



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ (Τ.Π.Ε.) ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: Η
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ**

της

ΔΗΜΗΤΡΑΣ ΜΗΤΣΚΑ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στις
Επιστήμες της Αγωγής: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.)
στην Εκπαίδευση και τη Δια Βίου Μάθηση
(με ειδίκευση STEM και Ρομποτική στην Εκπαίδευση)

Φεβρουάριος, 2023

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, 2023

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (ΜΔΕ), η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακού Σπουδών στις Επιστήμες της Αγωγής: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην Εκπαίδευση και τη Δια Βίου Μάθηση (με ειδίκευση STEM και Ρομποτική στην Εκπαίδευση), και τα λοιπά αποτελέσματα αυτής αποτελούν συνιδιοκτησία του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, όπου εκπονήθηκε η ΜΔΕ καθώς και τον Επιβλέποντα Καθηγητή και την Επιτροπή Αξιολόγησης.



ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΤΗ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**Η ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΠΡΩΤΟΒΑΘΜΙΑ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: Η
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΜΙΜΗΤΙΚΩΝ ΡΟΜΠΟΤΙΚΩΝ ΟΝΤΟΤΗΤΩΝ**

της

ΔΗΜΗΤΡΑΣ ΜΗΤΣΚΑ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων Καθηγητής: Φαχαντίδης Νικόλαος

Μέλη: Ψάλτη Αναστασία

Λεύκος Ιωάννης

Φεβρουάριος, 2023

Αφιέρωσεις

Στην κόρη μου, Αριάδνη

Πρόλογος

Η ρομποτική έχει εισβάλλει σε πολλούς τομείς της ζωής μας και ένας βασικός τομέας είναι η εκπαίδευση. Η εκπαίδευση επιβάλλεται να ανταποκριθεί στην σημερινή πρόκληση για ανάπτυξη του τεχνολογικού αλφαριθμητισμού και να συνεισφέρει στην ανάπτυξη της σκέψης (Αβούρης et al., 2005). Επιπρόσθετα, τα τελευταία χρόνια, έχει δοθεί έμφαση στη δύναμη της χρήσης ρομποτικών περιβαλλόντων στην εκπαίδευση σε σχέση με την παραδοσιακή μάθηση. Παρόλα αυτά, η ρομποτική δεν μπορεί από μόνη της να μεταβάλλει τον τρόπο σκέψης των μαθητών ώστε να οδηγήσει στα ανώτατα μαθησιακά αποτελέσματα. Έτσι, ερευνητές προσπαθούν να αναζητήσουν κατάλληλα εκπαιδευτικά μοντέλα και πρακτικές για δραστηριότητες ρομποτικής, με στόχο τη δημιουργία ενός ελκυστικού και παραγωγικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τους μαθητές (Γκάνιος et al., 2020).

Έτσι, μέσα από τον βιομimηση που είναι μια εφαρμοσμένη επιστήμη που αποτελεί έμπνευση για να λύνει ανθρώπινα προβλήματα μέσα από την μελέτη των φυσικών οργανισμών, διεργασιών και συστημάτων, οι σχεδιαστές εμπνέονται από διάφορες πηγές και μελετούν πώς η βιολογική γνώση μπορεί να βελτιώσει την δημιουργία ιδεών καθώς η φύση αποτελεί σημαντική πηγή έμπνευσης για επιστήμονες, σχεδιαστές και μηχανικούς (Karshi & Özker, 2020).

Παρόλα αυτά πολλοί εκπαιδευτικοί είναι επιφυλακτικοί ως προς αυτή τη νέα γνώση. Οι εκπαιδευτικοί φοβούνται να εντάξουν την εκπαιδευτική ρομποτική στην εκπαιδευτική διαδικασία και αυτό οφείλεται είτε στην έλλειψη κατάρτισης είτε στην έλλειψη πόρων, καθώς το κόστος των απαραίτητων τεχνολογικών πόρων δεν είναι πάντα αναμενόμενο (Cervera, 2020). Σύμφωνα με την έρευνα της Αντωνίου (2020), τα αποτελέσματα έδειξαν ότι όσοι εκπαιδευτικοί είχαν διαμορφώσει θετική στάση στο να εντάξουν την εκπαιδευτική ρομποτική στην διδασκαλία τους έβρισκαν τρόπους για να υπερβούν τα εμπόδια που συναντούσαν και να την εντάξουν, τελικά, στην πρακτική τους. Οι μελλοντικές προκλήσεις θα απαιτήσουν δημιουργικές λύσεις και καινοτομία καθώς το παλιό εκπαιδευτικό σύστημα δεν σχετίζεται πλέον με το τρέχων εργασιακό χώρο και τα προγράμματα σπουδών πρέπει να επανεξεταστούν και να αναδιαταχθούν με στόχο την ανταγωνιστικότητα στο τομέα της επιστήμης και της τεχνολογίας (Papoutsidakis et al., 2019).

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Φαχαντίδη Νικόλαο, για την στήριξη και την καθοδήγηση του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας καθώς ήταν καθοριστική η συμβολή του. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου, η οποία ήταν κι αυτή συνοδοιπόρος στην προσπάθεια αυτή και με ενίσχυσαν με την ενθάρρυνση και την υποστήριξη τους στην ολοκλήρωση των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η περίπτωση των Βιομημητικών Ρομποτικών Οντοτήτων

Περίληψη

Σκοπός της μελέτης είναι η καταγραφή και η παρουσίαση των ρομποτικών οντοτήτων με βιομημητικό χαρακτήρα, τα οποία δύναται να ενταχθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Η μελέτη στοχεύει ακόμη στον προσδιορισμό των χαρακτηριστικών και των εκπαιδευτικών ωφελειών που φέρει κάθε ρομπότ, το οποίο έχει επιλεγθεί ως κατάλληλο για την εκπαιδευτική διαδικασία. Η εργασία εντάσσεται στο πλαίσιο ανάδειξης των δυνατοτήτων που παρέχει η Εκπαιδευτική Ρομποτική στα πλαίσια της εκπαιδευτικής κοινότητας τη στιγμή που αξιοποιείται με τον κατάλληλο τρόπο.

Για την εκπλήρωση του σκοπού και των στόχων της παρούσας μελέτης ακολουθήθηκε αρχικά η δευτερογενής μέθοδος έρευνας, με στόχο την καταγραφή του θεωρητικού μέρους της μελέτης, το οποίο αφορά την βιβλιογραφική ανασκόπηση σε στοιχεία και πληροφορίες άλλων επιστημονικών μελετών και άρθρων της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας. Στη συνέχεια με υλοποίηση πρωτογενούς ποιοτικής μεθόδου έρευνας, έγινε εκτενής καταγραφή, εξέταση και ανάλυση των χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων για τις διαθέσιμες ρομποτικές οντότητες με βιομημητικό χαρακτήρα. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δείχνουν ότι η σύγχρονη τάση στις τεχνολογίες εκπαιδευτικής ρομποτικής για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση αξιοποιεί βιομημητικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες (ανθρώπων ή ζώων) με στόχο να ενισχύσει στοιχεία όπως λεκτική και μη λεκτική έκφραση, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν πληρέστερα εκπαιδευτικές προσεγγίσεις όπως το storytelling και η πλαisiώση της δραστηριότητας.

Λέξεις Κλειδιά: ρομπότ, βιομημητικά ρομπότ, πρόσωπο, σώμα, εκπαιδευτική ρομποτική, πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Educational Robotics in Primary Education: The Case of Biomimetic Robotic Entities

Abstract

The purpose of the study is the recording and presentation of robotic entities with a biomimetic character, which can be included in Primary Education. The study also aims at determining the characteristics and educational benefits of each robot, which has been selected as suitable for the educational process. The work is part of the framework of highlighting the possibilities that Educational Robotics provides in the context of the educational community when it is utilized in the appropriate way.

In order to fulfill the purpose and objectives of the present study, the secondary research method was initially followed, with the aim of recording the theoretical part of the study, which concerns the bibliographic review of elements and information of other scientific studies and articles of the Greek and international literature. Then by implementing a primary qualitative research method, an extensive recording, examination and analysis of the characteristics and capabilities of the available robotic entities with a biomimetic character was carried out. The results of the analysis show that the current trend in educational robotics technologies for primary education leverages biomimetic features and functions (of humans or animals) with the aim of enhancing elements such as verbal and non-verbal expression, which can more fully support educational approaches such as storytelling and the framing of the activity.

Keywords: robots, biomimetic robots, face, body, educational robotics, primary education

Πίνακας Περιεχομένων

Πρόλογος	v
Περίληψη.....	vii
Abstract	viii
Εισαγωγή.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	4
1. Εκπαιδευτική Ρομποτική.....	4
1.1 Η έννοια του Ρομπότ	4
1.2 Ιστορική εξέλιξη – εμφάνιση του Ρομπότ.....	6
1.3 Εκπαιδευτική Ρομποτική	8
1.3.1 Έννοια.....	8
1.3.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα	11
1.3.3 Χρησιμότητα	16
1.4 Αξιοποίηση του προσώπου σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	21
2. Μεθοδολογία Έρευνας	21
2.1 Εισαγωγή –Επιλογή Μεθόδου έρευνας.....	21
2.2 Σκοπός έρευνας	21
2.3 Σχεδιασμός ερευνητικής μεθοδολογίας.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	25
3. Αποτελέσματα της Έρευνας	25
3.1 Εκπαιδευτικά ρομπότ με βιομιμητικό χαρακτήρα.....	25
3.2 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Δεδομένων	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	56
4. Συζήτηση – Συμπεράσματα –Προτάσεις.....	56

4.1	Συζήτηση και Συμπεράσματα.....	56
4.2	Περιορισμοί έρευνας.....	60
4.3	Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.....	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		61

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1. Χώρα και έτος κατασκευής.....	50
Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά βιομημητικών ρομποτικών οντοτήτων.....	52
Πίνακας 3. Ενέργειες βιομημητικών ρομποτικών οντοτήτων.....	54

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Bee-Bot	26
Εικόνα 2. Code and Go-Jack	27
Εικόνα 3. Code and Go-Colby	27
Εικόνα 4. mTiny	28
Εικόνα 5. Botley 2.0	30
Εικόνα 6. Kids First Coding & Robotics.....	31
Εικόνα 7. Robopal	33
Εικόνα 8. KIBO	34
Εικόνα 9. Ξύλινα Μπλοκ.....	34
Εικόνα 10. Plobot	35
Εικόνα 11. KUBO	37
Εικόνα 12. Kidsbits	38
Εικόνα 13. Codey Rocky	39
Εικόνα 14. Max & Tobo.....	41
Εικόνα 15. Dash and Dot.....	42
Εικόνα 16. Finch Robot 2.0.....	44
Εικόνα 17. BlueBot	45
Εικόνα 18. Tactile Reader	45
Εικόνα 19. COJI	47
Εικόνα 20. Qobo.....	48

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1. Χώρα προέλευσης βιομηχανικών ρομποτικών οντοτήτων	51
Διάγραμμα 2. Έτος κατασκευής και πλήθος βιομηχανικών ρομποτικών οντοτήτων	51

Εισαγωγή

Στη σημερινή εποχή παρατηρείται πως η ανάπτυξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται πολλοί τομείς της ζωής ενός ατόμου. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα ρομπότ, τα οποία διαδραματίζουν βασικό ρόλο σε γραμμές συναρμολόγησης και παραγωγής, αλλά και σε άλλους τομείς, όπως η ιατρική, η εκπαίδευση και σε υπηρεσίες κοινωνικού χαρακτήρα. Στην περίπτωση της εκπαίδευσης, τα ρομπότ πρόκειται να κατέχουν ένα σημαντικό ρόλο στο άμεσο μέλλον και κάνουν απαραίτητη την ενσωμάτωσή τους στην εκπαίδευση διαδικασία (Αναγνωστάκης & Φαχαντίδης, 2014).

Με γνώμονα την αναγκαιότητα της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Εκπαίδευση, η παρούσα μελέτη θα εστιάσει κυρίως σε βιομημητικές οντότητες, αναλύοντας ρομπότ με αυτά τα χαρακτηριστικά. Επιπλέον, μέσα από την μελέτη αυτή πρόκειται να μελετηθούν και να διευκρινιστεί η έννοια της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής αναφέροντας την ιστορική εξέλιξή της, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα, την σημασία και την χρησιμότητά της. Επίσης, γίνεται αναφορά ως προς την αξιοποίηση του προσώπου σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες, δίνοντας έμφαση στη δραματοποίηση ή στη χρήση του θεατρικού στοιχείου στην εκπαίδευση (π.χ. εκπαιδευτικά παιχνίδια ρόλων), αλλά και στην επικοινωνία.

Η ανάγκη διερεύνησης του συγκεκριμένου αντικειμένου προκύπτει πρωτίστως γιατί η ρομποτική έχει εισβάλλει σε πολλούς τομείς της ζωής, εκ των οποίων ιδιαίτερα βασικός είναι η εκπαίδευση. Έρευνες προηγούμενων ετών έχουν δείξει ότι, με την Εκπαιδευτική Ρομποτική τα παιδιά από πρώιμες ηλικίες μπορούν να αυξήσουν τα κίνητρά τους για τις φυσικές επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική και τα Μαθηματικά. Σύμφωνα με την Bers (2010), υποστηρίζει ότι τα μικρά παιδιά μπορούν να συμμετέχουν ενεργά σε δραστηριότητες προγραμματισμού υπολογιστών και ρομποτικής με τρόπους όμως που συνάδουν με την αντίστοιχη ανάπτυξή τους. Για να μπορέσει η μάθηση να γίνει με ενεργητικό και ουσιαστικό τρόπο, ώστε να καταλήξει σε μια διαδραστική και επικοινωνιακή εμπειρία μάθησης κατάλληλη για μικρά παιδιά, πρέπει απαραίτητα να χρησιμοποιούνται απτές γλώσσες προγραμματισμού και ενεργά περιβάλλοντα μάθησης με απτά ρομπότ. Αυτή η προσέγγιση, θα βοηθήσει στην προοδευτική εισαγωγή των μικρών

παιδιών στην ρομποτική και στον προγραμματισμό, με έναν ελκυστικό και κατάλληλο αναπτυξιακό τρόπο, δημιουργώντας προγράμματα για το έλεγχο του ρομπότ τους μέσα από συγκεκριμένα αντικείμενα όπως ξύλινα μπλοκ ή κάρτες (Santos, 2022).

Σκοπός της έρευνας είναι να αναζητηθούν και να διερευνηθούν ρομποτικές οντότητες με βιομιμητικό χαρακτήρα που μπορούν να ενταχθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στόχος της μελέτης είναι να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά τους και τα εκπαιδευτικά οφέλη που μπορεί να έχουν, ώστε να μπορούν να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπρόσθετα, η παρούσα έρευνα στοχεύει να αναδείξει τα οφέλη και τις δυνατότητες που προσφέρει η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην εκπαιδευτική κοινότητα όταν χρησιμοποιείται με τον σωστό τρόπο.

Σύμφωνα με τον σκοπό και τους στόχους της μελέτης αυτής, τα ερευνητικά ερωτήματα που πρόκειται να διερευνηθούν είναι:

- Ποια είναι η μορφή και τα χαρακτηριστικά των βιομιμητικών ρομπότ που εντοπίζονται στον τομέα της εκπαίδευσης;
- Ποιοι είναι οι στόχοι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που υποστηρίζονται καλύτερα μέσα από τις βιομιμητικές ρομποτικές οντότητες;
- Με ποιους άξονες αξιολογείται ολιστικά μια βιομιμητική ρομποτική οντότητα, σχετικά με τις δυνατότητες που προσφέρει;
- Υπάρχουν πρακτικές δυσκολίες στην ένταξη των βιομιμητικών ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία;

Με γνώμονα τα ανωτέρω ερευνητικά ερωτήματα της εν λόγω μελέτης, ακολουθείται αρχικά η δευτερογενής μέθοδος έρευνας, έτσι ώστε να πλαισιωθεί το κομμάτι της βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Συγκεκριμένα, γίνεται αναζήτηση στοιχείων και πληροφοριών μέσα από βάσεις δεδομένων με επιστημονικό περιεχόμενο, όπως Google Scholar, ERIC και Scopus. Επιπλέον, ακολουθείται στη συνέχεια η πρωτογενής ποιοτική έρευνα, κατά την οποία γίνεται εκτενής αναφορά σε ρομποτικές οντότητες με βιομιμητικό χαρακτήρα, αναλύοντας τα χαρακτηριστικά του καθενός αλλά και τον τρόπο που συμβάλλει στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ακόμη, γίνεται διαχωρισμός αυτών των ρομπότ, προκειμένου να διερευνηθούν και να αναλυθούν μόνο όσα από αυτά θα έχουν καθαρά εκπαιδευτικό χαρακτήρα και είναι κατάλληλα για τη χρήση τους κυρίως στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Επιπροσθέτως, γίνεται μια αξιολόγηση αυτών των ρομπότ και εξάγονται τα γενικά συμπεράσματα ως προς τον βαθμό συμβολής τους στην εκπαιδευτική

διαδικασία και ως προς του βαθμού στον οποίο όταν χρησιμοποιούνται δίνουν κίνητρα παραγωγικότητας στους μαθητές και τους ελκύουν το ενδιαφέρον.

Η διεξαγωγή αυτής της έρευνας είναι ωφέλιμη και επίκαιρη, καθώς τα ρομπότ αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της κοινωνίας μας και πλέον τα παιδιά από πολύ πρώιμη ηλικία χρησιμοποιούν τις νέες τεχνολογίες στην καθημερινότητά τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν από εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ή από επαγγελματίες του χώρου της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, οι οποίοι θέλουν να έχουν μια σφαιρική εικόνα με τα χαρακτηριστικά των βιομημητικών ρομποτικών οντοτήτων και τις δυνατότητες που προσφέρει το καθένα. Επίσης, μπορούν να αξιοποιηθούν από σχεδιαστές των Αναλυτικών Προγραμμάτων στο σχολικό πλαίσιο καθώς γίνεται προσπάθεια για ένταξή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η παρούσα εργασία θα μπορέσει να υπάρξει σταθμός για μελλοντικές μελέτες αναζήτησης νέων βιομημητικών ρομπότ ή πειραματισμού των αναφερθέντων ώστε να συγκρίνουν αν παράγονται διαφορετικά μαθησιακά αποτελέσματα σε μια ίδια μαθησιακή εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Εκπαιδευτική Ρομποτική

1.1 Η έννοια του Ρομπότ

Η ρομποτική είναι μια από τις πιο καυτές, πιο δημοφιλείς αναδυόμενες τεχνολογίες της σύγχρονης εποχής (Joiner, 2018) και ένα από τα ταχύτερα αναπτυσσόμενα πεδία επιστημονικής έρευνας (Rubio et al., 2019). Μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση παρατηρείται ότι ως έννοια τα ρομπότ αφορούν ενσωματωμένες, αυτόματα ελεγχόμενες, επαναπρογραμματιζόμενες οντότητες πολλαπλών χρήσεων που εκτελούν χρήσιμες εργασίες για ανθρώπους ή εξοπλισμό (Yam et al., 2022). Επιπλέον, τα ρομπότ είναι έξυπνοι πράκτορες που μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να δημιουργήσουν ένα σύστημα πολλαπλών ρομπότ για την επίτευξη ενός κοινού στόχου μέσω κατανεμημένων ενεργειών (Afanasyev et al., 2019). Η ρομποτική αναφέρεται στις τεχνολογίες που ασχολούνται με το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και την εφαρμογή των ρομπότ, καθώς και τα υπολογιστικά συστήματα για τον έλεγχό τους, την αισθητηριακή ανατροφοδότηση και την επεξεργασία πληροφοριών. Επομένως, ο βασικός ορισμός της ρομποτικής έγκειται στον τρόπο με τον οποίο ορίζεται ένα ρομπότ (Xiao & Kumar, 2019).

Ένα ρομπότ μπορεί να οριστεί ως η προγραμματιζόμενη μηχανή που μπορεί να μιμηθεί τις εργασίες των ανθρώπων, καθώς και την εμφάνισή τους. Η έρευνα βοηθά τους ερευνητές να κατανοήσουν περισσότερο την ανθρώπινη δομή και συμπεριφορά. Μετά από χρόνια έρευνας και ανάπτυξης σε αυτόν τον τομέα, τα ρομπότ είναι πλέον διαθέσιμα σε διαφορετικά σχήματα, μεγέθη και δυνατότητες με βάση την περιοχή εφαρμογής τους (Raju et al., 2020).

Λόγω των ικανοτήτων τους, τα κινητά ρομπότ μπορούν να υποκαταστήσουν τον άνθρωπο σε πολλούς τομείς. Οι εφαρμογές περιλαμβάνουν επιτήρηση, εξερεύνηση πλανητών, περιπολίες, επιχειρήσεις έκτακτης ανάγκης διάσωσης, αναγνώριση, πετροχημικές εφαρμογές, βιομηχανικούς αυτοματισμούς, κατασκευές, ψυχαγωγία, οδηγούς μουσείων, προσωπικές υπηρεσίες, παρέμβαση σε ακραία περιβάλλοντα, μεταφορές, ιατρική περίθαλψη και ούτω καθεξής, καθώς και πολλά άλλα βιομηχανικές και μη

βιομηχανικές εφαρμογές. Τα περισσότερα από αυτά είναι ήδη διαθέσιμα στην αγορά (Rubio et al., 2019).

Στην περίπτωση του ανθρωποειδούς ρομπότ το μεγαλύτερο μέρος αποτελείται από έναν κορμό, δύο πόδια, δύο χέρια και κεφάλι. Αλλά σε ορισμένες εφαρμογές, μερικά μέρη του σώματος έχουν σχεδιαστεί για να εκτελούν συγκεκριμένη εργασία ή έρευνα, όπως μόνο το κάτω μέρος του σώματος για την εκτέλεση ερευνητικών εργασιών στο βάδισμα του ρομπότ. Αυτά έχουν την περίπλοκη δομή και σχεδιασμό σε σύγκριση με άλλα ρομπότ, επομένως επιστάται όλο και περισσότερη προσοχή σε αυτόν τον τομέα για τη βελτίωση των παραμέτρων σχεδίασης και ελέγχου των ανθρωποειδών ρομπότ (Raju et al., 2020).

