

## **Τίτλος**

**Εκπαιδευτική Ρομποτική: Εφαρμογές στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών  
στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση**

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Εισαγωγή.....	6
1ο Κεφάλαιο: Εκπαιδευτική ρομποτική.....	9
1.1 Η έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής.....	9
1.2 Πλεονεκτήματα.....	10
1.3 Μειονεκτήματα.....	13
1.4 Εκπαιδευτική ρομποτική και θεωρίες μάθησης.....	14
2ο Κεφάλαιο: Εκπαιδευτικά Ρομποτικά συστήματα.....	17
2.1 Γλώσσες Προγραμματισμού Ρομπότ.....	17
2.1.1 C/C++.....	17
2.1.2 Python.....	18
2.1.3 Java.....	18
2.1.4 C#.....	19
2.1.5 MATLAB.....	19
2.1.6 Hardware Description Languages (HDLs).....	20
2.1.7 Lisp.....	21
2.1.8 Logo.....	22
2.1.9 Pascal.....	23
2.1.10 Scratch.....	24
2.2 Πλατφόρμες.....	24
2.2.1 Lego.....	25
2.2.2 Engino.....	30
2.2.3 Arduino.....	32
2.2.4 Pololu 3pi.....	33
2.2.5 BBC micro:bit.....	33
2.2.6 Raspberry Pi.....	34
2.2.7 SoftBank.....	34
2.2.8 E-puck.....	35
3ο Κεφάλαιο: Διδασκαλία φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.....	36
3.1 Ορισμός φυσικών επιστημών.....	36
3.2 Σκοποί και στόχοι διδασκαλίας φυσικών επιστημών.....	37
3.3 Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.....	39
4ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία.....	41
4.1 Σκοπός και στόχοι.....	41
4.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	41

4.3 Μέθοδοι συλλογής δεδομένων .....	41
5ο Κεφάλαιο: Ευρήματα .....	43
5.1 Θεματικές ενότητες .....	43
5.2 Οφέλη χρήσης της ρομποτικής .....	46
5.3 Εμπόδια αξιοποίησης της ρομποτικής.....	50
Συμπεράσματα .....	54
Βιβλιογραφία .....	57

## Περίληψη

Η εκπαιδευτική ρομποτική αναπτύχθηκε τις τελευταίες δεκαετίες. Πρόκειται για ένα καινοτόμο εργαλείο, το οποίο στοχεύει στην καλύτερη προετοιμασία των μαθητών για την κοινωνία του μέλλοντος, παρέχοντας τους σχετικές γνώσεις και πληροφορίες. Όπως διαπιστώνεται η εκπαιδευτική ρομποτική αξιοποιείται στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και ειδικότερα, στο μάθημα της φυσικής, της βιολογίας και της χημείας. Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Για την επίτευξη του σκοπού αυτού πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα και αξιοποιήθηκε ελληνική και ξένη σχετική βιβλιογραφία. Όπως διαπιστώθηκε, η ρομποτική αξιοποιείται για ποικίλες θεματικές ενότητες στα παραπάνω μαθήματα. Ορισμένες περιπτώσεις αυτών είναι η ταχύτητα, η δύναμη, ο περιοδικός πίνακας και τα πειράματα. Επιπλέον, διαπιστώθηκε πως η εκπαιδευτική ρομποτική έχει πολλά οφέλη για τους μαθητές σε γνωστικό και κοινωνικό επίπεδο. Ειδικότερα, ενισχύει τη δημιουργική και την κριτική σκέψη των μαθητών, την ανεξάρτητη και ενεργή μάθηση και λήψη αποφάσεων, την επίλυση προβλημάτων και την εκμάθηση αφηρημένων εννοιών. Ακόμη, ενισχύει τις επικοινωνιακές δεξιότητες των μαθητών και τις δεξιότητες συνεργασίας. Ωστόσο, διαπιστώθηκε πως οι εκπαιδευτικοί βρίσκονται αντιμέτωποι με αρκετούς φραγμούς, που εμποδίζουν την αποτελεσματική αξιοποίηση της ρομποτικής. Ορισμένες από αυτές είναι οι ελλείψεις σε υλικοτεχνολογικό εξοπλισμό, η ανεπαρκής εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και ο τρόπος διαμόρφωσης του αναλυτικού προγράμματος.

**Λέξεις κλειδιά:** εκπαιδευτική ρομποτική, φυσικές επιστήμες, δευτεροβάθμια εκπαίδευση

## **Abstract**

Educational robotics has been developed in recent decades. It is an innovative tool, which aims to better prepare students for the society of the future, providing them with relevant knowledge and information. As it is found, educational robotics is used in the teaching of natural sciences in secondary education and in particular, in the subjects of physics, biology and chemistry. The purpose of this thesis is to review the literature on the use of educational robotics in the teaching of natural sciences in secondary education. To achieve this purpose, a bibliographical research was carried out and relevant Greek and foreign literature was used. As it was found, robotics is used for various thematic units in the above subjects. Some examples of these are speed, force, the periodic table and experiments. In addition, it was found that educational robotics has many benefits for students on a cognitive and social level. In particular, it enhances students' creative and critical thinking, independent and active learning and decision-making, problem solving and learning of abstract concepts. It also enhances students' communication skills and collaboration skills. However, it was found that teachers are faced with several barriers that prevent the effective use of robotics. Some of these are the lack of equipment, inadequate teacher training and the way the curriculum is structured.

**Keywords:** educational robotics, natural sciences, secondary education

## Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική ρομποτική στοχεύει στην προώθηση της ενεργητικής μάθησης μέσω των τεχνουργημάτων που δημιουργούν οι μαθητές και των φαινομένων που προσομοιώνουν (Gabrieleetal., 2012). Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για ένα πεδίο σπουδών που επιδιώκει τη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας των μαθητών μέσα από τη δημιουργία, την υλοποίηση, τη βελτίωση και την επικύρωση των παιδαγωγικών δραστηριοτήτων, τα εργαλεία και τις τεχνολογίες, όπου τα ρομπότ διαδραματίζουν ενεργό ρόλο (Angel-Fernandez & Vincze, 2018).

Ο Eguchi (2010) περιγράφει τη ρομποτική ως ένα μοναδικό εργαλείο μάθησης, που μπορεί να προσφέρει πρακτικές και διασκεδαστικές δραστηριότητες σ' ένα ελκυστικό περιβάλλον μάθησης που τροφοδοτεί το ενδιαφέρον και τη περιέργεια των μαθητών. Με την πάροδο των χρόνων, πολλά κιτ κατασκευής ρομπότ έχουν σχεδιαστεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η μορφολογία των ρομπότ μπορεί να είναι στατική ή μεταβλητή, επιτρέποντας στους μαθητές να κατασκευάσουν, να σχεδιάσουν και να προγραμματίσουν διαφορετικά είδη ρομπότ (Amanatiadisetal., 2017).

Η ρομποτική έχει επικυρωθεί από πολλούς ερευνητές ως καινοτόμο εργαλείο μάθησης, ικανό να μεταμορφώσει την εκπαίδευση και την υποστήριξη των μαθητών σε αρκετά μαθησιακά πλαίσια. Πολλές μελέτες υποδεικνύουν πως η ρομποτική είναι υποστηρικτικό εργαλείο για τη διδασκαλία μαθημάτων που σχετίζονται με τα πεδία της ρομποτικής (De Vries, 2018). Περιλαμβάνει τη σύνθεση πολλών διεπιστημονικών δραστηριοτήτων από διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών, του σχεδιασμού και της καινοτομίας, της ηλεκτρονικής, της επιστήμης των υπολογιστών και του προγραμματισμού και της ψυχολογίας (Afari & Khine, 2017).

Μέσω των πρακτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής, οι μαθητές μετατρέπονται σε ενεργούς μαθητές ικανούς να αναπτύξουν τις βασικές τους δεξιότητες, έχοντας το ρόλο των ερευνητών. Εξερευνούν, κάνουν υποθέσεις, διεξάγουν πειράματα και λαμβάνουν ανατροφοδότηση από την εργασία που έχουν ολοκληρώσει (Khanlari, 2013), βελτιώνει την κριτική σκέψη τους, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες (Di Lietoetal., 2013). Η πρακτική φύση της ρομποτικής δημιουργεί διασκεδαστικό, παιχνιδιάρικο και συναρπαστικό περιβάλλον μάθησης που παρακινεί τους μαθητές να συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία. Ως

αποτέλεσμα, παρατηρείται βελτίωση στην αυτοπεποίθηση, τη λήψη αποφάσεων, την αυτοκατεύθυνση, τη δημιουργικότητα και την καινοτομία των μαθητών (De Vries, 2018).

Η ρομποτική έχει κερδίσει την προσοχή των εκπαιδευτικών για ποικίλους λόγους. Το σύγχρονο τεχνολογικό περιβάλλον πρέπει να αντικατοπτρίζεται στο περιεχόμενο της σχολικής εκπαίδευσης, συνεπώς η εκπαίδευση έχει μεταρρυθμιστεί για να υιοθετήσει τις κοινωνικές και τεχνολογικές αλλαγές (Ospennikovaetal., 2015). Οι εκπαιδευτικοί ενισχύουν τη διδασκαλία τους, με νέα χαρακτηριστικά και ιδέες. Επιπλέον, η ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον, εξαιτίας του μεγάλου αριθμού διαθέσιμων πλατφόρμων και προγραμμάτων ρομποτικής, που είναι κατάλληλα για μαθητές διαφορετικών ηλικιών και νοητικών δυνατοτήτων (Eguchi, 2016).

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα, οι στόχοι της εργασίας είναι:

- Να παρουσιαστούν περιπτώσεις διδασκαλίας φυσικών επιστημών στις οποίες αξιοποιήθηκε η εκπαιδευτική ρομποτική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν τα οφέλη από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν οι δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Για την επίτευξη των παραπάνω πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση. Για την εκπόνηση της εργασίας αναζητήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ελληνόγλωσσες και ξενόγλωσσες πηγές. Ειδικότερα, έγινε χρήση βιβλίων, άρθρων που έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων.

Η εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια. Αναλυτικότερα, το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει πληροφορίες για την εκπαιδευτική ρομποτική και αποτελείται από τέσσερις υπό-ενότητες. Η πρώτη αφορά την έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής, η δεύτερη τα πλεονεκτήματα αυτής και η τρίτη τα μειονεκτήματα. Η

τέταρτη υπό-ενότητα αναφέρεται στη σχέση της εκπαιδευτικής ρομποτικής με τις θεωρίες της μάθησης.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τα εκπαιδευτικά ρομποτικά συστήματα και αποτελείται από δύο υπό-ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζονται οι γλώσσες προγραμματισμού των ρομπότ και συγκεκριμένα η C/C++, η Python, η Java, η C#, η MATLAB, οι Hardware Description Languages, η Lisp, η Logo, η Pascal και το Scratch. Στη δεύτερη υπό-ενότητα παρουσιάζονται οι πλατφόρμες και συγκεκριμένα η Lego, η Engino, η Arduino, η Pololu 3pi, η BBCmicro:bit, η RaspberryPi, η SoftBank και η E-puck .

Το τρίτο κεφάλαιο αφορά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και περιλαμβάνει τρεις υπό-ενότητες. Στην πρώτη παρουσιάζεται ο ορισμός των φυσικών επιστημών και στη δεύτερη οι σκοποί και οι στόχοι διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Η τρίτη αναφέρεται στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της εργασίας και αποτελείται από τρεις υπό-ενότητες. Η πρώτη περιλαμβάνει το σκοπό και τους στόχους και η δεύτερη τα ερευνητικά ερωτήματα. Τέλος, η τρίτη υπό-ενότητα αναφέρεται στη μέθοδο συλλογής δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ευρήματα ανά ερευνητικό ερώτημα. Συνεπώς η πρώτη υπό-ενότητα αναφέρεται στις θεματικές ενότητες των φυσικών επιστημών που έχει χρησιμοποιηθεί η εκπαιδευτική ρομποτική. Η δεύτερη στα οφέλη που έχουν προκύψει από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και η τελευταία στα εμπόδια που συναντώνται κατά τη διαδικασία αυτή.

Τέλος, ακολουθούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε.



# **1ο Κεφάλαιο: Εκπαιδευτική ρομποτική**

## **1.1 Η έννοια της εκπαιδευτικής ρομποτικής**

Η ρομποτική είναι κλάδος που συνδυάζει στοιχεία από τον κλάδο της μηχανικής, της ηλεκτρονικής, της πληροφορικής, της μηχανολογίας, της επιστήμης των υπολογιστών κ.α. Αντικείμενό της είναι ο σχεδιασμός, η κατασκευή, η λειτουργία και η χρήση των ρομπότ αλλά και των συστημάτων πληροφορικής για τον έλεγχο, την επεξεργασία των πληροφοριών καθώς και την ανατροφοδότηση από την έξοδο του ρομποτικού συστήματος (Nørskov, 2009).

Η ρομποτική τεχνολογία αξιοποιείται για να αναπτυχθούν μηχανές – ρομπότ, οι οποίες είναι σε θέση ν’ αντικαταστήσουν αλλά και να υποκαταστήσουν τους ανθρώπους, καθώς αναπαράγουν τις ανθρώπινες λειτουργίες και ενέργειες. Τα ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αρκετούς τομείς και για ποικίλους σκοπούς. Παράδειγμα αποτελεί ο τομέας της βιομηχανίας και της κατασκευής, σε συνθήκες που είναι αδύνατο να επιβιώσει ο άνθρωπος, όπως η εξουδετέρωση των βομβών, τα τοξικά περιβάλλοντα κ.λ.π.. Άλλο παράδειγμα αποτελεί ο τομέας της ιατρικής, στον οποίο απαιτείται η ύπαρξη υψηλού βαθμού ακρίβειας ή περιορισμένου όγκου και κίνηση. Πέρα απ’ τον άνθρωπο αρκετά ρομπότ έχουν βασιστεί στη φύση και μοιάζουν με ζώα ή έντομα. Για παράδειγμα το ρομπότ που έχει σχεδιαστεί για δύσκολες επιφάνειες και απαιτητικά περιβάλλοντα είναι εμπνευσμένο από έντομα και συγκεκριμένα το βάδισμα της αράχνης. Τα τελευταία χρόνια η ρομποτική χρησιμοποιείται και στον τομέα της εκπαίδευσης. Για τη χρήση αυτή χρησιμοποιείται ο όρος «εκπαιδευτική ρομποτική» (Nocks, 2007).

Πιο συγκεκριμένα, η εκπαιδευτική ρομποτική περιλαμβάνει συνδυάζει στοιχεία που διαπραγματεύεται η επιστήμη της Φυσικής, της Πληροφορικής, της Μηχανολογίας, της Ηλεκτρονικής και της Ανθρώπινης Συμπεριφοράς. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται ως «καινοτόμα μαθησιακή μεθοδολογία» (Δελή, 2012). Σύμφωνα με τους Hussin et al. (2019) η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί διεπιστημονικό περιβάλλον, το οποίο αναφέρεται στη διαδικασία κατανόησης των σχετικών και μη τομέων και συμμετεχόντων απ’ τη βιομηχανία, τον ακαδημαϊκό χώρο και τους διοργανωτές των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Πρόκειται για τη μάθηση που στηρίζεται σ’ έργα ρομποτικής, υποδεικνύοντας τις θετικές επιπτώσεις που έχει στην επίδοση των μαθητών (Chen et al., 2015).

Οι Zhong και Xia (2020) υποστηρίζουν πως η εκπαιδευτική ρομποτική παρέχει στους μαθητές μία ιδιαίτερα πρακτική και διαδραστική εμπειρία μάθησης και υπόσχεται την έμπνευση της νέας γενιάς της μάθησης. Παρατηρείται η συχνή χρήση της καθώς είναι κύριο υποστηρικτικό εργαλείο, το οποίο συμβάλλει στην ανάπτυξη των γνωστικών δεξιοτήτων. Σε αυτές συμπεριλαμβάνεται η υπολογιστική σκέψη των μαθητών ανεξάρτητα από την ηλικία τους (Chevalier et al., 2020).

Κύριος στόχος της είναι η παροχή ενός συνόλου δραστηριοτήτων και εμπειριών στους μαθητές, οι οποίες θα τους διευκολύνουν ν' αναπτύξουν γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις αναφορικά με το σχεδιασμό, την ανάλυση, την υλοποίηση και τη λειτουργία του ρομπότ. Στην έννοια «ρομπότ» περιλαμβάνονται όλες οι μορφές ρομποτικών συστημάτων, όπως για παράδειγμα τα κινητά ρομπότ, τα αυτόνομα ρομπότ ή τα αρθρωτά ρομπότ και τα οχήματα κάθε κλίμακας. Άλλος στόχος της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η παρακίνηση για την ενασχόληση των μαθητών με την επιστήμη και η διευκόλυνση της διδασκαλίας ζητημάτων και άλλων επιστημών, όπως για παράδειγμα ο προγραμματισμός των υπολογιστών, η μηχανική και η τεχνητή νοημοσύνη. Η εκπαιδευτική ρομποτική καθώς και ο σχεδιασμός καινούριων δραστηριοτήτων και εφαρμογών οδήγησε στην μετατροπή των ρομπότ σ' εκπαιδευτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται εντός της σχολικής αίθουσας, πέρα απ' την έως τότε χρήση του στο πλαίσιο του εργαστηρίου (Chambers & Carbonaro, 2003)

## **1.2 Πλεονεκτήματα**

Όπως υποστηρίζεται στη σχετική βιβλιογραφία, τα ρομπότ ωφελούν την εκπαίδευση με ποικίλους τρόπους και η ρομποτική είναι μία πολλά υποσχόμενη τεχνολογία εκμάθησης. Στα πλεονεκτήματα της ρομποτικής συμπεριλαμβάνεται η αξιοποίηση των ρομπότ σαν εργαλεία εκπαίδευσης (Cheng et al., 2018). Πιο αναλυτικά, η χρήση της ρομποτικής κατά τη διδασκαλία συμβάλλει στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων καθώς έχουν τη δυνατότητα εκτέλεσης επαναλαμβανόμενων εργασιών με ακρίβεια και ευελιξία, παρουσίασης των ψηφιακών δεδομένων, διαδραστικότητας και παρουσίασης με ανθρωποειδή εμφάνιση, στην οποία συμπεριλαμβάνεται η κίνηση του σώματος. Τα ρομπότ διαθέτουν ευελιξία, δίνοντας στους εκπαιδευτικούς τη δυνατότητα πρότασης διαφορετικών μοντέλων σ' ένα ευρύτερο φάσμα εκπαιδευτικής χρήσης (Spolaôr & Benitti, 2017).

Επιπλέον, τα ρομπότ κάνουν τη μαθησιακή διαδικασία περισσότερο εύκολη. Οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να λάβουν μέρος σε διασκεδαστικές δραστηριότητες αλλά και πρακτικές εμπειρίες, που συντελούν στην εξασφάλιση διαδραστικού και ελκυστικού μαθησιακού περιβάλλοντος (Alimisis, 2013). Συνεπώς, όπως επισημαίνουν οι Cheng et al. (2018) τα ρομπότ παρέχουν κίνητρα στους μαθητές και συμβάλλουν τη μαθησιακή τους επίδοση.

Η ρομποτική γίνεται αντιληπτή ως χρήσιμη τεχνολογία μάθησης, η οποία στηρίζει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων μάθησης που χαρακτηρίζουν τον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Ειδικότερα, τα ρομπότ αξιοποιούνται στο πλαίσιο ενός έργου, ο σχεδιασμός του οποίου στηρίζεται σε ομάδες δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στους μαθητές να επικοινωνήσουν αλλά και να συνεργαστούν μεταξύ τους. Επιπλέον, παρατηρείται βελτίωση στις δεξιότητες επίλυσης των προβλημάτων και παρακίνησης τους ώστε να γίνουν περισσότερο ενεργοί (Cheng et al., 2018). Όπως επισημαίνουν οι Ιοαννου και Makridou (2018) η εκπαιδευτική ρομποτική παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα απόκτησης των βασικών δεξιοτήτων τεχνολογίας και άλλων μορφών ανθρώπινων και οργανωτικών αξιών (Hussin et al., 2019).

Περιγράφοντας τα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής οι Sáez-López et al. (2016) αναφέρουν τη βελτίωση της δεξιότητας επίλυσης των προβλημάτων και της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών καθώς επίσης και την πρακτική εφαρμογή του προγραμματισμού αλλά και των εννοιών STEM. Στο πλαίσιο δημιουργίας και προγραμματισμού του ρομπότ, οι εκπαιδευτικοί εισαγάγουν έννοιες από το πεδίο της μηχανικής, της τεχνολογίας και του προγραμματισμού των υπολογιστών. Έτσι παρατηρείται βελτίωση στις αντιλήψεις που έχουν οι μαθητές στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά, συμβάλλοντας στην ενίσχυση του ενδιαφέροντός τους και την ανάπτυξη φιλοδοξιών για πραγματοποίηση μελλοντικών μελετών STEM (Chalmers, 2018).

