, C. H., Sun, D., & Looi, C. K. (2024). A systematic review of Drone integrated STEM education at secondary schools (2005–2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes. *Computers & Education*, 212, 104999. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.104999>
- Zhong, B., & Xia, L. (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. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>
- Κουτρομάνος, Γ. (2021). Εναέρια ρομποτική στην εκπαίδευση: Υπάρχουσα κατάσταση, δυνατότητες και προκλήσεις. Στο Α. Καμέας & Σ. Παπαδάκης (Επιμ.), *Πρακτικά Εκπαιδευτικοί & Εκπαίδευση STE(A)M*, (σσ. 29–41), Πάτρα, Ελλάδα: ΕΑΠ. ISBN: 978-618-5497-24-8