Τα ρομπότ γενικότερα μπορούν να κινούνται αυτόνομα (σε βιομηχανικό εργοστάσιο, εργαστήριο, πλανητική επιφάνεια κ.λπ.), δηλαδή χωρίς βοήθεια από εξωτερικούς ανθρώπινους χειριστές. Ένα ρομπότ είναι αυτόνομο όταν το ίδιο το ρομπότ έχει τη δυνατότητα να καθορίσει τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν για να εκτελέσει μια εργασία, χρησιμοποιώντας ένα σύστημα αντίληψης που το βοηθά. Χρειάζεται επίσης μια μονάδα γνώσης ή ένα σύστημα ελέγχου για τον συντονισμό όλων των υποσυστημάτων που αποτελούν το ρομπότ. Τα βασικά στοιχεία της κινητής ρομποτικής αποτελούνται από τα πεδία της κίνησης, της αντίληψης, της γνώσης και της πλοήγησης. Τα προβλήματα κίνησης λύνονται με την κατανόηση του μηχανισμού και της κινηματικής, της δυναμικής και της θεωρίας ελέγχου. Η αντίληψη περιλαμβάνει τους τομείς της ανάλυσης σήματος και τα εξειδικευμένα πεδία όπως η όραση υπολογιστών και οι τεχνολογίες αισθητήρων. Η γνωστική λειτουργία είναι υπεύθυνη για την ανάλυση των δεδομένων εισόδου από τους αισθητήρες και τη λήψη των αντίστοιχων ενεργειών για την επίτευξη των στόχων του κινητού ρομπότ. Είναι υπεύθυνος για το σύστημα του συστήματος ελέγχου. Η πλοήγηση απαιτεί γνώση αλγορίθμων σχεδιασμού, θεωρίας πληροφοριών και τεχνητής νοημοσύνης (Rubio et al., 2019).

Επιπροσθέτως, το ρομπότ μπορεί να μιμηθεί τις ανθρώπινες εκφράσεις με τα μάτια και το στόμα, είτε χρησιμοποιώντας μηχανισμούς, είτε οθόνη για να εκφράσει τις χειρονομίες. Επιπλέον, αναπτύσσονται ανθρωποειδή ρομπότ για να χρησιμοποιηθούν ως βοηθητικά ρομπότ, αλλά και για να εκτελούν επικίνδυνες εργασίες. Οι εφαρμογές των ανθρωποειδών ρομπότ είναι καθιερωμένες στον τομέα της υγείας, της άμυνας, της εκπαίδευσης και της ψυχαγωγίας. Ακόμη και στον τομέα της εκπαίδευσης εισάγονται ανθρωποειδή ρομπότ για να συμβάλλουν στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτό ενθαρρύνει

τον μαθητή να μάθει το θέμα με πιο πρακτικό τρόπο και να ενισχύσει τις μαθησιακές του ικανότητες (Raju et al., 2020).

1.2 Ιστορική εξέλιξη – εμφάνιση του Ρομπότ

Η ρομποτική είναι ένας κλάδος που απέκτησε ύψιστη σημασία τον περασμένο αιώνα κι έφερε επανάσταση στο βιομηχανικό περιβάλλον μέσα σε λίγες μόνο δεκαετίες. Η ιδέα του σχεδιασμού και της κατασκευής κάποιου είδους όντων ή συσκευών που θα μπορούσαν να εκτελούν επαναλαμβανόμενες ή βαριές εργασίες, απαλλάσσοντας έτσι τους ανθρώπους από αυτό το βάρος, χρονολογείται από την αρχαιότητα. Από την ελληνοελληνιστική εποχή ορισμένες από αυτές τις συσκευές, που ονομάστηκαν αυτόματα, έχουν σχεδιαστεί και δημιουργηθεί από ευρηματικούς εφευρέτες, που ανήκουν σε πολλούς διαφορετικούς πολιτισμούς ανά τους αιώνες (Gasparetto & Scalera, 2019).

Ειδικότερα, από τους πρώιμους πολιτισμούς, μια από τις μεγαλύτερες φιλοδοξίες των ανθρώπων ήταν να δημιουργήσει τεχνουργήματα στην εικόνα τους. Το ρολόι νερού της κλεψύδρας που εισήγαγαν οι Βαβυλώνιοι (1400 π.Χ.) ήταν ένα από τα πρώτα αυτοματοποιημένα μηχανικά τεχνουργήματα. Στους επόμενους αιώνες, η ανθρώπινη δημιουργικότητα οδήγησε σε μια σειρά από συσκευές όπως το αυτόματο θέατρο του Ήρωα της Αλεξάνδρειας (100 μ.Χ.), τις υδροηλεκτρικές και ανθρωποειδείς μηχανές του Al-Jazari (1200) και του Leonardo da Vinci. πολυάριθμα έξυπνα σχέδια (1500). Η ανάπτυξη των αυτόματων μηχανών συνέχισε να ανθίζει τον 18^ο αιώνα, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία, με δημιουργίες, όπως η οικογένεια των ανδροειδών του Jacquet-Droz (συρτάρι, μουσικός και συγγραφέας) και οι μηχανικές κούκλες «karakuriningyo» (διακομιστής τσαγιού και τοξότης). Η «έννοια» του ρομπότ καθιερώθηκε ξεκάθαρα από αυτές τις πολλές δημιουργικές ιστορικές συνειδητοποιήσεις. Ωστόσο, η εμφάνιση του «φυσικού» ρομπότ έπρεπε να περιμένει την έλευση των υποκείμενων τεχνολογιών του κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα (Siciliano & Khatib, 2019).

Στην ουσία, ο όρος «αυτόματα» αναφέρεται κυρίως σε συσκευές που μοιάζουν με ανθρώπους, ενώ ο όρος «ρομπότ» έχει μια γενικότερη σημασία. Ο όρος «ρομπότ» τοποθετείται σε νεότερους χρόνους και προέρχεται από την τσέχικη λέξη «robota», που σημαίνει «βαριά εργασία» ή «καταναγκαστική εργασία». Η εισαγωγή αυτού του όρου

οφείλεται στον Τσέχο συγγραφέα Karel Čapek (1890-1938), ο οποίος τον χρησιμοποίησε για πρώτη φορά το 1920 στο μυθιστόρημά του «RUR: Rossum's Universal Robots» (Gasparetto & Scalera, 2019).

Το 1940, η ηθική της αλληλεπίδρασης μεταξύ ρομπότ και ανθρώπων οραματίστηκε να διέπεται από τους γνωστούς τρεις θεμελιώδεις νόμους του Isaac Asimov, του Ρώσου συγγραφέα επιστημονικής φαντασίας στο μυθιστόρημά του "Runaround". Στα μέσα του εικοστού αιώνα έφεραν τις πρώτες εξερευνήσεις της σύνδεσης μεταξύ της ανθρώπινης νοημοσύνης και των μηχανών, σηματοδοτώντας την αρχή μιας εποχής γόνιμης έρευνας στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης (AI). Εκείνη την εποχή, δημιουργήθηκαν τα πρώτα ρομπότ. Επωφελήθηκαν από την πρόοδο στις διάφορες τεχνολογίες της μηχανικής, των ελέγχων, των υπολογιστών και των ηλεκτρονικών. Όπως πάντα, τα νέα σχέδια παρακινούν νέες έρευνες και ανακαλύψεις, οι οποίες, με τη σειρά τους, οδηγούν σε βελτιωμένες λύσεις και, κατά συνέπεια, σε νέες ιδέες. Αυτός ο ενάρετος κύκλος με την πάροδο του χρόνου παρήγαγε εκείνη τη γνώση και την κατανόηση που γέννησε το πεδίο της ρομποτικής, που αναφέρεται σωστά ως επιστήμη και τεχνολογία των ρομπότ (Siciliano & Khatib, 2019).

Τα πρώιμα ρομπότ που κατασκευάστηκαν στη δεκαετία του 1960 προήλθαν από τη συμβολή δύο τεχνολογιών: μηχανές αριθμητικού ελέγχου για ακριβή κατασκευή και τηλεχειριστές για απομακρυσμένο χειρισμό ραδιενεργών υλικών. Στη συνέχεια, από τα μέσα έως τα τέλη του 20^{ου} αιώνα, η ανάπτυξη ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, ψηφιακών υπολογιστών και μικροσκοπικών εξαρτημάτων επέτρεψε να σχεδιαστούν και να προγραμματιστούν ρομπότ ελεγχόμενα από υπολογιστή. Αυτά τα ρομπότ, που ονομάζονται βιομηχανικά ρομπότ, έγιναν βασικά συστατικά στον αυτοματισμό των ευέλικτων συστημάτων παραγωγής στα τέλη της δεκαετίας του 1970 (Siciliano & Khatib, 2019).

Από τότε που εφευρέθηκε το πρώτο ρομπότ από τον άνθρωπο, η ρομποτική έχει επιτύχει τεράστια βελτίωση τις τελευταίες δεκαετίες. Τώρα, τα ευφυή ρομπότ χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς τομείς εφαρμογών και οι άνθρωποι εξακολουθούν να εξερευνούν τις δυνατότητες των ρομπότ στην κοινωνία μας. Καθώς η ενοποίηση ανθρώπων και ρομπότ πλησιάζει, η τάση του εξανθρωπισμού έχει προκύψει σταδιακά για να καλύψει τις ανάγκες της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-μηχανής. Η ρομποτοποίηση είναι μια μη αναστρέψιμη τάση της ανθρώπινης κοινωνίας και θα πρέπει να συνεχιστεί προσεκτικά για να κατανοηθεί ο σωστός ρόλος των ρομπότ στην ολοκληρωμένη κοινωνία ανθρώπου-ρομπότ (Cai et al., 2021).

1.3 Εκπαιδευτική Ρομποτική

1.3.1 Έννοια

Τα ρομπότ αποτελούν μία από τις σημαντικότερες τεχνολογικές εφευρέσεις της εποχής. Μπορούν να οδηγήσουν σε μια βαθύτερη σύνδεση με πολλές τεχνικές πτυχές της ρομποτικής, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης τους στην εκπαίδευση. Γενικά, η ενσωμάτωση της ρομποτικής σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να χαρακτηριστεί ενδιαφέρουσα για θέματα Επιστήμης, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (STEM) και να επιτρέψει τη βαθύτερη εμπλοκή των μαθητών σε σύνθετες έννοιες. Τα εκπαιδευτικά ρομπότ έχουν χρησιμοποιηθεί για διάφορους λόγους ως εκπαιδευτικό υλικό, ως σύντροφοι μάθησης και βοηθοί διδασκαλίας. Τα εκπαιδευτικά ρομπότ και οι διαγωνισμοί ρομποτικής έχουν αναδειχθεί ως εξαιρετικά δημοφιλείς εκπαιδευτικές δραστηριότητες που εμπλέκουν ενεργά τα παιδιά στην κριτική σκέψη και στην επίλυση προβλημάτων σε ομαδικά περιβάλλοντα (Menekse et al., 2017; Anwar et al., 2019).

Με τον όρο «*εκπαιδευτικό ρομπότ*» καλείται κάθε είδους ρομπότ που αλληλεπιδρά με παιδιά για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Σε αυτό το πλαίσιο, τα παιδιά προορίζονται να δώσουν οδηγίες στο ρομπότ (ή να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα για αυτό) για να ολοκληρώσουν μια συγκεκριμένη εργασία. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ωστόσο, το σημαντικό είναι ότι ο μαθητής πρέπει να συμμετέχει σε μια δραστηριότητα που στοχεύει στο σχεδιασμό ή στην εφαρμογή ενός αλγορίθμου για τον έλεγχο της συμπεριφοράς του ρομπότ. Ο *προγραμματισμός* θα μπορούσε επίσης να πραγματοποιηθεί πατώντας τα κουμπιά ενός BEEBOT ή ευθυγραμμίζοντας τα κομμάτια ενός Cubetto ή γενικότερα κάνοντας μια κίνηση NAO στο πάτωμα, δείχνοντάς του μια σειρά από εντολές που εμφανίζονται σε κάρτες flash (Hedgcock et al., 2014; Pivetti et al., 2020).

Η μάθηση που βασίζεται σε έργα ρομποτικής περιλαμβάνει τυπικά τομείς του κονστρουκτιβισμού, της θεωρίας της εντοπιζόμενης μάθησης, της γνωστικής ψυχολογίας και της έννοιας του ολοκληρωμένου προγράμματος σπουδών. Η Εκπαιδευτική Ρομποτική είναι ένα διεπιστημονικό περιβάλλον που περιλαμβάνει την κατανόηση σχετικών, αλλά διαφορετικών τομέων και συμμετεχόντων από τη βιομηχανία, τον ακαδημαϊκό χώρο και διοργανωτές εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Η μάθηση που βασίζεται σε έργα ρομποτικής

γενικά υποδεικνύει θετικές επιπτώσεις στην επίδοση των μαθητών (Chen et al., 2015; Hussin et al., 2019).

Η αποτελεσματικότητα της μάθησης που βασίζεται σε έργα ρομποτικής στην ολοκληρωμένη εκπαίδευση STEM είναι διεπιστημονική και περιέχει διαφορετικούς στόχους περιεχομένου στο πλαίσιο των πρακτικών δραστηριοτήτων για την παραγωγή ενός τεχνουργήματος (Han et al., 2014). Η στρατηγική μάθησης που βασίζεται σε έργα ρομποτικής έχει βρεθεί ότι είναι ένα αποτελεσματικό ολοκληρωμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα STEM που προσφέρει ειδική εκπαιδευτική μόχλευση επειδή είναι ένα πολυεπιστημονικό πεδίο που περιλαμβάνει μια σύνθεση πολλών γνώσεων περιεχομένου, όπως Μαθηματικά και Φυσική, Σχεδιασμός και Καινοτομία, Επιστήμη Υπολογιστών και Προγραμματισμός (Afarí & Khine, 2017; Angeli, 2018; Spolaôr & Benitti, 2017).

Σήμερα, η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται σε διαφορετικές διαστάσεις της εκπαίδευσης, αλλά κυρίως χρησιμοποιείται ως μέρος μιας υποχρεωτικής εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μη τυπικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες, σε δραστηριότητες για τον περιορισμό των κινδύνων πρόωρης εγκατάλειψης του σχολείου και σε δραστηριότητες με μαθητές που έχουν διαφορετικές ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Daniela & Lytras, 2019).

Πρόκειται για έναν τομέα που προσφέρει πολλά οφέλη στο εκπαιδευτικό πλαίσιο, όχι μόνο βοηθώντας τη διδασκαλία των κλάδων, αλλά και καθιστώντας δυνατή την ανάπτυξη πολλών ικανοτήτων, όπως η ομαδική εργασία, η επίλυση προβλημάτων και η δημιουργικότητα. Γενικότερα, η ρομποτική έχει αποδειχθεί ένα από τα καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνοντας υπόψη ορισμένα αξιολογημένα κριτήρια (επίπεδο σπονδυλωτών, υλικό, πρόγραμμα σπουδών, τιμή, κ.λπ.). Ορισμένες μελέτες αναλύουν τις διδακτικές πρακτικές, άλλες συγκρίνουν τεχνολογίες και άλλες αξιολογούν τα κιτ με παιδαγωγικό τρόπο. Ωστόσο, είναι σημαντικό να διερευνηθούν όλα αυτά τα πλαίσια από κοινού προκειμένου να βελτιωθεί ο αντίκτυπος που παράγει η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην εκπαίδευση και να γνωρίζουμε τις καλύτερες διδακτικές πρακτικές που σχετίζονται με τις πιο ισχυρές τεχνολογίες (Souza et al., 2018).

Σύμφωνα με την βιβλιογραφική επισκόπηση πολλοί ερευνητές στην εκπαιδευτική ρομποτική έχουν τονίσει ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία έχει μεγάλες δυνατότητες ως εργαλείο σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες. Ωστόσο, προκύπτουν πολλά ερωτήματα, όπως για παράδειγμα «Πόσο σημαντικό είναι να ενσωματωθούν αυτού του είδους τα εργαλεία σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες; Σε ποιες ηλικίες επιτρέπεται; Ενσωματώνουν αυτές τις συσκευές; Βοηθούν στην ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων στους μαθητές; Ποιος είναι ο

σκοπός της χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε αυτό το πλαίσιο;». Ενώ οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν νέες ιδέες, αναπτύσσουν και παιδαγωγικές δραστηριότητες που στοχεύουν στην ενσωμάτωση και στην ανάπτυξη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, των μαθηματικών και της μηχανικής, αλλά ακόμη χωρίς σημαντικά στοιχεία που να υποστηρίζουν τον άμεσο αντίκτυπο στην ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών (Sanchez et al., 2019).

Ειδικότερα, η εκπαιδευτική ρομποτική, παρέχοντας στους μαθητές μια εξαιρετικά διαδραστική και πρακτική εμπειρία μάθησης, υπόσχεται να εμπνεύσει μια νέα γενιά μαθηματικής μάθησης (Zhong & Xia, 2020). Για το λόγο αυτό εμφανίζεται ολοένα και περισσότερο σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, λόγω του ότι χαρακτηρίζεται ως βασικό υποστηρικτικό εργαλείο που συντελεί στην ανάπτυξη γνωστικών δεξιοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών, ανεξαρτήτως ηλικίας (Ioannou & Makridou, 2018; Chevalier et al., 2020).

Γενικότερα, η ανάπτυξη των δεξιοτήτων προγραμματισμού προωθείται αυτή τη στιγμή από τη νεαρή σχολική ηλικία, προσπαθώντας να οδηγήσουν τα παιδιά να αναλάβουν ενεργό και δημιουργικό ρόλο στη χρήση των τεχνολογιών. Η τρέχουσα ψηφιακή κατάσταση απαιτεί την ανάπτυξη στρατηγικών για τον εκσυγχρονισμό των διαδικασιών μάθησης, συμπεριλαμβανομένων πρωτοβουλιών για την απόκτηση ψηφιακών δεξιοτήτων που θα επιτρέψουν σε όλους τους πολίτες να λειτουργήσουν σε μια ψηφιοποιημένη κοινωνία. Σε αυτό το πλαίσιο, υπάρχει μια αυξανόμενη τάση που προωθεί την ανάπτυξη δεξιοτήτων προγραμματισμού από την πρώιμη σχολική ηλικία για να διασφαλιστεί ότι οι άνθρωποι αποκτούν ενεργό και δημιουργικό ρόλο στη χρήση των τεχνολογιών, μέσω της κατάκτησης νέων γνωστικών δεξιοτήτων και πρακτικών όπως ο κώδικας παιδείας (García-Valcárcel-Muñoz-Repiso & Caballero-González, 2019).

Επιπροσθέτως, η Εκπαιδευτική Ρομποτική δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να επιτύχουν αυτό το επίπεδο αλληλεπίδρασης. Μέσα από μαθησιακές δραστηριότητες που βασίζονται στο σχεδιασμό και στην κατασκευή πρωτοτύπων, οι μαθητές αναπτύσσουν σημαντική γνώση, περνώντας από το αφηρημένο στο απτό. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένας τομέας που μπορεί να ενσωματωθεί στη διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης μέσω διαφόρων πρακτικών προσεγγίσεων, ένα από τα οποία είναι η υιοθέτησή του ως κύριο αντικείμενο μάθησης (Goodgame, 2018), ως μέσο μάθησης (Kucuk & Sisman, 2017) και ως μέσο υποστήριξης των μαθησιακών εξελίξεων (Moro et al., 2018). Οι κύριες εκπαιδευτικές πρωτοβουλίες με τη ρομποτική, βρίσκονται σε αυτές τις δύο προσεγγίσεις,

μέσω της ανάπτυξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων μέσω μαθημάτων και εργαστηρίων (Buss & Gamboa, 2017; Ozcinar et al., 2017). Ακόμη, τα ρομπότ χρησιμοποιούνται εντός της τάξης, ως διδακτικός πόρος (Bruni & Nisdeo, 2017; Serholt, 2018). Με αυτόν τον τρόπο, η μάθηση μπορεί να διευκολυνθεί μέσω της έρευνας, όπου η εμφάνιση λαθών λαμβάνεται ως ευκαιρία μάθησης (García-Valcárcel-Muñoz-Repiso & Caballero-González, 2019).

1.3.2 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Τα ρομπότ μπορούν να ωφελήσουν την εκπαίδευση με πολλούς τρόπους και η ρομποτική υπόσχεται πολλά ως τεχνολογία εκμάθησης. Τα πλεονεκτήματα της ρομποτικής υπογραμμίζουν τις μεγάλες δυνατότητες χρήσης των ρομπότ ως εκπαιδευτικά εργαλεία (Cheng et al., 2018). Αναλυτικότερα, η χρήση της ρομποτικής μπορεί να συμβάλει στην εκπαίδευση με τους εξής τρόπους:

- **Μπορούν να προσφέρουν μεγάλα οφέλη ως εργαλείο διδασκαλίας.** Συγκεκριμένα, έχουν πολλά χρήσιμα χαρακτηριστικά που τα καθιστούν χρήσιμα για διδασκαλία όταν ταιριάζουν με τους εκπαιδευτικούς στόχους. Έχουν την ικανότητα να εκτελούν επαναλαμβανόμενες εργασίες με ακρίβεια (επαναληψιμότητα), ευελιξία, ικανότητα παρουσίασης ψηφιακών δεδομένων, διαδραστικότητα και δυνατότητα παρουσίασης ανθρωποειδούς εμφάνισης, συμπεριλαμβανομένης της κίνησης του σώματος. Τα ρομπότ είναι ευέλικτα, γεγονός που επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να προτείνουν διαφορετικά μοντέλα για ένα ευρύτερο φάσμα εκπαιδευτικής χρήσης (Srolađr & Benitti, 2017).
- **Καθιστούν πιο εύκολη τη μάθηση.** Τις περισσότερες φορές, η χρήση ρομπότ παρέχει στους εκπαιδευόμενους διασκεδαστικές δραστηριότητες και πρακτικές εμπειρίες, οι οποίες συντελούν στη δημιουργία ενός ελκυστικού, ελκυστικού και διαδραστικού περιβάλλοντος μάθησης (Alimisis, 2013). Επομένως, τα ρομπότ έχουν βρεθεί ότι δίνουν κίνητρα για τους μαθητές και γίνονται ένα αποτελεσματικό εργαλείο, με το οποίο βελτιώνουν τα κίνητρα των μαθητών και τις μαθησιακές επιδόσεις (Cheng et al., 2018).

➤ **Υποστηρίζουν την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα.** Περισσότερο από την ενίσχυση της μαθησιακής απόδοσης των μαθητών, η ρομποτική θεωρείται μια χρήσιμη τεχνολογία μάθησης που υποστηρίζει την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα. Τα ρομπότ έχουν χρησιμοποιηθεί συχνότερα στην εκπαίδευση STEM, συνήθως ως ένα έργο σχεδιασμού που βασίζεται σε ομάδες στο οποίο δίνονται ευκαιρίες στους μαθητές να επικοινωνήσουν και να συνεργαστούν μεταξύ τους. Οι σχεδιασμοί μαθημάτων που βασίζονται σε εργασίες και σε έργα στην εκπαίδευση στη ρομποτική προκαλούν επίσης τους μαθητές να βελτιώσουν τις δεξιότητές ως προς την επίλυση προβλημάτων και να τους παρακινήσουν να γίνουν πιο ενεργοί (Cheng et al., 2018). Ειδικότερα, η χρήση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής ως εργαλείο προγράμματος σπουδών μπορεί να δώσει στους μαθητές τη δυνατότητα να αποκτήσουν βασικές δεξιότητες τεχνολογίας και άλλου είδους ανθρώπινες και οργανωτικές αξίες (Ioannou et al., 2018; Hussin et al., 2019). Επιπρόσθετα, πολλοί ερευνητές έχουν εντοπίσει τα οφέλη της ρομποτικής σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (Blackwell et al., 2013). Τα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων και υπολογιστικής σκέψης των μαθητών και την πρακτική εφαρμογή του προγραμματισμού και των εννοιών STEM (Sáez-López et al., 2016). Στα πλαίσια της κατασκευής και του προγραμματισμού ρομπότ, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εισαγάγουν έννοιες από τη μηχανική, την τεχνολογία και τον προγραμματισμό υπολογιστών. Η εφαρμογή των εννοιών STEM με τη ρομποτική έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις αντιλήψεις των μαθητών στα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες, μπορεί να συμβάλει στην προσέλκυση του ενδιαφέροντός τους και στην οικοδόμηση φιλοδοξιών για μελλοντικές μελέτες STEM (Chalmers, 2018).