Οι Benitti et al. (2017) κατόπιν μελέτης τους κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η αξιοποίηση της ρομποτικής σ' εκπαιδευτικά περιβάλλοντα δίνει την ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς να προχωρήσουν στο σχεδιασμό ενδιαφέρουσων μαθησιακών δραστηριοτήτων, οι οποίες κεντρίζουν το ενδιαφέρον και διεγείρουν τα κίνητρα των μαθητών, κυρίως σε τομείς που έχουν σχέση με θέματα που αφορούν STEM και δεξιότητες επίλυσης των προβλημάτων. Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει ως σκοπό να προωθήσει τη δομική μάθηση των παιδιών μέσα από τη φυσική χειραγώγηση των

αντικειμένων, τονώνοντας την ανάπτυξη των νοητικών αναπαραστάσεων του κόσμου που βρίσκεται τριγύρω τους. Έτσι, οι μαθητές μπορούν να δημιουργούν, ν' αξιολογούν αλλά και ν' αναθεωρούν έννοιες καθώς κάνουν το σχεδιασμό και τον προγραμματισμό της αλληλεπίδρασης με τα ρομπότ.

Η αξιοποίηση της ρομποτικής σαν εκπαιδευτικό εργαλείο απαιτεί από τους μαθητές να προχωρήσουν σε εξερεύνηση, παρατήρηση και χειραγώγηση του περιβάλλοντος τους και έπειτα σε αναστοχασμό, σχεδιασμό και προγραμματισμό της συμπεριφοράς ενός τεχνουργήματος ρομποτικής προκειμένου να απαντήσουν στο ζητούμενο της προτεινόμενης εργασίας. Δηλαδή, η μαθησιακή διαδικασία στηρίζεται σε απαιτητικές εργασίες στις οποίες η παρατήρηση αλλά και η κατανόηση των φαινομένων λαμβάνουν χώρο στο πλαίσιο ενός πειραματικού περιβάλλοντος και όχι μέσα από τα παραδοσιακά θεωρητικά μαθήματα. Συνεπώς, οι μαθητές έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο και ενθαρρύνονται να λάβουν μέρος ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα τις δεξιότητες που απαιτούνται για την επίλυση προβλημάτων και την κριτική τους σκέψη (Chiazzese et al., 2019).

Οι σύγχρονες δραστηριότητες ρομποτικής χρησιμοποιούνται επίσης για την αφήγηση ιστοριών, τη δημιουργία μαριονέτας αλλά και τις δράσεις της μουσικής και της τέχνης (Chalmers, 2022). Ο Ivanov (2016) στα πλεονεκτήματα των ρομπότ συμπεριλαμβάνει την ικανότητά τους να παραδίδουν αρκετά θέματα ταυτόχρονα, τα οποία μπορούν να προσαρμοστούν σύμφωνα με τη ζήτησή τους. Επιπλέον, τα ρομπότ προσφέρουν σταθερή ή βελτιωμένη ποιότητα της εργασίας τους. Είναι σε θέση να προσφέρουν την ίδια υπηρεσία κάθε φορά που κάποιος μαθητής παρακολουθεί τη διάλεξη, κάνει τεστ ή διαβάζει κάποιο κείμενο στο διαδίκτυο. Ακόμη, αυτή μπορεί να προσαρμοστεί στις εκάστοτε ανάγκες των εκπαιδευομένων αλλά και να βελτιωθεί. Τα ρομπότ επίσης μπορούν να εκτελέσουν έγκαιρα και σωστά διοικητικό έργο, αλλά και να επαναλάβουν τις ίδιες πληροφορίες αρκετές φορές. Ειδικότερα, το ρομπότ επαναλαμβάνει το μάθημα όσες φορές χρειαστεί δίχως να προκύπτουν αρνητικά συναισθήματα ή να εξαλείφεται η υπομονή του, γεγονός που παρεμποδίζει την πρόοδο των μαθητών. Επιπλέον, τα ρομπότ δεν έχουν την ικανότητα διακρίσεων μεταξύ των μαθητών. Αντιμετωπίζουν το σύνολο των μαθητών με παρόμοιο τρόπο και χωρίς να τους διαχωρίζουν. Τέλος, τα ρομπότ δεν μπορούν να παραπονεθούν. Συνεπώς, η μαζική εισαγωγή τους είναι πιθανό να συμβάλλει στη μείωση του άγχους

των στελεχών εκπαίδευσης, το οποίο έχει σχέση με τη διαχείριση του ανθρώπινου δυναμικού και να βελτιώσει την ποιότητα των αποφάσεων που λαμβάνουν.

### **1.3 Μειονεκτήματα**

Είναι γεγονός ότι η χρήση των ρομπότ στην εκπαίδευση είναι άγνωστη σε μεγάλο βαθμό τόσο για τους ερευνητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς (Cheng et al., 2018). Επιπλέον, στη σχετική βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετά μειονεκτήματα αυτών. Ειδικότερα, η χρήση των ρομπότ απαιτεί έναν εκπαιδευτικό για την προετοιμασία του υλικού που θα αξιοποιηθεί στο μάθημα. Επίσης, αν και τα πλεονεκτήματα αυτών είναι ξεκάθαρα τα ρομπότ δεν είναι τελείως ανεξάρτητα, καθώς χρειάζονται την παρουσία των εκπαιδευτικών ώστε να σχεδιαστεί και να προετοιμαστεί το περιεχόμενο των ενοτήτων, των διαλέξεων, των ασκήσεων, των δοκιμών, των ημερομηνιών λήξης κ.α.

Ακόμη, τα ρομπότ δε χαρακτηρίζονται από δημιουργικότητα. Παραδίδουν το μάθημα με τον τρόπο που έχουν προγραμματιστεί να το κάνουν. Έτσι στο άμεσο μέλλον θα λείπει η δημιουργικότητα για την εξεύρεση νέων λύσεων στα προβλήματα που προκύπτουν, κάτι που ολοκληρώνεται επιτυχώς από τους εκπαιδευτικούς. Ωστόσο, οι εξελίξεις που λαμβάνουν χώρα στον τομέα αυτόν και οι βελτιωμένες μαθησιακές ικανότητες που έχουν τα ρομπότ θα εξαλείψουν τις αρνητικές επιπτώσεις του μειονεκτήματος αυτού και μειώσουν το χάσμα ανάμεσα στους εκπαιδευτικούς και τα ρομπότ. Επιπλέον, από τα ρομπότ απουσιάζει η προσωπική προσέγγιση κάθε μαθητή και των αναγκών του. Η προσαρμογή των μεθόδων διδασκαλίας σχετίζεται με τις ανάγκες των μαθητών και απαιτεί την ύπαρξη συναισθηματικής νοημοσύνης, η οποία όπως αποτελεί χαρακτηριστικών των ανθρώπων (Hussinet al., 2019).

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω γίνεται αντιληπτή η ανάγκη περαιτέρω διερεύνησης των βασικών εφαρμογών των ρομπότ που χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αρκετά ζητήματα παραμένουν ασαφή και άγνωστα αναφορικά με την αξιοποίηση της ρομποτικής στα μαθήματα, γεγονός που δημιουργεί προβλήματα στη χρήση της στην εκπαίδευση (Cheng et al., 2018).

## 1.4 Εκπαιδευτική ρομποτική και θεωρίες μάθησης

Οι θεωρίες της μάθησης ταξινομούνται σε τέσσερις κατηγορίες. Αυτές είναι οι συμπεριφοριστικές, οι γνωστικές, οι κοινωνικό-πολιτισμικές και τέλος, οι εποικοδομιστικές. Η εκπαιδευτική ρομποτική στηρίζεται κατά βάση στις εποικοδομιστικές θεωρίες. Σημαντικότεροι εκπρόσωποι των θεωριών αυτών είναι ο Piaget, ο Papert και ο Bruner.

Αναλυτικότερα, ο εποικοδομισμός ή κονστρουκτιβισμός υποστηρίζει πως η νέα γνώση δε μεταδίδεται από τους εκπαιδευτικούς, αλλά δομείται από τους μαθητές πάνω στις γνώσεις που ήδη διαθέτουν. Πιο συγκεκριμένα, οι παλαιότερες γνώσεις του ατόμου μετασχηματίζονται σύμφωνα με τις εμπειρίες και τα βιώματά του, προκειμένου να συνδεθούν με τις νέες. Συνεπώς, κάθε μαθητής προχωρά στην κατασκευή των δικών του νοητικών αναπαραστάσεων, της δικής του δηλαδή, εικόνας για τον κόσμο. Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή τη διαδικασία έχουν περισσότερο καθοδηγητικό ρόλο (Kucuk & Sisman, 2020).

Σύμφωνα με τον Piaget και τον γνωστικό/ δομικό εποικοδομισμό, τα γνωστικά σχήματα που διαθέτει κάθε άνθρωπος, οι νοητικές αναπαραστάσεις δηλαδή που διαμορφώνει αυτός για τις ποικίλες έννοιες που ερμηνεύει, διαφοροποιούνται μέσω των σταδίων της αφομοίωσης, της συμμόρφωσης αλλά και της προσαρμογής. Καθώς το άτομο γνωρίζει μία νέα γνώση η οποία εξηγεί καλύτερα μία έννοια απ' το γνωστικό σχήμα που έχει ήδη, μέσα από την αφομοίωση προχωρά στην ενσωμάτωση της νέας γνώσης και μέσα από τη συμμόρφωση στη μεταβολή του προηγούμενου γνωστικού σχήματος. Έτσι καταφέρνει να προσαρμόσει τις νέες πληροφορίες με τις παλαιότερες και να δημιουργήσει καινούρια γνωστικά σχήματα (Ράπτης & Γαλανουδάκη, 2013).

Ο Bruner συμφώνησε με τον Piaget ως προς την οικοδόμηση της γνώσης απ' το άτομο. Για τον Piaget όμως η απόκτηση των γνώσεων σχετίζεται με την ηλικία καθώς και τα στάδια της νοητικής ανάπτυξης, ενώ για τον Bruner ο άνθρωπος είναι σε θέση να μάθει οτιδήποτε, άσχετα απ' την ηλικία του, εάν η γνώση είναι κατάλληλη για το ηλικιακό επίπεδό του και την κατάλληλη γλώσσα για να του είναι οικείο. Εφόσον ο εκπαιδευτικός εμπλέκεται μόνο στην καθοδήγηση και όχι τη μετάδοση της πληροφορίας έτοιμη, ο μαθητής πρέπει ν' ανακαλύψει από μόνος του σταδιακά τη

γνώση, μέσω της ενασχόλησης με απτά αντικείμενα. Καλείται να αντιμετωπίσει λοιπόν τις προβληματικές καταστάσεις, για να οδηγηθεί στην απόκτηση της νέας γνώσης. Η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται με τη μάθηση μέσα από την ανακάλυψη, καθώς ο μαθητής έχει στη διάθεσή του απτά αντικείμενα, προχωρά στην κατασκευή των ρομπότ και τον προγραμματισμό τους, λαμβάνοντας πρωτοβουλίες και κάνοντας ο ίδιος αναζήτηση της γνώσης. Σε αυτή τη θεωρία γίνεται αξιοποίηση του πειράματος, της μαιευτικής, του διαλόγου και προσφέρει κίνητρο στον μαθητή για να έχει ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία (Ράπτης & Γαλανουδάκη, 2013).

Στη συνέχεια ο Papert προχώρησε στην εισαγωγή της θεωρίας του κονστρακσιονισμού του κατασκευαστικού εποικοδομισμού, που υποστηρίζει πως το άτομο μαθαίνει μέσω της βιωματικής ενασχόλησής του με τις παιγνιώδεις δραστηριότητες οικοδόμησης των αντικειμένων και την κατασκευή, καθώς και μέσω των σκέψεων που προκύπτουν απ' τη διαδικασία. Οι μαθητές κάνουν δοκιμές και λάθη, ωστόσο μέσω του κονστρακσιονισμού μπορούν να τα εντοπίσουν και τα διορθώσουν, με απώτερο σκοπό μέσα από αυτά να μάθουν. Παρατηρείται επίσης ενδυνάμωση των σχέσεων ανάμεσα στους συνομηλίκους που συμμετέχουν στην ίδια ομάδα. Η ομάδα έχει πολύ σημαντικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία, καθώς εντός αυτής οι μαθητές αλληλεπιδρούν και κάνουν ανταλλαγή ιδεών αναφορικά με τον προγραμματισμό. Όμως ταυτόχρονα επιτυγχάνεται και η εξατομικευμένη μάθηση. Κάθε μαθητής μαθαίνει με το δικό του ρυθμό και εφόσον έχει τον απαιτούμενο χρόνο δοκιμάζει και κάνει λάθη, έως ότου τελικά οδηγηθεί στη γνώση (Kucuk & Sisman, 2020).

Μέσα από τη δημιουργία της γλώσσας προγραμματισμού Logo, ο Papert επιτυγχάνει την επαφή των μαθητών με τον προγραμματισμό. Μετέπειτα πάνω σ' αυτή τη λογική βασίστηκε και η εκπαιδευτική ρομποτική. Η συγκεκριμένη γλώσσα επιτρέπει στους μαθητές να δίνουν εντολές μέσα από τη συμβολική, μαθηματική γλώσσα και να παρατηρούν τα αποτελέσματα άμεσα. Δίνονται εντολές σ' ένα ψηφιακό ρομπότ-χελώνα, προκειμένου αυτό να κινηθεί προς διάφορες κατευθύνσεις στην οθόνη και να δημιουργήσει τα σχήματα ή τα μοτίβα (Kucuk & Sisman, 2020; Sáez-López et al., 2019).

Στο πλαίσιο της θεωρίας του εποικοδομισμού, η ρομποτική αξιοποιεί τη μάθηση μέσω της μεθόδου project. Οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στη μάθηση επικεντρώνονται στην επίλυση των προβλημάτων ή την ανταπόκριση στις

προκλήσεις που παρουσιάζονται στην πραγματική ζωή. Οι μαθητές καλούνται να ερευνήσουν προς την κατεύθυνση αυτή, σύμφωνα με το κάθε πρόβλημα ή ερώτημα, ν' αναζητήσουν τη γνώση έχοντας την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού και τέλος, να κάνουν παρουσίαση του αποτελέσματος της δουλειάς τους. Κατά συνέπεια, τα άτομα μαθαίνουν μέσω της πράξης, αποκτούν δεξιότητες και γνώσεις, καθώς έχουν ενεργή εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία (Sáez-López et al., 2019).

Οι κοινωνικό-πολιτισμικές θεωρίες της μάθησης σε συνδυασμό με τον εποικοδομισμό, διέπουν την εκπαιδευτική ρομποτική. Σύμφωνα με αυτές, η μάθηση πραγματοποιείται μέσα από την αλληλεπίδραση με τον κοινωνικό περίγυρο, για το λόγο αυτόν η γλώσσα είναι σημαντικό εργαλείο αυτής της διαδικασίας. Οι κοινωνικές σχέσεις συμβάλλουν στη νοητική ανάπτυξη, συνεπώς η μεταξύ τους σχέση είναι σχέση αιτιότητας. Η «ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης» του Vygotsky αποτελεί αναπόσπαστο μέρος των κοινωνικό-πολιτισμικών θεωριών. Εκφράζει το σύνολο αυτών που μπορεί να μάθει ή να καταφέρει ο μαθητής έχοντας την υποστήριξη του ενήλικα, ο οποίος λαμβάνει κατά βάση διαμεσολαβητικό ρόλο. Άρα το κοινωνικό περιβάλλον συμβάλλει με ουσιαστικό τρόπο στην ανάπτυξη της νόησης (Kucuk & Sisman, 2020).

Στο πλαίσιο υιοθέτησης του κοινωνικού εποικοδομισμού, η εκπαιδευτική ρομποτική εντάσσει τα οφέλη της συνεργατικής μάθησης. Βάση αυτής, οι μαθητές εργάζονται με συλλογικό τρόπο σε ομάδες, στοχεύοντας στην επίλυση κάποιου προβλήματος ή πραγματοποίησης μίας εργασίας ή δραστηριότητας. Δεν αφορά τον καταμερισμό των εργασιών εντός της ομάδας και μεμονωμένη δουλειά σε ατομικό επίπεδο. Αντιθέτως, οι μαθητές βρίσκονται διαρκώς σε αλληλεπίδραση, κάνουν ανταλλαγή απόψεων, αναλαμβάνουν ποικίλους ρόλους και συνεργάζονται για να πετύχουν έναν κοινό σκοπό (Τζιμογιάννης, 2017).



## **2ο Κεφάλαιο: Εκπαιδευτικά Ρομποτικά συστήματα**

### **2.1 Γλώσσες Προγραμματισμού Ρομπότ**

#### **2.1.1 C/C++**

Οι γλώσσες προγραμματισμού C και η C++ χρησιμοποιούνται ευρέως. Πρόκειται για δύο γλώσσες προγραμματισμού που αποδίδουν σε πραγματικό χρόνο, δηλαδή, οι ενέργειες που προγραμματίζονται εκτελούνται σε καθορισμένο χρόνο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στη ρομποτική, καθώς η βασική ευθύνη του ρομπότ είναι να ολοκληρώσει μια εργασία όταν το θέλουν οι άνθρωποι. Αναφορικά με τις διαφορές μεταξύ των δύο γλωσσών προγραμματισμού, η C++ είναι απλά η βελτιωμένη έκδοση της C.

Ο Menon (2023) υποστηρίζει πως ηC++ είναι μία κορυφαία γλώσσα προγραμματισμού που ευνοεί τη δημιουργία λογισμικού υψηλής απόδοσης. Δημιουργήθηκε από τον Δανό επιστήμονα υπολογιστών Bjorne Stroustrup και κυκλοφόρησε το 1985 για εμπορική χρήση. Αναπτύχθηκε με σκοπό να δώσει στους προγραμματιστές ισχυρό και προσαρμόσιμο εργαλείο για τη δημιουργία περίπλοκων συστημάτων λογισμικού, διατηρώντας παράλληλα την αποτελεσματικότητα του C και τον έλεγχο του χαμηλού επιπέδου. Προσφέρει ένα ευρύ φάσμα δυνατοτήτων που επιτρέπουν στους προγραμματιστές να γράφουν κώδικα που είναι ταυτόχρονα αποτελεσματικός και εκφραστικός, συμπεριλαμβανομένων προτύπων και εξαιρέσεων. Τα λειτουργικά συστήματα, τα προγράμματα οδήγησης συσκευών, τα ενσωματωμένα συστήματα, τα βιντεοπαιχνίδια και άλλες εφαρμογές λογισμικού υψηλής απόδοσης αναπτύσσονται συχνά χρησιμοποιώντας C++. Η C++ είναι μια ισχυρή και ευέλικτη γλώσσα που προσφέρει μεγάλη ευελιξία και απόδοση. Ο συνδυασμός της αποτελεσματικότητας, του αντικειμενικού προγραμματισμού, της συμβατότητας ανάμεσα στις πλατφόρμες και την κοινότητα, τη καθιστά δημοφιλή επιλογή για την ανάπτυξη λογισμικού (Bhave Patekar, 2012).

### 2.1.2 Python

Η Python είναι μία από τις πιο εύκολες γλώσσες προγραμματισμού για εκμάθηση — και μία από τις πιο δημοφιλείς, μαζί με τη C και τη C++. Διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό επιλογών, οι οποίες καθιστούν την υλοποίηση των βασικών λειτουργιών ακόμα πιο εύκολες. Χαρακτηρίζεται από απλό συντακτικό, μεγάλο βαθμό αναγνωσιμότητας, φορητότητα και μοντέρνα χαρακτηριστικά. Πρόκειται για μία γλώσσα «υψηλού επιπέδου». Ο κώδικας αυτής πρέπει να μετατραπεί σε «γλώσσα μηχανής» προκειμένου να μπορέσει να εκτελεστεί από το ρομπότ. Αυτή η επεξεργασία πραγματοποιείται από τους διερμηνευτές και τους μεταγλωττιστές. Ωστόσο, στην περίπτωση της python πραγματοποιείται από τον διερμηνευτή (Shell, 2014).