Ακόμη, τα συστήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν τη μορφή συστήματος λογισμικού που παρέχει ατομική υποστήριξη διδασκαλίας. Η κοινωνική αλληλεπίδραση ενισχύει τη μάθηση μεταξύ των ανθρώπων, όσον αφορά τα γνωστικά και τα συναισθηματικά αποτελέσματα. Αν και τα ρομπότ δεν επιδεικνύουν κοινωνική συμπεριφορά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εκπαιδευτικά εργαλεία για τη διδασκαλία των μαθητών για να υποστηρίξουν την εκπαίδευση μέσω κοινωνικών αλληλεπιδράσεων.

Επειδή οι εικονικοί πράκτορες (που παρουσιάζονται σε φορητούς υπολογιστές, tablet ή τηλέφωνα) μπορούν να προσφέρουν μερικές από τις ίδιες δυνατότητες, αλλά χωρίς κόστος πρόσθετου υλικού, την ανάγκη συντήρησης και τις προκλήσεις διανομής και εγκατάστασης, η χρήση ενός ρομπότ σε εκπαιδευτικό περιβάλλον πρέπει να αιτιολογείται ρητά. Σε σύγκριση με τους εικονικούς πράκτορες, τα φυσικά ενσωματωμένα ρομπότ προσφέρουν τρία πλεονεκτήματα:

- μπορούν να χρησιμοποιηθούν για προγράμματα σπουδών που απαιτούν ενασχόληση με τον φυσικό κόσμο,
- οι χρήστες δείχνουν περισσότερες κοινωνικές συμπεριφορές που είναι ωφέλιμες για τη μάθηση όταν ασχολούνται με ένα σωματικά ενσωματωμένο σύστημα και
- οι χρήστες παρουσιάζουν αυξημένα μαθησιακά κέρδη όταν αλληλεπιδρούν με φυσικά ενσωματωμένα συστήματα μέσω εικονικών πρακτόρων (Belraeme et al., 2018).

Η χρήση kit ρομποτικής σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα επιτρέπει στους δασκάλους να σχεδιάζουν ενδιαφέρουσες μαθησιακές δραστηριότητες που μπορούν να διεγείρουν το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών, κυρίως σε κλάδους που σχετίζονται με θέματα STEM και τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων (Benitti et al., 2017). Ακόμη, η εκπαιδευτική ρομποτική αποσκοπεί στην προώθηση της δομικής μάθησης των παιδιών μέσω της φυσικής χειραγώγησης των αντικειμένων που, με τη σειρά της, αναμένεται να τονώσει την ανάπτυξη νοητικών αναπαραστάσεων του κόσμου γύρω τους. Έτσι, επιτρέπεται στους μαθητές να δημιουργούν, να αξιολογούν και να αναθεωρούν έννοιες, ενώ σχεδιάζουν και προγραμματίζουν την αλληλεπίδραση με τα ρομπότ. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση της ρομποτικής ως εκπαιδευτικού εργαλείου απαιτεί από τα παιδιά να εξερευνήσουν, να παρατηρήσουν και να χειραγωγήσουν το περιβάλλον τους και στη συνέχεια να αναστοχαστούν, να σχεδιάσουν και να προγραμματίσουν τη συμπεριφορά ενός τεχνουργήματος ρομποτικής για να δώσουν μια απάντηση στην προτεινόμενη εργασία. Πράγματι, η μαθησιακή διαδικασία αναπτύσσεται βάσει απαιτητικών εργασιών όπου η παρατήρηση και η κατανόηση φαινομένων συμβαίνει σε ένα πειραματικό περιβάλλον και όχι μέσω παραδοσιακών θεωρητικών μαθημάτων. Κατά συνέπεια, οι μαθητές λειτουργούν ως πρωταγωνιστές και ενθαρρύνονται έντονα από τη μαθησιακή διαδικασία,

αναπτύσσοντας παράλληλα δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και κριτικής σκέψης (Chiazzese et al., 2019).

Οι μη παραδοσιακές δραστηριότητες ρομποτικής έχουν επίσης εισαχθεί για να βοηθήσουν στην αφήγηση ιστοριών, στη δημιουργία μαριονέτας και σε δραστηριότητες μουσικής και τέχνης. Πολυάριθμες ερευνητικές μελέτες υποδηλώνουν ότι οι δραστηριότητες της ρομποτικής έχουν θετική επίδραση στην ανάπτυξη της επίλυσης προβλημάτων και προσφέρουν τη δυνατότητα βελτίωσης και ενίσχυσης της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης. Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, ακόμη και τα μικρά παιδιά που μπορούν να χρησιμοποιούν και να δημιουργούν με τα κατάλληλα για την ηλικία τους ρομπότ, είναι ικανά να αναπτύξουν μοναδικούς τρόπους επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων (Chalmers, 2022).

Επιπρόσθετα πλεονεκτήματα των ρομπότ στα πλαίσια της εκπαίδευσης σχετίζονται με τα εξής:

- **Τα ρομπότ μπορούν να παραδώσουν πολλά θέματα ταυτόχρονα.** Οι εκπαιδευτικοί ειδικεύονται σε μερικά μαθήματα από έναν ή δύο συναφείς τομείς. Ένας εκπαιδευτικός που μπορεί να παραδώσει δεκάδες μαθήματα δεν λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τους μαθητές και τους συναδέλφους του, γιατί δεν μπορεί να είναι ειδικός σε καθένα από αυτά. Αντίθετα, ένα εκπαιδευτικό ρομπότ μπορεί να παραδώσει απεριόριστο αριθμό μαθημάτων που μπορούν να ενημερωθούν και να αλλάξουν ανάλογα με τη ζήτηση, ενισχύοντας έτσι τις αποδόσεις των μαθητών (Ivanov, 2016).
- **Τα ρομπότ παρέχουν σταθερή ή βελτιωμένη ποιότητα της εργασίας τους.** Τα εκπαιδευτικά ρομπότ είναι σε θέση να παρέχουν την ίδια υπηρεσία με τα ίδια πρότυπα κάθε φορά που ένας μαθητής παρακολουθεί μια διάλεξη, κάνει ένα τεστ ή διαβάζει ένα κείμενο στο διαδίκτυο. Επιπλέον, ο εκπαιδευτικός της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να προσαρμοστεί στις ανάγκες του εκπαιδευόμενου, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των υπηρεσιών που παρέχουν.
- **Τα ρομπότ εκτελούν το διοικητικό τους έργο σωστά και έγκαιρα.** Μία από τις πτυχές της ποιότητας των υπηρεσιών στο εκπαιδευτικό ίδρυμα είναι η ποιότητα εργασίας, η πληρότητα, η ορθότητα και η επικαιρότητα της τεκμηρίωσης που υποστηρίζει την εκπαιδευτική διαδικασία – φόρμες

ανατροφοδότησης, φύλλα σήμανσης, πρωτόκολλο εξετάσεων, ημερολόγια κ.λπ..

- **Τα ρομπότ μπορούν να επαναλάβουν τις εξηγήσεις πολλές φορές.** Ένα ρομπότ μπορεί να επαναλάβει ένα μάθημα όσες φορές χρειάζεται χωρίς αρνητικά συναισθήματα ή έλλειψη υπομονής που προκαλείται από την αργή ή την έλλειψη προόδου των μαθητών.
- **Τα ρομπότ δεν κάνουν διακρίσεις στους μαθητές.** Παρά τις μεγαλύτερες προσπάθειές τους και τους ισχυρισμούς τους για το αντίθετο, οι εκπαιδευτικοί συχνά κάνουν διακρίσεις σε μαθητές και συναδέλφους, γεγονός που φέρνει ορισμένους μαθητές σε μειονεκτική θέση σε σύγκριση με άλλους. Αντιθέτως, τα εκπαιδευτικά ρομπότ αντιμετωπίζουν όλους τους μαθητές με παρόμοιο τρόπο και δεν κάνουν καμία διάκριση. Επομένως εξαλείφουν τυχόν αγωγές διάκρισης κατά του εκάστοτε εκπαιδευτικού ιδρύματος με όλες τις αρνητικές νομικές, οικονομικές και δημοσιογραφικές επιπτώσεις τους.
- **Τα ρομπότ δεν παραπονιούνται.** Στην πραγματικότητα, η μαζική εισαγωγή εκπαιδευτικών ρομπότ πιθανότατα να μειώσει το άγχος των διευθυντών εκπαίδευσης που σχετίζεται με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού στα ιδρύματά τους, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα των αποφάσεών τους (Ivanov, 2016).

Ωστόσο, η χρήση των ρομπότ στην εκπαίδευση παραμένει σε μεγάλο βαθμό άγνωστη, τόσο στους ερευνητές όσο και στους εκπαιδευτικούς. Τα κύρια ερωτήματα που παραμένουν αναπάντητα αφορούν το πώς μπορούν να ενσωματωθούν τα ρομπότ στην εκπαίδευση; Σε ποια μαθήματα και για ποιες ηλικιακές ομάδες; Ποια είναι η επείγουσα και σημαντική χρήση των ρομπότ στην εκπαίδευση; Ποιος είναι ο σκοπός της χρήσης της ρομποτικής σε αυτό το πλαίσιο; Αυτά είναι επείγοντα και θεμελιώδη ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν πριν ξεκινήσει η ανάπτυξη των εκπαιδευτικών ρομπότ (Cheng et al., 2018).

Τα κύρια μειονεκτήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν ως εξής:

- **Τα ρομπότ χρειάζονται έναν εκπαιδευτικό για να προετοιμάσει το υλικό του μαθήματος.** Παρά τα ξεκάθαρα πλεονεκτήματά τους, τα ρομπότ δεν είναι ακόμη εντελώς ανεξάρτητα, καθώς χρειάζονται τους εκπαιδευτικούς για να σχεδιάσουν και να προετοιμάσουν το περιεχόμενο της ενότητας, τις διαλέξεις,

τις ασκήσεις, τις δοκιμές, να δώσουν τις σωστές απαντήσεις, να αναπτύξουν τα φύλλα σήμανσης και τις κλίμακες σήμανσης, να ορίσουν τις ημερομηνίες λήξης, κ.λπ..

- **Τα ρομπότ δεν διαθέτουν δημιουργικότητα.** Οι καθηγητές τεχνητής νοημοσύνης θα παραδώσουν το μάθημα με τον τρόπο που έχουν προγραμματιστεί να κάνουν. Στο άμεσο μέλλον, θα τους λείπει η δημιουργικότητα για να βρουν νέες λύσεις σε νέα προβλήματα, κάτι που μπορούν να κάνουν οι εκπαιδευτικοί. Φυσικά, οι εξελίξεις στην τεχνητή νοημοσύνη και οι βελτιωμένες μαθησιακές ικανότητες των ρομπότ θα μειώσουν τις αρνητικές επιπτώσεις αυτού του μειονεκτήματος και θα κλείσουν το χάσμα μεταξύ των εκπαιδευτικών και των ρομπότ.
- **Τα ρομπότ μπορεί να μην έχουν προσωπική προσέγγιση απέναντι σε μεμονωμένους μαθητές και ανάγκες.** Η προσαρμογή των μεθόδων διδασκαλίας στενά στις ανάγκες του μαθητή απαιτεί συναισθηματική νοημοσύνη, γεγονός που εξακολουθεί να αποτελεί μόνο ανθρώπινη δυνατότητα, παρά τις πρόσφατες ανακοινώσεις για την ανάπτυξη συναισθηματικά ευφυών ρομπότ (Ivanov, 2016).

Η τρέχουσα κατάσταση της τέχνης των εκπαιδευτικών ρομπότ υποδηλώνει την επείγουσα ανάγκη να διερευνηθούν οι βασικές εφαρμογές τέτοιων ρομπότ. Πολλά παραμένουν άγνωστα και ασαφή σχετικά με τη χρήση της ρομποτικής σε άλλα μαθήματα και για άλλες ηλικιακές ομάδες, καθιστώντας προβληματική τη χρήση των ρομπότ στην εκπαίδευση (Cheng et al., 2018).

1.3.3 Χρησιμότητα

Ξεκινώντας με την εργασία του Papert (1980) υπήρξαν αρκετές μελέτες σχετικά με τη χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ για τη διδασκαλία διαφόρων εννοιών STEM (Touretzky, 2013). Οι πρώτες μελέτες για την εκπαιδευτική ρομποτική επικεντρώθηκαν κυρίως στη διδασκαλία προγραμματισμού υπολογιστών, καθώς ο Papert ήταν ένας από τους προγραμματιστές της γλώσσας προγραμματισμού LOGO. Πιο πρόσφατες μελέτες επικεντρώνονται κυρίως σε ένα ευρύτερο σύνολο εννοιών και δεξιοτήτων της επιστήμης των υπολογιστών που ονομάζονται «υπολογιστική σκέψη». Εκτός από τις ειδικές μελέτες

για την επιστήμη των υπολογιστών, υπάρχει σημαντικός αριθμός μελετών για την εκπαιδευτική ρομποτική με εστίαση σε πολλαπλές έννοιες και δεξιότητες που σχετίζονται με το STEM. Ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική έχει θετική επίδραση στην κριτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών (Okita, 2014). Μερικές από αυτές τις μελέτες έχουν δείξει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον και τη δέσμευση των μαθητών στο STEM (Kim et al., 2015), αναλογικές δεξιότητες συλλογισμού και εκμάθηση μαθηματικών, φυσικής και επιστημονικής παιδείας (Anwar et al., 2019).

Με γνώμονα τα παραπάνω, η ιδέα της χρήσης κοινωνικών ρομπότ για διδασκαλία και μάθηση έχει γίνει ολοένα και πιο διαδεδομένη και στα ρομπότ ανατίθενται διάφοροι ρόλοι σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα ρομπότ εισήχθησαν για πρώτη φορά σε εκπαιδευτικά πλαίσια ως εργαλεία προγραμματισμού ή επεξήγησης της τεχνολογίας, αλλά ως τεχνολογία ρομπότ τα προηγμένα ανθρωποειδή ρομπότ χρησιμοποιούνται σήμερα επίσης ως ενσωματωμένοι κοινωνικοί παράγοντες στην εκπαίδευση. Το κίνητρο για τη χρήση ανθρωποειδών ρομπότ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι ότι υποτίθεται ότι αυξάνουν τα κίνητρα, τη δέσμευση και τη συγκέντρωση των μαθητών (Pandey & Gelin, 2017).

Ως εκ τούτου, αποτελεί ενδιαφέρον να διερευνηθούν οι δυνατότητες και οι περιορισμοί της χρήσης κοινωνικών ρομπότ για διδασκαλία και μάθηση. Όταν το ρομπότ χρησιμοποιείται ως ενσωματωμένος κοινωνικός παράγοντας, μπορεί να σχεδιαστεί για να ενεργεί ως συνομήλικος, συνοδός μάθησης, δάσκαλος, βοηθός διδασκαλίας (Belraeme et al., 2018; Woo et al., 2021), με διαφορετικά επίπεδα εμπλοκής στη μαθησιακή εργασία (Mubin et al., 2013). Στα κοινωνικά ρομπότ έχει επίσης ανατεθεί ο ρόλος του συντρόφου μάθησης, σε συνδυασμό με τη θεωρία της μάθησης μέσω της διδασκαλίας (Pandey & Gelin, 2017). Για παράδειγμα, τα ρομπότ έχουν χρησιμοποιηθεί σε καταστάσεις μάθησης, όταν το εκπαιδευτικό ρομπότ διδάσκει στον μαθητή να συμμετέχει σε ένα ψηφιακό παιχνίδι μαθηματικών (Pareto et al., 2019; Serholt et al., 2020) ή όταν διδάσκει μια ξένη γλώσσα (Jamet et al., 2018).

Ωστόσο, η εισαγωγή ενός κοινωνικού ρομπότ που ενεργεί σε μια μαθησιακή δραστηριότητα στην τάξη επηρεάζει επίσης τον ρόλο του εκπαιδευτικού (Woo et al., 2021). Όταν τα κοινωνικά ρομπότ χρησιμοποιούνται για διδασκαλία και μάθηση, στο ρομπότ, καθώς και στον/τους μαθητή/ές, συχνά ανατίθεται ένας προκαθορισμένος ρόλος στον οποίο υποτίθεται ότι θα ενεργήσουν. Πιο σπάνια, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι

προκαθορισμένος ή ακόμη και συζητείται ως ενεργός συμμετοχή στο παιχνίδι ρόλων (Ceha et al., 2021). Το σκηνικό παιχνιδιού ρόλων με το κοινωνικό ρομπότ έχει πρωταρχικό σκοπό την τόνωση της μάθησης. Το ρομπότ συνομηλίκων τοποθετείται σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον για διδακτικό σκοπό και επομένως οι εκπαιδευτικοί πρέπει να εξετάσουν τη μαθησιακή δραστηριότητα από διδακτική άποψη και να αξιολογήσουν τις δυνατότητες της προτεινόμενης μαθησιακής δραστηριότητας. Είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν οι εκπαιδευτικοί στη διαδικασία σχεδιασμού των ρομπότ, καθώς αυτοί είναι που αποφασίζουν πώς και πότε οι μαθητές θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία (Ekström & Pareto, 2022).

1.4 Αξιοποίηση του προσώπου σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες

Τα παιδιά μέσα από το παιχνίδι, που στηρίζεται σε εμπειρίες που έχουν από την καθημερινότητά τους, μπορούν να αποκομίσουν σημαντικές ευκαιρίες για ενίσχυση του γραμματισμού τους. Όταν το παιχνίδι έχει σχεδιαστεί μέσα σε ένα περιβάλλον το οποίο είναι πλούσιο σε υλικά και αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο παιχνίδι τους συνεισφέροντας στην ενδυνάμωση του γραμματισμού, τα οφέλη είναι ακόμα περισσότερα (Μιχαλοπούλου, 2010). Το θεατρικό παιχνίδι και η δραματοποίηση στην εκπαίδευση συνδυάζει κίνηση, γλώσσα, σκέψη και έκφραση συναισθημάτων. Η εφαρμογή της, ειδικά στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, συμβάλει σημαντικά ως μέσο έκφρασης και βελτίωσης δεξιοτήτων αλλά και ως μέσο έκφρασης συναισθημάτων, καθώς έχει αποδειχθεί ότι τα παιδιά εκφράζονται καλύτερα μέσω της δραματοποίησης όταν αυτή συνδέεται με το παιχνίδι (Χατζή, 2022).

Ο εκπαιδευτικός από την μεριά του, μπορεί να παίξει το ρόλο του ηθοποιού προσπαθώντας να βάλει τα παιδιά σε μια περιπέτεια ιδεών. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιεί τα ίδια εκφραστικά μέσα με ένα ηθοποιό δηλαδή το σώμα του, τη γλώσσα του, τη σκέψη του, το νευρικό του σύστημα, την μνήμη του, την κίνηση και την ακινησία του. Με όλα αυτά τα μέσα προσπαθεί να πετύχει την προσοχή και το ενδιαφέρον των παιδιών ώστε τελικά να επιτευχθούν με επιτυχία οι στόχοι της διδασκαλίας (Αρβανίτης, 2013). Σύμφωνα με τον Λενακάκη (2013), η πολυμορφία και η διαφορετικότητα του καθενός από την επινόηση έως και την ενσάρκωση ενός ρόλου αυξάνει την

δημιουργικότητα και την έκφραση αλλά και άλλες οπτικές παρατήρησης και έκφρασης. Τόσο η ατομική και οι ομαδικές πράξεις, η τήρηση των κανόνων του παιχνιδιού για την επίτευξη ενός κοινού στόχου, αλλά και η ανατροφοδότηση, η ομαδική συζήτηση και το αποτέλεσμα μέσα από την εμπειρία διευρύνει τους αντιληπτικούς και εκφραστικούς ορίζοντες του παιδιού.

Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω και εντάσσοντας ένα ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία το οποίο θα παρέχει την κατάλληλη συναισθηματική υποστήριξη που θα βασίζεται στην συναισθηματική κατάσταση του παιδιού και εισάγοντας τις κατάλληλες χειρονομίες, το βλέμμα, τις εκφραστικές συμπεριφορές και την καθοδήγηση της προσοχής και έγκυρες μη λεκτικές συμπεριφορές έχει αποδειχθεί ότι αυξάνει θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα (Belraeme et al., 2018).

Στις δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση εμφανίζεται η ανάγκη για "μεταμόρφωση" των ρομπότ ώστε να εμπλουτιστεί η καθαρά τεχνολογική εμφάνιση των ρομπότ με επιπλέον εποπτικό υλικό, στοχεύοντας στην πλαισίωση της δραστηριότητας. Στην προσπάθεια αυτή αξιοποιούνται δυνατότητες και τεχνολογίες όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα AR (Psalidou & Fachantidis 2022).

Μέσα σε ελάχιστα χιλιοστά του δευτερολέπτου, οι άνθρωποι είναι ικανοί να κρίνουν την αξιοπιστία, την αρεστότητα αλλά και την επιθετικότητα των άλλων μόνο αν παρατηρήσουν τα πρόσωπα τους. Αυτή η διατύπωση είναι πολύ σημαντική καθώς τα συναισθήματα χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση διαπροσωπικών πληροφοριών. Η πρώτη εντύπωση βασίζεται στην εμφάνιση του προσώπου και χρησιμεύει σαν δείκτης για να προσεγγίσει ή να αποφύγει ένα άτομο. Έτσι, μέσα από έρευνες που έγιναν σε παιδιά για την αλληλεπίδραση με ρομπότ παρατηρήθηκε ότι οι πρώτες εντυπώσεις που δημιουργούνται στα παιδιά επηρεάζει την προθυμία τους για αλληλεπίδραση μαζί του. Οι μη λεκτικές συναισθηματικές εκφράσεις μπορούν να προκαλέσουν εμπιστοσύνη και εγγύτητα στη σχέση μεταξύ παιδιών και του ρομπότ. Οι κινήσεις του προσώπου μπορεί να μεταδίδουν ποικίλα συναισθήματα. Οι πιο συχνές κινήσεις είναι η ευτυχία, η έκπληξη, ο φόβος, ο θυμός, η λύπη, η αηδία και η περιφρόνηση (DeVito et al., 2000). Οι εκφράσεις του προσώπου σχετικά με τα συναισθήματα μπορούν να επηρεάσουν τις απόψεις των παιδιών σχετικά με την εμπιστοσύνη, την αρεστότητα, και τη στάση τους απέναντι στα ρομποτικά συστήματα. Πολλοί είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά εμπιστεύονται ένα ρομπότ. Όπως για παράδειγμα, οι παράγοντες χαρακτηριστικών δηλαδή η προσωπικότητα του ρομπότ, η εκφραστικότητα, η ενσάρκωση

και ο ανθρωπομορφισμός, έχουν μεγαλύτερο αντίκτυπο στην κοινωνική εμπιστοσύνη, ενώ παράγοντες απόδοσης όπως η συμπεριφορά του ρομπότ, τα ποσοστά αποτυχίας, η διάρκεια αλληλεπίδρασης, συμβάλλουν περισσότερο στην ανάπτυξη εμπιστοσύνης (Calvo-Barajas et al.,2020).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Μεθοδολογία Έρευνας

2.1 Εισαγωγή –Επιλογή Μεθόδου έρευνας

Η μεθοδολογία της έρευνας στοχεύει σε ενέργειες ώστε να είναι ικανές να επαληθεύσουν ή να διαψεύσουν μια ή περισσότερες ερωτήσεις που ενδέχεται να απαντηθούν ή να μην απαντηθούν. Στο πρώτο στάδιο, ο ερευνητής πρέπει να προσδιορίσει το σκοπό της έρευνας του και τα ερευνητικά ερωτήματα που έχει θέσει. Κατόπιν, πρέπει να επιλέξει ανάμεσα στην καλύτερα για αυτόν ερευνητική μέθοδο. Επιπλέον, πρέπει να φιλτράρει τα δεδομένα που έχει ώστε να καταλήξει αν θα χρησιμοποιήσει πρωτογενή ή δευτερογενή μέθοδο και αν θα βασιστεί η έρευνα του σε ποιοτικές ή ποσοτικές μεθόδους.

Η παρούσα εργασία βασίζεται στην πρωτογενή ποιοτική μέθοδο έρευνας, κατά την οποία γίνεται εκτενής αναφορά σε ρομποτικές οντότητες με βιομιμητικό χαρακτήρα. Στην πρωτογενή έρευνα τα δεδομένα προκύπτουν από την συλλογή του ερευνητή με βάση τα δεδομένα που έχει επιλέξει. Στην ποιοτική μέθοδο ο ερευνητής αποτελεί το μέσο διεξαγωγής της έρευνας και ο στόχος του είναι να διερευνήσει κάποιες πλευρές από την έρευνα που μελετά. Αυτά τα δύο κομμάτια αποτελούν σημαντικό στοιχείο γιατί ο ερευνητής συλλέγει δεδομένα, τα αναλύει και τα ερμηνεύει ώστε να παράγει νέα γνώση.

2.2 Σκοπός έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να αναζητηθούν και να διερευνηθούν ρομποτικές οντότητες με βιομιμητικό χαρακτήρα που μπορούν να ενταχθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση με στόχο να μπορούν να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά τους και τα εκπαιδευτικά οφέλη που μπορεί να έχει το καθένα ώστε να κάνει πιο εύκολη την επιλογή του κατάλληλου ρομπότ για την ένταξη του στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Έτσι, τα ερευνητικά ερωτήματα που πρόκειται να διερευνηθούν είναι:

- Τι μορφή και χαρακτηριστικά έχουν τα βιομημητικά ρομπότ που συναντούμε στην εκπαίδευση;
- Ποιοι στόχοι της εκπαιδευτικής ρομποτικής υποστηρίζονται καλύτερα μέσα από τις βιομημητικές ρομποτικές οντότητες;
- Με ποιους άξονες θα μπορούσαμε να αξιολογήσουμε ολιστικά μια βιομημητική ρομποτική οντότητα, σχετικά με τις δυνατότητες που προσφέρει;
- Υπάρχουν πρακτικές δυσκολίες στην ένταξη των βιομημητικών ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία;

2.3 Σχεδιασμός ερευνητικής μεθοδολογίας

Για την παρούσα έρευνα ορίστηκαν συγκεκριμένα κριτήρια αποδοχής και απόρριψης ρομποτικών οντοτήτων με βιομημητικά χαρακτηριστικά και τα οποία ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

Κριτήρια συμπερίληψης

Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν όλες οι εκπαιδευτικές ρομποτικές οντότητες που αφορούσαν την εφαρμογή τους στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και συγκεκριμένα στόχευαν σε ρομπότ με βιομημητικά χαρακτηριστικά. Επιπλέον, αξιοποιήθηκαν ρομπότ που κατασκευάστηκαν από το έτος 2010 έως το έτος 2022 και πραγματοποιήθηκε διαδικτυακή αναζήτηση σε στοιχεία που προσέφεραν στις σελίδες τους οι κατασκευάστριες εταιρείες αλλά και σε άλλες πηγές όπως διαδικτυακά καταστήματα. Δεν τέθηκαν περιορισμοί που αφορούν γεωγραφικούς περιορισμούς κατασκευής των ρομποτικών οντοτήτων και έγιναν δεκτές όλες οι έρευνες που ήταν γραμμένες σε όλες τις γλώσσες.

Κριτήρια αποκλεισμού μελετών

Οι έρευνες που αποκλείστηκαν αφορούσαν σε ρομποτικές οντότητες που αξιοποιούνται στην εκπαιδευτική διαδικασία αλλά δεν διέθεταν κάποιο βιομημητικό χαρακτηριστικό. Εξαιρέθηκαν επίσης ρομποτικά κιτ όπως το WeDo 2.0 και το Spike, παρόλο που μπορεί να δημιουργηθεί ρομπότ μέσα από μια κατασκευή με μορφή που να διαθέτει βιομημητικό χαρακτηριστικό, παρόλα αυτά δεν το παρείχε από μόνος του ο

κατασκευαστή τους. Και τέλος, αποκλείστηκαν ρομπότ τα οποία δεν ήταν κατάλληλα για να ενταχθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση καθώς αφορούσαν σε μαθητές που δεν εμπίπτουν στο επιθυμητό ηλικιακό εύρος.

Πηγές άντλησης πληροφοριών

Αναζητήθηκαν στοιχεία και πληροφορίες μέσα από βάσεις δεδομένων με επιστημονικό περιεχόμενο, όπως Google Scholar, ERIC και Scopus σε ελληνική ή διεθνή βιβλιογραφία. Επιπλέον, αντλήθηκαν στοιχεία και πληροφορίες μέσα από τις ιστοσελίδες των κατασκευαστριών εταιρειών και των διαδικτυακών καταστημάτων.

Τα ρομπότ που εντοπίστηκαν ελέγχθηκαν ώστε να πληρούν τα κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού που τέθηκαν.

Στρατηγική αναζήτησης

Για την στρατηγική αναζήτησης που εφαρμόστηκε χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω λέξεις κλειδιά στα Αγγλικά σε συνδυασμούς, ώστε να επιστρέψουν αποτελέσματα/ευρήματα:

- robot
- primary education
- educational robotics
- biomimetic robots
- face
- body

Για την επιλογή των ρομποτικών οντοτήτων έγινε αξιολόγηση του τίτλου και της περιγραφής του και στην συνέχεια έγινε πλήρης ανάγνωση των εγχειριδίων, όπου ήταν δυνατόν, και αναζήτηση άρθρων ή ερευνών που είχε γίνει εφαρμογή σε εκπαιδευτική διαδικασία προκειμένου να αξιολογηθεί αν παρέχει εκπαιδευτικό χαρακτήρα ώστε να συμπεριληφθούν στην παρούσα μελέτη. Ενώ το πλήθος των ευρημάτων ήταν εξαιρετικά μεγάλο, ο αριθμός των διαθέσιμων ρομπότ που αναφέρονται με κατάλληλη εκπαιδευτική χρήση στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και ενσωματώνοντας βιομιμητικά χαρακτηριστικά ήταν περιορισμένος.

Από την αναζήτηση που πραγματοποιήθηκε σε όλες τις προαναφερθέντες βάσεις δεδομένων με βάση τις συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά και ακολουθώντας την εφαρμογή των κριτηρίων συμπερίληψης και απόρριψης διαδοχικά, αξιολογήθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους και προέκυψαν 17 συνολικά ρομπότ με βιομιμητικό χαρακτήρα.

Συνοπτική παρουσίαση

Για κάθε ένα από τα βιομιμητικά ρομπότ που εντοπίστηκαν, αναφέρεται η ονομασία, η κατασκευάστρια εταιρεία, το έτος κατασκευής του καθώς και το εύρος ηλικίας που απευθύνεται. Παρουσιάζονται επίσης όλες οι πληροφορίες όπως το είδος του εκπαιδευτικού ρομπότ, ο τρόπος προγραμματισμού του, οι ενέργειες και τα χαρακτηριστικά που διαθέτει αλλά και αν υπάρχει διαθεσιμότητα διδακτικών σεναρίων.

Σύνθεση αποτελεσμάτων

Αφού ολοκληρώθηκε η συμπερίληψη των ρομπότ, διεξήχθη σύνθεση των χαρακτηριστικών και των ενεργειών κάθε βιομιμητικής οντότητας ώστε να γίνει μια προσπάθεια συμπερασμάτων με στόχο την διεύρυνση του θέματος και την εξαγωγή απαντήσεων για τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν αρχικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Αποτελέσματα της Έρευνας

3.1 Εκπαιδευτικά ρομπότ με βιομιμητικό χαρακτήρα

Σε αυτό το σημείο της παρούσας εργασίας, θα περιγραφούν είδη βιομιμητικών ρομποτικών οντοτήτων σύμφωνα με πληροφορίες από την επίσημη ιστοσελίδα του κατασκευαστή για καθένα από αυτά. Οι πληροφορίες αυτές θα αφορούν την μορφή, τα χαρακτηριστικά, τις ενέργειες που μπορεί να επιτελέσει, τον τρόπο κωδικοποίησης του και την ύπαρξη ή μη σεναρίων διδασκαλίας.

Bee-Bot

Το Bee-Bot (Εικόνα 1) το οποίο δημιουργήθηκε από την εταιρεία TTS (<https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html>) στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2010, είναι ένα βραβευμένο προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου το οποίο διαθέτει απλή και φιλική προς τα παιδιά διάταξη καθώς έχει την μορφή μελισσούλας. Έχει στιβαρή κατασκευή και είναι μικρό σε μέγεθος και είναι ένα ιδανικό ρομπότ για μικρά παιδιά κυρίως προσχολικής ηλικίας και για τις πρώτες τάξεις της δημοτικής εκπαίδευσης. Αποσκοπεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων κωδικοποίησης και των οπτικοχωρικών ικανοτήτων κυρίως σε μαθητές πρώιμης ηλικίας (Cervera et al., 2020). Η κίνησή του μπορεί να γίνει σε λείες και ελαφρά επικλινείς επιφάνειες διαφόρων υλικών όπως χαρτί, μουσαμά, τσιμέντο, πλακάκι, ξύλο, πλαστικό και χαλί.



Εικόνα 1. Bee-Bot

Ο προγραμματισμός του ρομπότ είναι απτικός και πραγματοποιείται με ευκρινή πλήκτρα που διαθέτει στο πάνω μέρος του και κάθε πλήκτρο αντιστοιχεί σε μια και μόνο απλή εντολή (Σιτσανλής et al., 2021). Διαθέτει μνήμη που δίνει την δυνατότητα να προγραμματιστούν μέχρι και 40 εντολές και κάθε εντολή μπορεί να είναι είτε μία κίνηση προς τα εμπρός ή πίσω των 15 cm, στροφή αριστερά ή δεξιά των 90 μοιρών είτε παύση. Επιπρόσθετα, μπορεί να επιβεβαιώσει τις οδηγίες που έλαβε τόσο με έναν χαρακτηριστικό ήχο όσο και αναβοσβήνοντας τα μάτια του.

Επίσης, το Bee-Bot παρέχει αλληλεπίδραση καθώς μπορεί να αναγνωρίσει ένα άλλο Bee-Bot ή Blue-Bot όταν περνάει σε απόσταση περίπου 25 cm αλλά οι περιβαλλοντικές συνθήκες όπως το ηλιακό φως και η μεταβαλλόμενη θερμοκρασία μπορεί να επηρεάσουν αυτό το εύρος κατά +/-10 cm. Το Bee-Bot αναπαράγει έναν προεπιλεγμένο ήχο ανάλογα με το bot που έχει εντοπιστεί αν ο αισθητήρας είναι ενεργοποιημένος.

Μια άλλη δυνατότητα που παρέχει το συγκεκριμένο ρομπότ είναι ότι ο χρήστης μπορεί για κάθε εντολή να εγγράψει 2 δευτερόλεπτα ήχου και μόλις γίνει η ηχογράφηση ο ήχος θα αναπαράγεται όταν πιέζεται το αντίστοιχο κουμπί εντολών και μετά ξανά όταν το Bee-Bot περνάει μέσα από την εντολή.

Επιπλέον, διαθέτει μια μεγάλη ποικιλία διαθεματικότητας των διαθέσιμων σεναρίων μέσα από μια μεγάλη ποικιλία από τάπητες και διασκεδαστικά αξεσουάρ για εξατομίκευση το οποία μπορεί κάποιος να προμηθευτεί ξεχωριστά από το ρομπότ.

Code & Go - Ρομποτικό Ποντικάκι

Το Ρομποτικό ποντικάκι Code and Go (Εικόνα 2) που αποκαλείται Jack, ανήκει στην εταιρεία Learning Resources (<https://www.learningresources.com/item-stem-robot-mouse>) και είναι ένα ρομπότ δαπέδου που δημιουργήθηκε στην Κίνα το έτος 2016. Είναι κατάλληλο για παιδιά από την προσχολική ηλικία και πάνω καθώς μπορεί εύκολα να προγραμματιστεί με τα πλήκτρα που υπάρχουν στο πάνω μέρος του χωρίς να χρειάζεται υπολογιστής, τηλέφωνο ή tablet. Τα πλήκτρα έχουν διαφορετικό χρώμα, με το μπλε κουμπί να κινεί το ρομπότ μπροστά με βήμα των 12.5 εκ., το κίτρινο προς τα πίσω με βήμα των 12.5 εκ., το μοβ περιστρέφει το ρομπότ δεξιά κατά 90 μοίρες και το πορτοκαλί αριστερά κατά 90 μοίρες. Επιπλέον, έχει το κουμπί ACTION, με το οποίο το ποντικάκι εκτελεί μια από τις 3 τυχαίες ενέργειες: μετατόπιση προς τα μπρος ή προς τα πίσω, παράγει τον ήχο «SQUEAAKK» ή CHIRP-CHIRP-CHIRP και φωτίζουν τα μάτια του. Το πλήκτρο GO χρώματος κόκκινου εκτελεί τις ενέργειες ενώ το CLEAR με χρώμα κίτρινο διαγράφει όλα τα προγραμματισμένα βήματα.



Εικόνα 2. Code and Go-Jack



Εικόνα 3. Code and Go-Colby

Επιπρόσθετα, μαζί με το ρομποτικό ποντίκι περιλαμβάνονται κάρτες κωδικοποίησης ώστε να βοηθάνε τον χρήστη να προγραμματίσει το ρομπότ ώστε να αντικατοπτρίζεται κάθε βήμα σε ένα πρόγραμμα. Οι κάρτες αυτές διαθέτουν χρωματικό συντονισμό ώστε να ταιριάζουν με τα πλήκτρα του ρομπότ και είναι διπλής όψης με την μπροστινή πλευρά να δείχνει ένα βέλος κατεύθυνσης και η πίσω πλευρά τη θέση του ποντικιού.

Επιπλέον, η εταιρεία Learning Resources παρέχει και μια πιο ολοκληρωμένη λύση για την εκμάθηση κωδικοποίησης, το ρομποτικό ποντικάκι Colby (Εικόνα 3), το οποίο περιλαμβάνει ένα σύνολο δραστηριοτήτων κωδικοποίησης, καθώς και πλέγματα λαβύρινθου, τοίχους λαβύρινθου, σήραγγες, κάρτες κωδικοποίησης, κάρτες δραστηριοτήτων (χάρτες) και μια μαγνητική σφήνα τυριού. Το ποντίκι ρομπότ είναι ρυθμισμένο να ανάβει τα μάτια του όταν αγγίζει τη σφήνα τυριού. Τα πλέγματα του λαβύρινθου είναι κατασκευασμένα για να συμπλέκονται σε διαφορετικές διαμορφώσεις (Fagundes et. al., 2021).

mTiny

Το ρομπότ mTiny είναι ένα ζώακι Πάντα (Εικόνα 4) το οποίο κατασκευάστηκε στην Κίνα το 2019 από την εταιρεία Makeblock (<https://education.makeblock.com/mtiny-discover-kit/>) ως ένα ρομπότ δαπέδου και απευθύνεται σε παιδιά από την προσχολική ηλικία και πάνω.



Εικόνα 4. mTiny

Το σετ περιλαμβάνει κάρτες κωδικοποίησης που χρησιμοποιούνται για τον προγραμματισμό, 2 θεματικούς διαδραστικούς χάρτες - πίστες εξοχή και πόλη, κάρτες παιχνιδιών, μαρκαδόρους και μάσκες για να μεταμορφώσεις το Panda σου σε σκυλάκι ή γατάκι.

Για το προγραμματισμό του ρομπότ δεν απαιτείται κάποια εξωτερική συσκευή καθώς είναι μια λύση για προγραμματισμό χωρίς οθόνη, χρησιμοποιώντας απτικό προγραμματισμό. Το mTiny έρχεται με ένα χειριστήριο στυλό (Tap Pen) το οποίο παρέχει 3 διαφορετικές λειτουργίες:

- Ως Joystick για κίνηση εμπρός, πίσω, δεξιά και αριστερά.
- Ως Tap pen για ανάγνωση των καρτών προγραμματισμού για να κινείται το ρομπότ στο επίπεδο. Επιπλέον, υπάρχουν κάρτες οι οποίες περιλαμβάνουν νότες, εκφράσεις αλλά και η δυνατότητα χειρισμού των μαρκαδόρων είτε για τη δημιουργία σχημάτων, αριθμών ή απλών μοτίβων που επιθυμεί ο μαθητής
- Χρησιμοποιείται για παιχνίδια όπως αγώνες ταχύτητας ή γκολ αξιοποιώντας το ενσωματωμένο αξελερόμετρο που βρίσκεται στο χειριστήριο.

Ένα ακόμα εξαιρετικό χαρακτηριστικό αυτού του σετ είναι οι διαδραστικοί χάρτες στους οποίους όταν κινείται πάνω το mTiny, αλληλεπιδρά αυτόματα με αντικείμενα παρέχοντας άμεση ανατροφοδότηση στους μαθητές ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν εύκολα αν έχουν κάνει κάτι λάθος στον προγραμματισμό τους.

Το ρομπότ mTiny έχει ηχείο που μπορεί να παράγει διαφορετικούς ήχους και οθόνη που μπορεί να αναδείξει εκφράσεις με βάση το συναίσθημα που αποφασίζει να κάνει το παιδί να νιώσει, προγραμματίζοντας μέσα από την εισαγωγή καρτών που έχουν σχεδιαστεί για να προκαλούν με την καθεμιά μια διαφορετική αντίδραση. Αυτό το ρομπότ επιτρέπει στα παιδιά να αναγνωρίζουν οπτικά συναισθήματα και η ταύτιση με αυτό μπορεί να βοηθήσει να εκφράσουν καλύτερα τα δικά τους και τα συναισθήματα των άλλων έτσι ώστε η χρήση του να εκπαιδεύσει σε καλή συναισθηματική επίγνωση (Serra, 2021).

Το mTiny αποτελεί μια ολοκληρωμένη εκπαιδευτική πρόταση καθώς συνοδεύεται από 12 σχέδια μαθήματος τα οποία χωρίζονται σε 3 επίπεδα δυσκολίας Beginner, Intermediate και Advanced.

Botley 2.0

Το ρομπότ Botley 2.0 (Εικόνα 5) είναι ένα ρομπότ το οποίο είναι κατασκευασμένο στην Κίνα το 2022 από την εταιρεία Learning Resources (<https://www.learningresources.com/item-botleyr-the-coding-robot-2>) και είναι κατάλληλο για ηλικία από 5 χρονών και πάνω. Το σετ εκτός από το ρομπότ περιλαμβάνει και ένα χειριστήριο για τον προγραμματισμό, 2 σετ από αποσπώμενους βραχίονες για το ρομπότ, 40 κάρτες κωδικοποίησης, 6 διπλής όψης πλακίδια για την πίστα, 1 φύλλο με αυτοκόλλητα που φωσφορίζουν στο σκοτάδι και μια ποικιλία αξεσουάρ που δημιουργούν εμπόδια και δραστηριότητες.



Εικόνα 5. Botley 2.0

Ο προγραμματισμός του Botley γίνεται χωρίς οθόνη μέσω του χειριστήριου που διαθέτει και ο χρήστης μπορεί να μετακινήσει το ρομπότ με τα χρωματιστά κουμπιά είτε πίσω και εμπρός κατά ένα βήμα (περίπου 8'' ανάλογα με την επιφάνεια) είτε να το περιστρέψει δεξιά και αριστερά κατά 45 ή 90 μοίρες. Επιπλέον, με το κουμπί Loop μπορεί να επαναλάβεις ένα βήμα ή μια ακολουθία βημάτων και με το κουμπί ANIXNEYΣH ANTIKEIMENOY να ενεργοποιήσεις τον εντοπισμό αντικειμένων. Επίσης, διαθέτει πλήκτρο για να προσαρμόζεις χρώμα στο Botley, κουμπί ήχου για εναλλαγή μεταξύ 3 ήχων και το CLEAR για να διαγράψεις το τελευταίο ή όλα τα προηγούμενα προγραμματισμένα βήματα. Και τέλος το πλήκτρο TRANSMIT για την μετάδοση του κώδικα στο ρομπότ. Ο Botley μπορεί να εκτελέσει ακολουθίες εντολών μέχρι 150 βημάτων.

Ο Botley διαθέτει του εξής αισθητήρες:

- Αισθητήρα ανίχνευσης αντικειμένων (OD) που βρίσκεται ανάμεσα στα μάτια του και μπορεί να βοηθήσει το ρομπότ να «βλέπει» αντικείμενα στο πέρασμά του και τα παιδιά μέσω αυτού να μάθουν την εντολή προγραμματισμού If/Then. Λόγω όμως την θέσης του αισθητήρα καταφέρνει να ανιχνεύει μόνο αντικείμενα που βρίσκονται ακριβώς μπροστά του και έχουν ύψος τουλάχιστον 2" επί 1 1/2" πλάτος.
- Ενσωματωμένο αισθητήρα φωτός και με το πλήκτρο LIGHT από το χειριστήριο τα μάτια του Botley θα φωτίσουν στο σκοτάδι με κάθε πάτημα του πλήκτρου να επιλέγεται νέο χρώμα.
- Ειδικό αισθητήρα που ακολουθεί την μαύρη γραμμή που βρίσκεται πάνω στις πίστες.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό του Botley είναι οι αποσπώμενοι βραχίονες οι οποίοι χρησιμεύουν ώστε να μετακινεί εύκολα αντικείμενα και ο παιχνιδιάρικος χαρακτήρας του βοηθάει να το μετατρέψουν τα παιδιά σε περιπολικό, φάντασμα και ότι άλλο επιθυμούν. Γενικά, λόγω της ευκολίας χρήσης του, του διαισθητικού χαρακτήρα του, της απτής γλώσσα προγραμματισμού και του διασκεδαστικού χαρακτήρα του ρομπότ που τονίζειται από τους μαθητές, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να επιτρέψουν μια πρώτη επαφή με την ρομποτική και τα παιδιά να αποκτήσουν πολλές βασικές δεξιότητες σε διάφορους τομείς (Santos et.al., 2022).