Απαιτεί λιγότερες γραμμές κώδικα, καθιστώντας την περισσότερο γρήγορη στη χρήση και στην εκμάθηση σε σύγκριση με τη C και τη C++. Η Python μειώνει τον χρόνο προγραμματισμού εξαλείφοντας την ανάγκη καθορισμού και επιτρέποντας την κωδικοποίηση των κινήσεων στο ίδιο σενάριο. Δεδομένης της ευρείας χρήσης και της δημοτικότητάς της, η Python χρησιμοποιείται από μία μεγάλη κοινότητα προγραμματιστών. Τέλος, αποτελεί σημαντικό εργαλείο για αρχάριους, οι οποίοι μπορούν να αξιοποιήσουν τη γλώσσα αυτή κατά τη διάρκεια της φάσης εκμάθησης (Shell, 2014).

### 2.1.3 Java

Η δημιουργία της ξεκίνησε το 1991 απ' την Sun Microsystems, κατά την αναζήτηση κατάλληλου εργαλείου για την ανάπτυξη λογισμικού που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε «έξυπνες» μικροσυσκευές. Πατέρας της Java θεωρείται ο James Gosling, ο οποίος ξεκίνησε τους πειραματισμούς χρησιμοποιώντας τη C++. Καθώς διαπίστωσε πως αυτή ήταν ακατάλληλη, προχώρησε στον πειραματισμό για τη δημιουργία νέας γλώσσας που είχε αρκετά από τα χαρακτηριστικά της C++ και άλλα επιπλέον, τα οποία απαιτούνταν για να προγραμματιστούν οι μικροσυσκευές (Brinstock, 2015).

Κατέληξε στη γλώσσα αυτή, την Oak, το όνομα της οποίας προέκυψε από μία βελανιδιά που έβλεπε καθημερινώς. Αργότερα όμως τη μετονόμασε σε Java, που αποτελεί μορφή καφέ. Η γλώσσα αυτή είχε αρκετά στοιχεία της C++, όμως

χαρακτηριζόταν από εντονότερη αντικειμενοστραφή χαρακτήρα και απλότητα. Όπως αναφέρεται τα κύρια χαρακτηριστικά της είναι η απλότητα, το γεγονός ότι είναι μεταγλωττιζόμενη και ερμηνευμένη, είναι αμιγώς αντικειμενοστραφής και φορητή σε επίπεδο μεταγλωττισμένου κώδικα. Ακόμη, μπορεί να προβεί σε αυστηρό έλεγχο των, είναι υψηλού επιπέδου, παρέχει υψηλό επίπεδο ασφάλειας και υποστηρίζει τα πολυμέσα. Επιπλέον, θεωρείται κατάλληλη για τον προγραμματισμό των δικτυακών εφαρμογών, δίνει τη δυνατότητα πολυνηματικής επεξεργασίας, διαχειρίζεται αυτόματα τη μνήμη, είναι δυναμική και χρησιμοποιεί αποκλειστικά τη δυναμική διασύνδεση (Brinstock, 2015).

#### **2.1.4 C#**

Πρόκειται επίσης για μία γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης, που θεωρείται υψηλού επιπέδου. Περιλαμβάνει στατική πληκτρολόγηση, ισχυρή πληκτρολόγηση, επιτακτικό, δηλωτικό, γενικό και λειτουργικό λεξιλόγιο και αντικειμενοστραφή. Κύριοι εφευρέτες της ήταν οι Hejlsberg, Wiltamuth και Golde από τη Microsoft. Οι βασικοί στόχοι ήταν να είναι μια απλή, σύγχρονη, γενικής χρήσης, αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού και να παρέχει υποστήριξη στις αρχές μηχανικής λογισμικού. Ακόμη, να χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη των κατάλληλων στοιχείων λογισμικού, να χαρακτηρίζεται από φορητότητα, να επιλέγεται σε διεθνές επίπεδο και τέλος, να είναι κατάλληλη για τη σύνταξη εφαρμογών για τα φιλοξενούμενα αλλά και τα ενσωματωμένα συστήματα (Torgesen, 2008).

#### **2.1.5 MATLAB**

Είναι μια ιδιόκτητη γλώσσα προγραμματισμού πολλαπλών παραδειγμάτων και ένα περιβάλλον αριθμητικού υπολογισμού που αναπτύχθηκε από τη MathWorks. Επιτρέπει χειρισμούς μήτρας, σχεδίαση συναρτήσεων και δεδομένων, υλοποίηση αλγορίθμων, δημιουργία διεπαφών χρήστη και διασύνδεση με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες. Αν και το MATLAB προορίζεται κυρίως για αριθμητικούς υπολογισμούς, μια προαιρετική εργαλειοθήκη χρησιμοποιεί τη συμβολική μηχανή MuPAD που επιτρέπει την πρόσβαση σε συμβολικές υπολογιστικές ικανότητες. Ένα επιπλέον πακέτο, το Simulink, προσθέτει γραφική

προσομοίωση πολλαπλών τομέων και σχεδιασμό βάσει μοντέλου για δυναμικά και ενσωματωμένα συστήματα (Cho&Martinez, 2014).

Για προγραμματιστές που θέλουν να αναλύσουν δεδομένα και να εκτελέσουν προσομοιώσεις και να αναπτύξουν και να εφαρμόσουν ρομποτικά συστήματα ελέγχου με ειδικά σχεδιασμένες διεπαφές, το MATLAB είναι ένα εξαιρετικό εργαλείο. Όταν συνδυαστεί με το Robotics Toolbox for MATLAB, το οποίο περιλαμβάνει λειτουργίες για κινηματική, δυναμική και δημιουργία τροχιάς, οι προγραμματιστές μπορούν να δημιουργήσουν συστήματα για έρευνα και προσομοιώσεις ρομποτικού βραχίονα (Cho&Martinez, 2014).

### **2.1.6 Hardware Description Languages (HDLs)**

Οι περισσότεροι άνθρωποι είναι εξοικειωμένοι με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού όπως είναι οι C, C++, Java και Python, που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη εφαρμογών λογισμικού. Η ιδέα για τις Γλώσσες Περιγραφής Υλικού (HDL) ξεκίνησε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1950, αλλά η χρήση της ξεκίνησε μετά το 1985. Πρόκειται για γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τη δομή, τη συμπεριφορά και το χρονοισμό των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, και πιο συχνά των ψηφιακών λογικών κυκλωμάτων. Χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό επεξεργαστών, μητρικών καρτών, CPU και διαφόρων άλλων ψηφιακών κυκλωμάτων. Εκτός από τη χρήση τους στη σχεδίαση κυκλωμάτων, οι HDL εξυπηρετούν το σκοπό της προσομοίωσης του κυκλώματος και της επαλήθευσης της απόκρισής του (Li&Leeser, 1995).

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού που αντιπροσωπεύουν πρωτίστως τις σειριακές λειτουργίες, οι HDL διακρίνονται για την ικανότητα αναπαράστασης παράλληλων λειτουργιών. Επιτρέπουν την καταχώρηση ενός συνόλου εντολών που εκτελούνται διαδοχικά και τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ των καταχωρητών, καθοδηγούμενη από μια ρητή λογική επιπέδου. Τα HDL μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να σχεδιάσουν και να περιγράψουν τη διάταξη ψηφιακών συστημάτων από απλές μονάδες μνήμης flip-flop μέχρι και πολύπλοκα πρωτόκολλα επικοινωνίας (Ciletti, 2011).

Συγκεντρωτικά, τα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Η παροχή ενός τρόπου σχεδίασης ψηφιακών κυκλωμάτων που πληρούν τις απαιτούμενες προδιαγραφές.
- Η προσομοίωση, καθώς βοηθάει τον σχεδιαστή να δοκιμάσει και να επαληθεύσει το ψηφιακό κύκλωμα πριν κατασκευαστεί.
- Η επαλήθευση, καθώς παρέχει στους σχεδιαστές την επαλήθευση της λειτουργικότητας του ψηφιακού κυκλώματος δοκιμάζοντας το σε διαφορετικές εισόδους και διασφαλίζοντας ότι η λειτουργικότητα του κυκλώματος είναι σωστή και πληροί την επιθυμητή λειτουργικότητα.
- Η σύνθεση, δηλαδή η διαδικασία αυτόματης δημιουργίας κυκλωμάτων από κώδικα HDL.
- Η ανάλυση χρονισμού, καθώς παρέχει στους σχεδιαστές τη δυνατότητα ανάλυσης της συμπεριφοράς χρονισμού των ψηφιακών κυκλωμάτων και τη διασφάλιση πως τα κυκλώματα πληρούν τις απαιτήσεις χρονισμού.
- Η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης σχεδιασμού, καθώς παρέχουν έναν τρόπο σχεδιασμού επαναχρησιμοποιήσιμων εξαρτημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σχεδιασμό πολλαπλών κυκλωμάτων και μειώνουν τον χρόνο και την προσπάθεια, γεγονός που βελτιώνει τη συνολική ποιότητα σχεδίασης.
- Η βελτιστοποίηση, καθώς παρέχει έναν τρόπο βελτιστοποίησης του σχεδιασμού των ψηφιακών κυκλωμάτων για απόδοση (Ciletti, 2011).

Υπάρχουν αρκετές διαθέσιμες HDL, ωστόσο αυτές που είναι περισσότερο δημοφιλείς είναι οι Verilog και VHDL. Το Verilog σημαίνει λογική επαλήθευσης. Χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση και την τόνωση των Ολοκληρωμένων Κυκλωμάτων Ειδικής Εφαρμογής (ASIC) και των Προγραμματιζόμενων Συστοιχιών Πυλών Πεδίου (FPGA) των ψηφιακών κυκλωμάτων (Ciletti, 2011).

### 2.1.7 Lisp

Η Lisp είναι μια γλώσσα προγραμματισμού που οργανώνεται γύρω από εκφράσεις και συναρτήσεις. Κάθε διαδικασία Lisp είναι μια συνάρτηση και όταν χρησιμοποιείται επιστρέφει ως τιμή σ' ένα αντικείμενο δεδομένων. Είναι η δεύτερη παλαιότερη γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου στον κόσμο, η οποία εφευρέθηκε από τον John McCarthy το έτος 1958 στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της

Μασαχουσέτης. Στα χαρακτηριστικά αυτής περιλαμβάνεται το γεγονός ότι είναι μια γλώσσα ανεξάρτητη από μηχανή, χρησιμοποιεί επαναληπτική μεθοδολογία σχεδιασμού και είναι εύκολα επεκτάσιμη, επιτρέπει τη δημιουργία και την ενημέρωση με δυναμικό τρόπο των προγραμμάτων και των εφαρμογών. Επίσης, παρέχει τη δυνατότητα εντοπισμού σφαλμάτων υψηλού επιπέδου, υποστηρίζει τον αντικειμενοστραφή προγραμματισμό και όλα τα είδη τύπων δεδομένων όπως είναι τα αντικείμενα, οι λίστες, τα διανύσματα, τους ρυθμιζόμενους πίνακες, τα δέντρα, τους πίνακες κατακερματισμού και τα σύμβολα. Πρόκειται για μία γλώσσα που βασίζεται στην έκφραση, υποστηρίζει διαφορετικές δηλώσεις λήψης αποφάσεων και τις λειτουργίες εισόδου και εξόδου. Χρησιμοποιώντας το Lisp μπορεί κανείς να δημιουργήσει τις δικές του λειτουργίες (Guy&Richard, 2006).

### 2.1.8 Logo

Η γλώσσα Logo αποτελεί μία γλώσσα προγραμματισμού που βασίζεται στη γλώσσα Lisp. Σε αντίθεση με τις υπόλοιπες γλώσσες προγραμματισμού, αυτή η γλώσσα σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τη σκέψη των παιδιών. Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό εργαλείο το οποίο παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής των παιδιών στις έννοιες του προγραμματισμού. Κατανοώντας δηλαδή τη «σκέψη» του υπολογιστή και οδηγώντας τον στο να εκτελέσει ένα έργο, το παιδί είναι σε θέση να συνειδητοποιήσει τη σκέψη αλλά και τον τρόπο μέσω του οποίου σκέπτεται το ίδιο. Ακόμη, επιτρέπει τη μοντελοποίηση του κόσμου έχοντας τη βοήθεια ενός ρομπότ, της «χελώνας» που συμβάλλει στην κατανόηση και τη βίωση των δυσκολονόητων μαθηματικών εννοιών. Τέλος, δίνει στο παιδί τη δυνατότητα οικοδόμησης της σκέψης με την εποικοδομιστική προσέγγιση της μάθησης και πλήθος παιδαγωγικών ωφελημάτων (Κόλλιας, 2021).

Η χελώνα είναι σε θέση να εκτελέσει μόνο απλές κινήσεις. Μπορεί να προχωρήσει ευθύγραμμα πίσω ή εμπρός και να στρίψει επί τόπου, δίχως να μετατοπίζεται, αριστερά ή δεξιά. Μέσω αυτών των απλών κινήσεων όμως, και εάν καθοδηγείται κατάλληλα, μπορεί να δημιουργήσει πολύπλοκα γραφικά, έχοντας καταπληκτική ταχύτητα και ακρίβεια. Οι κινήσεις κατευθύνονται με εξίσου απλές εντολές, οι οποίες εκφράζουν με επιγραμματικό τρόπο τις λειτουργίες που επιτελούν. Οι περισσότερες απ' αυτές χαρακτηρίζονται από σύντομη έκφραση και πιο συγκεκριμένα, από δύο ή τρία μόνο γράμματα, έτσι ώστε να μην αποτελεί

κουραστική διαδικασία η πληκτρολόγηση. Οι εντολές έχουν ίδια σημασία με τα γράμματα που πληκτρολογούνται, μικρά ή κεφαλαία. Οι εντολές κίνησης είναι σημαντικό να συνοδεύονται από αριθμητικό στοιχείο εισόδου, που πληροφορεί τη χελώνα την απόσταση που θέλουμε να μετακινηθεί αλλά και πόσο να στρίψει. Επίσης πρέπει να μην γίνονται λάθη στην πληκτρολόγηση ή συντακτικά λάθη, να αφήνονται κενά ανάμεσα στην εντολή και το αριθμητικό όρισμα. Ο αριθμός που συνοδεύει τις εντολές αλλαγής θέσης της χελώνας, εκφράζει το μήκος σε «βήματα χελώνας» και ο αριθμός που συνοδεύει τις εντολές αλλαγής προσανατολισμού της χελώνας εκφράζει τη τις μοίρες που ζητάμε να στρίψει η χελώνα (Κόλλιας, 2021).

Αποτελέσματα ερευνών σχετικά με τη συγκεκριμένη γλώσσα φανερώνουν πως ο προγραμματισμός, όταν εισάγεται με ένα δομημένο πλαίσιο, μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές ν' αναπτύξουν ένα ευρύ φάσμα γνωστικών δεξιοτήτων, συμπεριλαμβανομένων των βασικών μαθηματικών και γλωσσικών δεξιοτήτων, την ανάπτυξη της οπτικής τους μνήμης και την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης (Clements&Sarama, 2004). Ο προγραμματισμός με τα ρομπότ προσφέρει μια σειρά από παρατηρήσιμες ενέργειες, αιτίας και αποτελέσματος, που μπορούν να εμπλέξουν τους μαθητές με αφηρημένες ιδέες (Kazakoff&Bers, 2012). Ταυτόχρονα, επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν έννοιες που σχετίζονται με την ακολουθία, την ταξινόμηση και τους λογικούς προσβάσιμους τρόπους. Με αυτόν τον τρόπο, μπορούν να εφαρμόσουν θεμελιώδεις έννοιες της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών στην επαφή τους με τον πραγματικό κόσμο (Strawhacker&Bers, 2015).

## **2.1.9Pascal**

Το 1970 ο Niklaus Wirth από την Ελβετία σχεδίασε τη Pascal για να διδάξει το δομημένο προγραμματισμό, ο οποίος έδινε έμφαση στην ομαλή χρήση δομών ελέγχου υπό όρους και βρόχου χωρίς δηλώσεις GOTO. Η γλώσσα αυτή παρείχε τη δυνατότητα καθορισμού τύπων δεδομένων με τους οποίους οργανώνονταν περίπλοκες πληροφορίες. Οι τύποι δεδομένων που καθορίζονται από το χρήστη επέτρεπαν στον προγραμματιστή να εισάγει ονόματα για σύνθετα δεδομένα, τα οποία ο μεταφραστής γλώσσας θα μπορούσε στη συνέχεια να ελέγξει για σωστή χρήση πριν εκτελέσει ένα πρόγραμμα. Στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και της δεκαετίας του 1980, η Pascal ήταν μια από τις πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες γλώσσες για διδασκαλία προγραμματισμού. Ήταν διαθέσιμη σε όλους σχεδόν τους υπολογιστές

και, λόγω της οικειότητας, της σαφήνειας και της ασφάλειάς του, χρησιμοποιήθηκε για λογισμικό παραγωγής καθώς και για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Κόλλιας, 2021).

## **2.10Scratch**

Το Scratch είναι μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, βασισμένη σε μπλοκ, που απευθύνεται κυρίως σε παιδιά ως εκπαιδευτικό εργαλείο. Ειδικότερα, η ηλικία στην οποία απευθύνεται είναι από 8 έως 16 ετών. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν έργα χρησιμοποιώντας μια διεπαφή που μοιάζει με μπλοκ. Το Scratch αναπτύχθηκε από το MIT Media Lab και έχει μεταφραστεί σε περισσότερες από εβδομήντα γλώσσες. Πήρε το όνομά του από μια τεχνική που χρησιμοποιούν οι δισκογράφοι που ονομάζεται "scratching", όπου οι δίσκοι βινυλίου κουμπώνονται μεταξύ τους και χειρίζονται σε ένα πικάπ για να παράγουν διαφορετικά ηχητικά εφέ και μουσική. Όπως το scratching, ο ιστότοπος επιτρέπει στους χρήστες να συνδυάζουν διαφορετικά μέσα (συμπεριλαμβανομένων γραφικών, ήχου και άλλων προγραμμάτων) με δημιουργικούς τρόπους, δημιουργώντας και «αναμιγνύοντας» έργα, όπως βιντεοπαιχνίδια, κινούμενα σχέδια, μουσική και προσομοιώσεις (Schorow, 2007).

## **2.2Πλατφόρμες**

Οι περισσότεροι κατασκευαστές συνιστούν τη χρήση των εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής τους σύμφωνα με την ηλικία των μαθητών, τις δυνατότητες και τις δυσκολίες που μπορεί να αντιμετωπίσει μια ηλικιακή ομάδα κατά την κατασκευή ή τον προγραμματισμό τους. Ωστόσο, στην εφαρμογή αυτά τα όρια ηλικίας είναι ασαφή, καθώς τα περισσότερα από τα kit ρομποτικής προσφέρουν περισσότερες από μία επιλογές προγραμματισμού, καθιστώντας τα κατάλληλα για περισσότερες ηλικιακές ομάδες. Επιπλέον, το υπόβαθρο προγραμματισμού των μαθητών και τα γενικά οι γνωστικές τους δεξιότητες, σε συνδυασμό με ένα kit ρομποτικής μπορεί να διατηρήσει το ενδιαφέρον τους, να επηρεάσει τα κίνητρα και τη δέσμευσή τους στη μάθηση (Atmatzidou & Demetriadis, 2016).



### 2.2.1 Lego

Η ρομποτική Lego είναι μια πλατφόρμα που επικεντρώνεται στην κατασκευή ρομπότ και άλλων οχημάτων, τα οποία προγραμματίζονται να κινούνται και να εκτελούν άλλες λειτουργίες. Πρόκειται για ένα πολύχρωμο δομικό παιχνίδι, το οποίο βοηθάει στον τρόπο κωδικοποίησης. Τα πλαστικά τουβλάκια LEGO μπορούν εύκολα να συναρμολογηθούν και να αποσυναρμολογηθούν. Η χρήση εξαρτημάτων LEGO ως βασικά δομικά στοιχεία για την κατασκευή των ρομπότ έχει το πλεονέκτημα ότι είναι φθηνή και ευρέως διαθέσιμη, γεγονός που διευκολύνει τη χρήση και την αντικατάσταση σε περίπτωση καταστροφής. Επιπλέον χαρακτηριστικό αποτελεί η δυνατότητα πλήρους επαναχρησιμοποίησης όλων των εξαρτημάτων και η δυνατότητα χρήσης κοινών εργαλείων για την κατασκευή ή τη συντήρηση και όχι ειδικών (Κόλλιας, 2021).