Kids First Coding & Robotics

Το Kids First Coding & Robotics (Εικόνα 6) είναι ένα μικρό χαριτωμένο σάντουιτς με φυσικοβούτυρο και ζελέ, ονόματι Sammy, κατασκευασμένο το 2018 στην Ταϊβάν, της εταιρείας GIGO (<https://www.gigotoys.com/products/7072-en.html>) που απευθύνεται σε ηλικίες 4 και άνω ώστε να βοηθήσει το παιδί να μάθει την βασική λογική κωδικοποίηση χωρίς πρόσθετη τεχνολογία όπως tablet, υπολογιστή ή έξυπνα κινητά τηλέφωνα. Το σετ περιλαμβάνει 30 κάρτες ιστορίας, 120 κάρτες κωδικοποίησης, μία μονάδα βάσης και μια ποικιλία από μπλοκ για κατασκευή διαφορετικών μοντέλων.



Εικόνα 6. Kids First Coding & Robotics

Ο προγραμματισμός του ρομπότ πραγματοποιείται απλά με την τοποθέτηση μια ακολουθίας φυσικών καρτών με κώδικα και καθώς το ρομπότ περνά πάνω από αυτές τις κάρτες, ένα οπτικός σαρωτής OID που βρίσκεται στο κάτω μέρος του ρομπότ διαβάζει τις

κάρτες με τον κώδικα μία προς μία και φορτώνει το πρόγραμμα. Κατόπιν, ο Sammy τοποθετείται πάνω σε ένα πλέγμα από κάρτες χαρτών και εκτελεί το πρόγραμμα. Το ρομπότ μπορεί να προγραμματιστεί να κινείται σε διαφορετικές κατευθύνσεις, να ενεργοποιεί το γρανάζι εξόδου που διαθέτει ώστε να καθιστά δυνατή την κατασκευή ρομποτικών κατασκευών με βραχίονες ή άλλα κινούμενα μέρη, να ανάβει το LED λαμπάκι του και να παίζει ήχους.

Στο κιτ αυτό περιλαμβάνονται και 34 μαθήματα που αναπτύσσουν δεξιότητες της φυσικής μηχανικής και επίλυσης προβλημάτων. Τα μαθήματα εξελίσσονται σε πολυπλοκότητα μέσω εικονογραφημένου εγχειριδίου και καλύπτουν τομείς όπως η αλληλουχία εντολών, βρόχους, συμβάντα, συνθήκες, συναρτήσεις και μεταβλητές. Επιπλέον, μέσα στο κιτ, υπάρχουν άλλες πέντε ιστορίες με την κάθε μία να έχει μια συναρμολόγηση μιας ρομποτικής κατασκευής καθώς και μαθήματα κωδικοποίησης που σχετίζονται με αυτή όπως για παράδειγμα ένα ποντίκι που κινείται μέσα στον λαβύρινθο για να βρει ένα τυράκι, ένας πιγκουίνος που περιπλανιέται σε έναν ζωολογικό κήπο, ένας ποδοσφαιριστής που μετακινεί μια μπάλα στο τέρμα, ένα πυροσβεστικό όχημα που σβήνει μια φωτιά και ένα εργοστασιακό ρομπότ που εκτελεί εργασίες σε ένα εργοτάξιο. Από την άλλη μεριά, το ρομπότ παρέχει την δυνατότητα στην ομάδα των μαθητών να φτιάξει την δική της ξεχωριστή ιστορία στην οποία τα συμμετέχει το ρομπότ και στη συνέχεια να κατασκευάσει την δική της πίστα.

Robopal

Το Robopal (Εικόνα 7) είναι ένα βραβευμένο ρομπότ δαπέδου που έχει κατασκευαστεί το 2017 στην Κίνα από την εταιρεία Robopal Co (<https://www.kickstarter.com/projects/519422151/robopal-build-stem-skills-build-robots-have-fun>) και απευθύνεται σε παιδιά 4 ετών και πάνω. Έχει φιλικό, στρογγυλό σχήμα και ελκυστικό πράσινο χρώμα ώστε να κεντρίζει το ενδιαφέρον των παιδιών. Επίσης, τα μπλοκ κωδικοποίησης σχεδιάστηκαν προσεκτικά με πολύχρωμα χαρακτηριστικά και στρογγυλεμένο σχήμα οκτάγωνου χωρίς σκληρές άκρες, έτσι ώστε να αφήνουν μια τέλεια αίσθηση στα χέρια των παιδιών.



Εικόνα 7. Robopal

Ως γλώσσα προγραμματισμού χρησιμοποιεί μπλοκ μαγνητικής κωδικοποίησης με τα οποία τα παιδιά απλά συνδυάζοντας αυτά τα μπλοκ δημιουργούν εντολές για το ρομπότ τους και μπορούν να το μετατρέψουν σε οτιδήποτε θελήσουν. Κατόπιν, τοποθετούν το Robopal στο πρώτο μαγνητικό μπλοκ και πατώντας το κουμπί πάνω στο ρομπότ, είναι έτοιμο να εκτελέσει τις εντολές που του έθεσε.

Το ROBOPAL διαθέτει 10 θύρες USB για δυνατότητα επέκτασης, ώστε τα παιδιά να μην βαριούνται ποτέ. Μπορούν να προστεθούν φώτα LED, ανεμιστήρες αλλά και πρόσθετοι αισθητήρες όπως για αποφυγή εμποδίων και πλοήγηση διαδρομής. Το ROBOPAL είναι απεριόριστα επεκτάσιμο για να επιτρέψει στις νέες ιδέες κωδικοποίησης των παιδιών να εφαρμοστούν όπως θέλει η φαντασία τους καθώς μπορούν να τοποθετηθούν διάφορα δομικά στοιχεία LEGO ώστε να μεταμορφωθεί σύμφωνα με την ιστορία του παιδιού. Επιπρόσθετα, όλα τα παραπάνω μπορούν να ενισχυθούν περισσότερο καθώς το ρομπότ διαθέτει 14 διαφορετικές ψηφιακές εκφράσεις προσώπου και 15 διαφορετικές φωνές ώστε η διαδικασία της μάθησης να αποκτήσει μεγαλύτερο ενδιαφέρον.

Το Robopal διαθέτει διαδικτυακά βίντεο, μαθήματα και βιβλία ιστοριών ώστε να βοηθήσουν το παιδί να εντρυφήσει στις έννοιες της κωδικοποίησης και να διασκεδάσουν ανεξάρτητα από το επίπεδο δεξιοτήτων τους.

KIBO

Το KIBO (Εικόνα 8) είναι ένα ρομπότ δαπέδου που αναπτύχθηκε από το Πανεπιστήμιο Tufts των ΗΠΑ το 2014 αλλά διατίθεται από την εταιρεία Kinderlab

Robotics (<https://kinderlabrobotics.com/kibo>) που στόχο έχει να εισάγει τα μικρά παιδιά ηλικίας από 4 έως και 7 ετών στον κόσμο της κωδικοποίησης και της ρομποτικής.



Εικόνα 8. KIBO



Εικόνα 9. Ξύλινα Μπλοκ

Ο προγραμματισμός του ρομπότ πραγματοποιείται χωρίς οθόνη με απτό κώδικα μέσα από ξύλινα δομικά μπλοκ προγραμματισμού (Εικόνα 9). Το παιδί δημιουργεί μια ακολουθία εντολών χρησιμοποιώντας τα ξύλινα μπλοκ και το KIBO διαβάζει τις εντολές με έναν ενσωματωμένο σαρωτή που του επιτρέπει να σαρώσει τους γραμμωτούς κώδικες στα μπλοκ προγραμματισμού και να στέλνουν το πρόγραμμα άμεσα στο ρομπότ. Ο προγραμματισμός βασίζεται σε 18 ξύλινα μπλοκ που αντιπροσωπεύουν απλές κινήσεις για το ρομπότ, όπως κίνηση προς τα εμπρός, προς τα πίσω, περιστροφή και ανακίνηση. Άλλα μπλοκ αντιπροσωπεύουν πολύπλοκες έννοιες προγραμματισμού, όπως οι επαναλαμβανόμενες εντολές "Εάν" και οι προτάσεις "Εάν" υπό όρους που περιλαμβάνουν είσοδο αισθητήρα (Sullivan et al., 2017).

Με το KIBO, τα μικρά παιδιά μπορούν να γίνουν μηχανικοί παίζοντας με τους τροχούς, τους κινητήρες και με τους αισθητήρες αλλά και προγραμματιστές εξερευνώντας ακολουθίες, βρόχους και μεταβλητές. Μπορούν πάνω στο ρομπότ να τοποθετήσουν μια στρογγυλή βάση η οποία να ελέγχεται από έναν ακόμα κινητήρα ώστε να του δίνει την δυνατότητα να περιστρέφεται. Επιπλέον, στην βάση του KIBO υπάρχουν υποδοχές ώστε να μπορούν να συνδεθούν αισθητήρες όπως αισθητήρας φωτός που μπορεί να ανιχνεύσει το φως και το σκοτάδι, αισθητήρας ήχου με τον οποίο μπορεί να προγραμματιστεί να εκτελέσει κάποιες εντολές ανάλογα με τον ήχο που θα λάβει αλλά και αισθητήρας απόστασης για να διακρίνει αν κάτι βρίσκεται κοντά του ή μακριά του. Επιπρόσθετα, το

ρομπότ συνοδεύεται από μερικά σχέδια μαθημάτων, δραστηριοτήτων, κάρτες δραστηριοτήτων και προγράμματα σπουδών.

Παρόλα αυτά, αυτή η «ημιτελής» εμφάνιση του KIBO παρέμεινε σκόπιμα έτσι ώστε να προσκαλεί τα παιδιά να ολοκληρώσουν το ρομπότ χρησιμοποιώντας τα δικά τους ευφάνταστα σχέδια ώστε να μπορεί να μεταμορφωθεί σε οτιδήποτε μπορεί να φανταστεί το παιδί (Sullivan et al., 2015). Έχει σχεδιαστεί ώστε το παιδί να μπορεί να το διακοσμήσει μέσα από την χειροτεχνία αλλά και μέσω άλλων δομικών υλικών και να ζωντανέψει το δικό του ρομπότ ώστε να αναπτύξει την φαντασία του, την υπολογιστική του σκέψη και τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού.

Plobot

Το Plobot (Εικόνα 10) είναι ένα ρομπότ δαπέδου της Plobot Team (<http://plobot.com/>) που κατασκευάστηκε το 2016 στην Κίνα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παιδιά ηλικίας από 4 και πάνω για να διδαχθούν την εισαγωγή εννοιών υπολογιστικής σκέψης χωρίς να το αντιληφθούν κάνοντας το ρομπότ να κινηθεί, να τραγουδήσει, να χορέψει και να διασκεδάσει μέσα από απλές εντολές.



Εικόνα 10. Plobot

Το Plobot διαθέτει τροχούς που του επιτρέπουν να κινείται με ακρίβεια και μηχανοκίνητους βραχίονες για να μπορεί να κρατάει αντικείμενα όπως μαρκαδόρους για να ζωγραφίζει. Επιπρόσθετα, διαθέτει αισθητήρα υπερύθρων για να μπορεί να βλέπει εμπόδια, μπορεί να ακολουθεί γραμμές, έχει γυροσκόπιο για να νιώθει την αλλαγή στον άξονά του, μικρόφωνο για να ακούει, ηχείο και έγχρωμα LED.

Ο προγραμματισμός του Plobot δεν απαιτεί την χρήση οθόνης καθώς βασίζεται σε 16 κάρτες εντολών, με κάθε κάρτα να αντιπροσωπεύει ένα μπλοκ κώδικα. Το μόνο που χρειάζεται από τα παιδιά είναι να σύρουν ή να ακουμπήσουν την κάρτα στο κεφάλι του ρομπότ για να δημιουργηθεί το πρόγραμμα που θα εκτελέσει. Το βασικό σετ διαθέτει δύο είδη καρτών, αυτές που χρησιμοποιούνται για την κίνηση του ρομπότ (μπρος, πίσω, δεξιά 90° και αριστερά 90°) και αυτές για τις διάφορες λειτουργίες του όπως να εμφανίζει χρώματα, να χορεύει και να τραγουδά. Υπάρχουν, όμως και τα σετ επέκτασης που επιτρέπουν στο ρομπότ να αυξήσει τις λειτουργίες του, προσθέτοντας πιο προηγμένες εντολές κωδικοποίησης, όπως να ανιχνεύσει έναν ήχο πιο δυνατό από ένα απαλό χειροκρότημα, να εντοπίσει ένα εμπόδιο, να μετακινηθεί ή γείρει από τον άξονά του.

Χαρακτηριστικό του Plobot είναι ότι μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε χαρακτήρα μιας ιστορίας. Τα παιδιά μπορούν να το μεταμορφώσουν σε κάτι άλλο, δημιουργώντας σχήματα με πηλό, να του κολλήσουν αυτοκόλλητα αλλά και να τοποθετήσουν δομικά τουβλάκια LEGO DUPLO καθώς υπάρχουν οι αντίστοιχες υποδοχές στην πλάτη του. Είναι κατασκευασμένο από πλαστικό που πλένεται εύκολα με αυτό να σημαίνει ότι τα παιδιά μπορούν να το ζωγραφίσουν και να γίνει ακόμα πιο διασκεδαστικό. Επιπλέον, υπάρχει οδηγός μαθημάτων διδασκαλίας ώστε να βοηθήσουν στη χρήση του ρομπότ να ενταχθεί στην μαθησιακή διαδικασία.

KUBO

Το KUBO (Εικόνα 11) είναι ένα διαδραστικό ρομπότ που κατασκευάστηκε από την εταιρεία KUBO Robot (<https://kubo-robot.com/>) στην Δανία το έτος 2020 με στόχο να καθοδηγήσει τα παιδιά ηλικίας 4 έως 10+ στα μονοπάτια της κωδικοποίησης και της υπολογιστικής σκέψης χωρίς να απαιτείται προηγούμενη γνώση. Κατασκευάστηκε με σκοπό να υποστηρίξει και να ενδυναμώσει τις βασικές δεξιότητες ζωής των παιδιών συμπεριλαμβανομένης της φαντασίας, της συνεργασίας και των δεξιοτήτων επικοινωνίας και να περιέχει μια ποικιλία αναγκών των παιδιών και δεξιότητες με πιο προηγμένο τρόπο από αυτόν που προσφέρεται σήμερα με την παραδοσιακή εκπαιδευτική τεχνολογία (Bertel et al.,2019).



Εικόνα 11. KUBO

Το KUBO είναι ένα ρομπότ, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη, το κεφάλι και το σώμα. Στο κεφάλι του διαθέτει ηχείο, επεξεργαστή, φώτα στα μάτια και φώτα ανατροφοδότησης γύρω από το κεφάλι. Το κεφάλι με το σώμα του συνδέονται με ένα μαγνητικό σύστημα. Στο μέρος του σώματός του διαθέτει ένα ακόμα επεξεργαστή, δύο κινητήρες υψηλής ακριβείας, σύστημα Bluetooth για IoT και έναν αισθητήρα RFID ώστε να μπορεί να ανιχνεύει τα κομμάτια πάζλ. Το βασικό σετ του KUBO περιλαμβάνει χάρτη δραστηριοτήτων από 46 κάρτες κωδικοποίησης από τις οποίες οι 14 είναι για την κίνηση εμπρός, οι 6 κάρτες για στροφή αριστερά, άλλες 6 κάρτες για στροφή δεξιά, 8 κάρτες για λειτουργίες εγγραφής και αναπαραγωγής καθώς υπάρχουν και κάρτες για βρόχους και παραμέτρους. Επιπλέον, υπάρχουν και πρόσθετα σετ με κάρτες για έλεγχο του χρόνου, της ταχύτητας, της απόστασης, της κατεύθυνσης, των συνθηκών, των μεταβλητών και πολλές άλλες ώστε να ενισχύσει την μάθηση ανάλογα με την ηλικία και τις ικανότητες που κάθε παιδιού.

Ο προγραμματισμός του KUBO γίνεται χωρίς την χρήση οθόνης αφού είναι ένα απλό και διαισθητικό εργαλείο κωδικοποίησης με χαμηλή πολυπλοκότητα και με μηδενικό χρόνο εγκατάστασης. Η κωδικοποίηση του μοιάζει με κομμάτια πάζλ που πρέπει το παιδί να συνδυάσει. Επιπλέον, υπάρχει μια δωρεάν εφαρμογή, η KUBO Map Maker, που έχει δημιουργηθεί για σχεδιασμό προκλήσεων κωδικοποίησης δημιουργώντας εκτυπωτικούς χάρτες ώστε να χρησιμοποιηθούν στην πράξη μαζί με το ρομπότ.

Το KUBO υποστηρίζει την διδακτική διαδικασία καθώς υπάρχει το KUBO portal, που είναι μια ισχυρή πλατφόρμα πόρων και ενημερώνεται συνεχώς με τα πιο πρόσφατα σχέδια μαθημάτων που βασίζονται σε εκπαιδευτικά βίντεο, διαδικτυακά σεμινάρια,

διαθεματικές δραστηριότητες και πολλά αλλά. Επίσης, υπάρχει ένα πιστοποιημένο πρόγραμμα σπουδών που είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από 12 γλώσσες και σύμφωνα με τα διεθνές πρότυπα.

Kidsbits προγραμματιζόμενο ρομπότ

Το Kidsbits ρομπότ (Εικόνα 12) είναι ένα κίτρινο ρομπότ με σχήμα τετράγωνου αυτοκινήτου που κατασκευάστηκε στην Κίνα το 2020, της εταιρείας Keyestudio (<https://www.keyestudio.com/products/keyestudio-kidsbits-multiurpose-coding-robot-for-arduino-stem-compatible-for-lego-7>) και είναι κατάλληλο για ηλικίες από 7 ετών και πάνω. Χαρακτηριστικό του ρομπότ είναι ότι είναι συμβατό με κομμάτια LEGO έτσι ώστε τα παιδιά να μπορούν να το μορφοποιήσουν και να το προσαρμόσουν στο παιχνίδι τους εξασκώντας την φαντασία τους και την λεπτή κινητικότητά τους.



Εικόνα 12. Kidsbits

Το Kidsbits διαθέτει ηχείο έτσι ώστε να μπορεί να αναπαράγει ήχους, λαμπάκι LED που μπορεί να αναβοσβήνει αλλά και αισθητήρα στο κάτω μέρος του ρομπότ ώστε να μπορεί να ακολουθεί μια μαύρη γραμμή. Επιπλέον, έχει ενσωματωμένο αισθητήρα στα μάτια του ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει εμπόδια σε απόσταση μικρότερη των 15 εκατοστών, Gravity Sensor αλλά και ένα πίνακα Matrix στο στόμα του το οποίο μπορεί να προγραμματίσει το παιδί ώστε να δημιουργεί διαφορετικές εκφράσεις στο Kidsbits.

Όλα τα παραπάνω μπορούν πολύ εύκολα να προγραμματιστούν με την εφαρμογή Coding Robot που μπορεί να εγκατασταθεί σε μια έξυπνη συσκευή ή υπολογιστή και η σύνδεση γίνεται με Bluetooth καθώς δεν απαιτείται καλωδίωση. Μέσω της εφαρμογής αυτής, ο χρήστης μπορεί να μετακινήσει το ρομπότ μπρος, πίσω, δεξιά, αριστερά και να

χειριστεί όποιον αισθητήρα από τους παραπάνω χρειάζεται για το project που έχει δημιουργήσει από μόνος του καθώς στο kit δεν περιλαμβάνονται σενάρια.

Codey Rocky

Το Codey Rocky (Εικόνα 13) είναι ένα ρομπότ της εταιρείας Makeblock (<https://www.makeblock.com/steam-kits/codey-rocky>) που κατασκευάστηκε στην Κίνα το έτος 2019 το οποίο απευθύνεται σε ηλικίες παιδιών από 6 και πάνω. Είναι ένα πρωτοποριακό ρομπότ καθώς συνδυάζει την κωδικοποίηση με την τεχνητή νοημοσύνη. Το Codey Rocky αποτελείται από δύο μέρη: ένα αποσπώμενο χειριστήριο, το Codey, που είναι ουσιαστικά ο εγκέφαλος της συσκευής και ένα μηχανοκίνητο αυτοκίνητο, το Rocky, που επιτρέπει στον χρήστη να μετακινεί το ρομπότ (Sydney, 2019).

Ο προγραμματισμός του ρομπότ πραγματοποιείται με το λογισμικό mBlock, με το οποίο τα παιδιά μπορούν να μάθουν να προγραμματίζουν είτε με μπλοκ κώδικα (Scratch 3.0), είτε απευθείας σε Python είτε μπορούν να αλλάξουν το γραπτό τους πρόγραμμα που βασίζεται από μπλοκ σε Python. Τα προγράμματα μπορούν να φορτωθούν στο ρομπότ μέσω Bluetooth. Μέσω του λογισμικού, τα παιδιά μπορούν να δημιουργήσουν κινούμενα σχέδια με dot matrix, να σχεδιάζουν παιχνίδια και να συνδεθούν με υπηρεσίες cloud για να δημιουργήσουν έργα στο πεδίο της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης μέσω αναγνώρισης εικόνων, ομιλίας, συναισθημάτων, ανθρώπινης ηλικίας κ.α. (Vascan, 2020) αλλά και εφαρμογές IoT όπως για παράδειγμα να λαμβάνουν δεδομένα για τον καιρό.



Εικόνα 13. Codey Rocky

Το ρομπότ είναι εξοπλισμένο με τα εξής χαρακτηριστικά που το κάνουν ξεχωριστό:

- Αισθητήρα υπέρυθρων οι οποίοι βρίσκονται στα αυτιά του ρομπότ, στο ένα αυτί ο πομπός και στο άλλο ο δέκτης, που καθιστούν δυνατή την επικοινωνία με άλλα ρομπότ και επιτρέπουν τον χειρισμό των ηλεκτρικών συσκευών με υπέρυθρες ακτίνες.
- Γυροσκόπιο 6 αξόνων, με το οποίο μπορεί να ανιχνεύσει αν υπάρχει κλίση στο ρομπότ, κουνήματα αλλά και αλλαγή στην γωνία στροφής ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σχεδιασμό μαθημάτων που απαιτούν σωματοαισθητηριακά ερεθίσματα.
- Αισθητήρα φωτός με τον οποίο μπορεί να ανιχνεύσει την ένταση του φωτός από το περιβάλλον που βρίσκεται.
- Έγχρωμος αισθητήρας υπέρυθρων ο οποίος βρίσκεται στην βάση του ρομπότ και με αυτόν μπορεί να ανιχνεύσει χρώματα, να αποφύγει εμπόδια και να υπολογίσει την απόσταση από κάποιο αντικείμενο.
- Αισθητήρα φωνής με τον οποίο μπορεί να ανιχνεύσει τα επίπεδα ήχου από το περιβάλλον του.
- Ένδειξη LED RGB το οποίο μπορεί να προγραμματιστεί ώστε να ρυθμιστεί το χρώμα του και να κάνει το ρομπότ ακόμα πιο εκφραστικό και χαριτωμένο.
- Οθόνη LED dot matrix στην οποία μπορεί να εμφανίσει διάφορα μοτίβα και εφέ φωτισμού RGB.

Το Codey Rocky συνοδεύεται από πόρους εκμάθησης και οδηγούς αλλά υπάρχει και συνεχής ενημέρωση εκπαιδευτικού υλικού και παραδειγμάτων ώστε να υποστηρίζουν τα παιδιά να προγραμματίζουν το ρομπότ τους αλλά και εμπνέοντας τα με φαντασία και δημιουργικότητα ώστε να δημιουργήσουν τα δικά τους σενάρια. Επιπλέον, τα παιδιά μπορούν να τοποθετήσουν νέα δομικά τουβλάκια πάνω στο ρομπότ και να του δώσουν μια νέα μορφή που να ταιριάζει με το project τους. Επιπρόσθετα, με το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του αναγνώρισης εικόνας το ρομπότ μπορεί να αναγνωρίζει συναισθήματα και να μιμείται τις εκφράσεις από το πρόσωπο του παιδιού.

Max & Tobo

Το ρομπότ Max & Tobo (Εικόνα 14) έχει την μορφή ενός αξιολάτρευτου εξωγήινου ρομπότ πάνω σε ένα όχημα και έχει κατασκευαστεί στην Κίνα το 2019 από την εταιρεία

Tutobo (<https://www.tutobo.com/>) με στόχο να βοηθήσει τα παιδιά ηλικίας 6-9 ετών να εισαχθούν στον κόσμο της ρομποτικής και του προγραμματισμού.

Χρησιμοποιώντας μια ιστορία ενός εξωγήινου, του Tobo, που ζει στον πλανήτη Ubu μαζί με τον φίλο του τον Max και έχοντας αποστολή να παρατηρούν τα αστερία, ξαφνικά χαλάει ο χρόνος και ο χώρος του γαλαξία και τα ρομπότ χάνονται στο διάστημα. Έτσι, τα παιδιά παρέα με τον Tobo μαθαίνουν να προγραμματίζουν αλλά και να χρησιμοποιούν την δημιουργικότητα και την φαντασία τους για να κάνουν το ρομπότ να επιστρέψει στο σπίτι του. Επιπλέον, το όχημα του ρομπότ διαθέτει φώτα LED ώστε να το κάνει πιο ελκυστικό στα παιδιά.



Εικόνα 14. Max & Tobo

Για τον προγραμματισμό του ρομπότ το μόνο που χρειάζεται είναι μια έξυπνη συσκευή στην οποία εγκαθίσταται μια εφαρμογή, η Tutobo Coding, που δημιουργήθηκε αποκλειστικά για παιδιά αυτών των ηλικιών και χρησιμοποιεί την γλώσσα προγραμματισμού Blockly της Google. Αφού τα παιδιά γράψουν τον κώδικα τους, συνδέονται ασύρματα μέσω Bluetooth με το ρομπότ για να τις εκτελέσει.

Το kit περιλαμβάνει έναν διαδραστικό χάρτη του διαστήματος, την έντυπη ιστορία του Max & Tobo που αποτελείται από 10 επίπεδα μαθαίνοντας στα παιδιά σε κάθε επίπεδο διαφορετικές εντολές προγραμματισμού και σχετικές οδηγίες για το γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού.

Dash and Dot

Το Dash and Dot (Εικόνα 15) είναι δύο βραβευμένα ρομπότ δαπέδου, με μορφή εξωγήινου, που διατίθεται από την εταιρεία Wonder Workshop (<https://store.makewonder.com/products/dash>) των ΗΠΑ από το 2015, με σκοπό να εισάγει τα παιδιά ηλικίας 6+ στον κόσμο της κωδικοποίησης και του προγραμματισμού. Ο Dash και ο Dot είναι ένα ζευγάρι ρομπότ που μπορούν να κινούνται στο περιβάλλον με χρωματιστά φώτα, ήχους και ανθρώπινες μιμήσεις. Αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί ή χωριστά, χάρη σε συγκεκριμένες εφαρμογές για έξυπνα τηλέφωνα και tablet (Bulgarelli et al., 2018).



Εικόνα 15. Dash and Dot

Ο Dash έχει μια προσιτή προσωπικότητα, με μορφή εξωγήινου και έναν προσεκτικό σχεδιασμό που περιλαμβάνει πολλαπλούς αισθητήρες που τον βοηθούν να αλληλεπιδρά και να ανταποκρίνεται με το περιβάλλον. Διαθέτει μια κεφαλή που του επιτρέπει να περιστρέφεται 360 μοίρες και τρεις ηλεκτροκίνητους τροχούς για να κινείται ομαλά και γρήγορα σε οποιαδήποτε επιφάνεια. Διαθέτει τρία μικρόφωνα και ένα ηχείο για αναπαραγωγή ήχου και εγγραφή φωνής αλλά και φώτα LED στα μάτια (12 λευκά), στα αυτιά (RGB), στο στήθος (RGB) και πίσω (κόκκινο LED). Επιπρόσθετα, περιλαμβάνει και τρεις αισθητήρες απόστασης με εμβέλεια 30,48 εκ. ώστε να μπορεί να ανιχνεύσει αντικείμενα δεξιά, αριστερά και πίσω. Διαθέτει δύο δέκτες και τέσσερις πομπούς υπέρυθρων ώστε να επιτρέπει στο Dash να αλληλεπιδρά με άλλα ρομπότ ή να ανιχνεύει το ρομπότ Dot. Επιπλέον, έχει ποτενσιόμετρο, γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο.

Το Dot είναι ο μικρός και έξυπνος βοηθός του Dash. Διαθέτει έναν μόνο τροχό και μπορεί να ανιχνεύσει πότε πιάστηκε, ανυψώθηκε ή τινάχτηκε. Περιλαμβάνει τέσσερις πομπούς υπερέυθρων ώστε να μπορεί να μεταβιβάζει εντολές στον Dash, ενώ έχει ένα ηχείο και ένα μικρόφωνο για να λέει ιστορίες και να εκπέμπει ήχους. Επίσης, διαθέτει φώτα LED στα μάτια, στα αυτιά και στο μάτι.

Ο προγραμματισμός του Dash and Dot βασίζεται από εφαρμογές που μπορούν να εγκατασταθούν σε μια έξυπνη συσκευή και να εισάγουν τα παιδιά σε θεμελιώδεις έννοιες προγραμματισμού όπως είναι η αλληλουχία, ο βρόχος, τα συμβάντα, οι συναρτήσεις, οι μεταβλητές και οι συνθήκες. Κατόπιν, να συνδεθούν ασύρματα μέσω Bluetooth με τα ρομπότ. Αυτές οι εφαρμογές που αναφέρθηκαν είναι οι εξής:

- Blockly, που μέσω της οπτικής γλώσσας Blockly, τα παιδιά μπορούν να προγραμματίσουν το Dash and Dot απλά επιλέγοντας και μετακινώντας έγχρωμα μπλοκ.
- Wonder, που τα παιδιά μπορούν να δημιουργήσουν μονοπάτια κώδικα, που εκτελώντας τα μπορούν να δουν και να κατανοήσουν άμεσα τι κάνει το ρομπότ τους αλλά και να το προγραμματίσουν να κάνει πολλές και παράλληλες εργασίες.
- Path, τα παιδιά μπορούν να σχεδιάσουν μια διαδρομή στην έξυπνη συσκευή τους και να κάνουν τον Dash να την εκτελέσει.
- Go, τα παιδιά μπορούν να εξερευνήσουν τι μπορούν να κάνουν τα ρομπότ Dash and Dot με τα φώτα, τους ήχους, τις κινήσεις και τους αισθητήρες που διαθέτουν.
- Xylo, χρησιμοποιώντας τα αξεσουάρ Xylophone τα παιδιά μπορούν να προγραμματίσουν το Dash να παίξει τραγούδια ή να συνθέσουν τα δικά τους.

Ο Dash δίνει την δυνατότητα στα παιδιά να διευρύνουν τις ικανότητες του με τα διαθέσιμα αξεσουάρ που μπορεί να προμηθευτούν όπως να κατασκευάσουν το σετ των λειτουργικών βραχιόνων ή να τοποθετήσουν την ειδική θήκη που εκτοξεύει μπάλες με ακρίβεια με ένα απλό νεύμα με το κεφάλι του ρομπότ. Επιπλέον, ο Dash είναι συμβατός με τουβλάκια LEGO αρκεί να τοποθετηθούν οι ειδικοί σύνδεσμοι πάνω του ή να αλλάξει την εμφάνιση του αφού υπάρχει πακέτο που περιλαμβάνει γάντζο ρυμούλκησης, δαγκάνα μπουλντόζας, αυτιά και ουρά κουνελιού. Για όλες αυτές τις λειτουργίες και τις δυνατότητες παρέχονται συμβουλές, tips, δραστηριότητες και σχέδια μαθημάτων ώστε να το καθιστούν μια ολοκληρωμένη πρόταση διδασκαλίας.

Finch Robot 2.0

Το Finch Robot (Εικόνα 16) είναι ένα ρομποτικό πουλί που κατασκευάστηκε στην Κίνα το έτος 2021, από την εταιρεία Birdbrain Technologies LLC (<https://www.birdbraintechnologies.com/finch-start-teaching/>) και αποτελεί ένα αξιόπιστο εργαλείο διδασκαλίας καθώς έχει δοκιμαστεί σε τάξεις όλων των βαθμίδων και μπορεί να καλύψει όλα τα επίπεδα κωδικοποίησης από τον προγραμματισμό βάσει εικονιδίων και μπλοκ έως τον προηγμένο προγραμματισμό με βάση το κείμενο.

Αποτελεί μια συσκευή που μπορεί να αλληλεπιδρά με τους μαθητές εμπλέκοντας έναν συνδυασμό οπτικών, ακουστικών και κιναισθητικών αισθήσεων των μαθητών (Lauwers & Nourbakhsh, 2010).



Εικόνα 16. Finch Robot 2.0

Το Finch είναι ένα εκπαιδευτικό ρομπότ που συνδυάζει πολλαπλούς αισθητήρες. Διαθέτει δύο αισθητήρες φωτός, έναν αισθητήρα απόστασης, εμποδίου και υπερήχου, δύο αισθητήρες παρακολούθησης γραμμών, έναν πολυτονικό βομβητή αλλά και 5 LED τριών χρωμάτων. Χρησιμοποιεί επεξεργαστή micro:bit με χαρακτηριστικά επιταχυνσιόμετρο, ραδιόφωνο, πυξίδα και κουμπιά. Η κίνηση του βασίζεται σε τροχούς με ακριβή κίνηση στους οποίους υπάρχουν σημάδια για μέτρηση των στροφών. Επειδή όμως είναι ένα ρομπότ που σχεδιάστηκε για όλες τις ηλικίες και η πρόσκληση και η δημιουργικότητα δεν σταματάει, διαθέτει κεντρικά μια βάση για τοποθέτηση μαρκαδόρου για σχέδιο. Επιπρόσθετα, το πάνω μέρος του ρομπότ είναι συμβατό με δομικά τουβλάκια και αξεσουάρ για περισσότερη διασκέδαση και η επιφάνεια του ρομπότ μπορεί να γραφτεί με μαρκαδόρους για πίνακα.

Το Finch Robot μπορεί να προγραμματιστεί με tablet, smartphone ή υπολογιστή και να συνδεθεί ασύρματα μέσω Bluetooth. Μπορεί να προγραμματιστεί σε έξι διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο του κάθε παιδιού καθώς υπάρχουν γλώσσες βασισμένες σε:

- Εικονίδια για προ-αναγνώστες: την FinchBlox
- Μπλοκ: την BirdBlox, την MakeCode και την Snap!
- Κείμενο: την Python και την Java

Το Finch υποστηρίζεται από δωρεάν εκπαιδευτικό υλικό σχεδιασμένο ειδικά για εκπαιδευτικούς και περισσότερες από 30 δραστηριότητες. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα ψηφιακού προγραμματισμού καθοδηγούν τους δασκάλους και τους μαθητές βήμα-βήμα, επομένως δεν απαιτείται προηγούμενη εμπειρία.

BlueBot

Το BlueBot (Εικόνα 17) της εταιρείας TTS (<https://www.tts-international.com/blue-bot-bluetooth-programmable-floor-robot/1015269.html>), κατασκευασμένο στο Ηνωμένο Βασίλειο το 2015, αποτελεί μια εξελιγμένη έκδοση του Bee-Bot καθώς είναι και αυτό μια μελισσούλα η οποία περιβάλλεται από ένα διάφανο κέλυφος το οποίο δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ανακαλύψει τους μηχανισμούς που δίνουν κίνηση στο ρομπότ αλλά και τα διάφορα κυκλώματα που υπάρχουν μέσα του. Ανήκει και αυτό στην κατάταξη των περιπατητών εδάφους (floor roamers) και αξιοποιείται αρκετά στην προσχολική και πρωτοσχολική ηλικία.



Εικόνα 17. BlueBot



Εικόνα 18. Tactile Reader

Σύμφωνα με τους Μπράτιτση & Ιωάννου (2018), το BlueBot είναι μια προγραμματιζόμενη συσκευή που δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να το κινεί μπροστά ή πίσω, δεξιά ή αριστερά κατά 90 ή 45 μοίρες μέσα από τρεις διαφορετικούς τρόπους:

1. Στο πάνω μέρος του ρομπότ υπάρχουν πλήκτρα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 17. Τα πορτοκαλί κουμπιά επιτρέπουν στον χρήστη να κινεί το ρομπότ μπροστά, πίσω, στροφή δεξιά και αριστερά και με το κεντρικό κουμπί GO να εκτελεί τις εντολές που έχει δημιουργήσει. Το πλήκτρο CLEAR χρησιμοποιείται για να διαγράψει τις εντολές από την μνήμη του και το κουμπί PAUSE σταματάει προσωρινά την κίνηση του ρομπότ για 1 δευτερόλεπτο.
2. Με χρήση του Tactile Reader (Εικόνα 18) και των εντολών σε μορφή πλακιδίων τα οποία ο χρήστης μπορεί να τα τοποθετήσει όπως επιθυμεί ώστε να δημιουργήσει μια λογική αλληλουχία εντολών και μετά να αποσταλούν στο BlueBot ασύρματα μέσω Bluetooth ώστε να τις εκτελέσει. Επιπρόσθετα, μπορούν να συνδεθούν διαδοχικά δύο ή περισσότερα Tactile Reader με χρήση καλωδίου USB ώστε να χρησιμοποιηθούν περισσότερα πλακίδια εντολών. Βασικό χαρακτηριστικό αυτής της χρήσης είναι ότι υπάρχει ένα κόκκινο led λαμπάκι το οποίο αναβοσβήνει όταν εκτελεί την εντολή στο αντίστοιχο πλακίδιο έτσι ώστε να μπορεί να αντιληφθεί ο χρήστης ποια εντολή εκτελείται κάθε στιγμή.
3. Από ειδική εφαρμογή μέσω φορητών συσκευών. Η εφαρμογή ονομάζεται «Blue-Bot» και παρέχει στον χρήστη έτοιμες πίστες για να περιηγηθεί ένα εικονικό BlueBot αλλά ταυτόχρονα μπορεί να κινείται και το κανονικό BlueBot. Επιπλέον, δίνεται η δυνατότητα να φωτογραφηθεί ο χάρτης που έχει δημιουργήσει ο χρήστης για το κανονικό ρομπότ και να συγχρονιστεί στην εφαρμογή ώστε να υπάρχει άμεση σύνδεση του εικονικού με το πραγματικό ρομπότ.

Το BlueBot, όπως και το Bee-Bot, διαθέτει έτοιμες πίστες ή μπορεί ο χρήστης να δημιουργήσει τα δικά του χαλιά με τετράγωνα σε σωστό μέγεθος για το ρομπότ. Επίσης, το BlueBot μπορεί να «ντυθεί» για να αντιπροσωπεύει διαφορετικούς χαρακτήρες και ζώα που είναι προγραμματισμένα να μετακινούνται σε διαφορετικές τοποθεσίες-στόχους αλλά και να δημιουργηθούν διάφορα εμπόδια που θα έχουν δημιουργήσει τα παιδιά (Otterborn et al., 2020).

COJI

Το COJI (Εικόνα 19) είναι ένα μικρό χαριτωμένο ρομπότ της εταιρείας WowWee (<https://wowwee.com/coji>) που κατασκευάστηκε στην Κίνα το έτος 2016, το οποίο κινείται σε δυο τροχούς και ήρθε για να διδάξει τα παιδιά προγραμματισμό μέσα από μια γλώσσα που τους είναι ήδη γνωστή, την Emojis και είναι κατάλληλη για ηλικίες 4+. Κύριο χαρακτηριστικό αυτού του ρομπότ είναι ότι τα παιδιά μπορούν να προγραμματίσουν την έκφραση συναισθημάτων στην οθόνη του ρομπότ (Yu & Roque, 2018).



Εικόνα 19. COJI

Το COJI διαθέτει μια οθόνη LCD για πρόσωπο ώστε να εμφανίζονται εκεί τα emojis και οι κινούμενες εικόνες. Ο COJI διαθέτει αισθητήρες κίνησης που το βοηθούν να αντιδρά σε φυσικά ερεθίσματα όπως στο πάτημα του κεφαλιού του, στο ταρακούνημα ή στην αλλαγή κλίσης. Επιπρόσθετα, περιέχει ενσωματωμένο ηχείο για αναπαραγωγή ηχητικών εφέ, κινητούς βραχίονες και ένδειξη LED στο μπροστινό μέρος από το σώμα του. Επίσης, διαθέτει πλαϊνά πλήκτρα που δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να περιηγηθεί στα διαφορά emojis που εμφανίζονται στην οθόνη και πιέζοντας το κεφάλι του ρομπότ προς τα κάτω να εκτελέσει μερικά απλά προγράμματα. Αυτός ο τρόπος παρέχει δυνατότητα προγραμματισμού του ρομπότ χωρίς την χρήση οθόνης.

Ο προγραμματισμός του COJI γίνεται είτε μέσω των πλαϊνών πλήκτρων όπως αναφέρθηκε παραπάνω είτε από την εφαρμογή COJI που μπορεί να εγκατασταθεί σε έξυπνα κινητά και tablets και μαθαίνει στο παιδί να προγραμματίζει με μπλοκ κώδικα που περιλαμβάνει εντολές, βρόχους, ακολουθίες και μακροεντολές. Εκτός από τις βασικές εντολές κίνησης, το COJI επιτρέπει επίσης στα παιδιά να προγραμματίσουν την έκφραση

του ρομπότ εισάγοντας μιας ακολουθία emoji σε ένα μπλοκ κώδικα (Yu & Roque, 2018) και κατόπιν να συνδεθεί ασύρματα μέσω Bluetooth με το ρομπότ ώστε να εκτελέσει τις εντολές. Επιπλέον, μέσα από την εφαρμογή το COJI μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως:

- παιχνίδι τηλεχειρισμού με ένα joystick που υπάρχει στον οθόνη,
- παιχνίδι μνήμης που δείχνει μια αλληλουχία Emoji στο πρόσωπο του COJI και μετά τα παιδιά πρέπει να τα επαναλάβουν στην έξυπνη συσκευή τους,
- macro λαβύρινθος που είναι μια καθοδηγούμενη δραστηριότητα όπου τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιήσουν εντολές κίνησης και emoji για να καθοδηγήσουν το COJI στην οθόνη μέσα από ένα λαβύρινθο.

Qobo

Το Qobo (Εικόνα 20) κατασκευάστηκε στην Κίνα το έτος 2019 από την εταιρεία Roboblog Co. Ltd. (<https://www.roboblog.com/product/Qobo>) ως ένα ρομπότ δαπέδου με μορφή σαλιγκαριού με σκοπό να μυθήσει τα παιδιά ηλικίας 3 έως 8 ετών στις βασικές αρχές της κωδικοποίησης και του προγραμματισμού.



Εικόνα 20. Qobo

Ο Qobo διαθέτει ένα φωτιζόμενο κέλυφος το οποίο μπορεί να λάβει διαφορετικά χρώματα και το οποίο είναι συμβατό με άλλα δομικά τουβλάκια του μπορούν να τοποθετηθούν στο πάνω μέρος του. Επιπρόσθετα, έχει έναν αισθητήρα ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει τις κάρτες πάζλ καθώς κινείται πάνω τους και να εκτελεί την αντίστοιχη εντολή και έναν αισθητήρα στο στόμα ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση με το παιδί. Έχει

διαφορετικές αλληλεπιδράσεις συμπεριλαμβανομένου του τραγουδιού, του χορού, της αντίδρασης στο άγγιγμα του προσώπου.

Ο προγραμματισμός που ρομπότ μπορεί να γίνει είτε με οθόνη είτε χωρίς. Τα μικρά παιδιά μπορούν να χρησιμοποιούν τις 30 κάρτες πάζλ, με τις οποίες μπορούν αφού τις τοποθετήσουν να δημιουργήσουν διαφορετικές διαδρομές για το σαλιγκάρι τους. Ο Qobo περνώντας πάνω από τις χρωματιστές κάρτες αναγνωρίζει τον κωδικό που είναι τυπωμένος πάνω τους και εκτελεί την αντίστοιχη λειτουργία όπως να κινηθεί προς τα εμπρός, προς τα πίσω, να τραγουδήσει ή να αλληλεπιδράσει. Με τις κάρτες μουσικής ο Qobo μπορεί να παίζει μέχρι και 15 τραγούδια. Επιπλέον, το σαλιγκάρι μπορεί να προγραμματιστεί μέσω υπολογιστή για να παρέχει μια νέα εμπειρία μάθησης σε πιο προχωρημένους μαθητές. Επίσης, το ρομπότ σαλιγκάρι συνοδεύεται από 15 μαθήματα και challenges μαζί με έναν χάρτη ώστε να κάνει την μάθηση πιο ευχάριστη και διασκεδαστική.

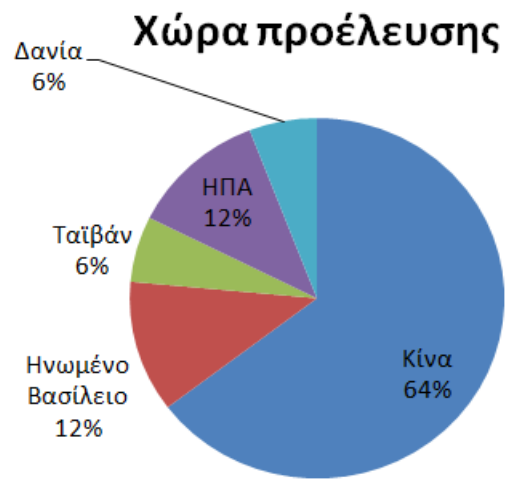
3.2 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Δεδομένων

Για την καλύτερη επισκόπηση των βιομημητικών χαρακτηριστικών από τις ρομποτικές οντότητες που καταγράφηκαν, συντάχθηκαν πίνακες. Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί, υπάρχει μια συνοπτική παρουσίαση των κατασκευαστών, της χώρας προέλευσης αλλά και το έτος κατασκευής του κάθε βιομημητικού ρομπότ.