Αναλυτικότερα, το Bee-bot είναι ένα ρομπότ σχεδιασμένο να μοιάζει με κίτρινη μέλισσα με μαύρες ρίγες και έχει επτά κουμπιά απτικού προγραμματισμού στην επιφάνειά της, που χρησιμοποιούνται για την είσοδο έως σαράντα εντολές. Τέσσερα από αυτά χρησιμεύουν για κίνηση προς τα πίσω/εμπρός και περιστροφή προς τα αριστερά/δεξιά, ενώ το κεντρικό πλήκτρο εντολών «μετάβαση» μπορεί να ξεκινήσει την εκτέλεση των εντολών που έχει εισάγει ο μαθητής. Τα άλλα δύο κουμπιά αντιστοιχούν στην εντολή «εκκαθάριση» που μπορεί να διαγράψει τη μνήμη του ρομπότ και στην εντολή «παύση» που μπορεί να σταματήσει το ρομπότ για ένα δευτερόλεπτο κατά την εκτέλεση εντολών. Οι μαθητές μπορούν να εισαγάγουν εντολές στο Bee-bot για να το κάνουν να κινείται σε χαλάκια προετοιμασμένης οροφής ή να μετακινούνται μέσα από σχεδιασμένες διαδρομές που έχουν κατασκευαστεί με δομικά στοιχεία για να φτάσουν σε συγκεκριμένους προορισμούς (Highfield & Mulligan, 2009). Το μήκος του βήματος του ρομπότ είναι σταθερό στα 15 cm και το μέγεθος της γωνιακής περιστροφής είναι 90 μοίρες. Το Bee-bot ειδοποιεί τους μαθητές ότι ολοκλήρωσε τη δεδομένη σειρά οδηγιών, αναβοσβήνοντας τα μάτια του και ακούγοντας έναν ήχο, παρέχοντας παιχιδιάρικη και απλή ανατροφοδότηση στους μαθητές (Janka, 2008).

Το Pro-Bot μοιάζει με αγωνιστικό αυτοκίνητο, έχει ενσωματωμένη οθόνη LCD και αρκετούς ενσωματωμένους αισθητήρες, όπως για παράδειγμα αισθητήρες αφής, ήχου και φωτός. Οι μαθητές μπορούν να εισάγουν εντολές μέσω ενός συνόλου βελών και αριθμητικών πλήκτρων που είναι τοποθετημένα στην πλάτη του ρομπότ.

Τα πλήκτρα βέλους μπορούν να συνδυαστούν με τα αριθμητικά κουμπιά με τις αποστάσεις που έχουν εισαχθεί για κίνηση και τους βαθμούς που εισάγονται για τις στροφές. Οι μαθητές μεταβαίνουν ομαλά από τη μια λειτουργία στην άλλη, αναπτύσσοντας τις δεξιότητές τους (Nabeeletal., 2017).

Το Tuff-Bot είναι ένα ρομπότ που διαφέρει από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχει αρκετές ταχύτητες που το καθιστούν λειτουργικά προσαρμόσιμο σε μια σειρά περιβαλλόντων με απόσταση διαδρομής 20cm για κάθε βήμα και μπορεί να αποθηκεύσει έως και 256 βήματα. Μπορεί να προγραμματιστεί μέσω κουμπιών και εξ αποστάσεως μέσω μιας δωρεάν εφαρμογής τάμπλετ. Τέλος, περιλαμβάνει εγγράψιμα μηνύματα για επιβεβαίωση και τη δυνατότητα εισαγωγής κάμερας (Merdanetal., 2016).

Το Colby είναι ένα αυτοματοποιημένο εκπαιδευτικό ρομπότ δαπέδου που μοιάζει με ποντίκι και διαθέτει απτά κουμπιά στην επιφάνειά του που χρησιμοποιούνται για προγραμματισμό. Συνδυάζεται με το σετ δραστηριοτήτων του ποντικιού Code και Go Robot, που αποτελείται από λαβύρινθους, μέρη για τη δημιουργία τοίχων και σηράγγων, τριάντα κάρτες διπλής όψης κωδικοποίησης, δέκα κάρτες δραστηριότητας διπλής όψης και μία παγίδα τυριού (Merdanetal., 2016).

Περισσότερο προηγμένες έννοιες προγραμματισμού, όπως για παράδειγμα γεγονότα, προϋποθέσεις, συναρτήσεις και μεταβλητές μπορούν να εισαχθούν με παρόμοια ρομπότ, όπως είναι το Botley The CodingRobot και το Sammy Kids First Coding και Robotics. Το Botley μπορεί να προγραμματιστεί εισάγοντας εντολές στο τηλεχειριστήριό του. Διαθέτει αισθητήρα ανίχνευσης αντικειμένων μπροστά και γραμμή που ακολουθεί τον αισθητήρα στο κάτω μέρος. Μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να ακολουθήσουν και να θυμηθούν τη σειρά του προγράμματός τους, χρησιμοποιώντας τις σαράντα κάρτες κωδικοποίησης που αντικατοπτρίζουν κάθε βήμα του προγράμματος. Το Sammy, το ρομπότ που έχει σχήμα σάντουιτς χρησιμοποιεί έναν οπτικό σαρωτή για να διαβάσει το πρόγραμμα μέσω των αντίστοιχων φυσικών καρτών καθώς περνά από πάνω τους (Heljakkaetal., 2019).

Το Cubettorobot είναι ένα ρομποτικό σετ που περιλαμβάνει μια ξύλινη κυβική συσκευή με τροχούς και δεκαέξι μπλοκ κωδικοποίησης (τέσσερα εμπρός, τέσσερα δεξιά, τέσσερα αριστερά και τεσσάρων λειτουργιών). Ο προγραμματισμός του βασίζεται σε μία γλώσσα προγραμματισμού λειτουργικής ροής δεδομένων. Παιδιά

ηλικίας από τριών έως εννέα ετών χρησιμοποιούν την «επανάληψη» και την «αναδρομή» για να πλοηγηθούν στο Cubetto, τοποθετώντας τα μπλοκ κωδικοποίησης στις γραμμές εντολών του πίνακα προγραμματισμού (Merdanetal., 2016).

Το KIBO αποτελεί ακόμη ένα ρομποτικό σετ που έχει τη δυνατότητα προγραμματισμού και περιλαμβάνει επίσης εξαρτήματα, όπως τροχούς, κινητήρες, φως και πλήθος αισθητήρων. Κάθε μπλοκ προγραμματισμού είναι χρωματικά κωδικοποιημένο και αντιπροσωπεύει μια ενέργεια ή μια οδηγία. Ο προγραμματισμός ολοκληρώνεται με τη σύνδεση των μπλοκ που περιλαμβάνουν μια ακολουθία εντολών και τις οποίες εκτελεί το ρομπότ KIBO (Elkinetal., 2016).

Όλα τα προαναφερθέντα ρομπότ χαρακτηρίζονται από εργαλεία προγραμματισμού και εκμάθησης χωρίς τη χρήση οθονών. Αυτό ελαχιστοποιεί την πολυπλοκότητα χειρισμού όσο και της κατανόησης κωδικοποίησης, με αποτέλεσμα να μειώνεται το γνωστικό φορτίο. Επίσης επειδή προσφέρουν τη δυνατότητα οπτικής διεπαφής, προωθούν την πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπίδραση των εκπαιδευτικών με τους μαθητές (Enripidouetal., 2020).

Τα Cubelets' αποτελούν σετ ρομποτικής που αποτελούνται από διάφορους κύβους, συνδεδεμένους μέσω μαγνητών, που έχουν σχεδιαστεί για τη δημιουργία απτών μικρόκοσμων έξω από την οθόνη του υπολογιστή. Υπάρχουν διαφορετικές κατηγορίες κύβων που μπορούν να εκτελέσουν διάφορες εργασίες. Τα Cubelets περιλαμβάνουν έναν μονό τροχό, μια περιστρεφόμενη όψη και μια λάμπα. Τα δε Sense Cubelets περιλαμβάνουν αισθητήρες φωτεινότητας, θερμοκρασία και αισθητήρα απόστασης υπεράυθρων. Τα Cubelets ανταλλάσσουν πληροφορίες αισθητήρων και μεταδίδουν δεδομένα αλλά και ισχύ μεταξύ των μπλοκ (Correlletal., 2012).

Μια άλλη απλή επιλογή αποτελούν τα ρομπότ Ozobot. Αυτά έχουν δύο εκδοχές, το Bit 2.0 και το Eno, το οποίο διαθέτει περισσότερους αισθητήρες και τεχνολογίες. Τα Ozobots διαθέτουν πολυανθρακικό κέλυφος, δύο μικροκινητήρες, μια θύρα USB, οπτικούς αισθητήρες για σκοπούς πλοήγησης, αισθητήρες χρώματος και διόδους LED. Το Eno περιλαμβάνει επιπλέον, ηχείο, αισθητήρα εγγύτητας για την ανίχνευση αντικειμένων και επιτρέπει τη σύνδεση Bluetooth (Bartáketal., 2018).

Το Edison είναι ένα εκπαιδευτικό ρομπότ που μπορεί να διδάξει προγραμματισμό και ρομποτική σε μαθητές οποιασδήποτε ηλικίας και επιπέδου

δεξιοτήτων. Είναι μικρό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την οικοδομική μηχανική και τα έργα STEAM χρησιμοποιώντας το κιτ κατασκευής του ή οποιοδήποτε άλλο τουβλάκι Lego. Οι αισθητήρες του ρομπότ μπορούν να αντιδράσουν στον ήχο και στο φως, ακολουθώντας μια γραμμή ή αποφεύγοντας εμπόδια. Οι μαθητές, με ηλικίες που κυμαίνονται από 4 έως 16 ετών, μπορούν να προγραμματίσουν το Edison χρησιμοποιώντας μια ποικιλία περιβαλλόντων προγραμματισμού. Οι νεότεροι μαθητές μπορούν να προγραμματίσουν το Edison χρησιμοποιώντας ένα τηλεχειριστήριο, με γραμμικό κώδικα τυπωμένο σε χαρτί ή με τη χρήση της γραφικής γλώσσας EdWare, η οποία επιτρέπει τον προγραμματισμό με μεταφορά και απόθεση (Penalvoetal., 2015).

Η Lego έχει προχωρήσει στο σχεδιασμό εκπαιδευτικών ρομποτικών σετ για διαφορετικές ηλικιακές ομάδες - πρώιμη μάθηση, δημοτικό και γυμνάσιο. Ξεκινώντας από την προσχολική ηλικία, το Lego Education Coding Express χρησιμοποιεί τουβλάκια δράσης για να διδάξει σε μικρούς μαθητές έννοιες κωδικοποίησης όπως η αλληλουχία. Τα παιδιά μπορούν να χτίσουν ένα τρένο, να συνδυάσουν κομμάτια σε διάφορα σχήματα και να επεξεργαστούν διαφορετικές ασκήσεις με τη μορφή ιστορίας, με βάση τις δεξιότητες και τις γνώσεις τους (αρχάριο, μεσαίο ή προχωρημένο επίπεδο). Τοποθετώντας τα τούβλα δράσης στις πίστες, μπορούν να αλλάξουν τη συμπεριφορά του τρένου, συμπεριλαμβανομένου του να ανάβει και να σβήνει τα φώτα ή να αλλάζει κατεύθυνση. Υπάρχει μια συμβατή εφαρμογή και το φυσικό σύνολο, που επιτρέπει στον χρήστη να εξερευνήσει περαιτέρω τη μάθηση σε άλλους τομείς όπως είναι η μουσική και τα μαθηματικά. Ως αποτέλεσμα, τα παιδιά μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και την υπολογιστική τους σκέψη. Ταυτόχρονα, μπορούν να αναπτύξουν τις διαπροσωπικές τους δεξιότητες, όπως η συνεργασία, για να προωθήσουν την αυτοπεποίθηση και τη δημιουργικότητά τους (Evripidouetal., 2020).

Το Input-Output-Bot είναι κατάλληλο για παιδιά έως 14 ετών και μπορεί να προγραμματιστεί μέσω της γλώσσας προγραμματισμού Scratch. Διαθέτει δύο προβολείς LED, οκτώ πολύχρωμα φώτα πορείας, ήχους και ενσωματωμένους αισθητήρες όπως είναι ο αισθητήρας φωτός, ήχου, εύρεσης απόστασης και εγγύτητας (Evripidouetal., 2020).

Μια άλλη οικογένεια ρομπότ που είναι έτοιμα για προγραμματισμό είναι το Dash, Dot και Cue. Το Dash και Dot μπορεί να χρησιμοποιηθεί από παιδιά μικρής

ηλικίας ως έξι ετών, ενώ το ηλικιακό εύρος του Cue είναι από δέκα έως δεκαπέντε ετών. Το Dash διαθέτει έναν αισθητήρα υπερύθρων, τρεις αισθητήρες εγγύτητας, ένα γυροσκόπιο, ένα επιταχυνσιόμετρο και τρία μικρόφωνα. Η χρήση αυτού και οι κώδικες που χρησιμοποιεί θυμίζουν κομμάτια παζλ. Το Cue έχει τους ίδιους αισθητήρες με το Dash, αλλά μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας τις εφαρμογές Block ή Wonder ή μέσω της κωδικοποίησης κειμένου και του προγράμματος επεξεργασίας Java Script (Heljakkaetal., 2019).

Για μαθητές ηλικίας από επτά ετών και άνω, έχει σχεδιαστεί το Lego Education Wedo 2.0. Πρόκειται για ένα κιτ που αποτελείται από τα κλασικά τουβλάκια Lego, αρκετά μηχανικά μέρη, USB, δύο αισθητήρες και έναν κινητήρα. Οι μαθητές εξοικειώνονται με επιστημονικά θέματα, όπως είναι η μηχανική, η φυσική, η επιστήμη της γης και του διαστήματος και οι βιοεπιστήμες μέσω των διαθέσιμων καθοδηγούμενων έργων. Μπορούν να ακολουθήσουν οδηγίες ή να χρησιμοποιήσουν τη φαντασία τους για να δημιουργήσουν διαφορετικά ρομπότ. Ακόμη μπορούν να τα προγραμματίσουν διαισθητικά, χρησιμοποιώντας το αρχικό λογισμικό Lego ή την κωδικοποίηση που έχουν πλατφόρμες όπως είναι το Tickle, το Tynker, το Open Roberta και το Scratch. Διαθέτουν οδηγίες που βοηθάνε τους μαθητές να προγραμματίσουν το ρομπότ τους. Οι μαθητές μπορούν να σύρουν και να αποθέσουν τις οδηγίες και να τις συνδυάσουν για να κάνουν τα ρομπότ τους να αλληλεπιδράσουν με το περιβάλλον τους. Επίσης, μπορούν να δημιουργήσουν διαδραστικές κινούμενες ιστορίες ή παιχνίδια και να τα ελέγξουν με φυσική κατασκευή Lego We Do (Chalmers, 2018).

Ακολουθώντας την ιδέα του Lego We Do, η Lego Education προχώρησε στη δημιουργία ενός νέου ρομποτικού κιτ, αυτό του Lego Spike Prime που προτείνεται για μαθητές ηλικίας από έξι έως οκτώ ετών. Αυτό αποτελείται από τουβλάκια Lego, το λογισμικό προγραμματιζόμενου, έναν μεγάλο γωνιακό κινητήρα, δύο μεσαίους γωνιακούς κινητήρες και τρεις αισθητήρες. Διαθέτει έξι θύρες εισόδου/εξόδου, φωτεινή μήτρα, δυνατότητα συνδεσιμότητας Bluetooth, ηχείο, 6 άξονες γυροσκοπίου και μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Οι μαθητές μπορούν να το προγραμματίσουν μέσω της εφαρμογής Lego Education Spike, η οποία βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού Scratch. Εστιάζοντας στη μηχανική μάθηση σε συνδυασμό με τις δεξιότητες κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων, το Lego Spike Prime

προσφέρει στον εκπαιδευτικό τη δυνατότητα να το χρησιμοποιήσει σε ποικίλες θεματικές ενότητες (Chalmers, 2018).

Το Lego Mindstorms EV3 είναι ένα από τα πιο δημοφιλή και ευρέως χρησιμοποιούμενα κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής για μαθητές ηλικίας εννέα έως δώδεκα ετών. Περιλαμβάνει στοιχεία από τη σειρά Lego Technic, τρεις κινητήρες, πέντε αισθητήρες και ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ μέσω του οποίου μπορούν να ελεγχθούν όλα τα μέρη. Περιλαμβάνει μία σειρά από σχέδια μαθημάτων χωρισμένα στα εξής πέντε τμήματα: Κωδικοποίηση, Μηχανική, Τεχνολογία, Επιστήμη και Κατασκευή με ασκήσεις διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας. Στοχεύει στην προετοιμασία των μαθητών για την τριτοβάθμια εκπαίδευση και την κατάκτηση θέσεων εργασίας στο μέλλον που σχετίζονται με τη δημιουργικότητα, την κριτική σκέψη, τη συνεργασία και την επικοινωνία. Μπορεί να προγραμματιστεί μέσω διαφορετικών πλατφόρμων, δίνοντας τη δυνατότητα αξιοποίησης του από ποικίλες ηλικιακές ομάδες και επίπεδο εκπαιδευομένων. Οι μαθητές μπορούν επίσης να προγραμματίσουν το ρομπότ μέσω άλλων περιβαλλόντων προγραμματισμού όπως για παράδειγμα το Swift Playgrounds, το CoderZ, το Microsoft Make Code, το Scratch 3.0, το ROBOTC, το Open Roberta και το Python (Altin & Pedaste, 2013).

Επιπλέον, έχει δημιουργηθεί το σετ Ρομποτικής PRIME για EV3, το οποίο επιτρέπει στους μαθητές την κατασκευή μεγαλύτερων, περισσότερο ισχυρών και πολύπλοκων ρομπότ. Αυτό περιλαμβάνει μια μονάδα συνδεδεμένη σε μια θύρα αισθητήρα στο τουβλάκι EV3 και συνδέει έως και έξι κινητήρες TETRIX PRIME και δύο Κινητήρες DC TETRIX PRIME (Chalmers, 2018).

### **2.2.2 Engino**

Η πλατφόρμα αυτή προορίζεται για μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Χρησιμοποιείται για τη διδασκαλία μαθημάτων βασικού ελέγχου, ρομποτικής και τεχνολογίας. Μαζί με τον ελεγκτή έχουν αναπτυχθεί μια σειρά από εξωτερικούς αισθητήρες που μπορούν να συνδεθούν απευθείας με τον ελεγκτή. Ο ελεγκτής και οι αισθητήρες επιτρέπουν στους μαθητές να κατασκευάσουν ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα ή διαδραστικά συστήματα χρησιμοποιώντας τα στοιχεία Engino (Demetriouetal., 2013).

Η Engino προσφέρει σετ ρομποτικής για όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης, σύμφωνα με τις αρχές STEM και της ρομποτικής. Ξεκινώντας από την προσχολική ηλικία, μαθητές τριών έως έξι ετών μπορούν να χρησιμοποιήσουν το STEM Qboidz για να αναπτύξουν τις θεμελιώδεις γνωστικές ικανότητες, κοινωνικές και κινητικές τους δεξιότητες. Μέσα από ένα σύνολο δραστηριοτήτων, το Qboidz βοηθάει τους μαθητές να μάθουν τα ζώα, τα οχήματα, την τεχνολογία και τη θαλάσσια εξερεύνηση. Για το νηπιαγωγείο και την πρωτοβάθμια εκπαίδευση έχει σχεδιαστεί το Junior Robotics. Αυτό περιλαμβάνει ένα μικρό ελεγκτή, έναν αισθητήρα αφής, έναν κινητήρα και LED φωτισμό. Οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν τα προτεινόμενα μοντέλα μέσα από τις παρεχόμενες οδηγίες ή να φτιάξουν κατασκευές προγραμματίζοντας χειροκίνητα το mini controller, χρησιμοποιώντας τα ενσωματωμένα κουμπιά ή το επίσημο λογισμικό προγραμματισμού KEIRO (Demetriouetal., 2013).

Για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας σχεδιάστηκε επίσης το Robotics Mini που αποτελείται από έναν μικρό ελεγκτή, δύο αισθητήρες υπερύθρων, έναν αισθητήρα αφής, ένα φωτισμό LED και δύο κινητήρες. Μπορούν να το προγραμματίσουν χειροκίνητα ή χρησιμοποιώντας το λογισμικό KEIRO που διαθέτει προηγμένες λειτουργίες. Στις μεγαλύτερες τάξεις της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί το σετ Robotics PRO. Αυτό συμπεριλαμβάνει το Engino και εξαρτήματα ρομποτικής όπως είναι ο ελεγκτής PRO, ο αισθητήρας αφής, οι αισθητήρες υπερύθρων, τα μοτέρ και τα φώτα LED. Οι μαθητές μπορούν να εμπλακούν σε περισσότερο περίπλοκες έννοιες προγραμματισμού (Evripidouetal., 2020).

Τέλος, το Robotics Produino σχεδιάστηκε για μαθητές ηλικίας δεκατεσσάρων ετών και άνω. Είναι η περισσότερο προηγμένη εκπαιδευτική λύση του Engino. Περιλαμβάνει τον ελεγκτή Produino, ο οποίος διαθέτει ασύρματη συνδεσιμότητα Bluetooth και Wi-Fi, θύρα USB, οθόνη με έξι κουμπιά προγραμματισμού και επαναφορτιζόμενη μπαταρία. Το σετ περιλαμβάνει επίσης αισθητήρα, αισθητήρα χρώματος, αισθητήρες υπερύθρων, αισθητήρα υπερήχων, πυξίδα/μαγνητόμετρο και κινητήρες συνεχούς ρεύματος (Evripidouetal., 2020).