Πίνακας 1. Χώρα και έτος κατασκευής

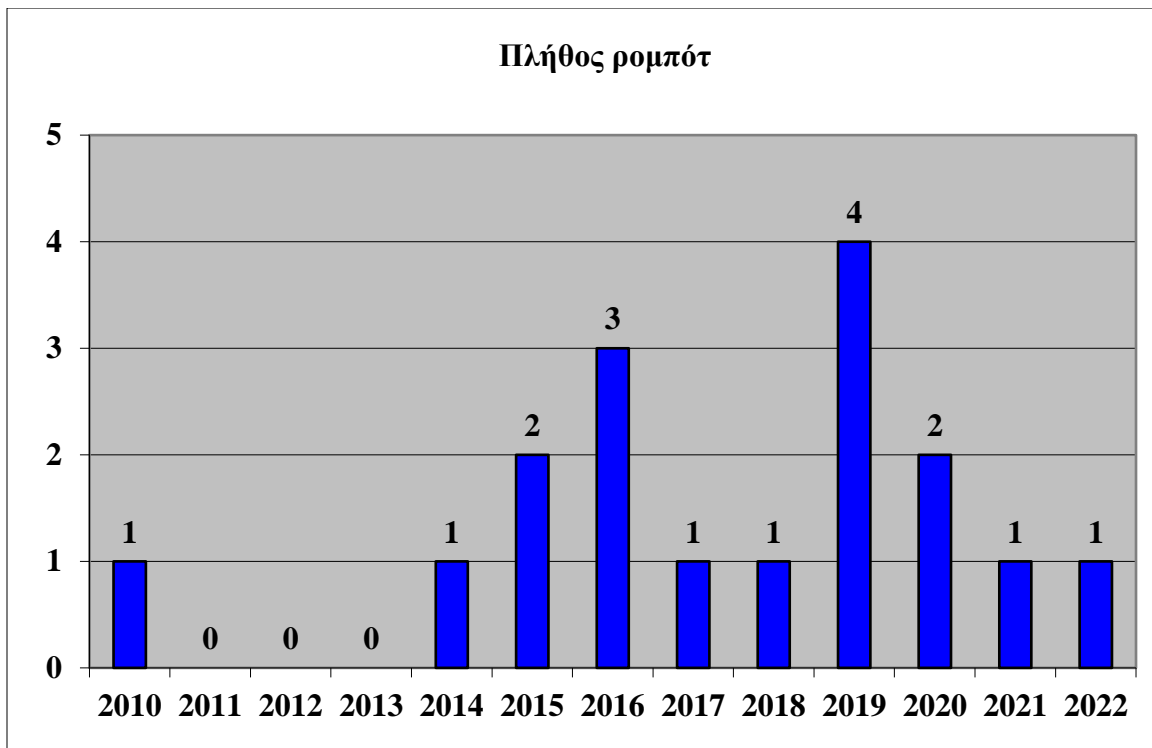
A/A	Ρομπότ	Κατασκευαστής	Χώρα προέλευσης	Έτος κατασκευής
1	Bee-Bot	TTS	Ηνωμένο Βασίλειο	2010
2	Code & Go - Ρομποτικό Ποντικάκι	Learning Resources	Κίνα	2016
3	mTiny	Makeblock	Κίνα	2019
4	Botley 2.0	Learning Resources	Κίνα	2022
5	Kids First Coding & Robotics	GIGO	Ταϊβάν	2018
6	Robopal	Robopal Co	Κίνα	2017
7	KIBO	Kinderlab Robotics	ΗΠΑ	2014
8	Plobot	Plobot Team	Κίνα	2016
9	KUBO	KUBO Robot	Δανία	2020
10	Kidsbits	keystudio	Κίνα	2020
11	Codey Rocky	Makeblock	Κίνα	2019
12	Max & Tobo	Tutobo	Κίνα	2019
13	Dash and Dot	Wonder Workshop	ΗΠΑ	2015
14	Finch Robot 2.0	Birdbrain Technologies LLC	Κίνα	2021
15	BlueBot	TTS	Ηνωμένο Βασίλειο	2015
16	COJI	WowWee	Κίνα	2016
17	Qobo	Roboblog Co. Ltd.	Κίνα	2019

Παρακάτω παρουσιάζεται το Διάγραμμα 1 με την γεωγραφική κατανομή των βιομηχανικών ρομπότ και παρατηρούμε ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών κατασκευάστηκαν από εταιρείες της Κίνας.



Διάγραμμα 1. Χώρα προέλευσης βιομηχανικών ρομποτικών οντοτήτων

Στην συνέχεια, ακολουθεί το διάγραμμα με το πλήθος των βιομηχανικών ρομπότ σε σχέση με την πάροδο των χρόνων.



Διάγραμμα 2. Έτος κατασκευής και πλήθος βιομηχανικών ρομποτικών οντοτήτων

Παρατηρείται από το Διάγραμμα 2, ότι τα ρομπότ με βιομιμητικό χαρακτήρα και ευρεία εκπαιδευτική χρήση στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση έκαναν την εμφάνισή τους από το 2010 μέχρι και σήμερα. Αρχίζουν να έχουν μια ανοδική πορεία από το 2014 μέχρι και σήμερα αλλά με μεγαλύτερη αύξηση το έτος 2019. Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 2, τα έτη 2011 έως και 2013 δεν βρέθηκε κάποιο βιομιμητικό ρομπότ.

Στην συνέχεια, στον Πίνακα 2 που ακολουθεί, παρατίθενται συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά των βιομιμητικών ρομπότ που αναλύθηκαν και παρακάτω αναφέρονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν.

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά βιομιμητικών ρομποτικών οντοτήτων

A/A	Ρομπότ	Μάτια	Μύτη	Στόμα	Αυτιά	Χέρια	Μορφή/Εμφάνιση	Αξιοποίηση για άλλη ενέργεια
1	Bee-Bot	3D		2D			Μέλισσα	
2	Code & Go - Ρομποτικό Ποντίκι	3D	3D		3D		Ποντίκι	
3	mTiny	3D	3D		3D		Πάντα	
4	Botley 2.0	3D				Ακίνητα	Τετράγωνο με μεγάλα μάτια	Μάτια-Αισθητήρα φωτός
5	Kids First Coding & Robotics	2D		2D		Κινούμενα με προγραμματισμό	Σάντουιτς	
6	Robopal	LED					Στρόγγυλο σχήμα	
7	KIBO	3D					Διαφορετικά μάτια	
8	Plobot	3D				Ακίνητα	Στρόγγυλο σχήμα	
9	KUBO	LED		2D			Ορθογώνιο σχήμα	
10	Kidsbits	3D		Matrix	3D		Τετράγωνο σχήμα	Αυτιά- Ηχείο, Μάτια-Αισθητήρα απόστασης
11	Codey Rocky	Matrix			3D		Κατοικίδιο	Αυτιά-Αισθητήρα υπερήχων
12	Max & Tobo	3D		3D			Εξωγήινος	
13	Dash and Dot	LED					Εξωγήινος	
14	Finch Robot 2.0			3D			Πουλί	
15	BlueBot	3D		2D			Μέλισσα	
16	COJI					Κινούμενα χωρίς προγραμματισμό	Ρομπότ	Αυτιά-πλήκτρα προγραμματισμού, Πρόσωπο - οθόνη
17	Qobo	3D		2D			Σαλιγκάρι	

* η ένδειξη 3D αντιστοιχεί σε τρισδιάστατο, 2D σε ζωγραφιστό, Matrix-πίνακας με λαμπάκια

Σύμφωνα με τον Πίνακα 2, παρατηρούμε ότι:

- το βασικότερο κοινό χαρακτηριστικό σχεδόν όλων των βιομιμητικών ρομποτικών οντοτήτων που επιλέχθηκαν στην παρούσα εργασία είναι τα μάτια και στις περισσότερες από αυτές είναι τρισδιάστατα σχεδιασμένα (3D), μόνο μία από αυτές έχει ζωγραφιστά (2D) μάτια και τέσσερις από αυτές διαθέτουν λαμπάκια.

- μόνο 2 από τα ρομπότ διαθέτουν μύτη και σε αυτά είναι τρισδιάστατα σχεδιασμένη.
- περίπου τα μισά ρομπότ διαθέτουν στόμα με τα περισσότερα από αυτά να είναι απλά ζωγραφισμένα
- μόνο 4 από αυτά διαθέτουν χέρια, από τα οποία τα δύο είναι ακίνητα μόνο για να δημιουργούν την αίσθηση των χεριών ενώ τα άλλα δύο είναι κινούμενα εκ των οποίων μόνο το ένα μπορεί να τα κινήσει με προγραμματισμό. Παρόλα αυτά, και τα μέλη του σώματος αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι παρόλο που μπορεί να μην κινούνται, δηλαδή να μην δημιουργούν μη λεκτικές εκφράσεις σώματος, να συμβάλλουν όμως στην ενίσχυση της πλαισίωσης ή του νοήματος της δράσης.
- τα περισσότερα έχουν την μορφή κάποιου ζώου όπως μέλισσα, πουλί, πάντα κ.α. και κάποια έχουν σχεδιαστεί ώστε να προσελκύουν το ενδιαφέρον των παιδιών με το σχήμα (τετράγωνο, στρόγγυλο), το μέγεθος ή τα χρώματα τους.
- κάποια ρομπότ έχουν αξιοποιήσει την θέση κάποιου βιομημητικού χαρακτηριστικού για να ενσωματώσουν κάποια άλλη ενέργεια ή κάποιον αισθητήρα.

Στο Πίνακα 3 που ακολουθεί παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι ενέργειες που είναι ικανή να επιτελέσει η κάθε ρομποτική οντότητα.

Πίνακας 3. Ενέργειες βιομημητικών ρομποτικών οντοτήτων

A/A	Ρομπότ	Μιλάνει	Ζωγραφίζει	Εκφράσεις στο στόμα	Αντηγεία εμπόδια/άντικείμενα	Χορεύει	Ανιχνεύει φως	Τραγουδάει	Μιμείται ανθρώπινες εκφράσεις/κινήσεις	Κρατάει/Μετακινεί αντικείμενα	Εκφράσεις/Άνωμα ματιών
1	Bee-Bot	✓	✓								✓
2	Code & Go - Ρομποτικό Ποντάκι	✓									✓
3	mTiny	✓	✓								✓ NAI
4	Botley 2.0	✓			✓		✓			✓	✓
5	Kids First Coding & Robotics	✓									
6	Robopal	✓			✓						✓
7	KIBO				✓		✓				
8	Plobot	✓	✓		✓	✓		✓		✓	
9	KUBO	✓									✓
10	Kidsbits	✓		✓	✓						
11	Codey Rocky				✓		✓		✓		✓
12	Max & Tobo										
13	Dash and Dot	✓			✓			✓	✓		✓
14	Finch Robot 2.0		✓		✓						
15	BlueBot	✓									✓
16	COJI	✓									✓
17	Qobo			✓		✓		✓			

* Η ένδειξη NAI αντιστοιχεί αν η κίνηση ταυτίζεται με κινήσεις των έμβιων όντων

Ο Πίνακας 3 συμπληρώθηκε σύμφωνα με τις αναφορές που υπάρχουν για κάθε ρομπότ στην ιστοσελίδα του κατασκευαστή του. Παρατηρούμε, όμως, ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των βιομημητικών ρομπότ «μιλάνε» ή «τραγουδάνε». Αυτές οι δυο στήλες από το Πίνακα 3 θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως μία καθώς κάποια ρομπότ παρέχουν την δυνατότητα ηχογράφησης οπότε μπορεί να ενταχθούν και στις δύο κατηγορίες. Το ίδιο ισχύει και για την ενέργεια «χορεύει» καθώς όποιο ρομπότ κινείται, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι χορεύει ή και το αντίθετο.

Επιπλέον, παρατηρούμε ότι οι εκφράσεις ή το άνωμα των ματιών αποτελεί μια εξίσου σημαντική ενέργεια που διαθέτουν τα περισσότερα ρομπότ. Μόνο ένα από τα 17 ρομπότ που μελετήθηκαν διαθέτει κίνηση και η έκφραση των ματιών του να είναι ίδια με την κίνηση των έμβιων όντων. Από την άλλη, μόνο δύο ρομπότ εστιάζουν στις εκφράσεις του στόματος και όπως παρατηρούμε αυτά τα ρομπότ δεν διαθέτουν καμιά αλληλεπίδραση με τα μάτια. Παρατηρείται, επίσης, ότι μόνο δύο ρομποτικές οντότητες μιμούνται ανθρώπινες εκφράσεις ή κινήσεις.

Τέλος, όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα 3, οι περισσότερες βιομηχανικές ρομποτικές οντότητες μπορούν να ανιχνεύσουν κάποιο εμπόδιο ή αντικείμενο σε κοντινή απόσταση και μόνο τρία καταφέρνουν να ανιχνεύσουν το φως. Επιπρόσθετα, το ποσοστό των ρομπότ που μπορεί να ζωγραφίσει, να κρατάει ή να μετακινεί αντικείμενα είναι πολύ μικρό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Συζήτηση – Συμπεράσματα –Προτάσεις

4.1 Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η παρούσα μελέτη αποσκοπεί να εξετάσει ρομποτικές οντότητες με βιομιμητικό χαρακτήρα που μπορούν να ενταχθούν και να αξιοποιηθούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Στόχος της μελέτης είναι να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά τους και τα εκπαιδευτικά οφέλη που μπορεί να έχουν, ώστε να μπορούν να ενταχθούν στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Η ρομποτική αναφέρεται στις τεχνολογίες που ασχολούνται με το σχεδιασμό, την κατασκευή, τη λειτουργία και την εφαρμογή των ρομπότ, καθώς και τα υπολογιστικά συστήματα για τον έλεγχο τους, την αισθητηριακή ανατροφοδότηση και την επεξεργασία πληροφοριών. Επομένως, ο βασικός ορισμός της ρομποτικής έγκειται στον τρόπο με τον οποίο ορίζεται ένα ρομπότ. Τα ρομπότ αποτελούν μία από τις σημαντικότερες τεχνολογικές εφευρέσεις της εποχής. Μπορούν να οδηγήσουν σε μια βαθύτερη σύνδεση με πολλές τεχνικές πτυχές της ρομποτικής, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης τους στην εκπαίδευση. Γενικά, η ενσωμάτωση της ρομποτικής σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον μπορεί να χαρακτηριστεί ενδιαφέρουσα για θέματα Επιστήμης, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (STEM) και να επιτρέψει τη βαθύτερη εμπλοκή των μαθητών σε σύνθετες έννοιες.

Σήμερα, η εκπαιδευτική ρομποτική εισάγεται σε διαφορετικές διαστάσεις της εκπαίδευσης, αλλά κυρίως χρησιμοποιείται ως μέρος μιας υποχρεωτικής εκπαιδευτικής διαδικασίας σε μη τυπικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες, σε δραστηριότητες για τον περιορισμό των κινδύνων πρόωρης εγκατάλειψης του σχολείου και σε δραστηριότητες με μαθητές που έχουν διαφορετικές ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα ρομπότ στην εκπαίδευση έγκεινται στο ότι μπορούν να προσφέρουν μεγάλα οφέλη ως εργαλείο διδασκαλίας, καθιστούν πιο εύκολη τη μάθηση και υποστηρίζουν την ανάπτυξη των μαθησιακών δεξιοτήτων του 21^{ου} αιώνα. Όσο για τα μειονεκτήματα τους παρατηρείται ότι χρειάζονται έναν εκπαιδευτικό για να

προετοιμάσει το υλικό του μαθήματος, δεν διαθέτουν δημιουργικότητα και μπορεί να μην έχουν προσωπική προσέγγιση απέναντι σε μεμονωμένους μαθητές και ανάγκες.

Η ιδέα της χρήσης κοινωνικών ρομπότ για διδασκαλία και μάθηση έχει γίνει ολοένα και πιο διαδεδομένη και στα ρομπότ ανατίθενται διάφοροι ρόλοι σε διαφορετικά εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Τα ρομπότ εισήχθησαν για πρώτη φορά σε εκπαιδευτικά πλαίσια ως εργαλεία προγραμματισμού ή επεξήγησης της τεχνολογίας, αλλά ως τεχνολογία ρομπότ τα προηγμένα ανθρωποειδή ρομπότ χρησιμοποιούνται σήμερα επίσης ως ενσωματωμένοι κοινωνικοί παράγοντες στην εκπαίδευση. Το κίνητρο για τη χρήση ανθρωποειδών ρομπότ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα είναι ότι υποτίθεται ότι αυξάνουν τα κίνητρα, τη δέσμευση και τη συγκέντρωση των μαθητών,

Τα παιδιά μέσα από το παιχνίδι, που στηρίζεται σε εμπειρίες που έχουν από την καθημερινότητά τους, μπορούν να αποκομίσουν σημαντικές ευκαιρίες για ενίσχυση του γραμματισμού τους. Ο εκπαιδευτικός από την μεριά του, μπορεί να παίζει το ρόλο του ηθοποιού προσπαθώντας να βάλει τα παιδιά σε μια περιπέτεια ιδεών. Για αυτόν τον λόγο, χρησιμοποιεί τα ίδια εκφραστικά μέσα με ένα ηθοποιό δηλαδή το σώμα του, τη γλώσσα του, τη σκέψη του, το νευρικό του σύστημα, την μνήμη του, την κίνηση και την ακινησία του. Εντάσσοντας ένα ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία αυξάνονται θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Έρευνες προηγούμενων ετών έχουν δείξει ότι με την Εκπαιδευτική Ρομποτική τα παιδιά από πρώιμες ηλικίες μπορούν να αυξήσουν τα κίνητρά τους για τις φυσικές επιστήμες, την Τεχνολογία, την Μηχανική και τα Μαθηματικά, δηλαδή αυτό που αποκαλούμε STEM. Ερευνητές προσπαθούν να αναζητήσουν κατάλληλα εκπαιδευτικά μοντέλα και πρακτικές για δραστηριότητες ρομποτικής, με στόχο τη δημιουργία ενός ελκυστικού και παραγωγικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τους μαθητές (Γκάνιος et. al., 2020). Έτσι, μέσα από την βιομίμηση που είναι μια εφαρμοσμένη επιστήμη που αποτελεί έμπνευση για να λύνει ανθρώπινα προβλήματα μέσα από την μελέτη των φυσικών οργανισμών, διεργασιών και συστημάτων, οι σχεδιαστές εμπνέονται από διάφορες πηγές και μελετούν πώς η βιολογική γνώση μπορεί να βελτιώσει την δημιουργία ιδεών καθώς η φύση αποτελεί σημαντική πηγή έμπνευσης για επιστήμονες, σχεδιαστές και μηχανικούς (Karlı & Özker, 2020).

Με αφορμή όλα τα παραπάνω, η παρούσα εργασία οδηγήθηκε στην διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων, στην οποία εξετάζονται οι μορφές και τα χαρακτηριστικά από τέτοιου είδους ρομπότ και κατά πόσο προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών της

Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Επίσης, εξετάζονται οι στόχοι της εκπαιδευτικής ρομποτικής που υποστηρίζονται καλύτερα μέσα από αυτού του είδους τις οντότητες και τις δυνατότητες που μπορούν να προσφέρουν.

Από την καταγραφή των χαρακτηριστικών και την αξιολόγηση που πραγματοποιήθηκε, οι περισσότεροι κατασκευαστές θεωρούν ότι ένα πρόσωπο με έντονα χαρακτηριστικά, ελκύει περισσότερο το ενδιαφέρον των παιδιών καθώς είναι η πρώτη εντύπωση που του δημιουργείται για το αν θα συμπαθήσει ή θα απορρίψει την αλληλεπίδρασή του με το ρομπότ. Για αυτό, το μεγαλύτερο ποσοστό των βιομημητικών ρομπότ διαθέτει τρισδιάστατα μάτια ή LED. Η επαφή με τα μάτια μπορεί να σηματοδοτήσει πολλές λειτουργίες καθώς μπορεί να εξασφαλίσει την ανατροφοδότηση, την δραματοποίηση μέσω των εκφράσεων των ματιών ή να κρατάει σε υψηλό επίπεδο το ενδιαφέρον των παιδιών επηρεάζοντας τα συναισθήματα τους. Τα βιομημητικά ρομπότ, σε σχέση με τα άλλα σετ ρομποτικής, διεγείρουν περισσότερο το ενδιαφέρον στα παιδιά που ανήκουν στην βαθμίδα της Πρωτοβάθμια Εκπαίδευσης καθώς διαθέτουν έντονα χρώματα, φωτάκια αλλά και πολλά έχουν οθόνη για πρόσωπο στην οποία μπορούν να δημιουργήσουν διαφορετικές εκφράσεις και να εντρυφήσουν στην συναισθηματική κατάσταση του παιδιού. Έτσι, τα παιδιά μπορούν να μνηθούν στον κόσμο της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης μέσα από ένα περιβάλλον παισιωμένης διερεύνησης. Επιπρόσθετα, μπορούν να μάθουν να κωδικοποιούν με αυθεντικές δραστηριότητες που ελκύουν το ενδιαφέρον τους. Ακόμη, το παιδί αυξάνει την δημιουργικότητα και την φαντασία του καθώς μπορεί να μεταμορφώσει το ρομπότ και τις κατασκευές σε κάτι άλλο μέσα από κατασκευές και μέσα από την τέχνη και την δραματοποίηση. Επιπλέον, η μορφή ή η εμφάνιση της ρομποτικής οντότητας, συνήθως κάποιου ζώου που είναι οικείο σε αυτές τις ηλικίες, δίνει επιπλέον κίνητρα στο παιδί να αλληλεπιδράσει μαζί του. Μόνο ένα μικρό ποσοστό διαθέτει χέρια, τα οποία τις περισσότερες φορές είναι ακίνητα αλλά παρόλα αυτά, αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι καθώς μπορεί να μην δημιουργούν μη λεκτικές εκφράσεις σώματος αλλά να συμβάλλουν στην ενίσχυση της πλαισίωσης ή του νοήματος της δράσης.

Διαπιστώνεται ότι, τα περισσότερα βιομημητικά ρομπότ από αυτά που ερευνήθηκαν στην μελέτη αυτή, με ποσοστό 64%, κατασκευάστηκαν από εταιρείες στην Κίνα και στην δεύτερη θέση βρίσκονται οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και το Ηνωμένο Βασίλειο. Από το 2014 και μετά, και όσο περνούν τα χρόνια, δημιουργούνται περισσότερα ρομπότ με βιομημητικά χαρακτηριστικά και πιο εξελιγμένες δυνατότητες σε σχέση με τα

προγενέστερα χρόνια που πιθανότατα να οφείλονται στην διερεύνηση των στόχων της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που αρχικά ήταν κυρίως STEM ενώ τώρα εμπλουτίζονται με Γλώσσα, Τέχνη και πολλά άλλα. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι τα παιδιά εκφράζονται καλύτερα μέσω της δραματοποίησης όταν αυτή συνδέεται με το παιχνίδι. Έτσι, διαπιστώνεται ότι τα περισσότερα ρομπότ διαθέτουν δυνατότητες ηχογράφησης ώστε να δίνουν την εντύπωση ότι τραγουδούν ή μιλάνε και να πλαισιώσουν την δράση όσο το δυνατόν πιο παραστατικά αλλά και να κερδίσουν το ενδιαφέρον του παιδιού.