### 2.2.3 Arduino

Οι μαθητές διαφόρων ηλικιών και νοητικών επιπέδων μπορούν να επιλέξουν μεταξύ του επίσημου σετ Arduino και μιας σειράς custom made που βασίζονται στην πλακέτα Arduino. Το Arduino προσφέρει μια σειρά από κιτ, που ανταποκρίνονται στις ανάγκες μαθητών απ' το γυμνάσιο έως το πανεπιστήμιο, καλύπτοντας διαφορετικά θέματα όπως για παράδειγμα τη φυσική, την ηλεκτρονική και τη μηχανική. Η χρήση αυτού και η πολυπλοκότητα που το χαρακτηρίζει συμβάλλει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών και την καλλιέργεια των δεξιοτήτων συνεργασίας και επίλυσης προβλημάτων. Όλα τα κιτ περιλαμβάνουν Arduino προγραμματιζόμενες πλακέτες, αισθητήρες, αξεσουάρ και μηχανικά εξαρτήματα. Μπορούν να προγραμματιστούν με λογισμικό ανοιχτού κώδικα (Kubínová & Šlégr, 2015).

Εκτός από τα επίσημα Arduino κιτ, έχουν δημιουργηθεί εκπαιδευτικά ρομπότ που βασίζονται σε αυτά. Τέτοια είναι το Makeblock και το Pololu που δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εργαστούν με πλακέτες Arduino. Πιο συγκεκριμένα, το Makeblock είναι ένα εκπαιδευτικό ρομποτικό κιτ που θεωρείται κατάλληλο για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αποτελείται από το mainboard mCore που βασίζεται στο Arduino Uno και το οποίο μπορεί να συνδεθεί με διάφορους ενσωματωμένους αισθητήρες, όπως είναι ο βομβητής, ο αισθητήρας φωτός, ο αισθητήρας υπερήχων και τέλος, ο αισθητήρας παρακολούθησης της γραμμής. Το ρομπότ αυτό μπορεί εύκολα να συναρμολογηθεί ή να τροποποιηθεί για να δημιουργηθούν ρομπότ διαφορετικών σχημάτων και να προγραμματιστεί με λογισμικό όπως είναι το mBlock, η εφαρμογή Makeblock και το mBlock (Sáez-López et al., 2019).

Το mBlock είναι λογισμικό προγραμματισμού που βασίζεται σε μπλοκ και σε κειμενική γλώσσα που αναπτύχθηκε μετά το Scratch 3.0 και τον κώδικα Arduino. Χρησιμοποιώντας το mBlock μαθητές μπορούν να μάθουν βασικές έννοιες προγραμματισμού όπως για παράδειγμα μεταβλητές, συναρτήσεις, διαδικασίες, λίστες και ακολουθίες. Ταυτόχρονα, μπορούν να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Οι μαθητές που έχουν ηλικία μεγαλύτερη των έντεκα ετών, μπορούν να προχωρήσουν περαιτέρω με τον πίνακα Halocode, που είναι προγραμματιζόμενη πλακέτα μικρού μεγέθους με αρκετούς αισθητήρες. Μπορούν να ξεκινήσουν με γραφικό προγραμματισμό χρησιμοποιώντας το λογισμικό



mBlock και να μεταβούν στον προγραμματισμό κειμένου με τη χρήση του Python (Pisarov & Mester, 2019).

Το Makeblok προσφέρεται επίσης για τη χρήση της ρομποτικής σε μαθητές από την πρώιμη παιδική ηλικία έως την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι μαθητές αυτοί μπορούν να εργαστούν με το mTiny, που είναι ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ με εργαλείο κωδικοποίησης χωρίς οθόνη. Μαθητές της επόμενης ηλικιακής ομάδας μπορούν να χρησιμοποιήσουν το CodeyRocky για να εμβαθύνουν στις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών και των δεξιοτήτων προγραμματισμού (Pisarov & Mester, 2019).

Το σύστημα ρομποτικής Tetrix από την Pitsco Education αποτελείται από δύο κιτ ρομποτικής, το Tetrix Prime και το Tetrix Max που απευθύνονται σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Έχουν και τα δύο κομμάτια από αλουμίνιο και πλαστικό, συνδέσμους, κόμβους, βραχίονες, τροχούς, γρανάζια και αισθητήρες. Περιλαμβάνουν επίσης ελεγκτές ρομποτικής, οι οποίοι ονομάζονται TETRIX PULSE για το κιτ Tetrix Prime και TETRIX PRIZM για το κιτ Tetrix Max. Αυτά είναι συμβατά με το λογισμικό Arduino (Enrpidouetal., 2020).

#### **2.2.4 Pololu 3pi**

Η πλατφόρμα Pololu 3pi είναι ένα ρομπότ μικρού μεγέθους, που χρησιμοποιείται συνήθως για την παρακολούθηση της γραμμής. Ο πυρήνας του ρομπότ είναι προγραμματίζεται με τον μικροελεγκτή ATmega328 AVR, στον οποία υπάρχουν δύο micro gear κινητήρες, πέντε αισθητήρες ανάκλασης υπερέθρων, οθόνη LCD, βομβητής και κουμπιά. Το ρομπότ μπορεί να επεκτείνει τις ικανότητές του, προσθέτοντας κινήσεις όπως είναι η αποφυγή των εμποδίων και η επίλυση λαβύρινθου (Fonsecaetal., 2018).

#### **2.2.5 BBCmicro:bit**

Το BBC micro:bit αποτελεί ακόμη ένα εκπαιδευτικό ρομπότ που χρησιμοποιείται. Είναι σε μέγεθος τσέπης, αποτελείται από είκοσι πέντε λυχνίες LED, κουμπιά, επιταχυνσιόμετρο, πυξίδα, ραδιόφωνο και κεραία Bluetooth. Εκτός από τα παραπάνω, μπορεί να συνδεθεί και με άλλα αξεσουάρ, όπως είναι για παράδειγμα το joystick και η έγχρωμη οθόνη. Προτείνεται για χρήση σε διάφορες ηλικιακές ομάδες

και μορφωτικά επίπεδα και μπορεί να προγραμματιστεί χρησιμοποιώντας ποικίλα λογισμικά και γλώσσες προγραμματισμού (Sentenceetal., 2017).

### **2.2.6 RaspberryPi**

Μια ακόμη προηγμένη επιλογή εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι το Raspberry Pi, που έχει το μέγεθος ηλεκτρονικού υπολογιστή. Πλέον υπάρχουν αρκετά μοντέλα Raspberry Pi. Όλες οι πλακέτες αυτών περιλαμβάνουν έναν επεξεργαστή, ένα τσιπ γραφικών και θύρες RAM, HDMI και USB. Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν και άλλα περιφερειακά μέσω των USB θυρών ή χρησιμοποιώντας τη διακριτή υποδοχή εισόδου και εξόδου. Αρχικός σκοπός του Raspberry Pi ήταν η παροχή βοήθειας σε όλους τους μαθητές προκειμένου εκείνοι να μάθουν προγραμματισμό χρησιμοποιώντας το Scratch και το Python. Πλέον, το Raspberry Pi χρησιμοποιείται ως καθολική προγραμματιζόμενη μονάδα ελέγχου για πολλές μηχανές και εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένων της ρομποτικής (Enrpidouetal., 2020).

### **2.2.7 SoftBank**

Το Nao και το Pepper είναι δύο αυτόνομα και προγραμματιζόμενα ανθρωποειδή ρομπότ, τα οποία προσφέρονται από τη ρομποτική SoftBank. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ποικίλους σκοπούς, όπως για παράδειγμα για ψυχαγωγικούς, θεραπευτικούς, εκπαιδευτικούς και υποστηρικτικούς. Πιο συγκεκριμένα, το Nao έχει ύψος 58 εκατοστά και 25 βαθμούς ελευθερίας, τα οποία του επιτρέπουν να εκτελεί διάφορες κινήσεις. Μπορεί να αλληλοεπιδράσει με τους ανθρώπους μέσω χρήσης είκοσι γλωσσών, σωστού λεξιλογίου και γραμματικής, των μικροφώνων και των ηχείων που διαθέτει. Διαθέτει επιπλέον, δύο κάμερες για την αναγνώριση εικόνων (Enrpidouetal., 2020).

Το Pepper έχει ύψος 120 εκ. Πρόκειται για ανθρωποειδές ρομπότ που κινείται σε τρεις πολυδιάστατους τροχούς και στις 360 μοίρες. Περιλαμβάνει δύο βραχίονες για το χειρισμό αντικειμένων και μια οθόνη αφής που επιτρέπει τους χρήστες να ελέγχουν το ρομπότ με διάφορες εφαρμογές. Μπορεί να επικοινωνεί με τους χρήστες σε δεκαπέντε γλώσσες μέσω των μικροφώνων του. Είναι εξοπλισμένο με αισθητήρες υπερύθρων, μονάδα αδράνειας, κάμερες και σόναρ για αυτόνομη πλοήγηση (Gouaillieretal., 2009).

Και τα δύο ρομπότ μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκπαίδευση και να αποτελέσουν βοηθητικό εργαλείο των εκπαιδευτικών για τη διδασκαλία διαφόρων αντικειμένων. Επιπλέον, συμβάλλουν στην ενίσχυση των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων, βελτιώνοντας ταυτόχρονα τα κίνητρά τους να μάθουν τη χρήση STEAM. Το Nao θεωρείται κατάλληλο για την πρωτοβάθμια, δευτεροβάθμιας και τριτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ το Pepper μόνο για την τριτοβάθμια εκπαίδευση. Επιπλέον, η φιλική εμφάνιση και η ικανότητά τους για την ανίχνευση των ανθρώπινων συναισθημάτων τα καθιστούν κατάλληλα για μαθητές που εμφανίζουν αναπηρίες, συναισθηματικές ή συμπεριφορικές διαταραχές. Όπως έχει διαπιστωθεί συμβάλλουν στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων επικοινωνίας και αυτοεκτίμησης και μειώνουν τη ντροπαλότητα, την απροθυμία, την έλλειψη εμπιστοσύνης και την απογοήτευση των μαθητών που ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες (Tapusetal., 2012).

### **2.2.8 E-puck**

Το E-puck αποτελεί ακόμη μία μικρής κλίμακας ρομποτική πλατφόρμα που βασίζεται σε υλικό/λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Αποτελείται από πλαστικά μέρη, συμπεριλαμβανομένου του κύριου σώματος τους, το ελαφρύ δαχτυλίδι και δύο τροχούς. Χρησιμοποιεί μικροελεγκτή STM32F4 και είναι εξοπλισμένος με πλήθος αισθητήρων για την επικοινωνία του με το περιβάλλον. Στο κύριο σώμα του του ρομπότ υπάρχουν οκτώ αισθητήρες εγγύτητας, εννέα αισθητήρες IMU, ένα επιταχυνσιόμετρο 3D, μια κάμερα CMOS, ένας αισθητήρας απόστασης, αποθηκευτικό χώρο SD και τέσσερα ψηφιακά μικρόφωνα. Μπορεί να συνδεθεί με WiFi, Bluetooth και USB. Οι χρήστες μπορούν να προσθέσουν επιπλέον αισθητήρες και ενεργοποιητές σε αυτό (Mondadaetal, 2009).

## **3ο Κεφάλαιο: Διδασκαλία φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση**

### **3.1 Ορισμός φυσικών επιστημών**

Ο όρος φύση των «Φυσικών Επιστημών» ή «φύση της Επιστήμης» βρίσκεται στο επίκεντρο των ερευνητών της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών για περισσότερα από εβδομήντα χρόνια. Έχει απασχολήσει ιστορικούς, φιλόσοφους, κοινωνιολόγους καθώς και εκπαιδευτικούς που έχουν την ευθύνη εκπαιδευτικής πολιτικής. Παρά το γεγονός ότι υπάρχει συναίνεση σε παγκόσμιο επίπεδο στη βιβλιογραφία της εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών αλλά και στα προγράμματα σπουδών για την ανάγκη διδασκαλίας της του περιεχομένου αυτής και της φύσης της, δεν διαπιστώνεται η ύπαρξη συμφωνία σχετικά με το τι είναι αυτή (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2002).

OIrzik και Nola (2011) υποστηρίζουν πως οι φυσικές επιστήμες περικλείουν αρκετά πλούσια δυναμική και επιπλέον, οι κλάδοι τους είναι τόσοι πολλοί που δε διαπιστώνεται η ύπαρξη ενός συνόλου χαρακτηριστικών το οποίο να είναι κοινό σ' αυτούς. Χρησιμοποιούν τον όρο «δονκιχωτισμό» για τη διαδικασία αναζήτησης των επαρκών και απαραίτητων συνθηκών, έτσι ώστε με επιστημονικό τρόπο να δικαιώνεται αυτός ο πλούτος και η πολυπλοκότητα του όρου.

Ο Lederman (2007) υποστηρίζει ο όρος «φύση των φυσικών επιστημών» δέχεται δυο ερμηνείες απ' τις ομάδες των ερευνητών και τα προγράμματα σπουδών. Πιο συγκεκριμένα, αφορά αποκλειστικά τις πτυχές της φύσης της επιστημονικής γνώσης αλλά και συγχρόνως τις πτυχές της φύσης της επιστημονικής γνώσης, τις μεθόδους και τις διαδικασίες διερεύνησης μέσω των οποίων παράγεται η γνώση αυτή, δηλαδή η επιστημονική έρευνα.

Ο McComas (2020) υποστηρίζει πως η φύση των φυσικών επιστημών αποτελεί εύφορο υβριδικό πεδίο, το οποίο αναμειγνύει πτυχές από διάφορες κοινωνικές μελέτες των φυσικών επιστημών, όπως είναι η κοινωνιολογία, ιστορία και η φιλοσοφία των φυσικών επιστημών σε συνδυασμό με την έρευνα γνωστικών επιστημών, όπως της ψυχολογίας. Οι Erduran και Dagher (2014) υποστηρίζουν πως η φύση των φυσικών επιστημών περιλαμβάνει ένα φάσμα μεθοδολογιών, πρακτικών, αξιών, στόχων και κοινωνικών κανόνων, οι οποίοι πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαδικασία διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Ο περιορισμός αυτών στο

πλαίσιο της σχολικής επιστήμης μ' ένα περιορισμένο σύνολο ιδεών ως προς τη φύση της επιστημονικής γνώσης αδικαιολόγητα έχει ως συνέπεια την περιορισμένη προσοχή σ' άλλους κύριους παράγοντες οι οποίοι ασκούν επίδραση στο σχηματισμό αλλά και την επικύρωση των επιστημονικών ισχυρισμών.

### **3.2 Σκοποί και στόχοι διδασκαλίας φυσικών επιστημών**

Η Σπυροπούλου-Κατσάνη (2002) υποστηρίζει πως οι σκοποί της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών βασίζεται σε πέντε πυλώνες. Αναλυτικότερα, σε αυτούς περιλαμβάνεται η κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης, με απώτερο στόχο να κατανοηθεί ο κόσμος γύρω τους, η απόκτηση επιστημονικού τρόπου σκέψης και η ανάπτυξη των κατάλληλων δεξιοτήτων για την επίλυση προβλημάτων. Ακόμη, η απόκτηση της ικανότητας επικοινωνίας, ανταλλαγής γνώσεων και ανάπτυξης της ικανότητας συνεργασίας. Τέλος, η καλλιέργεια της κριτικής σκέψης.

Τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν μέσω ένταξης της επιστημονικής μεθοδολογίας στη διδακτική πράξη. Οι μαθητές καταφέρνουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους και την εμπέδωση των εννοιών των φυσικών επιστημών μέσω των βασικών διαδικασιών της επιστημονικής μεθοδολογίας. Σε αυτές περιλαμβάνεται η διατύπωση υποθέσεων, η παρατήρηση, η ταξινόμηση, η μέτρηση, η αναγνώριση και ο έλεγχος των μεταβλητών, η διατύπωση επαρκών ορισμών, το πείραμα και τέλος, η εξαγωγή συμπερασμάτων. Η διδακτική των φυσικών επιστημών δεν περιορίζεται αποκλειστικά στις έννοιες και τις θεωρίες αυτών, αντιθέτως περιλαμβάνει τη μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας και τη ανάπτυξη της ικανότητας που έχουν οι εκπαιδευόμενοι να την χρησιμοποιούν για να επιλύουν προβλήματα της καθημερινότητας (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2002).

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών σκοπός της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών είναι (ΦΕΚ 304B/13-03-2003):

- Να αποκτήσουν οι μαθητές γνώσεις αναφορικά με τους νόμους και τις αρχές που αφορούν τις φυσικές επιστήμες. Να έχουν δηλαδή οι μαθητές την ικανότητα κατανόησης και περιγραφής μέσω απλού τρόπου των φυσικών φαινομένων.

- Να αναπτυχθεί η προσωπικότητα των μαθητών μέσα από την απόκτηση ανεξάρτητης σκέψης, έχοντας την ικανότητα αξιολόγησης αλλά και αντιμετώπισης των ποικίλων καταστάσεων.
- Να αποκτήσουν οι μαθητές την ικανότητα κατανόησης της συμβολής των φυσικών επιστημών στη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων.
- Να αποκτήσουν οι μαθητές επιστημονικό τρόπο σκέψης καθώς και αντίληψης των καταστάσεων. Να έχουν δηλαδή την ικανότητα να παρατηρούν τα φυσικά φαινόμενα, να διατυπώνουν υποθέσεις, να ερμηνεύουν αποτελέσματα και να εξάγουν συμπεράσματα.
- Να αποκτήσουν οι μαθητές την ικανότητα αναγνώρισης των διαφορετικών ενοτήτων που αφορούν τις φυσικές επιστήμες και του τρόπου σύνδεσης αυτών με τις προηγούμενες γνώσεις που έχουν αποκτήσει. Με τον τρόπο αυτόν μπορούν να παρατηρήσουν τη συνέχεια των επιστημονικών γνώσεων στις θετικές επιστήμες.

Σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών των μαθημάτων της Φυσικής και της Χημείας του γενικού λυκείου, σκοπός είναι:

- Να στηρίξουν τη διαδικασία μετάβασης απ' τη Φυσική Επιστήμη στη σχολική εκδοχή αυτής.
- Να λάβουν οι μαθητές εφόδια των εννοιολογικών και μεθοδολογικών εργαλείων, προκειμένου να καταφέρουν την αυτόνομη μάθηση.
- Να λάβουν εφόδια μελλοντικών πολιτών με την ικανότητα διερεύνησης κάθε κατάστασης.
- Να πετύχουν την καλλιέργεια των αξιών και των στάσεων που διακρίνουν τους μορφωμένους πολίτες και ενισχύουν την ακολουθία της θετικής του πορείας στην κοινωνία.
- Να αναπτύξουν τις ικανότητες εκείνες που ενισχύουν την ενεργό τους συμμετοχή στη σύγχρονη κοινωνική αλλά και πολιτιστική ζωή.
- Να προάγουν την επιστημονική σκέψη των μαθητών, της δημιουργικότητάς τους αλλά και των ικανοτήτων που διαθέτουν (ΦΕΚ 304Β/13-03-2003).

### 3.3 Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης

Οι φυσικές επιστήμες διδάσκονται στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση σε όλες τις τάξεις του γυμνασίου και του γενικού λυκείου. Το ωρολόγιο πρόγραμμα μαθημάτων του γυμνασίου αναφέρει πως οι διδακτικές ώρες για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών σε εβδομαδιαία βάση για κάθε τάξη είναι οι παρακάτω:

- Α΄ Γυμνασίου: 1 ώρα Βιολογία, 1 ώρα Φυσική, 1 ώρα Γεωλογία – Γεωγραφία
- Β΄ Γυμνασίου: 2 ώρες Φυσική, 1 ώρα Βιολογία, 1 ώρα Χημεία 2 ώρες Γεωλογία-Γεωγραφία
- Γ΄ Γυμνασίου: 2 ώρες Φυσική, 1 ώρα Βιολογία, 1 ώρα Χημεία (ΦΕΚ 2265/Β/12-06-2020).

Οι αντίστοιχες διδακτικές ώρες για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών στις τάξεις του γενικού λυκείου σε εβδομαδιαία βάση είναι οι παρακάτω:

- Α΄ Λυκείου: 2 ώρες Χημεία, 2 ώρες Φυσική, 2 ώρες Βιολογία
- Β΄ Λυκείου: 2 ώρες Χημεία, 2 ώρες Φυσική, 2 ώρες Βιολογία και 2 ώρες Φυσική για όσους επιλέγουν ομάδα προσανατολισμού θετικών σπουδών
- Γ΄ Λυκείου: 6 ώρες Χημεία, 6 ώρες Βιολογία και 6 ώρες Φυσική για όσους επιλέγουν ομάδα προσανατολισμού θετικών σπουδών καθώς και σπουδών υγείας (ΦΕΚ 2338/Β/15-6-2020).

Οι Κόκκοτας και Πήλιουρας (2008) υποστηρίζουν πως η μελέτη των φυσικών επιστημών βοηθάει τον άνθρωπο να καταλάβει τον κόσμο τριγύρω του, να δώσει εξηγήσεις για τα φαινόμενα που παρατηρεί αλλά και να κατανοήσει τον καθοριστικό ρόλο της ως προς τον χαρακτήρα των ανθρώπων και την ανάπτυξη των πολιτισμών. Η διαδικασία αυτή τους βοηθάει να ξεφύγουν απ' τις υποκειμενικές τους απόψεις και προχωρήσουν στην υιοθέτηση αντικειμενικών και αποδεδειγμένων επιστημονικών δεδομένων. Παράλληλα, βοηθάει στην απόκτηση χρήσιμου τρόπου σκέψης αλλά και στην διεκπεραίωση ζητημάτων που αφορούν την καθημερινή ζωή τους, καθώς κάνουν αξιολόγηση κάθε κατάστασης, ανάλυση των δεδομένων και διαμορφώνουν άποψη.

Μέσα από τα προγράμματα διδασκαλίας των φυσικών επιστημών επιδιώκεται να αποκτήσουν οι μαθητές επαφή για ζητήματα που σχετίζονται με κάθε κλάδο αυτών. Έτσι, ακολουθώντας εκπαιδευτικά μοντέλα που είναι σύμφωνα με την ηλικία και τη νοητική τους αντίληψη και δίχως να δέχεται επιρροή η επιστημονική εγκυρότητα

μπορεί να επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος. Οι εκπαιδευτικοί βοηθάνε τους μαθητές να ανακαλύψουν την ανεπάρκεια που χαρακτηρίζει τους συλλογισμούς τους και να αποκτήσουν επαρκείς γνώσεις αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα (Σπυροπούλου-Κατσάνη, 2002).

Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελείται από τα εξής τρία διακριτά σώματα γνώσεων. Το πρώτο αφορά τη φυσικοεπιστημονική εκδοχή που δημιουργείται απ' τα ερευνητικά κέντρα αλλά και τα πανεπιστήμια μέσα από πειράματα και αποτελέσματα που είναι απολυτά τεκμηριωμένα. Το δεύτερο αφορά τη σχολική γνώση που διαμορφώνεται σύμφωνα με το σχολικό βιβλίο ανταποκρινόμενο στους εκπαιδευτικούς στόχους αλλά και τις ιδιαιτερότητες της παιδικής σκέψης. Για την επίτευξη της σχολικής γνώσης πρέπει να υπάρχει αλληλοεπίδραση των μαθητών με τους εκπαιδευτικούς αλλά και το σχολικό βιβλίο. Το τρίτο αφορά τις βιωματικές γνώσεις που συχνά περιγράφονται και ως «λανθασμένες αντιλήψεις ή πρακτικό - βιωματικές γνώσεις». Πρόκειται για τις γνώσεις που αποκτούνται μέσω των καθημερινών ερεθισμάτων που δέχονται οι άνθρωποι απ' τα φυσικά φαινόμενα, απ' τα αντικείμενα και την επικοινωνία μεταξύ τους (Κολιόπουλος, 2004).



## **4ο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία**

### **4.1 Σκοπός και στόχοι**

Σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Ειδικότερα, οι στόχοι της εργασίας είναι:

- Να παρουσιαστούν περιπτώσεις διδασκαλίας φυσικών επιστημών στις οποίες αξιοποιήθηκε η εκπαιδευτική ρομποτική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν τα οφέλη από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν οι δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

### **4.2 Ερευνητικά ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα είναι τα εξής:

- Σε ποιες περιπτώσεις διδασκαλίας φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση αξιοποιείται η εκπαιδευτική ρομποτική;
- Ποια είναι τα οφέλη από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;
- Ποιες είναι οι δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση;

### **4.3 Μέθοδοι συλλογής δεδομένων**

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί βιβλιογραφική ανασκόπηση. Για την εκπόνηση αυτής αναζητήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ελληνόγλωσσες και ξενόγλωσσες πηγές. Ειδικότερα, έγινε χρήση βιβλίων, άρθρων που έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικά περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων. Η αναζήτηση αυτών

πραγματοποιήθηκε σε βιβλιοθήκες αλλά και σε ηλεκτρονική μηχανή αναζήτηση. Ειδικότερα, έγινε χρήση του “Google Scholar” χρησιμοποιώντας τις εξής λέξεις κλειδιά: «εκπαιδευτική ρομποτική», «φυσικές επιστήμες», «φυσική», «χημεία», «βιολογία», «γεωγραφία» και «δευτεροβάθμια εκπαίδευση». Οι αντίστοιχες αγγλικές λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: “educational robotics:”, “natural sciences”, “physics”, “chemistry”, “biology” και “secondary education”.

## 5ο Κεφάλαιο: Ευρήματα

### 5.1 Θεματικές ενότητες

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ισχυρό τεχνολογικά ενδυναμωμένο μέσο, το οποίο συμβάλλει στη βελτίωση των υπαρχουσών μαθησιακών δραστηριοτήτων. Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής συνδέεται με κινητήρες και ποικίλους αισθητήρες, προσθέτει υπολογιστικές συμπεριφορές σε υλικά που είναι οικεία, όπως για παράδειγμα τα αυτοκίνητα και προάγει την κατανόηση της επιστήμης. Προσφέρει στα παιδιά νέο τρόπο να εκφράσουν τις υπέροχες και δυνατές ιδέες τους μέσω φυσικών τεχνουργημάτων με τεχνολογικά τροφοδοτούμενα υλικά της καθημερινότητας. Μέσα από τη διαδικασία και την εμπειρία που διαθέτουν τα παιδιά να εργάζονται με τεχνολογικά βελτιωμένα τεχνουργήματα, κατασκευάζουν αλλά και αναδομούν τις γνώσεις που διαθέτουν. Η ανάγκη δημιουργίας ρομποτικών εργαλείων, τα οποία να είναι προσβάσιμα σε μη ειδικούς όπως και τα παιδιά, συνέβαλλε στην ενίσχυση της ικανότητας και της ποιότητας της εργασίας που μπορούν να λάβουν μέρος τα παιδιά. Η ρομποτική κατασκευή είναι μία μορφή έκφρασης αλλά και υλοποίησης στην εκπαίδευση και πυροδοτεί την περιέργεια των μαθητών μέσα από κάτι που είναι απτό. Πρόκειται για έναν πολύ καλό τρόπο εκμάθησης προγραμματισμού με κινητήρες και αισθητήρες, ο οποίος επιτρέπει στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς να περιηγηθούν και να εμβαθύνουν στις πρακτικές υλοποιήσεις των θετικών επιστημών (Scaradozzi et al, 2019).

Ερευνητικά δεδομένα, αποδεικνύουν την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις φυσικές επιστήμες για διάφορες θεματικές ενότητες. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πρωτογενών ερευνών ως προς τις θεματικές ενότητες στις οποίες αξιοποιείται η εκπαιδευτική ρομποτική.

Ερευνητής/ ερευνητές	Δείγμα	Μάθημα/ Θεματική ενότητα	Ευρήματα
Μπεντεβίνου et al. (2021)	13 μαθητές γυμνασίου	Μάθημα φυσικής/ δύναμη & ροπή (γρανάζια &	-κατανόηση των εννοιών της δύναμης και της

		ιδιότητες τους)	ροπής
Κουμαρά & Πολάτογλου (2023)	14 μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μάθημα φυσικής/ αδράνεια & ταχύτητα	<p>-οι μαθητές ήταν σε θέση να δώσουν τον ορισμό της αδράνειας</p> <p>-αντιλήφθηκαν με βιωματικό τρόπο την αδράνεια και προσπάθησαν ν' ανακαλύψουν τους παράγοντες μέσω των οποίων είναι εφικτό να ξεπεραστεί η αδράνεια</p> <p>- οι μαθητές ήταν σε θέση να ορίσουν την ταχύτητα και την περιγράψουν σωστά.</p>
Araujo&Silva (2020)	Μαθητές α΄τάξης γυμνασίου	Μάθημα φυσικής/ λειτουργία φωτεινών σηματοδοτών	<p>-επετεύχθη η κατασκευή και η χρήση ρομπότ στην κατασκευή χρονομετρημένων φωτεινών σηματοδοτών, έναν για πεζούς και έναν για τα αυτοκίνητα.</p>

Turchi et al. (2020) & Liu et al. (2019)	Μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μάθημα χημείας/ περιοδικός πίνακας	-χειρισμός και αναδιάταξη των στοιχείων σε τρισδιάστατο περιοδικό πίνακα,  -παρατήρηση της αλληλεπίδρασης των στοιχείων και προβληματισμός για τον τρόπο σχηματισμού των μορίων
Lim et al. (2020)	Μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μάθημα χημείας /Πειράματα για τις ιδιότητες των στοιχείων και τις αντιδράσεις αυτών	-κατανόηση σε μεγαλύτερο βαθμό του περιοδικού πίνακα, που αποτελεί αφηρημένη και περίπλοκη έννοια
Herald (2019)	Μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης	Μάθημα Χημείας/ Άτομα- μόρια	-κατανόηση των περιοδικών τάσεων  -ενίσχυση των δεξιοτήτων επίλυσης των προβλημάτων.
Cuperman & Verner (2013)	Μαθητές γυμνασίου	Μάθημα βιολογίας/ στάδια της μοντελοποίησης, δηλαδή του	-ενθάρρυνση ανάπτυξης του επιστημονικού και τεχνολογικού γραμματισμού

		ιδεασμού, της υλοποίησης και της εξερεύνησης	-ανάπτυξη θετικών στάσεων για τη διδασκαλία και τη μάθηση με εκπαιδευτικά μοντέλα -κατανόηση των εννοιών
--	--	--	---

## 5.2 Οφέλη χρήσης της ρομποτικής

Η ρομποτική παρέχει ευκαιρίες για ενθουσιασμό και διασκέδαση και ενθαρρύνει τους μαθητές να ασχοληθούν με την τεχνολογία. Επίσης, τους παρέχει την ευκαιρία να ενώσουν τα ατομικά ενδιαφέροντα, τις προοπτικές και τους τομείς εξειδίκευσης, έτσι ώστε να εργαστούν σε συλλογικό επίπεδο για την αντιμετώπιση πραγματικών προβλημάτων. Η ρομποτική είναι σε θέση να εισαγάγει τους μαθητές σε πειραματικές έρευνες των θετικών επιστημών, βοηθώντας τους ταυτόχρονα να επιλύσουν ζητήματα που αφορούν την πραγματική τους ζωή. Ακόμη, προγράμματα ρομποτικής που περιλαμβάνουν την εμπλοκή των μαθητών σε αυθεντικά επιστημονικά προβλήματα συμβάλλουν σε σημαντικό βαθμό στη βελτίωση των στάσεων και των απόψεων των μαθητών ως προς την επιστήμη. Οι θετικές αυτές στάσεις όμως και το ενδιαφέρον είναι πιθανό να οδηγήσουν ακόμη και σε μελλοντικές σταδιοδρομίες σε τομείς που αφορούν την επιστήμη (Scaradozzi et al, 2019)

Οι πιο συχνές δεξιότητες που καλλιεργούνται μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι η συνεργασία και η επίλυση προβλημάτων. Οι σχολικές εργασίες στις οποίες αξιοποιείται η ρομποτική έχει βρεθεί πως αναπτύσσει τις διαπροσωπικές δεξιότητες των μαθητών, την ανταλλαγή γνώσεων αλλά και τις σχέσεις συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς (Eguchi, 2016). Όταν η ρομποτική εντάσσεται στα προγράμματα σπουδών τα παιδιά εμφανίζουν βελτιωμένες δεξιότητες συνεργασίας αλλά και ομαδικής εργασίας. Οι δυνατότητες που έχει η ρομποτική μάθηση ως προς την ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης των προβλημάτων επιβεβαιώνεται διαρκώς επισημαίνοντας τις δυνατότητες που έχει η εκπαιδευτική

ρομποτική ως προς την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών. Επίσης, οι μαθητές αναπτύσσουν άλλου είδους δεξιότητες, όπως είναι η κοινωνικοποίηση, η υπολογιστική σκέψη και η δημιουργικότητα (Nemiro, 2020).

Στις δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής συνιστάται να δημιουργούνται μικρές ομάδες (Eguchi, 2016). Μέσω των μικρών αυτών ομάδων, οι μαθητές κατακτούν δεξιότητες που είναι απαραίτητες για την αποτελεσματική συνεργασία. Οι μαθητές χαρακτηρίζονται από ενθουσιασμό και παρακινούνται να μοιραστούν με τα υπόλοιπα παιδιά τις ιδέες τους, να λάβουν μέρος στο συλλογικό τρόπο λήψης αποφάσεων, να ασκήσουν εποικοδομητική κριτική και τέλος, να αποκτήσουν δεξιότητες επικοινωνίας. Η ομαδική εργασία προσφέρει στους μαθητές ευκαιρίες εξερεύνησης και αντιμετώπισης προβλημάτων του πραγματικού τους κόσμου. Η εργασία στο πλαίσιο ενός έργου ρομποτικής που στηρίζεται στην ομάδα αλλά και σε έργα βοηθάει τους μαθητές που χαρακτηρίζονται από χαμηλή εκτίμηση να σημειώσουν βελτίωση στις τεχνολογικές τους ικανότητες, τις δεξιότητες που χαρακτηρίζουν την ομαδική εργασία αλλά και τις επικοινωνιακές δεξιότητες (Angel-Fernandez et al., 2018).

Ακόμη, οι μαθητές που εμπλέκονται σε ομαδικές εργασίες ρομποτικής μαθαίνουν για κάποιο συγκεκριμένο αντικείμενο και τις δεξιότητες που είναι χρήσιμες για την επιτυχή ολοκλήρωση των εργασιών. Ταυτόχρονα, κάνουν εξερεύνηση στα προβλήματα και τις προκλήσεις που χαρακτηρίζουν τον πραγματικό κόσμο. Καθώς οι μαθητές προχωρούν στην επίλυση των προβλημάτων του πραγματικού κόσμου, βρίσκουν λύσεις εφαρμόζοντας τις γνώσεις τους και δοκιμάζοντας τις λύσεις κατά την εκτέλεση των ρομποτικών εργασιών τους. Έτσι συμμετέχουν ενεργά σ' ένα είδος μάθησης, το οποίο οδηγεί στη βαθύτερη απόκτηση της γνώσης του αντικειμένου (Angel-Fernandez et al., 2018).

Η κατασκευή με τη ρομποτική δημιουργεί ένα δυνατό διεπιστημονικό περιβάλλον μάθησης, στο οποίο οι μαθητές είναι εφικτό να συναντήσουν ποικίλες έννοιες που προέρχονται από διάφορους κλάδους με τρόπο τέτοιο που να διαμορφώνει τα συμφραζόμενα. Στο πλαίσιο μάθησης σύμφωνα με τα συμφραζόμενα στην κατασκευή της ρομποτικής, αφηρημένες έννοιες όπως αυτή της τριβής και της ορμής, μπορούν να γίνουν ορατές αλλά και συγκεκριμένες και να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές, κατά τη δοκιμή των ιδεών τους μέσα από τη ρομποτική εργασία τους. Υπάρχουν καινούριοι γραμματισμοί, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται τα

μαθηματικά, η μηχανική, οι φυσικές επιστήμες, αλλά και οι καινοτόμοι και τεχνολογικοί γραμματισμοί, οι οποίοι θεωρείται πως έχουν ιδιαίτερη βαρύτητα για την απόκτηση ευχέρειας από τους μαθητές στις δεξιότητες του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Δεξιότητες που είναι απαραίτητες προκειμένου αυτοί να γίνουν αποτελεσματικοί μελλοντικοί πολίτες (Angel-Fernandez et al., 2018; Kee,2016).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ευρήματα πρωτογενών ερευνών σχετικά με τα οφέλη από τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη διδασκαλία φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

<b>Ερευνητής/ ερευνητική ομάδα</b>	<b>Ευρήματα</b>
Karypi (2018)	-βελτίωση των νοητικών και των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών.  -ενίσχυση της ικανότητας αυτοέκφρασης, του ερευνητικού ενδιαφέροντος των μαθητών, της δημιουργικότητας, των δεξιοτήτων διαχείρισης του έργου, της επικοινωνίας και της συνεργασίας, της επίλυσης προβλημάτων και της αυτοπεποίθησης των μαθητών.
Kazakoff et al. (2013)  Khanlari (2013)  Highfield (2010)	-ανάπτυξη των νοητικών δεξιοτήτων και την απόκτηση γνώσεων που σχετίζονται με την επιστήμη
Bers et al, (2014)	-ευκαιρίες για ομαδική εργασία, επικοινωνία και συνεργασία  -απόκτηση θετικής στάσης απέναντι στο STEM
Ntemngwa&Oliver (2018)	-ενίσχυση των κινήτρων των μαθητών για τη μάθηση, της δέσμευσης και του ενδιαφέροντός τους.  -καλλιέργεια δεξιοτήτων όπως είναι η επίλυση των προβλημάτων, η επιμονή, ο μηχανικός σχεδιασμός  -ανάλυση και η ερμηνεία δεδομένων.



Badeleh (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ενίσχυση της δημιουργικότητας των μαθητών</li> <li>- ενίσχυση της ευελιξίας, της καινοτομίας και της λεπτομερούς εξήγησης των μαθητών.</li> <li>-εξάσκηση των ηγετικών και κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών</li> <li>-επικοινωνία μέσω των πλατφόρμων και των μέσων ενημέρωσης</li> <li>-αναγνώριση των συναισθημάτων και των ενδιαφερόντων των μαθητών και του τρόπου εργασίας εντός της ομάδας</li> <li>-αύξηση της εφευρετικότητάς των μαθητών</li> <li>-ενίσχυση της ικανότητας επίλυσης δύσκολων προβλημάτων, εξάσκησης των πνευματικών τους ικανοτήτων</li> <li>-προετοιμασία για μελλοντικές ευκαιρίες εργασίας στους μαθητές</li> <li>-ευκαιρίες για ομαδική συνεργασία</li> <li>-βελτίωση της προσοχής των μαθητών και κατανόηση της σύνδεσης των μαθημάτων της φυσικής με ζητήματα της πραγματικής ζωής τους,</li> <li>-ενεργός συμμετοχή στη μάθηση.</li> </ul>
Kertetal. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-βελτίωση των ακαδημαϊκών επιτευγμάτων και της υπολογιστικής τους σκέψης σε μεγαλύτερο βαθμό.</li> </ul>
Valko &Osadchyi (2021)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-κατανόηση των αφηρημένων εννοιών</li> <li>-ευθυγράμμιση της πρακτικής και των διαδραστικών μαθησιακών εμπειριών.</li> </ul>
Kaygisiz et al. (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-κατανόηση εννοιών από τους μαθητές, που είναι αφηρημένες.</li> </ul>
Li et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ενδιαφέρον τρόπος διδασκαλίας της χημείας</li> </ul>

Lu et al. (2021) Verner & Revzin (2019)	-εκμάθηση των θεματικών ενοτήτων της χημείας.
Lotrieta & Gouwsa (2024)	-επιτρέπει στους μαθητές να κάνουν συνδέσεις με την πραγματική ζωή καθώς και άλλα πλαίσια.
Tarrés-Puertasetal. (2022)	-ελκυστικός τρόπος διδασκαλίας και πραγματοποίησης των πειραμάτων της χημείας.
Verner & Revzin (2017)	-η ρομποτική έχει κονστρουκτιβιστικό χαρακτήρα, -έχει δυνατότητες, ειδικά στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η παραδοσιακή διδασκαλία είναι αναποτελεσματική.
Κουμαρά & Πολάτογλου (2023)	-βελτίωση της επικοινωνίας, της συνεργασίας και της δημιουργικότητας  -ανάπτυξη κριτικής σκέψης των μαθητών και της ικανότητας επίλυσης των προβλημάτων.

### 5.3 Εμπόδια αξιοποίησης της ρομποτικής

Διαπιστώνεται πως δεν υπάρχει πλήρης ευθυγράμμιση μεταξύ της τεχνολογικής προόδου που επιτεύχθηκε στην παγκόσμια κοινωνία της γνώσης και της αντίστοιχης σχολικής πραγματικότητας. Έτσι, αν και η εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής χαρακτηρίζεται από αρκετά πλεονεκτήματα, εξακολουθεί να βρίσκεται σε αρχικό στάδιο (Alimisis, 2013). Από την έρευνα της Karypi (2018) διαπιστώθηκε πως οι ΤΠΕ ενσωματώνονται με γρήγορους ρυθμούς από τα ελληνικά σχολεία, η ρομποτική εξακολουθεί να κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Η ίδια εικόνα υπάρχει σε διεθνές επίπεδο.

Φυσικά, υπάρχουν αρκετά εμπόδια, ειδικά όσον αφορά την τεχνολογική υποδομή των σχολείων και τους οικονομικούς πόρους που διατίθενται για την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Σε αυτά συμπεριλαμβάνεται η έλλειψη επαρκούς χρόνου για τον σχεδιασμό τέτοιου είδους έργων, την περιορισμένη διαθεσιμότητα τεχνολογικών πόρων, την ανεπαρκή πρόσβαση σε κατάλληλο λογισμικό/υλισμικό και την περιορισμένη ευελιξία του προγράμματος σπουδών. Ταυτόχρονα, μέτρια φαίνεται να είναι η υποστήριξη της σχολικής διοίκησης για την

ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Φραγμό αποτελεί επίσης ο ανεπαρκής ψηφιακός γραμματισμός των εκπαιδευτικών ως προς τη χρήση της ρομποτικής (Theodoropoulos et al, 2017)

Οι Daniela et al. (2019) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται με τις θετικές επιστήμες ωστόσο παρά τη συσχέτιση αυτή, διαπιστώνεται πως τα σχολεία δεν είναι σε θέση να την αξιοποιήσουν εξαιτίας των ελλείψεων που εμφανίζουν οι αίθουσες διδασκαλίας στα τεχνολογικά εργαλεία. Οι Sapounidis και Alimisis (2020) κατέληξαν στο συμπέρασμα πως τα υπάρχοντα προγράμματα σπουδών δεν υποστηρίζουν πλήρως τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές, εμποδίζοντας την εκπαιδευτική ρομποτική να γίνει ένα πραγματικά αποτελεσματικό εργαλείο στα χέρια των εκπαιδευτικών. Ακόμη, διαπίστωσαν πως οι εκπαιδευτικοί δε φαίνεται να γνωρίζουν σε πλήρη βαθμό τις διαθέσιμες τεχνολογίες και αρχές του ρομποτικού σχεδιασμού, έτσι ώστε να προβούν στις σωστές επιλογές για τους μαθητές τους.

Είναι γεγονός ότι οι προσπάθειες που πραγματοποιούνται από δημιουργικούς εκπαιδευτικούς ως προς την ανάπτυξη ιδεών αναφορικά με την ανάπτυξη τρόπων σύνδεσης της μάθησης των θετικών επιστημών μέσα από τις ρομποτικές κατασκευές γίνονται όλο και πιο έντονες. Ωστόσο υπάρχουν δυσκολίες ένταξης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο υπάρχον πρόγραμμα σπουδών, καθώς αυτό ορίζει τη μάθηση ανά θεματικά πεδία τα οποία είναι αποκομμένα μεταξύ τους. Είναι σαφές πως οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις που βασίζονται στα συμφραζόμενα, έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία βέλτιστων ευκαιριών μάθησης για καινοτόμους και τεχνολογικούς γραμματισμούς, αλλά και τον ουσιαστικό τρόπο απόκτησης γνώσεων (Bazler et al., 2017). Όπως υποστηρίζει ο Kee (2016) το ισχύον πρόγραμμα σπουδών και οι πρακτικές που ακολουθούνται στις σχολικές αίθουσες δεν ενστερνίζονται τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Συνεπώς, στις προσπάθειες που γίνονται για την εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαίδευση, πρέπει ν' αντιμετωπίζονται τα κλασσικά μαθησιακά πρότυπα των μαθητών και να ευθυγραμμίζονται αυτά με το ισχύον πρόγραμμα σπουδών.

Οι εκπαιδευτικοί διατηρούν θετική στάση στην ιδέα ενσωμάτωσης της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν και άλλες σχετικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα και το εξωτερικό (Karypi, 2018;Theodoropoulos et al, 2017). Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη των

Theodoropoulos et al, (2017) κατέληξε στο συμπέρασμα πως οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Οι Castro et al. (2018) διαπίστωσαν πως αν και οι εκπαιδευτικοί δείχνουν ενδιαφέρον για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις τάξεις, χαρακτηρίζονται όμως από ανεπαρκή κατάρτιση. Αργότερα, οι Chevalier et al. (2020) κατά την έρευνα τους σε εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, κατέληξαν πως εκείνοι θεωρούν τα ρομπότ ωφέλιμα για να προωθηθεί ο προβληματισμός και η συνεργασία των μαθητών, ταυτόχρονα με άλλου είδους δεξιότητες όπως είναι η δημιουργική σκέψη, η επικοινωνία και οι στρατηγικές μάθησης.

Οι Hozetal. (2018) υποστηρίζουν πως παρά τα πολλαπλά πλεονεκτήματα που προσφέρει η εκπαιδευτική ρομποτική, η γνώμη που διατηρούν εκπαιδευτικοί είναι αναμφισβήτητα ζωτικής σημασίας για τον καθορισμό της στάσης τους σχετικά με τη χρήση αυτής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και των μαθητών και επηρεάζει τη χρήση της στην τάξη. Σύμφωνα με τους Belmonte et al. (2019) για να καθιερωθεί η εκπαιδευτική ρομποτική πρέπει οι εκπαιδευτικοί να διαθέτουν επαρκή κατάρτιση και θετική προδιάθεση.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα ευρήματα πρωτογενών ερευνών αναφορικά με τα εμπόδια που συναντώνται κατά τη χρήση της ρομποτικής για τη διδασκαλία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

<b>Ερευνητής/ ερευνητική ομάδα</b>	<b>Ευρήματα</b>
Amador-Terron et. al. (2022) Cabello&Diseno (2017)	-οι εκπαιδευτικοί δεν αισθάνονται άνεση στη χρήση τους, εξαιτίας της έλλειψης κατάρτισης και του άγχους που προκαλείται από την έλλειψη γνώσης τους.
Savard & Highfield (2015)	-οι εκπαιδευτικοί εστιάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό στη χρήση και την εκμάθηση του ψηφιακού εργαλείου, παρά στο ίδιο το αντικείμενο διδασκαλίας.
Ntemngwa&Oliver (2018)	-η έλλειψη επαρκούς χρόνου για την

	<p>εφαρμογή της διδασκαλίας</p> <p>-η έλλειψη γνώσεων σχετικά με το περιεχόμενο</p> <p>-η δυσκολία να ευθυγραμμιστούν οι δραστηριότητες με τους επιστημονικούς στόχους</p>
<p>Hamneretal. (2016)</p> <p>Hodgesetal. (2016)</p>	<p>-εκπαιδευτικοί δε χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας και εμπιστοσύνης ως προς τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής, γεγονός που επηρεάζει την εφαρμογή τους. Η αυτοαποτελεσματικότητα και η αυτοπεποίθηση έχουν επιπτώσεις στη διδασκαλία, καθώς οι καθηγητές φυσικών επιστημών και μαθηματικών με υψηλό επίπεδο αυτοαποτελεσματικότητας χρησιμοποιούν ποικίλες διδακτικές στρατηγικές και πόρους, σε αντίθεση με αυτούς που διαθέτουν χαμηλό επίπεδο αυτόαποτελεσματικότητας.</p>

Παρ' όλα αυτά, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί εργαλείο μάθησης, το οποίο συμβάλλει στην καλλιέργεια διαφόρων γνώσεων και δεξιοτήτων των φυσικών επιστημών, που δίνουν τη δυνατότητα διαμόρφωσης των μελλοντικών καινοτομιών οι οποίες είναι απαραίτητες για την κοινωνία. Αυτές οι γνώσεις και οι δεξιότητες θα επιτρέψουν τους μαθητές να μετατρέψουν την καινοτομία και τη φαντασία σε πραγματικότητα, αλλά και να εντοπίσουν νέο τρόπο να εκφραστούν (Yang, et al., 2020).

## Συμπεράσματα

Σκοπός αυτής της εργασίας αυτής ήταν η επισκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Ειδικότερα, οι στόχοι της εργασίας ήταν οι εξής:

- Να παρουσιαστούν περιπτώσεις διδασκαλίας φυσικών επιστημών στις οποίες αξιοποιήθηκε η εκπαιδευτική ρομποτική στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν τα οφέλη από την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
- Να καταγραφούν οι δυσκολίες που συναντούν οι εκπαιδευτικοί κατά την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Όπως διαπιστώθηκε η εκπαιδευτική ρομποτική είναι αποτελεσματική καθώς δημιουργεί ελκυστικό και διασκεδαστικό περιβάλλον πρακτικής μάθησης για το μαθητικό δυναμικό. Σε αντίθεση με το παραδοσιακό περιβάλλον στην τάξη, εντός του οποίου οι μαθητές ακούνε τις οδηγίες των εκπαιδευτικών με περισσότερο δομημένο και πειθαρχημένο τρόπο, η ρομποτική δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές ν' ασχολούνται με το χειρισμό και τη συναρμολόγηση υλικών. Επιπλέον, τους επιτρέπει να εμπλέκονται στη μαθησιακή διαδικασία και να αντιλαμβάνονται τα σφάλματα του προγράμματος επίλυσης προβλημάτων μέσα από τις δοκιμές και τα λάθη τους (Kee,2016).

Αποτελέσματα ερευνών αποδεικνύουν πως η ρομποτική αποτελεί μία μέθοδο που επιλέγεται κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ευρήματα μελετών φανερώνουν πως η μάθηση μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής προσφέρει στους μαθητές ευκαιρίες ν' αποκτήσουν γνώσεις από το αντικείμενο της φυσικής, της βιολογίας, της γεωγραφίας, των μαθηματικών, της μηχανολογίας και να αποκτήσουν ακαδημαϊκές δεξιότητες, όπως είναι η ανάγνωση, η γραφή, η έρευνα και η δημιουργικότητα.

Οι θεματικές ενότητες στις οποίες μπορεί να αξιοποιηθεί είναι ποικίλες. Πιο συγκεκριμένα, για το μάθημα της φυσικής έχει αξιοποιηθεί για τη μελέτη της «δύναμης», της «ροπής», της «αδράνειας», της «ταχύτητας», της λειτουργίας των

φωτεινών σηματοδοτών. Κατά τη διδασκαλία του περιεχομένου του μαθήματος της χημείας οι μαθητές εμπλέκονται στο σχεδιασμό, την κατασκευή και τη χρήση ρομπότ για την εκτέλεση πλήθους εργασιών. Συμβάλλει στην κατανόηση της διδασκαλίας αφηρημένων ή δύσκολων εννοιών, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να αλληλεπιδρούν με μηχανές που αντιπροσωπεύουν την έννοια με απτό και οπτικό τρόπο. Έχει διαπιστωθεί πως έχει χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση του περιοδικού πίνακα και των χημικών εννοιών. Κατά τη διδασκαλία της βιολογίας επίσης ακολουθήθηκαν όλα τα στάδια της μοντελοποίησης και οι μαθητές είχαν ενεργό ρόλο. Μέσα από τη διαδικασία αυτή οι μαθητές ήταν σε θέση να κατανοήσουν σε μεγαλύτερο βαθμό έννοιες που αφορούν το συγκεκριμένο μάθημα και συναντώνται στην πραγματική ζωή.

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει σημαντικά πλεονεκτήματα τόσο για τους μαθητές όσο και για τους εκπαιδευτικούς. Συμβάλλει στη βελτίωση των νοητικών και των γνωστικών δεξιοτήτων των μαθητών. Ακόμη, ενισχύει την ικανότητα αυτοέκφρασης, το ερευνητικό ενδιαφέρον των μαθητών, τη δημιουργικότητα, τις δεξιότητες διαχείρισης έργου, την επικοινωνία και τη συνεργασία, την επίλυση προβλημάτων και την αυτοπεποίθησή τους. Στις δεξιότητες που καλλιεργούνται μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής περιλαμβάνεται επίσης είναι η συνεργασία και η επίλυση προβλημάτων. Οι σχολικές εργασίες στις οποίες αξιοποιείται η ρομποτική έχει βρεθεί πως αναπτύσσει τις διαπροσωπικές δεξιότητες των μαθητών, την ανταλλαγή γνώσεων αλλά και τις σχέσεις συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς. Ακόμη, έχει διαπιστωθεί πως ενισχύει τα κίνητρα των μαθητών για τη μάθηση, τη δέσμευση και το ενδιαφέρον τους.

Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει διαπιστωθεί πως συμβάλλει στην ενίσχυση της ρευστότητας, της ευελιξίας, της καινοτομίας και της λεπτομερούς εξήγησης των μαθητών. Ακόμη, πως οι μαθητές εξασκούνται στις ηγετικές και κοινωνικές δεξιότητες, την επικοινωνία μέσω των πλατφόρμων και των μέσων ενημέρωσης, την αναγνώριση των συναισθημάτων και των ενδιαφερόντων τους και το τρόπο εργασίας εντός της ομάδας. Στο πλαίσιο της ρομποτικής οι μαθητές χρησιμοποιούν δημιουργικά τις δικές τους σκέψεις για να δημιουργήσουν ένα νέο ρομπότ, το οποίο αυξάνει την εφευρετικότητά τους. Μέσω αυτής οι μαθητές είναι ικανοί να λύσουν δύσκολα προβλήματα, να εξασκήσουν τις πνευματικές τους ικανότητες, να προετοιμαστούν για μελλοντικές ευκαιρίες εργασίας και να παρέχουν στους μαθητές

ευκαιρίες για ομαδική συνεργασία. Επιπλέον, η διδασκαλία με ρομποτική βοηθάει τους μαθητές να βελτιώσουν την προσοχή τους και να κατανοήσουν τη σύνδεση των μαθημάτων της φυσικής με ζητήματα της πραγματικής ζωής τους, να συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση, να χρησιμοποιήσουν οπτικές μεθόδους, να επαναλάβουν και να εξασκηθούν. Τέλος, ερευνητικά δεδομένα φανερώνουν πως η χρήση της ρομποτικής στη διαδικασία πραγματοποίησης πειραμάτων επιτρέπει στους μαθητές να κάνουν συνδέσεις με την πραγματική ζωή καθώς και άλλα πλαίσια.

Όπως προέκυψε από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και των Επιστημών ενσωματώνονται με γρήγορους ρυθμούς από τα ελληνικά σχολεία, ωστόσο η χρήση της ρομποτικής εξακολουθεί να κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα. Σε αυτό συμβάλλει τα εμπόδια που συναντώνται και περιορίζουν τη χρήση της. Ορισμένα από αυτά είναι η έλλειψη επαρκούς χρόνου για τον σχεδιασμό τέτοιου είδους έργων, η περιορισμένη διαθεσιμότητα τεχνολογικών πόρων, η ανεπαρκής πρόσβαση σε κατάλληλο λογισμικό/υλισμικό και η περιορισμένη ευελιξία του προγράμματος σπουδών. Ταυτόχρονα, η υποστήριξη από τη διοίκηση του σχολείου φαίνεται να αποτελεί παράγοντα που συμβάλλει στην ένταξη της ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία.

Σημαντικό εμπόδιο αποτελεί επίσης η απουσία ψηφιακού γραμματισμού στους εκπαιδευτικούς ως προς τη χρήση της ρομποτικής. Όπως διαπιστώνεται οι εκπαιδευτικοί δε γνωρίζουν σε πλήρη βαθμό τις διαθέσιμες τεχνολογίες και αρχές του ρομποτικού σχεδιασμού, έτσι ώστε να προβούν στις σωστές επιλογές για τους μαθητές τους. Δεν αισθάνονται άνετα μαζί τους εξαιτίας της έλλειψης κατάρτισης και του άγχους που προκαλείται από την έλλειψη γνώσης τους. Ωστόσο διαπιστώνεται πως οι εκπαιδευτικοί διατηρούν θετική στάση στην ιδέα ένταξης της ρομποτικής την εκπαιδευτική διαδικασία και αναγνωρίζουν τα οφέλη αυτής.

Ολοκληρώνοντας καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί εργαλείο μάθησης, το οποίο συμβάλλει στην καλλιέργεια διαφόρων γνώσεων και δεξιοτήτων των φυσικών επιστημών, που δίνουν τη δυνατότητα διαμόρφωσης των μελλοντικών καινοτομιών οι οποίες είναι απαραίτητες για την κοινωνία. Αυτές οι γνώσεις και οι δεξιότητες θα επιτρέψουν τους μαθητές να μετατρέψουν την καινοτομία και τη φαντασία σε πραγματικότητα, αλλά και να εντοπίσουν νέο τρόπο να εκφραστούν.



## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση

Δελή, Γ. Ι. (2012). Εκπαιδευτική αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και πληροφορικής. *6ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική της Πληροφορικής»*, (σσ. 263–272). Φλώρινα

Κόκκοτας, Π. & Πήλιουρας, Π. (2008). Επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη φύση της επιστήμης: η εμπειρία από τα ευρωπαϊκά προγράμματα «STeT» και «The MAP prOject», Στο Κουλαϊδής, Β. Αποστόλου, Α. Καμπουράκης, Κ. (Eds), *Η φύση των Επιστημών: Διδακτικές Προσεγγίσεις*, Αθήνα.

Κολιόπουλος, Δ. (2006). *Θέματα Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης*. Μεταίχμιο.

Κόλλιας, Α. (2021). *Προγραμματισμός & ρομποτική στο σχολείο και στο σπίτι*. Κάκτος.

Κουμαρά, Α. & Πολάτογλου, Χ. (2023). Διδασκαλία εννοιών Φυσικών Επιστημών και καλλιέργεια ήπιων δεξιοτήτων κατά την προετοιμασία μαθητών Δευτεροβάθμιας σε διαγωνισμό STEM. Τόμ. 13 (2024): *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: ΠΡΑΚΤΙΚΑ*. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/CoDiSTE/article/view/6845>

Μπεντεβίνου, Μ.-Α., Lefkos, I. & Fachantidis, N. (2021). Διερεύνηση της συνεισφοράς δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, στις απόψεις και την κατανόηση των μαθητών για τη δύναμη και τη ροπή. [https://www.researchgate.net/publication/353559068\\_Diereunese\\_tes\\_syneisphoras\\_d\\_rasterioteton\\_Ekpaideutikes\\_Rompotikes\\_stis\\_apopseis\\_kai\\_ten\\_katanoese\\_ton\\_math\\_eton\\_gia\\_te\\_dyname\\_kai\\_te\\_rope](https://www.researchgate.net/publication/353559068_Diereunese_tes_syneisphoras_d_rasterioteton_Ekpaideutikes_Rompotikes_stis_apopseis_kai_ten_katanoese_ton_math_eton_gia_te_dyname_kai_te_rope)

Ράπτης, Α. & Γαλανουδάκη- Ράπτη, Α. (2013). *Μάθηση και διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας*. ΑΘΗΝΑ.

Σπυροπούλου-Κατσάνη, Δ. (2002). *Διδακτικές και παιδαγωγικές προσεγγίσεις στις φυσικές επιστήμες: θεωρίες μάθησης, αναλυτικά προγράμματα και πρότυπα/μοντέλα*

διδασκαλίας, διδακτική αξιοποίηση του πειράματος. Σημειώσεις για τους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τυπωθήτω.

Τζιμογιάννης Α. (2017). *Ηλεκτρονική Μάθηση: Θεωρητικές προσεγγίσεις και εκπαιδευτικοί σχεδιασμοί*. Κριτική.

## **Ξενόγλωσση**

Afari, E. & Khine, M. (2017). ‘Robotics as an educational tool: Impact of lego Mindstorms. Int. J. Inf. Edu. Technol., 7(6), 437–442. DOI:10.18178/ijiet.2017.7.6.908.

Ali, N., Santos, I., AlHakmani, R., Abu-Khurma, O., Swe-Khine, M. & Kassem, U. (2023). Exploring technology acceptance: teachers’ perspectives on robotics in teaching and learning in the UAE. *Contemporary Educational Technology*, 15,469-475., <https://doi.org/10.30935/cedtech/13646>

Altin, H. & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *J. Baltic Sci. Edu.*,12(3), 365-377.

Amador-Terron, S., Carvalho, J. & Melo, L. (2022). Enseñanza ~ de matemáticas con el apoyo de la robótica: Opinión ~ de futuros/as docentes de Educación ~ Primaria. “Teaching mathematics with the support of robotics: The opinion of future primary school teachers”, *Revista Prisma Social*,11,114–136. <https://revistaprismasocial.es/article/view/4770>.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71

Alimisis, D. (2012). Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Robotics in Education*.

Amanatiadis, A., Kaburlasos, V., Dardani, C. & Chatzichristofis, S. (2017). ‘Interactive social robots in special education. In *Proc. IEEE 7th Int. Conf. Consum. Electron. Berlin (ICCE-Berlin)*, pp. 126–129.

Atmatzidou, S. & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75(B), 661-670. <https://doi.org/10.1016/j.robot.2015.10.008>.

Angel-Fernandez, J. & Vincze, M. (2018). Towards a formal definition of educational robotics. *Proc. Austrian Robot Workshop*, 3(1), 37-48.

Araujo, A. & Silva, I. P. (2020). Maker culture and educational robotics in physics teaching: developing an automated traffic light in high school. *Journal of Research and Knowledge Spreading*, 1(1), e11654. <https://doi.org/10.20952/jrks1111654>.

Badeleh, A. (2019). The effects of robotics training on students' creativity and learning in physics. *Education and Information Technologies*, 4(8), 10-26. doi:10.1007/s10639-019-09972-6.

Barták, R., Svancara, J., Skopková, V. & Nohejl, D. (2018). Multi-agent Path finding on real robots: First experience with ozobots. In *Proc. 16th IberoAmer. Conf. AI*, 11238, pp. 290–301.

Belmonte, J., Sanchez, M. & Bújez, M.T. (2019). Herramientas roboticas ´ para la dinamizacion ´ de nuevos espacios educativos. Robotic tools for the dynamization of new educational spaces. *Campus Virtuales*, 8(1), 63–73. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/392>.

Benitti, F.B.V. & Spolaôr, N. (2017). How Have Robots Supported STEM Teaching? *Robotics in STEM Education*, 1(1), 103–129. DOI:10.1007/978-3-319-57786-9\_5.

Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E. & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>.

Binstock, A. (2015). Java's 20 Years of Innovation. <https://web.archive.org/web/20160314102242/http://www.forbes.com/sites/oracle/2015/05/20/javas-20-years-of-innovation/#65963e361d79>.

Cabello, S. & Carrera, J. (2017). Diseno ~ y validacion ´ de un cuestionario para conocer las actitudes y creencias del profesorado de educacion ´ infantil y primaria

sobre la introducción de la robótica educativa en el aula. *Revista Electronica de Tecnología Educativa*, 60(1), 1–22.

Chalmers, C., Keane, T., Boden, M. & Williams, M. (2022). Humanoid robots go to school. *Education and Information Technologies*, 27, 7563–7581. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10913-z>.

Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>.

Chambers, M., & Carbonaro, P. (2003). Designing, Developing, and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 11(2), 209–241.

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. DOI:10.1016/j.compedu.2018.07.020.

Chen, Y., Chang, C., & Tseng, K. (2015). *The instructional design of integrative STEM curriculum: A pilot study in a robotics summer camp*. In International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL). DOI:10.1109/ICL.2015.7318142.

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. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>.

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. DOI:10.3390/informatics6040043.

Cho, J. & Martinez, L. (2014). *Statistics in MATLAB: A Primer*. Chapman & Hall/CRC Computer Science & Data Analysis. CRC Press.

Ciletti, D. (2011). *Advanced Digital Design with Verilog HDL*. Prentice Hall.

- Clements, D. & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Math. Thinking Learn.*, 6(2), 81–89. [https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0602_1).
- Correll, N., Wailes, C. & Slaby, S. (2012). ‘A one-hour curriculum to engage middle school students in robotics and computer science using cubelets. *Proc. 11th Int. Symp. Distrib. Auto. Robotic Syst.*, 104, 165–176.
- Cuperman, D. & Verner, I. (2013). Learning through creating robotic models of biological systems. *Int J Technol Des Educ.*, 23, 849–866. DOI 10.1007/s10798-013-9235-y.
- Daniela, L. & Lytras, M. (2019). Educational Robotics for Inclusive Education. *Technology, Knowledge and Learning*, 24, 219–225. <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9397-5>.
- David, G. A. (2018). *Introduction to mechatronics and measurement systems*. McGrawill Education.
- De Vries, M. (2018). *Handbook of Technology Education*. Springer.
- Demetriou, G., Lambrou, A., Eteokleous, N. & Sisamos, C. (2013). The Engino Robotics Platform (ERP) controller for education. In *21st Mediterranean Conference on Control and Automation, MED 2013 - Conference Proceedings*. 567-572. 10.1109/MED.2013.6608778.
- Di Castro, M., Manuel F. & Alessandro M. (2018). *CERNTAURO: A Modular Architecture for Robotic Inspection and Telemanipulation in Harsh and Semi-Structured Environments*. IEEE.
- Di Lieto, M. C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, F., Cioni, G., Dell'Omo, M., Laschi, C., Pecini, C., Santerini, G., Sgandurra, G., & Dario, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers in Human Behavior*, 71, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.018>.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robot. Auto. Syst.*, 75, 692–699. DOI:10.1016/j.robot.2015.05.013.
- Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. *Proc. Soc. Inf. Technol. Teacher Educ. Int. Conf.*, 2010, 4006–4014.

Elkin, M., Sullivan, A. & Bers, M. (2016). Programming with the KIBO robotics kit in preschool classrooms. *Comput. Schools*,33(3),169–186. DOI:10.1080/07380569.2016.1216251.

Erduran, S. & Dagher, Z. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education: Scientific Knowledge, Practices and Other Family Categories*. Springer.

Evripidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A., Zinonos, Z. & Chatzichristofis, S. (2020). Educational Robotics: Platforms, Competitions and Expected Learning Outcomes. *IEEE Access*,8. 219534-219562. 10.1109/ACCESS.2020.3042555.

Fonseca, J., Soares G. de Lima, Pedro, V., Bezerra, M., Teixeira, J. – M. & Cerquinho C. -J. P. (2018). Turning Pololu 3Pi into a Multi-Programming Platform. In *Latin American Robotic Symposium, 2018 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2018 Workshop on Robotics in Education (WRE)*. 562-568. 10.1109/LARS/SBR/WRE.2018.00103.

Gabriele, L., Tavernise, A. & Bertacchini, F. (2012). Active Learning in a Robotics Laboratory with University Students. In Wankel, C. and Blessinger, P. (Ed.) *Increasing Student Engagement and Retention Using Immersive Interfaces: Virtual Worlds, Gaming, and Simulation*. Emerald Group Publishing Limited, 315-339. [https://doi.org/10.1108/S2044-9968\(2012\)000006C014](https://doi.org/10.1108/S2044-9968(2012)000006C014).

Gouaillier, D., Hugel, V., Blazevic, P., Kilner, C., Monceaux, J., Lafourcade, P., Marnier, B., Serre, J. & Maisonnier, B. (2009). Mechatronic design of NAO humanoid. In *Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Autom.*

Guy, S. & Richard, G. (2006). The evolution of Lisp. <https://web.archive.org/web/20061012010042/http://www.dreamsongs.com/NewFiles/HOPL2-Uncut.pdf>

Hamner, E., Cross, J., Zito, L., Bernstein, D. & Mutch-Jones, K. (2016). Training teachers to integrate engineering into non-technical middle school curriculum. In *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*. 10.1109/FIE.2016.7757528.

Heljakka, K., Saarikoski, P., Ihamäki, P., & Tuomi, P. (2020). Gamified Coding: Toy Robots and Playful Learning in Early Education. *International Conference on*

*Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)*, Las Vegas, Nevada. 10.1109/CSCI49370.2019.00152.

Herald, C. (2019). Sphero robots and the periodic table. *Science Scope*, 43(4), 53-57.

Highfield, K., & Mulligan, J. (2009). Young children's embodied action in problem-solving tasks using robotic toys. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonidis (Eds.), *PME 33: proceedings of the 33rd conference of the international group for the psychology of mathematics education*, (pp. 169-176). PME Conference Proceedings).

Hodges, C., Gale, J. & Meng, A. (2016). Teacher Self-Efficacy During the Implementation of a Problem-Based Science Curriculum. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 16, 434–451.

Hoz, A., Melo, L., Cañada, F. & Cubero, J. (2024). Educational robotics for science and mathematics teaching: Analysis of pre-service teachers' perceptions and self-confidence. *Heliyon*, 10(21), e40032. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e40032.

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. DOI:10.18510/hssr.2019.7222.

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? *12<sup>TH</sup> International Conference “Modern science, business and education”*. Varna University of Management, Bulgaria.

Irzik, G. & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science. *Education, Science & Education*, 20, 591-607.

Janka, P. (2008). ‘Using a programmable toy at preschool age: Why and how. Proc. Teaching With Robot., Didactic Approaches Exper.. *Workshop Int. Conf. Simulation, Modeling Program. Auto. Robots*. Pp. 112–121.

Karypi, S. (2018). Educational Robotics Application in Primary and Secondary Education: A Challenge for the Greek Teachers Society. *Journal of Contemporary Education, Theory & Research*, 2(1), 9-14. [10.5281/zenodo.3598423](https://doi.org/10.5281/zenodo.3598423). [hal-02480416](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02480416).

Kaygisiz, G., Üzümcü, Ö. & Uçar, F. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *İlköğretim Online*, 19, 1200-1213. [10.17051/ilkonline.2020.728020](https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.728020).

Kazakoff, E. & Bers, m., (2012). 'Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *J. Educ. Multimedia Hypermedia*, 21(4), 371–391.

Kee, D. (2011). Educational Robotics—Primary and Secondary Education [Industrial Activities]. *IEEE Robot. Automat. Mag.*, 18, 16-19. [10.1109/MRA.2011.943231](https://doi.org/10.1109/MRA.2011.943231).

Kert, S. B., Erkoc, M. F., & Yeni, S. H. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills And Creativity*, 38, 9-29. [doi:10.1016/j.tsc.2020.100714](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100714).

Khanlari, A. (2013). Effects of educational robots on learning STEM and on students' attitude toward STEM. *Proc. IEEE 5th Conf. Eng. Edu. (ICEED)*, pp. 62–66.

Kubínová, V. & Šlégr, J. (2015). Physics demonstrations with the arduino board. *Phys. Edu.*, 50(4), 472-489. DOI:10.1088/0031-9120/50/4/472.

Kucuk, S., & Sisman, B. (2020). Students' Attitudes towards Robotics and STEM: Differences Based on Gender and Robotics Experience. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 1, 23-24, 100167. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100167>.

Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In Abel, S.K. and Lederman, N.G. (Eds), *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum Associates (pp.831-880). New Jersey.

Li, Y. & Leeser, M. (1995). HML: An innovative hardware description language and its translation to VHDL. *Proceedings of ASP-DAC'95/CHDL'95/VLSI'95 with EDA*



*Technofair*. pp. 691–696. [doi:10.1109/ASPDAC.1995.486388](https://doi.org/10.1109/ASPDAC.1995.486388). ISBN 4-930813-67-0. [S2CID 14198160](https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3845513/v1).

Li, J., Lu, Y., Xu, Y., Liu, C., Tu, Y., Ye, S., Liu, H., Xie, Y., Qian, H., & Zhu, X. (2018). AIR-Chem: Authentic Intelligent Robotics for Chemistry. *The Journal of Physical Chemistry A*, 122, 9142–9148. <https://doi.org/10.1021/acs.jpca.8b10680>.

Lim, K. Y., Bahri, N. A., & Goh, W. Y. (2020). Integrating Robotics Technology into Chemistry Education: A Multi-Case Study. *Journal of Chemical Education*, 97(6), 1571- 1578. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c00018.

Liu, J., Golonka, E., & Curin, A. (2019). Enhancing chemistry learning through robotics. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 247-253. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3845513/v1>.

Lotrieta, H. & Gouwsa, P. (2024). Using Educational Robotics in Chemistry Education: A Systematic Review. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 32(4), 44-60.

Lu, Y., Xu, Y., & Zhu, X. (2021). Designing and Implementing VR 2 E 2 C, a Virtual Reality Remote Education for Experimental Chemistry System. *Journal of Chemical Education*, 1(1), 2720–2725. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00439>.

McComas, W. (2020). A Typology of Approaches for the Use of History of Science in Science Instruction, In W. McComas (Ed), *Nature of Science in Science Instruction: Rationales and Strategies* (pp. 527-550). Springer Nature.

Menon, V. (2023). 20 years of the default mode network: A review and synthesis. *Neuron*, 111, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.04.023>

Merdan, M., Lepuschitz, W., Koppensteiner, G. & Balogh, R. (2016). *Robotics in education: Research and practices for robotics in STEM Education*. Springer.

Gonçalves, P., Torres, P., Alves, C., Mondada, F., Bonani, M., Raemy, X., Pugh, J., Cianci, C., Klapotcz, A., Magnenat, S., Zufferey, J.-C., Floreano, D. & Martinoli, A.. (2009). The e-puck, a Robot Designed for Education in Engineering. *Proceedings of the 9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions*. Pp. 1-34.

Morales-Menendez, R., Garcia-Méndez, A., & Zizumbo-Villarreal, L. (2016). Design of a robotic system for teaching the periodic table to visually impaired students.

*Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 82(1), 139-155. DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3845513/v1>.

Nabeel, N., Latifee, H., Naqi, O., Aqeel, K., Huzaifa, M. & Khurram, M., (2017). Robotics education methodology for K-12 students for enhancing skill sets prior to entering university. *Proc. IEEE Int. Conf. Robot. Biomimetics (ROBIO)*. pp. 1702–1707.

Nemiro, J. (2023). Virtual teams. In R. Reiter-Palmon & S. Hunter, *Handbook of Organizational Creativity* (pp. 269-290). Academic Press.

Nocks, L. (2007). *The robot : the life story of a technology*. Greenwood Publishing Group.

Nørskov, M. (2009). The Robot: The Life Story of a Technology - by Lisa Nocks. *Centaurus*, 51,(4), 323-324.

Ntemngwa, C. & Oliver, J.S. (2018). The Implementation of Integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using Robotics in the Middle School Science Classroom. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(1), 12-40. DOI:10.18404/ijemst.380617.

Ogegbo, A. & Ramnarain, U. (2022). A systematic review of computational thinking in science classrooms. *Stud. Sci. Educ.*, 58, 203–230. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.1963580>.

Ospennikova, E., Ershovb, M., Iljin, I. (2015). Educational robotics as an innovative educational technology. *Procedia-Social Behav. Sci.*, 214, 18–26. DOI:10.1016/j.sbspro.2015.11.588.

Pisarov, J. & Mester, G. (2019). ‘Programming the mbot robot in school. *Proc. MechEdu Conf. Workshop*, 1–4.

Peñalvo, F. J. G., Hughes, J., Rees, A., Jormanainen, I., Toivonen, T., Reimann, D., Tuul, M., Virnes, M. (2015). Evaluation of existing resources (study/analysis). KA2 Project ‘TACCLE 3–Coding’, *Tech. Rep.* DOI: 1-BE02-KA201-012307.

Sáez-López, J.-M., Sevillano-García, M.-L. & Vazquez-Cano, E. (2019). The effect of programming on primary school students’ mathematical and scientific understanding:

educational use of mBot. *Educational Technology Research and Development*. 67. 10.1007/s11423-019-09648-5.

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.<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.003>.

Sánchez, H., Martínez, L. S., & González, J. D. (2019). Educational robotics as a teaching tool in higher education institutions: A bibliographical analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1391(1), 12-128).

Sapounidis, T. & Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: a review of technologies and some educational considerations.

[https://www.researchgate.net/profile/T-Sapounidis/publication/346588762 Educational robotics for STEM A review of t echnologies and some educational considerations/links/5fc8c26345851568d1370bca/Educational-robotics-for-STEM-A-review-of-technologies-and-some-educational-considerations.pdf](https://www.researchgate.net/profile/T-Sapounidis/publication/346588762_Educational_robotics_for_STEM_A_review_of_t echnologies_and_some_educational_considerations/links/5fc8c26345851568d1370bca/Educational-robotics-for-STEM-A-review-of-technologies-and-some-educational-considerations.pdf)

Savard, K. (2015). Teachers' talk about robotics: where is the mathematics?. *Proceeding of the 38th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. pp. 540–546.

Scaradozzi, D., Screpanti, L. & Cesaretti, L. (2019). Towards a Definition of Educational Robotics: A Classification of Tools. *Experiences and Assessments*, 7(3), 98-110. 10.1007/978-3-030-19913-5\_3.

Schorow, S. (2007). *Creating from Scratch*. MIT News.

Sentance, S., Waite, J., Hodges, S., MacLeod, E. & Yeomans, L. (2017). 'Creating cool stuff' pupils' experience of the BBC micro: Bit. *Proc. ACM SIGCSE Tech. Symp. Comput. Sci. Edu.*, pp. 531–536.

Shell, S. (2014). An introduction to Python for scientific computing. <https://web.archive.org/web/20190204014642/https://engineering.ucsb.edu/~shell/che210d/python.pdf>

Spolaôr, N. & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97-107.

Strawhacker, A. & Bers, M. (2015). I want my robot to look for food': Comparing kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces. *Int. J. Technol. Design Edu.*,25(3), 293–319. DOI:10.1007/s10798-014-9287-7.

Tapus, A., Peca, A., Amir, A., Costescu, C., Jisa, L., Pintea, S., Rusu, A. & David, D. (2012). Children with autism social engagement in interaction with Nao, an imitative robot – A series of single case experiments. *Interaction Studies*. 13. 10.1075/is.13.3.01tap.

Tarrés-Puertas, M. I., Merino, J., Vives-Pons, J., Rossell, J. M., Pedreira Álvarez, M., Lemkow-Tovias, G., & Dorado, A. D. (2022). Sparking the Interest of Girls in Computer Science via Chemical Experimentation and Robotics. *The Qui-Bot H2O Case Study. Sensors*, 22(10), 3719. <https://doi.org/10.3390/s22103719>

Theodoropoulos, A., Antoniou, A. & Lepouras, G. (2016). How Do Different Cognitive Styles Affect Learning Programming? Insights from a Game-Based Approach in Greek Schools. *ACM Transactions on Computing Education*. 17. 1-25. 10.1145/2940330.

Torgersen, M. (2008). New features in C# 4.0 Microsoft. <https://web.archive.org/web/20120103195731/http://code.msdn.microsoft.com/csharp/future/Release/ProjectReleases.aspx?ReleaseId=1686>

Turchi, C., Aleotti, J., & Caselli, S. (2020). Educational robotics and tangible programming tools. A review. *Robotics*, 9(2),506-511. DOI:10.1007/978-3-319-55553-9\_16.

Valko, N. V., & Osadchyi, V. V. (2021). Teaching robotics to future teachers as part of education activities. *Journal of physics: Conference series*, 1946(1), 12-16.

Verner, I. M., & Revzin, L. B. (2019). *Robotics in School Chemistry Laboratories*. Springer.

Verner, I. M. & Revzin, L. B. (2010). Automation of manual operation in a high school chemistry laboratory: characteristics and students' perceptions. *The Chemical Educator*, 15(1), 141-145. <https://doi.org/10.1333/s00897102255a>.

Yang, G.-Z., Nelson, B. J., Murphy, R. R., Choset, H., Christensen, H., Collins, S. H., et al. (2020). Combating covid-19—the role of robotics in managing public health and infectious diseases. *Science of robotic*, 5(40), eabb5589. doi:10.1126/scirobotics.abb5589

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. DOI:10.1007/s10763-018-09939-y.

### **Υπουργικές Αποφάσεις**

Υπουργική Απόφαση 74181/Δ2/2020 - ΦΕΚ 2338/Β/15-6-2020. Ωρολόγιο πρόγραμμα των μαθημάτων των Α', Β' και Γ' τάξεων του Γενικού Λυκείου.

Υπουργική Απόφαση 21072α/Γ2/2003 - ΦΕΚ 303/Β/13-3-2003. Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ) και Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών (Α.Π.Σ) Δημοτικού - Γυμνασίου: α) Γενικό Μέρος β) Δ.Ε.Π.Π.Σ και Α.Π.Σ. Ελληνικής Γλώσσας, Νεοελληνικής Λογοτεχνίας, Αρχαίας Ελληνικής Γλώσσας και Γραμματείας, Εικαστικών, Σπουδών Θεάτρου, Θρησκευτικών, Ιστορίας, Κοινωνικής και Πολιτικής Αγωγής, Μαθηματικών, Μελέτης Περιβάλλοντος.

Υπουργική Απόφαση 72323/Δ2- ΦΕΚ 2265/Β/12-06-2020. Ωρολόγιο Πρόγραμμα των μαθημάτων των Α', Β', Γ' τάξεων του Ημερήσιου Γυμνασίου και το Ωρολόγιο Πρόγραμμα των μαθημάτων των Α', Β', Γ' τάξεων του Εσπερινού Γυμνασίου.