Η παρούσα εργασία μετά την καταγραφή και την ανάλυση των αναφερθέντων βιομημητικών οντοτήτων κατέληξε στα εξής συμπεράσματα των ερευνητικών ερωτημάτων:

- 1) Τα περισσότερα βιομημητικά ρομπότ που εντοπίζονται στην εκπαίδευση έχουν την μορφή κάποιου ζώου οικείο προς τα παιδιά ή είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να παρουσιάζουν μια χαριτωμένη και διασκεδαστική μορφή με χαρακτηριστικά που να κεντρίζουν το ενδιαφέρον των παιδιών. Επιπλέον, τα περισσότερα, αν όχι όλα, διαθέτουν φωτάκια και αισθητήρες ώστε να παρέχουν αλληλεπίδραση με τα παιδιά. Διαπιστώνεται, ότι το πιο κοινό χαρακτηριστικό των βιομημητικών ρομπότ που δίνουν έμφαση οι κατασκευάστριες εταιρείες είναι τα μάτια και οι εκφράσεις των ματιών. Για αυτό τα περισσότερα είτε διαθέτουν τρισδιάστατα μάτια είτε διαθέτουν LED φως. Μόνο ένα από τα 17 ρομπότ διαθέτει κίνηση η οποία να ταυτίζεται με την κίνηση των ματιών των έμβιων όντων και μόνο δύο από αυτά μιμούνται ανθρώπινες εκφράσεις και κινήσεις σώματος.
- 2) Μέσα από την Εκπαιδευτική Ρομποτική και σε συνδυασμό με τις βιομημητικές οντότητες τα παιδιά μπορούν να μνηθούν στον κόσμο της αλγοριθμικής και υπολογιστικής σκέψης. Επιπρόσθετα, μπορούν να μάθουν να κωδικοποιούν χωρίς να το αντιληφθούν αυξάνοντας τα κίνητρα παραγωγικότητας τους και ελκύοντας το ενδιαφέρον τους, χωρίς να υπάρχει ο φόβος της αποτυχίας. Αναπτύσσουν την φαντασία, την δημιουργικότητά και την ελεύθερη έκφρασή τους μέσα από δραστηριότητες με ένα εκπαιδευτικό βιομημητικό ρομπότ το οποίο μπορεί να τους βοηθήσει να βελτιώσουν την αυτοεκτίμηση και την αυτοπεποίθησή τους.
- 3) Οι άξονες με τους οποίους αξιολογείται ολιστικά μια βιομημητική ρομποτική οντότητα, σχετικά με τις δυνατότητες που προσφέρει περιλαμβάνει αρχικά το κατασκευαστικό κομμάτι με το σώμα του ρομπότ και την κίνηση που αυτό προσφέρει. Μέσα από αυτό το παιδί αυξάνει την δημιουργικότητα και την φαντασία του καθώς μπορεί να το μεταμορφώσει σε κάτι άλλο μέσα από κατασκευές και μέσα από την τέχνη και την

δραματοποίηση. Επιπλέον, ένα άλλο σημαντικό κομμάτι είναι οι εκφράσεις του προσώπου που διαθέτει καθώς μπορεί να επηρεάζει θετικά ή αρνητικά τον ψυχικό και συναισθηματικό κόσμο του παιδιού.

- 4) Παρόλα τα πολλά θετικά στοιχεία που διαθέτουν τα βιομημητικά ρομπότ, υπάρχουν και πολλές πρακτικές δυσκολίες. Πολλοί εκπαιδευτικοί είναι επιφυλακτικοί ως προς αυτή την νέα μορφή μάθησης καθώς φοβούνται να την ενσωματώσουν στην διδασκαλία τους και αυτό έχει να κάνει είτε λόγω έλλειψη της αντίστοιχης κατάρτισης είτε λόγω του αντίστοιχου εξοπλισμού που απαιτείται και το πιθανό αυξημένο κόστος που μπορεί να υπάρξει.

4.2 Περιορισμοί έρευνας

Η έρευνα για την καταγραφή και ανάλυση των βιομημητικών χαρακτηριστικών, από τα εκπαιδευτικά ρομπότ που καταγράφονται, πραγματοποιήθηκε με διαδικτυακές αναζητήσεις και για το λόγο αυτό βασίζεται στα στοιχεία που προσφέρουν στις σελίδες τους οι κατασκευάστριες εταιρείες ή άλλοι (διαδικτυακά καταστήματα, youtubers, κ.τ.λ.). Αυτό έγινε γιατί δεν κατέστη δυνατή η δια ζώσης εξέταση των σετ στο εργαστήριο. Συνεπώς, η εγκυρότητα κάποιων στοιχείων (π.χ. όσων δεν φαίνονται σε φωτογραφίες ή βίντεο) βασίζεται στην αξιοπιστία των στοιχείων που προσφέρουν τα σχετικά sites.

4.3 Προτάσεις για μελλοντικές έρευνες

Η παρούσα εργασία μπορεί να αποτελέσει σημείο έναρξης για μελλοντικές μελέτες αναζήτησης νέων βιομημητικών ρομπότ ή πειραματισμού με την αξιοποίησή τους σε μαθησιακή εργασία.

Επιπλέον, μπορεί να αναζητηθούν παρόμοια ρομπότ και στις υπόλοιπες βαθμίδες της εκπαίδευσης ερευνώντας αν και παιδιά μεγαλύτερων ηλικιακών ομάδων ελκύονται από ένα ρομπότ με βιομημητικά χαρακτηριστικά και ενισχύεται η εκπαιδευτική διαδικασία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Βιβλιογραφία στα Ελληνικά

- Αβούρης, Ν., Αναστασιάδης, Π., Αυγερίου, Π., Βούρος, Γ., Βρασιδάς, Χ., Γρηγοριάδου, Μ., Ζέμπυλας, Μ., Κωνσταντίνου, Κ., Μαρκάκης, Β., Παπανικολάου, Κ., Παπασαλούρος, Α., Πέτρου, Α., Ρετάλης, Σ., Σιασιάκος, Κ., Τσέλιος, Ν. & Ψαρομηλίγκος, Ι. (2005). *Οι προηγμένες τεχνολογίες διαδικτύου στην υπηρεσία της μάθησης*. Αθήνα: Καστανιώτη
- Αναγνωστάκης, Σ. & Φαχαντίδης, Ν. (2014). Διερεύνηση για σχεδιασμό κατάλληλου πλαισίου προετοιμασίας των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στην Εκπαιδευτική Ρομποτική. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 468-476
- Αντωνίου, Α. (2020). *Η χρήση της Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Σχολή Κοινωνικών, Ανθρωπιστικών Επιστημών & Τεχνών Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Επιστήμες της Εκπαίδευσης και της Δια βίου Μάθησης, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
- Αρβανίτης, Ν. (2013). *Ο ρόλος του δασκάλου στη Σύγχρονη Τεχνική Εκπαίδευση – Η Υποκριτική Τέχνη στη Διδασκαλία*. Διπλωματική Εργασία, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων – Μεταλλουργιών, Τομέας Μεταλλευτικής
- Γκάνιος, Α., Γρηγορίου, Α., Δούλου, Ν., Ζαχαρόπουλος, Λ., Κατσιαρδής, Γ., Μπιλίδα, Δ., ... & Αγγελόπουλος, Γ. (2020). *Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στην Υποστήριξη της Εκπαιδευτικής Διαδικασίας*. *Open Schools Journal for Open Science*, 3(6)
- Μιχαλοπούλου, Κ. (2010). Δραματικό παιχνίδι και αναδυόμενος γραμματισμός στην Προσχολική Εκπαίδευση. *Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών*, 15(57)
- Μπράτιτσης, Θ. & Ιωάννου, Μ. (2018). Αντιλήψεις μαθητών Νηπιαγωγείου για τους εναλλακτικούς τρόπους προγραμματισμού του BlueBot. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 78-85

- Λενακάκης, Α. (2013). *Η μορφοπαιδευτική αξία του παιχνιδιού και του θεάτρου στην εκπαίδευση*. Στο Θ. Γραμματάς (Επιμ.). Το θέατρο ως μορφοπαιδευτικό αγαθό και καλλιτεχνική έκφραση στην Εκπαίδευση και την Κοινωνία
- Σιτσανλής, Η. & Πολάτογλου, Χ. (2021). Ευέλικτη προσομοίωση Bee-Bot για εκπαίδευση από απόσταση και ενσωμάτωση της ρομποτικής στη διδασκαλία. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 350-357
- Χατζή, Κ. (2022). *Δραματοποίηση και Θεατρικά Παιχνίδια στα νηπιαγωγεία του Νομού Κοζάνης: Θεωρητική προσέγγιση και πρακτικές εφαρμογές*. Πτυχιακή Εργασία, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Παιδαγωγικής Σχολής Φλώρινας, Τμήμα Νηπιαγωγών

B. Βιβλιογραφία στα αγγλικά

- Afanasyev, I., Mazzara, M., Chakraborty, S., Zhuchkov, N., Maksatbek, A., Kassab, M. & Distefano, S. (2019). Towards the Internet of Robotic Things: Analysis, Architecture, Components and Challenges. *IEEE*, 1-7
- Afari, E. & Khine, M. S. (2017). Robotics as an Educational Tool: Impact of Lego Mindstorms. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(6): 437–442
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71
- Angeli, C. (2018). Developing Third-Grade Students' Computational Thinking Skills with Educational Robotics. *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference Association for the Advancement of Computing in Education*, 1-8
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A Systematic Review of Studies on Educational Robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 9(2): 19-42
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B. & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21): 1-9

- Benitti, F.B.V. & Spolaôr, N. (2017). How Have Robots Supported STEM Teaching? *Robotics in STEM Education*, 103–129
- Bers, M. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Journal Contents*, 12(2): 1-20
- Bertel, L. B., Brooks, E. & Dau, S. (2019). Robot-Supported Inclusion and Learning:: A Case Study on the KUBO Robot in Early Childhood Education. *Technology and Disability*, 31: 22-S23
- Blackwell, C.K., (2013). Adoption and use of technology in early education: The interplay of extrinsic barriers and teacher attitudes. *Computers & Education*, 69: 310-319
- Bruni, F. & Nisdeo, M. (2017). Educational robots and children’s imagery: A preliminary investigation in the first year of primary school. *Research on Education and Media*, 9(1): 37-44
- Bulgarelli, D., Bianquin, N., Besio, S., & Molina, P. (2018). Children with cerebral palsy playing with mainstream robotic toys: Playfulness and environmental supportiveness. *Frontiers in psychology*, 1814
- Buss, A. & Gamboa, R. (2017). Teacher transformations in developing computational thinking: Gaming and robotics use in after-school settings. In P.J. Rich & C.B. Hodges, *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*, 189-203
- Cai, X., Ning, H., Dhelim, S., Zhou, R., Zhang, T., Xu, Y. & Wan, Y. (2021). Robot and its living space: A roadmap for robot development based on the view of living space. *Digital Communications and Networks*, 7: 505-517
- Calvo-Barajas, N., Perugia, G. & Castellano, G. (2020). The effects of robot’s facial expressions on children’s first impressions of trustworthiness. In 2020 29th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN), *IEEE*, 165-171
- Ceha, J., Law, E., Kulić, D., Oudeyer, P.Y. & Roy, D. (2021). Identifying Functions and Behaviours of Social Robots for In-Class Learning Activities: Teachers’ Perspective. *International Journal of Social Robotics*, 14: 747–761
- Cervera, N., Diago, P. D., Orcos, L. & Yáñez, D. F. (2020). The acquisition of computational thinking through mentoring: An exploratory study. *Education Sciences*, 10(8): 1-11

- Chalmers, C., Keane, T., Boden, M. & Williams, M. (2022). Humanoid robots go to school. *Education and Information Technologies*, 27: 7563–7581
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17: 93-100
- Chen, Y., Chang, C., & Tseng, K. (2015). The instructional design of integrative STEM curriculum: A pilot study in a robotics summer camp. International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)
- Cheng, Y.W., Sun, P.C. & Chen, N.S. (2018). The essential applications of educational robot: Requirement analysis from the perspectives of experts, researchers and instructors. *Computers & Education*, 126: 399-416
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A. & Mondada, A. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: a model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7(39): 1-18
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V. & Tosto, C. (2019). Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of Computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *Informatics*, 6(43): 1-12
- Daniela, L. & Lytras, M. (2019). Educational Robotics for Inclusive Education. *Technology, Knowledge and Learning*, 24: 219–225
- DeVito, J. A., O'Rourke, S. & O'Neill, L. (2000). *Human communication*. New York: Longman
- Ekström, S. & Pareto, L. (2022). The dual role of humanoid robots in education: As didactic tools and social actors. *Education and Information Technologies*, 1-36
- Fagundes, B., Bhide, N., Moore, T. J. & Tank, K. M. (2021). Computational Thinking in First-Grade Students Using a Computational Device (Work in Progress). *ASEE Virtual Annual Conference Content Access*
- García-Valcárcel-Muñoz-Repiso, A. & Caballero-González, Y.A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Media Education Research Journal*, 63-72
- Gasparetto, A. & Scalera, L. (2019) A Brief History of Industrial Robotics in the 20th Century. *Advances in Historical Studies*, 8: 24-35
- Goodgame, C. (2018). Beebots and Tiny Tots. In E. Langran, & J. Borup (Eds.). *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1179-1183

- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M.M. (2014). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Project-Based Learning (Pbl) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: the Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5): 1089–1113
- Hedgecock, J., Standen, P.J., Beer, C., Brown, D. & Stewart D.S. (2014). Evaluating the role of a humanoid robot to support learning in children with profound and multiple disabilities. *Journal of Assistive Technologies* 8(3): 111-123
- Hussin, H., Yee Jiea, P., Raja Rosly, R.N. & Omar, S.R. (2019). Integrated 21st century science, technology, engineering, mathematics (STEM) Education through robotics project – based learning. *Humanities & Social Sciences Reviews*, 7(9): 204-211
- Ioannou, A. & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Education and Information Technologies*, 23: 2531–2544
- Ivanov, S. (2016). Will robots substitute teachers? Paper presented at the 12th International Conference “Modern science, business and education”. Varna University of Management, Bulgaria. *Yearbook of Varna University of Management*, 9: 42-47
- Jamet, F., Masson, O., Jacquet, B., Stilgenbauer, J.L. & Baratgin, J. (2018). Learning by teaching with humanoid robot: a new powerful experimental tool to improve children’s learning ability. *Journal of Robotics*, 1-11
- Joiner, I.A. (2018). Robotics: Robots to the Rescue. Chapter 2, *Emerging Library Technologies*, 23-44
- Kars, U.T. & Özker, S. (2020). A biomimetic design experience in informal interior architecture education. *Design and Technology Education: an International Journal*, 25(1): 80-95
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R.B., Doshi, P. & Thai, C.N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers’ STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91(3): 14–31
- Kucuk, S. & Sisman, B. (2017). Behavioral patterns of elementary students and teachers in one-to-one robotics instruction. *Computers & Education*, 111: 31-43
- Lauwers, T. & Nourbakhsh, I. (2010, July). Designing the finch: Creating a robot aligned to computer science concepts. In *First AAAI Symposium on Educational Advances in Artificial Intelligence*

- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. & 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
- Moro, M., Agatolio, F., & Menegatti, E. (2018). The RoboESL Project: Development, evaluation and outcomes regarding the proposed robotic enhanced curricula. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1): 48-60
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A. & Dong, J.J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209–0015): 1-8
- Okita, S.Y. (2014). The relative merits of transparency: Investigating situations that support the use of robotics in developing student learning adaptability across virtual and physical computing platforms. *British Journal of Educational Technology*, 45(5): 844–862
- Otterborn, A., Schönborn, K. J., & Hultén, M. (2020). Investigating preschool educators' implementation of computer programming in their teaching practice. *Early Childhood Education Journal*, 48(3): 253-262
- Ozcinar, H., Wong, G. & Ozturk, H.T. (2017). Teaching computational thinking in primary education. *Computer Science and Information Systems*, 1-33
- Pandey, A. K. & Gelin, R. (2017). Humanoid robots in education: a short review. *Humanoid robotics: a reference*, 1–16
- Pareto, L., Ekström, S., Barendregt, W., Serholt, S. & Kiesewetter, S. (2019). Augmenting game-based learning with a robot tutee. *European Conference on Games Based Learning*, 560
- Papoutsidakis, M., Kalogiannakis, M., & Psycharis, S. (2019). Action Research Implementation in Developing an Open Source and Low Cost Robotic Platform for STEM Education. *International Journal of Computer Applications*, 178(24): 33-46
- Pasalidou, C., & Fachantidis, N. (2022, May). Contextualizing Educational Robotics Programming with Augmented Reality. In *2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (pp. 1-5). IEEE, doi: 10.23919/iLRN55037.2022.9815969.

- Pivetti, M., Di Battista, S., Agatolio, F., Simaku, B., Moro, M. & Menegatti, E. (2020). Educational Robotics for children with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Heliyon*, 6: 1-11
- Raju, P., Sikka, S., Garg, A. & Pandey, M. (2020). A brief review of recent advancement in humanoid robotics research. *Mukt Shabd Journal*, 9(6): 3743 - 3748
- Rubio, F., Valero, F. & Llopis-Albert, C. (2019). A review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1–22
- Sáez-López, J.M., Román-González, M. & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school: A two year case study using scratch in five schools. *Computers & Education*, 97: 129-141
- Sanchez, H., Martinez, L.S. & Gonzalez, J.D. (2019). Educational Robotics as a Teaching tool in higher education institutions: A bibliographical analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1391: 1-7
- Santos, A. I., Pereira, D., Botelho, N., Medeiros, P., and Cascalho, J. (2023). Robotics for young people in azoresminibot. *International Journal of Information and Education Technology*, 13: 33-41
- Serholt, S., Pareto, L., Ekström, S. & Ljungblad, S. (2020). Trouble and Repair in Child–Robot Interaction: A Study of Complex Interactions with a Robot Tutee in a Primary School Classroom. *Frontiers in Robotics and AI*, 7(46): 1-13
- Serholt, S. (2018). Breakdowns in children’s interactions with a robotic tutor: A longitudinal study. *Computers in Human Behavior*, 81: 250-264
- Siciliano, B. & Khatib, O. (2019). Humanoid Robots: Historical Perspective, Overview, and Scope. *Springer Nature B.V.*, 3-8
- Souza, I., Andrade, W., Sampaio, L. & Araujo, A. (2018). A Systematic Review on the use of LEGOR Robotics in Education. *IEEE Frontiers in Education Conference*, 1-10
- Spolaôr, N. & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112: 97-107
- Sullivan, A., Elkin, M. & Bers, M. U. (2015). KIBO robot demo: engaging young children in programming and engineering. *Proceedings of the 14th international conference on interaction design and children*, 418-421

- Sullivan, A. A., Bers, M. U. & Mihm, C. (2017). Imagining, playing, and coding with KIBO: using robotics to foster computational thinking in young children. *Siu-cheung KONG The Education University of Hong Kong*, Hong Kong, 110
- Touretzky, D. S., Marghitu, D., Ludi, S., Bernstein, D. & Ni, L. (2013). Accelerating K–12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction. *44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 609–614
- Vascan, T. (2020). Roboțelul Codey Rocky–instrument util în studiul programării timpurii. *Învățământ superior: tradiții, valori, perspective*, 1: 352-356
- Woo, H., LeTendre, G. K., Pham-Shouse, T. & Xiong, Y. (2021). The use of social robots in classrooms: A review of field-based studies. *Educational Research Review*, 33
- Xiao, L. & Kumar, V. (2019). Robotics for Customer Service: A Useful Complement or an Ultimate Substitute? *Journal of Service Research*, 24(1): 9-29
- Yam, K.C., Tang, P.M., Jackson, J.C., Su, R. & Gray, K. (2022). The Rise of Robots Increases Job Insecurity and Maladaptive Workplace Behaviors: Multimethod Evidence. *Journal of Applied Psychology*, 1-21
- Yu, J. & Roque, R. (2018). A survey of computational kits for young children. *Proceedings of the 17th ACM conference on interaction design and children*, 289-299
- 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: 79–101

Γ. Βιβλιογραφία από το Διαδίκτυο

- Serra, A. (2021). Educare con la robotica alla scuola dell'infanzia. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://serviziomarconi.istruzioneer.gov.it/2021/02/05/educare-con-la-robotica-nella-scuola-dellinfanzia/>
- Sydney, H. (2019). Codey Rocky: Robotics education meets artificial intelligence. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://sydneyalexiaharris.wordpress.com/2019/04/02/codey-rocky-robotics-education-meets-artificial-intelligence/>

Bee-Bot® Programmable Floor Robot. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.tts-international.com/bee-bot-programmable-floor-robot/1015268.html>

Code & Go® Robot Mouse. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.learningresources.com/item-stem-robot-mouse>

mTiny Discover. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://education.makeblock.com/mtiny-discover-kit/>

Botley® 2.0 the Coding Robot. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.learningresources.com/item-botleyr-the-coding-robot-2>

KIDS FIRST CODING & ROBOTICS. Ανακτήθηκε 15 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.gigotoys.com/products/7072-en.html>

ROBOPAL: Enrich your coding experience with stories. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.kickstarter.com/projects/519422151/robopal-build-stem-skills-build-robots-have-fun>

Meet KIBO. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://kinderlabrobotics.com/kibo>

Program. Play. Plobot. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <http://plobot.com/>

THE CREATIVE STEM ROBOT FOR ELEMENTARY. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://kubo-robot.com/>

Keystudio Kidsbits Multi-purpose Coding Robot for Arduino STEM Compatible for Lego 7+. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.keystudio.com/products/keystudio-kidsbits-multiurpose-coding-robot-for-arduino-stem-compatible-for-lego-7>

Codey Rocky. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.makeblock.com/steam-kits/codey-rocky>

Tutobo. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.tutobo.com/>

Dash. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://store.makewonder.com/products/dash>

Birdbrain Technologies. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.birdbraintechnologies.com/finch-start-teaching/>

Blue-Bot® Bluetooth Programmable Floor Robot. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.tts-international.com/blue-bot-bluetooth-programmable-floor-robot/1015269.html>

Pro-Bot® Rechargeable Floor Robot. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://www.tts-international.com/pro-bot-rechargeable-floor-robot/1009825.html>

Coji. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από <https://wowwee.com/coji>

Roboblog. Ανακτήθηκε 17 Δεκεμβρίου, 2022, από
<https://www.roboblog.com/product/Qobo>

«Δηλώνω ρητά και ανεπιφύλακτα ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.»

Υπογραφή: