

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες: Διδακτικά Σενάρια- Αριστέα Τσουμάνα



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για
την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές
επιστήμες: Διδακτικά Σενάρια**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Αριστέας Τσουμάνα

(ΑΕΜ:136)

Επιβλέπων : κος Μιχάλας Άγγελος
Καθηγητής

Καστοριά, Ιούλιος - 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

**Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για
την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές
επιστήμες: Διδακτικά Σενάρια**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

Αριστέας Τσουμάνα

(ΑΕΜ: 136)

Επιβλέπων : κος **Μιχάλας Άγγελος**
Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την.....

Μιχάλας Άγγελος
Καθηγητής

Βέργαδος Δημήτριος
Επίκουρος Καθηγητής

Δημόκας Νικόλαος
Επίκουρος Καθηγητής

Καστοριά, Ιούλιος – 2022

Copyright © 2022 – Αριστέα Τσουμάνα

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Σ' αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές στο Διδρυματικό ΠΜΣ «Προηγμένες Τεχνολογίες Πληροφορικής και Υπηρεσίες» με ειδίκευση στις «Τεχνολογίες της Πληροφορικής και των Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση», του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας και του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Πειραιώς. Μου προσέφεραν γνώσεις και μου έδωσαν εφόδια για το μέλλον.

Επίσης, οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Μιχάλα Άγγελο, ο οποίος ήταν ο καθηγητής της εργασίας μου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Για την καθοδήγησή τους και τη συνεργασία που είχαμε κατά το διάστημα των σπουδών μου στην εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας τον κ. Χυτήρη Χρήστο και την κα Γκόλα Κλεοπάτρα.

Τέλος, τη μαμά μου που με παρακίνησε να εγγράφω στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα, το μπαμπά μου για την ηθική υποστήριξη και όλους όσους στάθηκαν δίπλα μου καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση πρωτογενών και δευτερογενών δεδομένων σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες. Πιο αναλυτικά, σκοπός της εργασίας είναι να αναδειχθεί η σημασία και η αναγκαιότητα της εφαρμογής της ρομποτικής εκπαίδευσης στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή στο νηπιαγωγείο και στο δημοτικό, έτσι ώστε να αυξηθεί η εμπλοκή των μαθητών με τις έννοιες και τις διαδικασίες των φυσικών επιστημών. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση και την κατάρτιση των προτεινόμενων διδακτικών σεναρίων διαπιστώθηκε ότι η ρομποτική πρέπει και να απαραίτητο να εφαρμοστεί εντός της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς τα οφέλη που θα προκύψουν είναι αναρίθμητα για τους μαθητές, τους εκπαιδευτικούς, του σχολείου, την σχολική κοινότητα, αλλά και την κοινωνία.

Λέξεις Κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, μέσο ώθησης, εμπλοκή, μαθητή, θετικές επιστήμες, διδακτικά σενάρια.

Abstract

The aim of this paper is to review the literature of primary and secondary data on educational robotics as a means of boosting student engagement with science. More in detail, the purpose of the work is to highlight the importance and necessity of applying robotic education in the context of primary education, that is, in kindergarten and elementary school, so as to increase the involvement of students with the concepts and processes of natural sciences. Through the literature review and the preparation of the proposed teaching scenarios, it was found that robotics must and must be implemented within primary education, as the benefits that will arise are innumerable for students, teachers, the school, the school community, but and society.

Key Words: educational robotics, propulsion, engagement, student, science, teaching scenarios.

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή.....	15
2.	Θεωρητικό Πλαίσιο.....	17
2.1	Η εκπαιδευτική ρομποτική	17
2.2	Η εκπαίδευση STEM.....	18
2.3	Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες	20
2.4	Προγενέστερη Ερευνητική Δραστηριότητα	27
3.	Προτεινόμενα Διδακτικά Σενάρια.....	36
3.1	Πρώτο διδακτικό σενάριο.....	36
3.1.1	Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης	36
3.1.2	Υλικά.....	37
3.1.3	Διαδικασία.....	37
3.1.4	Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου.....	43
3.1.5	Ρούμπρικα Αξιολόγησης.....	44
3.2	Δεύτερο διδακτικό σενάριο	46
3.2.1	Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης	46
3.2.2	Υλικά.....	48
3.2.3	Διαδικασία.....	48
3.2.4	Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου.....	55
3.2.5	Ρούμπρικα Αξιολόγησης.....	55
3.3	Τρίτο διδακτικό σενάριο.....	57
3.3.1	Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης	57
3.3.2	Υλικά.....	58
3.3.3	Διαδικασία.....	58
3.3.4	Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου.....	73
3.3.5	Ρούμπρικα Αξιολόγησης.....	73

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα- Περιορισμοί της έρευνας-Μελλοντικές Ερευνητικές Προτάσεις.....	75
5. Αναφορές.....	78

Λίστα Εικόνων

Εικόνα 1: Φύλλο Εργασίας για τους σεισμούς-Κατασκευάστηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της μελέτης.	38
Εικόνα 2: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	40
Εικόνα 3: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	41
Εικόνα 4: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	42
Εικόνα 5: Παράδειγμα κώδικα για τη δραστηριότητα με τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	42
Εικόνα 6: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	46
Εικόνα 7: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	47
Εικόνα 8: Φύλλο Εργασίας για την κατασκευή του ρομποτικού βραχίονα-Κατασκευάστηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της μελέτης.	49
Εικόνα 9: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [63] .	50
Εικόνα 10: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [61]	51
Εικόνα 11: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [61]	52
Εικόνα 12: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	53
Εικόνα 13: Παράδειγμα κώδικα για τη δραστηριότητα με τον ρομποτικό βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.	53
Εικόνα 14: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.	59
Εικόνα 15: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.	60
Εικόνα 16: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.	61

Εικόνα 17: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	62
Εικόνα 18: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	63
Εικόνα 19: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	64
Εικόνα 20: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	64
Εικόνα 21: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	65
Εικόνα 22: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	65
Εικόνα 23: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	66
Εικόνα 24: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	67
Εικόνα 25: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	68
Εικόνα 26: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	69
Εικόνα 27: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	69
Εικόνα 28: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	70
Εικόνα 29: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	71
Εικόνα 30: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.....	72

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το πρώτο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.	45
Πίνακας 2: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το δεύτερο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.	56
Πίνακας 3: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το τρίτο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο..	74

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η ρομποτική στην εκπαίδευση έχει αναδειχθεί ως μια διεπιστημονική, βασισμένη σε έργα, μαθησιακή δραστηριότητα που βασίζεται κυρίως στα Μαθηματικά, την Επιστήμη και την Τεχνολογία και προσφέρει σημαντικά νέα οφέλη στην εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα [1, 2]. Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση έχει ως στόχο να δώσει τη δυνατότητα στους μαθητές να ελέγχουν τη συμπεριφορά ενός απτού μοντέλου μέσω ενός εικονικού περιβάλλοντος. Πολύ συχνά αυτές οι προσπάθειες περιορίζονται απλώς στην εισαγωγή της τεχνολογίας της ρομποτικής (ακολουθώντας το αξίωμα «όσο πιο προχωρημένο τόσο το καλύτερο») στην εκπαίδευση και υποτιμούν τον ρόλο της παιδαγωγικής που θα πρέπει να υποστηρίξει κάθε τέτοια προσπάθεια [3].

Ωστόσο, η επιτυχής εισαγωγή μιας εκπαιδευτικής καινοτομίας, όπως η ρομποτική, δεν είναι μόνο θέμα πρόσβασης στις νέες τεχνολογίες. Όσο σημαντικές κι αν είναι οι τεχνολογικές εξελίξεις στην ανάπτυξη της ρομποτικής, το πραγματικό θεμελιώδες ζήτημα από εκπαιδευτική άποψη δεν είναι η ίδια η τεχνολογία. Είναι η εκπαιδευτική θεωρία και το πρόγραμμα σπουδών που καθοδηγούν τη χρήση της ρομποτικής σε οποιοδήποτε εκπαιδευτικό πλαίσιο. Το ρομπότ είναι απλώς ένα άλλο εργαλείο και είναι η εκπαιδευτική θεωρία που θα καθορίσει τον μαθησιακό αντίκτυπο που προέρχεται από ρομποτικές εφαρμογές [4].

Η ευθυγράμμιση με τις θεωρίες της μάθησης, η σωστή εκπαιδευτική φιλοσοφία, τα καλά σχεδιασμένα προγράμματα σπουδών και τα υποστηρικτικά περιβάλλοντα μάθησης είναι μερικά από τα σημαντικά στοιχεία που οδηγούν κάθε εκπαιδευτική καινοτομία, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής, στην επιτυχία [4].

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση πρωτογενών και δευτερογενών δεδομένων σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες. Πιο αναλυτικά, σκοπός της εργασίας είναι να αναδειχθεί η σημασία και η αναγκαιότητα της εφαρμογής της ρομποτικής εκπαίδευσης στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή στο νηπιαγωγείο και στο δημοτικό, έτσι ώστε να αυξηθεί η εμπλοκή των μαθητών με τις

έννοιες και τις διαδικασίες των φυσικών επιστημών. Το πρώτο μέρος της εργασίας, λοιπόν, θα αφορά την θεωρητική πλαισίωση της μελέτης ενώ το δεύτερο θα περιλαμβάνει προτεινόμενα διδακτικά σενάρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μαθητές νηπιαγωγείου και δημοτικού με στόχο την αύξηση της ενεργής εμπλοκής και της κινητοποίησης του ενδιαφέροντος των μαθητών.

Το *δεύτερο κεφάλαιο* που ακολουθεί την εισαγωγή θα περιλαμβάνει το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας με αναφορές στην αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής, αλλά και της εκπαίδευσης STEM. Συν τοις άλλοις, θα παρουσιαστούν δεδομένα για την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες, αλλά και η προγενέστερη ερευνητική δραστηριότητα που αφορά το υπό μελέτη ζήτημα.

Το *τρίτο κεφάλαιο* της παρούσας εργασίας θα αφορά την παρουσίαση των προτεινόμενων διδακτικών σεναρίων, με αναφορά στους στόχους της διδασκαλίας-μάθησης, στα υλικά, στη διαδικασία, στην περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου και στον τρόπο αξιολόγησης μέσω της ρούμπρικας.

Τέλος, το *τέταρτο κεφάλαιο* της εργασίας θα περιλαμβάνει τη συζήτηση-συμπεράσματα, τους περιορισμούς της έρευνας και τις μελλοντικές ερευνητικές προτάσεις.

2. Θεωρητικό Πλαίσιο

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνητικών και θεωρητικών δεδομένων με στόχο την θεωρητική πλαισίωση της μελέτης και την ανάδειξη της σημασίας και της αναγκαιότητας εφαρμογής της ρομποτικής εκπαίδευσης ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες.

2.1 Η εκπαιδευτική ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική είναι ένα εκπαιδευτικό εργαλείο που ενδείκνυται για τη διδασκαλία Επιστημών, Τεχνολογίας, Μηχανικής και Μαθηματικών (STEM) και Επιστήμης Υπολογιστών σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης [5]. Ο Papert [6] ήταν πρωτοπόρος στη χρήση των υπολογιστών και των ρομπότ ως τρόπο μάθησης. Πίστευε στη μάθηση με τη δημιουργία, όπου οι μαθητές ενθαρρύνονταν να ανακαλύψουν και να οικοδομήσουν γνώση μέσω πρακτικών δραστηριοτήτων. Επιπλέον, αρκετές μελέτες έχουν δείξει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική είναι μια προσέγγιση για την τόνωση της ανάπτυξης διαφόρων δεξιοτήτων, όπως η ομαδική εργασία, ο λογικός συλλογισμός, η κριτική σκέψη και η δημιουργικότητα [7]. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι μια διεπιστημονική προσέγγιση που περιλαμβάνει σχεδιασμό, συναρμολόγηση και χρήση ρομπότ, εφαρμόζοντας αρχές της μηχανικής, των υπολογιστών, των μαθηματικών, της φυσικής, μεταξύ άλλων επιστημών.

Τα εκπαιδευτικά οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής παρέχονται από κιτ ρομποτικής και λογισμικό προκειμένου να διευκολυνθεί ο προγραμματισμός των κατασκευασμένων ρομπότ. Επί του παρόντος, υπάρχουν πολλά κιτ ρομποτικής διαθέσιμα για χρήση, όχι μόνο ανοιχτού κώδικα, όπως το Arduino αλλά και τα LEGO® Mindstorms® και Fischertechnik. Το LEGO® Mindstorms® χρησιμοποιείται ευρέως σε σχολεία σε όλο τον κόσμο. Σύμφωνα με ερευνητές το LEGO Mindstorms είναι ίσως το πιο δημοφιλές κιτ ρομποτικής αρθρωτής, που βασίζεται στα διάσημα τούβλα και με ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών» [8]

Το LEGO® Mindstorms® NXT ή το EV3 προωθεί την εκπαίδευση τόσο με το φυσικό του μέρος, δομώντας στοιχεία, όσο και στο οπτικό περιβάλλον προγραμματισμού LabVIEW, ενώ προγραμματίζει τα ρομπότ. Σύμφωνα με τους Chambers et al. [9] οι δραστηριότητες που βασίζονται σε δομικά στοιχεία έχουν

βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες των ταχυτήτων και της ταχύτητας του οχήματος, για παράδειγμα. Το περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού LabVIEW παρέχει διασκεδαστική και άμεση εκμάθηση προγραμματισμού και επιπλέον διεγείρει την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης [10].

2.2 Η εκπαίδευση STEM

Ο όρος STEM εκπαίδευση έχει περιγραφεί σε πολλές περιπτώσεις ως διαφορούμενος. Οι διαφορετικές αντιλήψεις αυτού του αναδυόμενου εκπαιδευτικού μοντέλου οφείλονται ίσως στο (επιστημονικό, ακαδημαϊκό, εκπαιδευτικό ή/και πολιτικό) πλαίσιο στο οποίο χρησιμοποιείται [11], τη γεωγραφική θέση [12] και τη θεωρητική του βάση [13]. Η εκπαίδευση STEM, λοιπόν, ακολούθησε έναν περίπλοκο διδακτικό μετασχηματισμό, δημιουργώντας διάφορες εκπαιδευτικές εμπειρίες. Αν και η θεωρητική του δέσμευση ακολουθεί την ίδια εκπαιδευτική προσέγγιση, στην πράξη έχουν προκύψει ουσιαστικές διαφορές [14].

Παράλληλα με το ευρύ φάσμα των εκπαιδευτικών ορισμών STEM, ορισμένοι διαφέρουν από άλλους ως προς τη σημασία τους, είναι το κύριο σημάδι της πρώιμης ανάπτυξής του. Από μια πιο συντηρητική σε μια πιο καινοτόμο θέση, αυτοί οι τέσσερις ορισμοί παρέχουν στοιχεία για το κύριο πρόβλημα που παρουσιάζει η εκπαίδευση STEM (ασάφεια):

- Το επίκεντρό της εκπαιδευτικής προσέγγισης είναι η επίλυση προβλημάτων που βασίζονται σε έννοιες και διαδικασίες από την επιστήμη και τα μαθηματικά, οι οποίες ενσωματώνουν τις στρατηγικές που εφαρμόζονται στη μηχανική και τη χρήση της τεχνολογίας [15]

- Είναι μια προσέγγιση που ενσωματώνει δύο ή περισσότερες περιοχές STEM και/ή ένα ή περισσότερα μαθήματα σπουδών [13].

- Είναι μια προσέγγιση που επιδιώκει να διδάξει περιεχόμενο από δύο ή περισσότερους τομείς STEM, πλαισιωμένους σε πραγματικό πλαίσιο, έτσι ώστε να συνδέσει το αντικείμενο με την καθημερινή ζωή των μαθητών [13].

- Είναι ένας μετα-επιστημονικός κλάδος που βασίζεται σε πρότυπα μάθησης όπου η διδασκαλία έχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση. Το συγκεκριμένο

περιεχόμενο αυτού του κλάδου δεν διαχωρίζεται και χρησιμοποιεί δυναμικές και ρευστές μεθόδους διδασκαλίας, μια προοπτική που βρίσκεται επίσης στον Zollman [16].

Ίσως ο ορισμός της εκπαίδευσης STEM που προτείνεται από τον Sanders [13] αντιπροσωπεύει το πιο ανοιχτό μοντέλο, καθώς περιλαμβάνει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης των τομέων STEM με άλλα μαθήματα σπουδών (τέχνες, γλώσσα, ιστορία, κ.λπ.). Αυτή η καθοριστική γραμμή υιοθετήθηκε από διάφορους συγγραφείς, μεταξύ των οποίων οι Land [17] και Maeda [18], οι οποίοι τόνισαν τα θετικά σημεία ενσωμάτωσης των τεχνών στο ακρωνύμιο STEM (STEAM):

(1) ενοποίηση της συγκλίνουσας σκέψης (χαρακτηριστικό των κλάδων STEM) και της αποκλίνουσας σκέψης (συνήθης σε καλλιτεχνικούς και ανθρωπιστικούς κλάδους) στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων,

(2) να δημιουργήσει προσωπικό νόημα και

(3) για αυτοπαρακίνηση.

Ωστόσο, η εκπαίδευση STEAM παρουσίασε το ίδιο πρόβλημα με το προκάτοχό της STEM: πολλαπλές σημασίες (ορισμένες πολύ διαφορετικές μεταξύ τους) για το ίδιο σημαίνουν, στην προκειμένη περίπτωση εκπαίδευση STEAM. Οι ακόλουθοι ορισμοί αποκαλύπτουν ορισμένα σημάδια αυτού του προβλήματος:

- Οι Yakman και Lee [19] όρισαν την εκπαίδευση STEAM ως την ερμηνεία της επιστήμης και της τεχνολογίας μέσω της μηχανικής και των τεχνών (ένας αιώνας που κάλυψε τις ανθρωπιστικές επιστήμες μελετήθηκε), όλα βασίζονται σε μαθηματικά στοιχεία.

- Οι Zamorano et al. [20] όρισαν το STEAM ως τη διεπιστημονική ενοποίηση των επιστημών, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και των μαθηματικών για την επίλυση των προβλημάτων της καθημερινής ζωής των μαθητών.

Επί του παρόντος συνυπάρχουν δύο διαφορετικές προοπτικές: από τη μία πλευρά, το ρεύμα που έχει υιοθετήσει την εκπαίδευση STEM και ηγήθηκε της πρωτοπορίας στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη [21]. Από την άλλη, αυτή που υπερασπίζεται την ένταξη των τεχνών, αναφερόμενη σε αυτή την προσέγγιση στο

εκπαιδευτικό σύστημα της Νότιας Κορέας [19]. Ωστόσο, η εκπαιδευτική έρευνα έχει δείξει αδυναμίες όσον αφορά την εννοιολόγηση τόσο της εκπαίδευσης STEM [14] όσο και της εκπαίδευσης STEAM [2] [8] [14] [15].

Οι σύγχρονες εκπαιδευτικές πρακτικές τείνουν να ενσωματώνουν τομείς που προηγουμένως θεωρούνταν διακριτοί και ξεχωριστοί. Τα τελευταία χρόνια, ο όρος STEM έχει συνδεθεί με τους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και της μαθηματικής εκπαίδευσης. Ωστόσο, μόλις το STEM καθιερώθηκε ως ένας εύχρηστος τρόπος αναφοράς αυτών των τεσσάρων πεδίων σε ένα συνοπτικό αρκτικόλεξο, οι μελετητές προέτρεψαν μια περαιτέρω επέκταση για να συμπεριλάβει τις τέχνες - και έτσι γεννήθηκε ο όρος STEAM [22].

Οι παραδοσιακές απόψεις της εκπαίδευσης STEM δίνουν έμφαση στη θεωρητική κατανόηση των λύσεων σε προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Ωστόσο, στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM, οι τέχνες είχαν πάντα μια κρίσιμη, αν και αναγγελθείσα θέση. Ήταν πάντα επιτακτική ανάγκη για επιστήμονες και μηχανικούς να κατασκευάζουν μοντέλα και να επικοινωνούν εννοιολογικές κατανοήσεις μέσω διαγραμμάτων, σκίτσων, πινάκων και άλλων τρόπων αναπαράστασης [12] [18]. Οι τέχνες έχουν τον τρόπο να συλλαμβάνουν την ουσία μιας προσπάθειας, να αναπλαισιώνουν την εμπειρία και να μεταμορφώνουν τις αντιλήψεις. Όπως σημείωσε η Maxine Greene [23], «Οι τέχνες παρέχουν νέες προοπτικές για τον βιωμένο κόσμο» (σελ. 4).

2.3 Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες

Η μορφή που λαμβάνουν οι δραστηριότητες της ρομποτικής μπορεί να είναι ενός ερευνητικού έργου που δημιουργεί προβληματισμό στους μαθητές, αλλά και χαρακτηρίζονται από αυθεντικότητα, πολλές διαστάσεις και πολλαπλές λύσεις. Οι προβληματισμοί που τίθενται στο πλαίσιο των ρομποτικών δραστηριοτήτων πρέπει να είναι ανοιχτοί και να βοηθούν τον κάθε μαθητή να εργαστεί αξιοποιώντας το δικό του μοναδικό στυλ και τρόπο που προτιμά. Η προτεινόμενη εργασία θα πρέπει να εστιάζει και να προσπαθεί να επιτύχει τη μεγιστοποίηση της ενεργής εμπλοκής των μαθητών εντός συνθηκών και περιβαλλόντων που να τους δημιουργούν ευκαιρίες μάθησης, ενώ ταυτόχρονα τους δίνουν τη δυνατότητα και την ευελιξία να έχουν τον

έλεγχο της μάθησής τους. Συν τοις άλλοις, η ρομποτική εργασία πρέπει να είναι δομημένη έτσι ώστε να ενθαρρύνει την επίλυση προβλημάτων με δημιουργικό τρόπο και να συνδυάζει διεπιστημονικές έννοιες από διαφορετικούς γνωστικούς τομείς, όπως μεταξύ άλλων της επιστήμης, των μαθηματικών και της τεχνολογίας. Η έννοια του ανοιχτού αναφορικά με τις μαθησιακές δραστηριότητες σημαίνει ότι οι μαθητές μπορούν να τις διαμορφώσουν και να εμπλακούν σε μια διαδικασία προβληματισμού και συνεργασίας με τους συμμαθητές τους [24].

Κατά την προετοιμασία της εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές, οι μαθητές συζητούν πρώτα το ερευνητικό πρόβλημα μέσω ενός ελεύθερου διαλόγου με τους συμμαθητές στην ομάδα τους και μετά στην ολομέλεια της τάξης και προχωρούν στη σύνθεση ενός σχεδίου δράσης για να το επιλύσουν. Στη συνέχεια, μέσω της εργασίας σε ομάδες μπορούν να προχωρήσουν σε εφαρμογή του σχεδίου τους λαμβάνοντας υπόψη την ανατροφοδότηση του εκπαιδευτικού και των συμμαθητών τους. Οι μαθητές στο πλαίσιο των ρομποτικών δραστηριοτήτων, για παράδειγμα, μπορούν να πειραματιστούν με απλές προγραμματιζόμενες μηχανικές συσκευές (μεταξύ άλλων ρομποτικού αυτοκινήτου, γραναζιών, κινητήρων, τροχαλιών και αισθητήρων) και σχετικό λογισμικό [24].

Οι μαθητές, ακόμα, μπορούν να προβούν στον επαναπροσδιορισμό του ερευνητικού σχεδίου κατόπιν της αποκτηθείσας, κατά τη διάρκεια αυτής της προκαταρκτικής εργασίας, εμπειρίας. Εν συνεχεία, οι μαθητές προχωρούν σε σύνθεση των ευρημάτων τους και στη διατύπωση συμπερασμάτων και λύσεων για το υπό διερεύνηση πρόβλημα. Μπορεί, ακόμα, να γίνει παρουσίαση των προϊόντων και των λύσεων των ομάδων στην τάξη, συζήτηση και αξιολόγηση αυτών. Τέλος, οι μαθητές καλούνται να αναλογιστούν με κριτική σκέψη τη δουλειά τους, να εκφράσουν τους και να σημειώσουν τις εμπειρίες τους σε ένα ημερολόγιο συμπερασμάτων [24].

Ο δάσκαλος, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, σε ένα τέτοιο θεωρητικό - κονστрукτιβιστικό πλαίσιο, όπως αυτό που περιγράψαμε, δεν είναι μια πνευματική «αυθεντία» που μεταδίδει τυποποιημένη γνώση στους μαθητές, αλλά έχει τον ρόλο του οργανωτή, του συντονιστή και του διευκολυντή της μάθησης για τους μαθητές. Ο εκπαιδευτικός προχωρά στην οργάνωση του μαθησιακού περιβάλλοντος, στη διατύπωση ερωτήσεων και προβληματισμών που πρέπει να λυθούν, στην προσφορά

υλικού και λογισμικού απαραίτητου για την εργασία των μαθητών, στην παροχή διακριτικής βοήθειας όπου και όταν χρειάζεται, στην ενθάρρυνση των μαθητών για δημιουργική εργασία με φαντασία και ανεξαρτησία και τέλος στην οργάνωση της αξιολόγησης της δραστηριότητας σε συνεργασία με μαθητές [25].

Η εκπαιδευτική ρομποτική οραματίζεται τη χρήση των ρομπότ ως εργαλείου για να βελτιώσουμε τη διδασκαλία [26] και τη μαθησιακή διαδικασία [4]. Ένας μεγάλος αριθμός μελετών έχει διερευνήσει τα οφέλη από τη διεξαγωγή δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής: εκτός από το ότι βοηθούν στην επίτευξη των επιθυμητών μαθησιακών αποτελεσμάτων, βελτιώνουν τα κίνητρα των μαθητών [27] [28] και υποστηρίζουν τη συνεκπαίδευση [27] για μαθητές με ειδικές ανάγκες [29] διαφορετική κοινωνικοοικονομική κατάσταση ή κουλτούρα [30]. Αν και αυτά τα πλεονεκτήματα γίνονται αντιληπτά τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους ερευνητές [31] [32] [33], ο αγώνας για την ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην επίσημη εκπαίδευση είναι καλά τεκμηριωμένος [30] [31] [33].

Οι λόγοι αυτής της δυσκολίας εντοπίζονται συνήθως σε μια σειρά από εμπόδια πρώτης τάξης (δηλαδή εξωτερικά) και δεύτερης τάξης (δηλαδή εσωτερικά) στην ένταξη της τεχνολογίας [33]. Από αυτή την προοπτική, η εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εξωσχολικής δραστηριότητας σε άτυπα περιβάλλοντα μάθησης μπορεί να θεωρηθεί ως μια προσπάθεια παράκαμψης αυτών των φραγμών [28]. Ενώ η χρήση της ρομποτικής σε άτυπα περιβάλλοντα έχει βοηθήσει στη διερεύνηση του φάσματος των δυνατοτήτων που έχει να προσφέρει, αυτό έχει το τίμημα της περιορισμένης προσέγγισης, καθώς βασίζεται τόσο στην ευελιξία στο πρόγραμμα σπουδών όσο και στην ύπαρξη καινοτόμων δασκάλων και πρωτοπόρων στο θέμα.

Απαιτείται επομένως μια αλλαγή κλίμακας μέσω της μεταρρύθμισης του προγράμματος σπουδών, καθώς ο περιορισμός της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην άτυπη εκπαίδευση όχι μόνο περιορίζει την προσβασιμότητά της, αλλά αυξάνει επίσης το χάσμα μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών που δεν χρειάζονται πρόσθετα κίνητρα για να συμμετάσχουν σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής και εκείνων που το κάνουν. Η μεταρρύθμιση του προγράμματος σπουδών θα βοηθούσε επίσης στην αντιμετώπιση των επαναλαμβανόμενων φραγμών πρώτης τάξης, όπως το κόστος, η περιορισμένη πρόσβαση σε πόρους, η έλλειψη χρόνου και επαρκώς καταρτισμένοι εκπαιδευτικοί [31] [32] [33]. Δυστυχώς, η μεταρρύθμιση του προγράμματος σπουδών

που σχετίζεται με την εκπαιδευτική ρομποτική εξακολουθεί να φαίνεται να είναι μια μακρινή πραγματικότητα στις περισσότερες χώρες.

Αντίθετα, οι προσπάθειες για ενσωμάτωση της Επιστήμης Υπολογιστών με την οποία συνδέεται ολοένα και περισσότερο η εκπαιδευτική ρομποτική, στην επίσημη εκπαίδευση είναι πολυάριθμες [34] και, αν και δεν εξαιρούνται από δυσκολίες [34], είναι συχνά καλύτερα τεκμηριωμένα, και τολμούμε να πούμε, πιο επιτυχημένα. Ωστόσο, δεν είναι σαφές πώς και σε ποιο βαθμό η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί μέρος αυτών των προσπαθειών και υιοθετείται από τους εκπαιδευτικούς στις πρακτικές τους [35].

Το AAAS [36] και το NRC [37] χαρακτηρίζουν τον επιστημονικό αλφαριθμητισμό ως μια σύνθετη, περιεκτική και διεπιστημονική κατανόηση επιστημονικών, μαθηματικών και τεχνολογικών εννοιών που ενσωματώνονται στο πλαίσιο της γνώσης της ιστορικής εξέλιξης αυτών των εννοιών και των πολιτικών και κοινωνικών επιπτώσεων που δημιουργούνται. Ο επιστημονικός αλφαριθμητισμός ποικίλλει ανάλογα με το άτομο, αλλά οι πρωταρχικοί στόχοι του αλφαριθμητισμού, που τονίζονται από το AAAS [36] και το NRC [37] είναι οι εξής:

(1) η ανάπτυξη ορισμένων δεξιοτήτων σκέψης, συμπεριλαμβανομένων των δεξιοτήτων υπολογισμού και εκτίμησης, χειρισμού και παρατήρησης, επικοινωνίας και δεξιοτήτων κριτικής απόκρισης.

(2) η ικανότητα συμμετοχής στη δραστηριότητα της έρευνας, συμπεριλαμβανομένης της παρατήρησης, της υποβολής ερωτήσεων, του σχεδιασμού ερευνών, της ανασκόπησης όσων είναι ήδη γνωστά υπό το φως των πειραματικών στοιχείων, της χρήσης εργαλείων για τη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, της πρότασης απαντήσεων, εξηγήσεων και προβλέψεων· και της κοινοποίησης των αποτελεσμάτων

(3) την ανάπτυξη μιας κατανόησης των κοινών θεμάτων της επιστήμης, που προσδιορίζονται από το AAAS (1993) ως:

(α) συστήματα,

(β) μοντέλα,

(γ) σταθερότητα και αλλαγή, και

(δ) κλίμακα.

Η ρομποτική μάθηση συνδέεται στενά με αυτούς τους τρεις στόχους του επιστημονικού γραμματισμού. Πρώτον, η μελέτη της ρομποτικής απαιτεί τη χρήση τεσσάρων από τις έξι δεξιότητες σκέψης που είναι χαρακτηριστικές των επιστημονικά εγγράμματων ανθρώπων—δηλαδή, υπολογισμός, εκτίμηση, χειρισμός και παρατήρηση. Τρίτον, η ρομποτική διδάσκει στους μαθητές τα συστήματα, ένα από τα κοινά θέματα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών [38].

Ως προς τις δεξιότητες σκέψης, οι κεντρικές δραστηριότητες στη μελέτη της ρομποτικής περιλαμβάνουν χειρισμό εργαλείων, υπολογισμούς χρησιμοποιώντας συσκευές ανίχνευσης, εκτίμηση χρησιμοποιώντας μεταβλητές τροποποίησης και παρατήρηση της ρομποτικής συσκευής καθώς εκτελεί ένα πρόγραμμα. Για παράδειγμα, για να σχεδιάσουν, να κατασκευάσουν και να προγραμματίσουν μια ρομποτική συσκευή, οι μαθητές ασχολούνται με το χειρισμό των εργαλείων που είναι διαθέσιμα στο περιβάλλον της ρομποτικής. Αυτά τα εργαλεία περιλαμβάνουν κομμάτια Lego, το λογισμικό Robolab και τους αισθητήρες που συλλέγουν και μεταδίδουν δεδομένα στον μίνι υπολογιστή στην καρδιά της ρομποτικής συσκευής [38]. Η πλούσια σε εργαλεία φύση του περιβάλλοντος της ρομποτικής επιτρέπει στους μαθητές να λαμβάνουν μετρήσεις και να κάνουν υπολογισμούς σχετικά με τις ρυθμίσεις της συσκευής ανίχνευσης, να υπολογίζουν μεταβλητές χρόνου και να γράφουν προγράμματα για τη δοκιμή αυτών των μεταβλητών. Οι μαθητές παρατηρούν τα αποτελέσματα αυτών των τεστ και κάνουν προσαρμογές ανάλογα [38].

Μία από τις κύριες δραστηριότητες που συμμετέχουν οι μαθητές ενώ εμπλέκονται με την ρομποτική εκπαίδευση είναι ο τεχνολογικός σχεδιασμός. Το NRC [37] είχε καταλήξει σε μια διαπίστωση της στενής γνωσιολογικής σχέσης μεταξύ της γνώσης στην τεχνολογία και της γνώσης στην επιστήμη, υποστηρίζοντας ότι η τεχνολογία ως σχεδιασμός είναι ένας παράλληλος δρόμος με την επιστήμη ως έρευνα. Σύμφωνα με αυτόν τον ισχυρισμό, και ως επιχείρημα για την καταλληλότητα της χρήσης έργων τεχνολογικού σχεδιασμού για τη διδασκαλία της έρευνας, ο Lewis [39] έχει επισημάνει τις ισχυρές ομοιότητες στη διαδικασία σχεδιασμού ενός

τεχνουργήματος με τη διαδικασία διεξαγωγής μιας έρευνας. Ουσιαστικά, αναφέρει ότι έχουν ομοιότητες καθώς αποτελούν συλλογιστικές διαδικασίες που γεφυρώνουν το χάσμα προβλήματος-λύσης, αλλά και χαρακτηρίζονται από αβεβαιότητα κατά τη διαδικασία διερεύνησης. Μια ακόμη ομοιότητα είναι ότι έχουν ως βάση τις γνωστικές διαδικασίες του καταγιτισμού ιδεών και του αναλογικού συλλογισμού, αλλά και τη διαδικασία των δοκιμών και της αξιολόγησης λύσεων. Τέλος, και οι δύο διαδικασίες έχουν ως απαίτηση μια ορισμένη ποσότητα γνώσης περιεχομένου, έχουν ορισμένους περιορισμούς και χαρακτηρίζονται από μορφές δοκιμής και λάθους, προβληματισμού, διδαχής από την αποτυχία και κάνοντας προσαρμογές στις υποθέσεις τους [39].

Οι εκπαιδευτικοί ερευνητές έχουν επικυρώσει εμπειρικά αυτόν τον θεωρητικό παραλληλισμό μεταξύ της διαδικασίας σχεδιασμού και της διαδικασίας της έρευνας της επιστήμης [40]. Έχουν διερευνήσει τις εκπαιδευτικές επιπτώσεις του παραλλήλου, ιδιαίτερα όσον αφορά τις γνωστικές διαδικασίες και τα μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές στις επιστήμες. Για παράδειγμα, ο Roth [41] έδειξε ότι ο σχεδιασμός τεχνολογικών τεχνουργημάτων στο μάθημα των επιστημών προκαλεί μια διαδοχική αλυσίδα χειρονομικών, εικονικών και λεκτικών αναπαραστάσεων στο μαθητή, που διευκολύνει το σχηματισμό αφηρημένης κατανόησης των ιδεών της επιστήμης που διέπουν το έργο τεχνολογικού σχεδιασμού. Επιπλέον, οι ερευνητές αναφέρουν ότι οι μαθητές μαθαίνουν περισσότερο έννοιες με επιστημονικό περιεχόμενο μέσω της ενασχόλησης με δραστηριότητες σχεδιασμού βασισμένες στη ρομποτική επιστήμη παρά μέσω παραδοσιακών μεθόδων σχολικών βιβλίων/διαλέξεων/συζήτησης [42].

Εκτός από τις δραστηριότητες τεχνολογικού σχεδιασμού, οι μαθητές όταν ασχολούνται με τη ρομποτική εμπλέκονται παράλληλα στον προγραμματισμό ηλεκτρονικών υπολογιστών. Κατά τη διαδικασία εύρεσης σφαλμάτων ενός γραπτού προγράμματος, οι μαθητές εμπλέκονται σε μια διαδικασία επιστημονικού συλλογισμού και αναπτύσσουν ερευνητικές δεξιότητες, όπως είναι του ελέγχου μεταβλητών, της δημιουργίας και δοκιμής υποθέσεων και αξιολόγησης λύσεων. Οι μαθητές μπορούν να προβούν σε αξιοποίηση όλων αυτών των δεξιοτήτων όταν καλούνται να εντοπίσουν σφάλματα σε προγράμματα λογισμικού ή να αναθεωρήσουν έναν τεχνολογικό σχεδιασμό [38].

Για παράδειγμα, το περιβάλλον της ρομποτικής είναι πολυμεταβλητό [43] και για να λύσουν με επιτυχία μια σύνθετη πρόκληση προγραμματισμού, οι μαθητές πρέπει να μάθουν να κρατούν σταθερές τις μεταβλητές ενώ ταυτόχρονα προχωρούν σε εξέταση της επίδρασης μιας μεταβλητής στην εκτέλεση του προγράμματος. Εάν ένας μαθητής προχωρήσει σε αλλαγή περισσότερων του ενός στοιχείων ενός προγράμματος κάθε φορά, αυτός ο μαθητής δεν θα είναι σε θέση να λογοδοτήσει με επάρκεια για το αν κάθε στοιχείο ξεχωριστά έχει και ποια συμβολή στη συνολική λειτουργία του προγράμματος [38]. Ως εκ τούτου, η ικανότητα της επιστημονικής διαδικασίας διατήρησης των μεταβλητών σταθερών για τον έλεγχο της συμβολής κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή είναι μια θεμελιώδης πτυχή της επιτυχούς διαπίστωσης σφάλματος στον προγραμματισμό υπολογιστών. Επιπλέον, οι μαθητές συμμετέχουν σε υποθετικές προβλέψεις ως μέσο εντοπισμού σφαλμάτων του προγράμματος [38].

Παρόμοια με τα πειράματα μαθητών στη μελέτη του Schauble [44] για την ανάπτυξη της επιστημονικής συλλογιστικής σε περιβάλλοντα πλούσια σε γνώση, ο εντοπισμός σφάλματος στη ρομποτική περιλαμβάνει συλλογισμό σχετικά με τις μη παρατηρήσιμες αιτίες των φαινομένων. Για παράδειγμα, οι μαθητές σχεδιάζουν ένα ρομποτικό όχημα και γράφουν ένα πρόγραμμα. Η εκτέλεση του γραπτού προγράμματος από το ρομποτικό όχημα είναι άμεσα παρατηρήσιμη, αλλά η υποκείμενη αιτία για σφάλματα κατά την εκτέλεση της προβλεπόμενης λειτουργίας του οχήματος μπορεί να μην είναι [38]. Μη παρατηρήσιμοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τη λειτουργία του οχήματος είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ της επιλογής τροχού και της ποσότητας τριβής που προκαλείται από την επιφάνεια στην οποία κινείται το όχημα, οι ανεπαίσθητες αλλαγές στην ποιότητα του φωτός σε ένα δωμάτιο που μπορεί να επηρεάσουν τη βαθμονόμηση του αισθητήρα φωτός ή αντικρουόμενες προγραμματικές εντολές που οδηγούν σε ακούσια κίνηση του οχήματος, όπως ο τραυλισμός [38].

Κατά τον εντοπισμό σφάλματος, οι μαθητές αναπτύσσουν μια υπόθεση σχετικά με το γιατί το πρόγραμμα δεν λειτουργεί σωστά. Στη συνέχεια ασχολούνται με τη διεξαγωγή δοκιμών της υπόθεσής τους και την αναθεώρηση του προγράμματος ή του δομικού σχεδιασμού του ρομπότ τους ανάλογα [38]. Για παράδειγμα, κατά τον εντοπισμό σφαλμάτων ενός προγράμματος ελεγχόμενου από αισθητήρα φωτός, ο

μαθητής μπορεί να αναπτύξει την υπόθεση ότι η ποιότητα του φωτός στο δωμάτιο έχει αλλάξει και επομένως η μεταβλητή που τροποποιεί τον αισθητήρα φωτός μπορεί να μην είναι πλέον σωστή. Οπλισμένος με αυτήν την υπόθεση, ο μαθητής μπορεί στη συνέχεια να ελέγξει την φωτεινή συνθήκη εντός του δωματίου [38].

Τέλος, η διαδικασία εντοπισμού σφαλμάτων περιλαμβάνει έναν σημαντικό βρόχο ανατροφοδότησης. Μόλις οι μαθητές προγραμματίσουν το ρομπότ τους, δοκιμάζουν το πρόγραμμα και έτσι λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση για την ποιότητα του προγράμματός τους. Αυτή η ανατροφοδότηση ξεκινά έναν επαναληπτικό κύκλο παρατήρησης, δημιουργίας υποθέσεων, δοκιμής υποθέσεων και αξιολόγησης της λύσης [38]. Οι βρόχοι ανάδρασης δεν θεωρούνται συνήθως ως χαρακτηριστικό γνώρισμα της επιστημονικής έρευνας. Ωστόσο, όπως σημείωσαν οι δάσκαλοι στη μελέτη του Weinburgh [45], οι εργαζόμενοι επιστήμονες εμπλέκονται σε μια επαναληπτική διαδικασία έρευνας χρησιμοποιώντας βρόχους ανατροφοδότησης. Η δραστηριότητα της ρομποτικής μπορεί κάλλιστα να διδάσκει κάτι για την επιστήμη που συνήθως δεν μαθαίνεται επειδή η σχολική επιστήμη συνήθως δεν συζητά βρόχους ανατροφοδότησης.

Για να κατανοήσουν οι μαθητές ένα πολύπλοκο σύστημα, πρέπει να αντιληφθούν και να επεξεργαστούν τις αιτιακές αλληλεπιδράσεις και λειτουργικές σχέσεις μεταξύ τμημάτων του συστήματος και άλλων συστημάτων [42]. Η ρομποτική είναι ένα τέτοιο πολύπλοκο σύστημα και αποτελείται από έναν μίνι υπολογιστή, αισθητήρες, δομικά στοιχεία Lego, κινητήρες, έναν υπολογιστή, λογισμικό και μια συσκευή υπερύθρων, που ονομάζεται πύργος, που στέλνει το πρόγραμμα υπολογιστή από τον υπολογιστή στον μικρό υπολογιστή. Κατά τη μελέτη της ρομποτικής, οι μαθητές μαθαίνουν για τα μέρη του συστήματος, τις λειτουργικές σχέσεις μεταξύ του προγράμματος υπολογιστή και των συσκευών εξόδου (κινητήρες και πύργος) και την αιτιακή αλληλεπίδραση μεταξύ του προγράμματος υπολογιστή, των συσκευών εισόδου (αισθητήρες) και των συσκευών εξόδου (κινητήρες) [42].

2.4 Προγενέστερη Ερευνητική Δραστηριότητα

Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης STEM, και συγκεκριμένα της εκπαιδευτικής ρομποτικής, όπως αναφέρουν οι Papadakis et al. [46] έχει συγκεντρώσει το ερευνητικό και εκπαιδευτικό ενδιαφέρον και έχει αναδείξει τη σημασία του ρόλου

των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή αυτής της καινοτομίας. Οι Papadakis et al. [46] διερεύνησαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών της πρώιμης παιδικής ηλικίας (φοιτητές και εν υπηρεσία), σχετικά με τη χρήση της ρομποτικής στην καθημερινή διδακτική πράξη. Για τη συλλογή των δεδομένων οι ερευνητές αξιοποίησαν το ερευνητικό εργαλείο του ερωτηματολογίου ενώ το δείγμα αποτελούταν από 201 εκπαιδευτικούς. Αναδύθηκαν δύο ομάδες. Στην πρώτη ομάδα οι εκπαιδευτικοί διατύπωναν μια μορφή θετικής στάσης αναφορικά με τη ρομποτική, ενώ στη δεύτερη ομάδα οι εκπαιδευτικοί εμφάνιζαν μια ετερογένεια ως προς τις απόψεις τους, καθώς όσοι συμμετείχαν απαντούσαν ασυνεπώς και εξέφραζαν αρνητική και επιφυλακτική στάση απέναντι στην ενσωμάτωση της ρομποτικής στη διδακτική πρακτική.

Οι απαντήσεις όσων συμμετείχαν ταυτοποιήθηκαν με τα δημογραφικά τους στοιχεία, όπως της ηλικίας, των ετών διδακτικής εμπειρίας και των μεταβλητών που μετρούσαν τις τεχνολογικές τους ικανότητες. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαφάνηκε η αρνητική συσχέτιση των στοιχείων της διδακτικής εμπειρίας και της ηλικίας με τους συμμετέχοντες στην ομάδα 1 και η θετική συσχέτιση με το στοιχείο της γνώσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Επίσης και σε μια ακόμη έρευνα των Papadakis et al. [47] εξήχθησαν παρόμοια αποτελέσματα με την ανάδειξη του ότι η απόκτηση της εμπειρίας STEM στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των μικρών παιδιών μπορεί να τα βοηθήσει στην κατάκτηση κατάλληλων εργαλείων που είναι κυρίαρχης σημασίας σε οποιαδήποτε μελέτη. Ακόμα, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι η ρομποτική παρέχει μια υπαρκτή διεπαφή που θα μπορούσε να συμβάλλει στη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας μέσω της δημιουργίας ενός ευχάριστου και ελκυστικού περιβάλλοντος.

Συν τοις άλλοις, μέσα από την έρευνα των Papadakis et al. [47] διαπιστώθηκε η ύπαρξη στενής σχέσης ανάμεσα στις γνώσεις, τις απόψεις και τις στάσεις των εκπαιδευτικών αναφορικά με τη χρήση της τεχνολογίας στις τάξεις της πρώιμης παιδικής ηλικίας. Επιπλέον, οι ερευνητές τονίζουν ότι αυτά τα τρία στοιχεία μπορούν να καθορίσουν σε σημαντικό βαθμό την υιοθέτηση της τεχνολογίας στα προγράμματα σπουδών και την παιδαγωγική επιστήμη. Οι ερευνητές, λοιπόν, λαμβάνοντας υπόψη όσα αναφέρθηκαν, προχώρησαν στην μελέτη των απόψεων ενός δείγματος 102 νηπιαγωγών σχετικά με τους παράγοντες που αποτελούν εμπόδιο για την

ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην καθημερινή τους διδακτική πρακτική, όπως για παράδειγμα της ανασφάλειας, της απουσίας επιμόρφωσης κλπ.

Σε παρεμφερή συμπεράσματα κατέληξε και η Foti [48] στην έρευνά της, η οποία επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των αντιλήψεων, των δυνατοτήτων και των περιορισμών που έχουν οι εκπαιδευτικοί σχετικά με την εφαρμογή της μεθοδολογίας STEAM και την εισαγωγή της Ρομποτικής. Η συγκεκριμένη έρευνα προέβαλε την ανάγκη εφαρμογής ενός φάσματος καινοτόμων προσεγγίσεων και της διασφάλισης για κατάρτισης στους εκπαιδευτικούς, με την προϋπόθεση να ενισχύσει και να αναβαθμίσει ενσωματώνοντας τις παιδαγωγικές μεθοδολογίες STEAM και της Ρομποτικής, καθώς και νέες πρακτικές μάθησης και διδασκαλίας.

Το ενδιαφέρον για τη μελλοντική διαμόρφωση, εστιάζοντας στις καινοτόμες τεχνολογίες και πιο συγκεκριμένα στο STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Math), είναι εντυπωσιακά αυξημένο, όπως αναφέρουν οι Chaldi και Mantzanidou [49]. Η αξία της εκπαίδευσης STEAM είναι αναμφισβήτητη ως μέσο ανάπτυξης βασικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων των νεαρών μαθητών, βελτιώνοντας τη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας δεξιότητες επικοινωνίας και επιλύοντας δυσκολίες της πραγματικής ζωής. Η ερευνητική μελέτη των Chaldi και Mantzanidou [49] έλαβε χώρα στο πλαίσιο μιας πραγματικής μαθησιακής διαδικασίας, με σκοπό τη διερεύνηση της ενασχόλησης των μαθητών νηπιαγωγείου με την εκπαιδευτική ρομποτική, χρησιμοποιώντας αρχικά το προγραμματιζόμενο ρομπότ Bee-Bot®. Πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση, η οποία αναπτύχθηκε σε δύο φάσεις. Πιο συγκεκριμένα, ένα δείγμα 12 παιδιών (ηλικίας: 5–6 ετών) έλαβε μέρος σε ένα εντατικό εκπαιδευτικό εργαστήριο ρομποτικής για 16 συνεδρίες (4 εβδομάδες) χρησιμοποιώντας το ρομπότ Bee-Bot®. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι η εκπαίδευση STEAM θα μπορούσε επίσης να χρησιμοποιηθεί στο πλαίσιο της λογοθεραπείας χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εκπαιδευτικά ρομπότ. Οι μικροί μαθητές μέσα από το εκπαιδευτικό πρόγραμμα ρομποτικής ανέπτυξαν και κατέκτησαν γνώσεις στον τομέα του προγραμματισμού και της υπολογιστικής, και της αλγοριθμικής σκέψης με παιχνιδιάρικο τρόπο χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικά ρομπότ. Τέλος ανέπτυξαν το λεξιλόγιό τους και τις επικοινωνιακές δεξιότητες τους.

Οι τεχνολογικές αλλαγές, όπως αναφέρουν οι Vicente et al. [50] θέτουν την ανάγκη επαναπροσδιορισμού των εκπαιδευτικών μοντέλων, ενσωμάτωσης

προγραμμάτων και μεθοδολογιών, έτσι ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν τις επιστημονικές-τεχνολογικές ικανότητες που απαιτούνται στη σημερινή κοινωνία. Ο στόχος της έρευνας των Vicente et al. [50] στόχευε στην καθιέρωση μιας γενικής μεθόδου για την ανάπτυξη έργων STEAM, τα οποία είναι συμβατά με τα τρέχοντα προγράμματα σπουδών και στον πειραματικό έλεγχο της εγκυρότητάς της με την ανάπτυξη ενός έργου STEAM σε μια τάξη Δημοτικής Εκπαίδευσης. Η μέθοδος που προτάθηκε από τους ερευνητές χρησιμοποιήθηκε για την ανάπτυξη έργων STEAM στο 4ο, 5ο και 6ο έτος της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην Ισπανία. Ως αποτέλεσμα, εντοπίστηκαν 11 περιοχές ευκαιριών, οι οποίες νοούνται ως περιοχές που πληρούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για να γίνουν το κύριο θέμα ενός έργου STEAM, και από τις οποίες επιλέχθηκε η γνωστική περιοχή της «Αειφορίας». Το έργο αποτελούταν από ένα κιτ εκπαιδευτικής ρομποτικής, που περιελάμβανε έναν πίνακα που προσομοιώνει μια πόλη και ένα ρομπότ προγραμματισμένο να ταξιδεύει στον πίνακα και να ενεργοποιεί τα διάφορα στοιχεία που θα την κάνουν μια βιώσιμη πόλη. Αυτή η πρώτη εμπειρία πραγματοποιήθηκε σε πέμπτη τάξη με 30 μαθητές, οι οποίοι έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον για το έργο και πέτυχαν μια πολύ ικανοποιητική επίδοση.

Τα τελευταία χρόνια, το STEAM, όπως αναφέρει ο Hsieh [51] έχει θεωρηθεί ως το βασικό μέρος του εκπαιδευτικού συστήματος για όλες τις τάξεις της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε πολλές χώρες. Το συγκεκριμένο άρθρο εστίασε στην ανάπτυξη ενός ρομπότ που μπορεί να βοηθήσει μαθητές της δημοτικής εκπαίδευσης να εμπλακούν με την τεχνολογία STEAM αποτελεσματικά και φιλικά. Το ρομπότ αναπτύχθηκε με βάση τον ανοιχτό κώδικα-Ottobot. Η κύρια εξωτερική του δομή κατασκευάστηκε από τρισδιάστατους εκτυπωτές, ώστε το σχήμα του να μπορεί να προσαρμοστεί από τους χρήστες. Επιπλέον, οι τεχνολογικές συσκευές του είναι συμβατές με το Arduino. Τα κιτ ανάπτυξης του Arduino είναι φιλικά και δωρεάν, επομένως είναι πολύ κατάλληλο για νέους χρήστες όπως οι μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το ρομπότ μπορούσε να ελεγχθεί εξ αποστάσεως μέσω Wifi ή Bluetooth. Ο ερευνητής αναφέρει επίσης ότι ένα τέτοιο ρομπότ που έχει κατασκευαστεί με τα τεχνικά χαρακτηριστικά που περιγράφονται μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές δημοτικής και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης να εξερευνήσουν τον προγραμματισμό και να αναπτύξουν την αντίστοιχη ικανότητα.

Η έρευνα των Yilmaz Ince και Koc [52] αποτέλεσε μέρος του χρηματοδοτούμενου από την κυβέρνηση έργου που ονομάζεται Young Engineer's Workshop (YEW), μιας καλοκαιρινής κατασκήνωσης για νέους που είχε διάρκεια 2 εβδομάδων και είχε ως στόχο να τονώσει το ενδιαφέρον τους για θέματα κωδικοποίησης, ηλεκτρονικών και ρομποτικής ειδικότερα και τα πεδία STEAM γενικότερα. Το πρόγραμμα σπουδών του YEW περιελάμβανε βασικό ηλεκτρονικό, προγραμματισμό βασισμένο σε μπλοκ και ρομποτική μέσω του Scratch και του Arduino και έργα μαθητών για την κατασκευή συστημάτων ρομποτικής. Αυτή η πειραματική μελέτη μελέτησε τις γνωστικές και συναισθηματικές συνέπειες του προγράμματος στην ανάπτυξη των ικανοτήτων υπολογιστικής σκέψης μαθητών δημοτικού και γυμνασίου. Η μεθοδολογία της έρευνας βασίστηκε σε ένα μοντέλο δοκιμής πριν και μετά την εφαρμογή του προγράμματος.

Οι συμμετέχοντες ήταν 17 μαθητές από την πέμπτη και την έκτη τάξη και 15 μαθητές από την ένατη και τη δέκατη τάξη. Τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω της φόρμας αίτησης για το πρόγραμμα, μιας κλίμακας μέτρησης της υπολογιστικής σκέψης, ενός ερωτηματολογίου που μετρούσε την ικανοποίηση των μαθητών και ημερολογίων που κατέγραφαν επίσης οι μαθητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική αύξηση στους αλγοριθμικούς παράγοντες και τους παράγοντες κριτικής σκέψης που αφορούσαν το επίπεδο της υπολογιστικής σκέψης, ενώ δεν υπήρχαν σημαντικές αλλαγές σε επίπεδο δημιουργικότητας, συνεργασίας και επίλυσης προβλημάτων στο πλαίσιο της υπολογιστικής σκέψης.

Οι μαθητές ανέφεραν συναισθηματικά οφέλη, μεταξύ άλλων υψηλής ικανοποίησης και απόλαυσης από την εμπλοκή με την ρομποτική, αυξημένου ενδιαφέροντος και σκέψεων να ακολουθήσουν αυτή τη σταδιοδρομία αργότερα. Επίσης ενισχύθηκε η αυτοπεποίθησή τους τόσο στην ανάπτυξη έργων ρομποτικής όσο και γενικά για τις ικανότητές τους. Συμπερασματικά, η μελέτη καταλήγει στο ότι η ρομποτική και ο προγραμματισμός μπορούν να προωθήσουν την υπολογιστική σκέψη σε ορισμένο βαθμό αλλά δεν αποτελεί το κυρίαρχο μέσο για την ανάπτυξη της ούτε μια ολοκληρωμένη λύση. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να αναζητήσουν πιο κατάλληλες μεθόδους διδασκαλίας για μια πιο ολοκληρωμένη εκμάθηση της υπολογιστικής σκέψης που μπορεί να μεταφερθεί σε μη τεχνολογικά πλαίσια.

Οι Ruiz Vicente, Zapatera Llinares και Montés Sánchez [53] εστίασαν στην παρουσίαση ενός έργου STEAM με τίτλο «Sustainable City», βασισμένο στην εκπαιδευτική ρομποτική, στόχος του οποίου ήταν να φέρει τα προβλήματα της κλιματικής αλλαγής πιο κοντά στους μαθητές του δημοτικού σχολείου. Οι συμμετέχοντες ήταν 30 μαθητές (ηλικίας 10–11 ετών) και το έργο αποτελούνταν από 14 συνεδρίες στις οποίες πραγματοποιήθηκαν διαφορετικές ενεργές μεθοδολογίες όπως η μάθηση βάσει έργου, η συνεργατική μάθηση και η αντεστραμμένη τάξη. Πραγματοποιήθηκε μια δοκιμή πριν και μια μετά την εφαρμογή του προγράμματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή του προγράμματος βελτίωσε τις δεξιότητες και τα κίνητρα των μαθητών. Συμπερασματικά, σύμφωνα με τους ερευνητές το έργο STEAM, το οποίο είναι προσαρμοσμένο στο ισπανικό πρόγραμμα σπουδών LOMCE, μπορεί να αποτελέσει σημείο αναφοράς για άλλους εκπαιδευτικούς για να φέρουν τους μαθητές τους πιο κοντά στο πρόβλημα της περιβαλλοντικής αλλαγής μέσω της χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής και άλλων μεθοδολογικών εργαλείων.

Οι Plaza et al., [54] αναφέρουν και αυτοί ότι η παιδαγωγική της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, των τεχνών και των μαθηματικών, δηλαδή το STEAM μπορεί εύκολα να αναπτυχθεί με τη χρήση εργαλείων ρομποτικής και υπολογιστικής σκέψης. Επίσης, η ένταξη διαφορετικών ομάδων μαθητών μπορεί να προωθηθεί χρησιμοποιώντας το φάσμα των εργαλείων που προσφέρουν αυτοί οι επιστημονικοί τομείς. Σήμερα υπάρχει πληθώρα εργαλείων για τη διδασκαλία της ρομποτικής που επιτρέπουν στους εκπαιδευτικούς, σύμφωνα με τους Plaza et al. [54], να προωθήσουν την καινοτομία και τα κίνητρα των μαθητών. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές θα μπορούν να εργαστούν κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας με καινοτόμο και παρακινητικό τρόπο. Δεδομένου ότι είναι ολοένα και πιο συνηθισμένο να βρίσκουν οι μαθητές ρομπότ στην καθημερινή τους ζωή, είναι σημαντικό σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές να ενσωματωθούν και στην εκπαίδευση. Υπάρχουν ήδη ρομπότ μαγειρικής, αυτόνομα αυτοκίνητα, ρομπότ ηλεκτρικής σκούπας σε σπίτια και κήπους ή προσθετικά. Αυτή η εργασία περιέγραψε ένα μάθημα που επικεντρώθηκε στο συνδυασμό διαφορετικών μεθοδολογιών διδασκαλίας, εργαλείων εκπαιδευτικής ρομποτικής και μεθοδολογίας διαχείρισης μάθησης από τους μαθητές, όλα μέσα σε ένα πλαίσιο χωρίς αποκλεισμούς για την ενίσχυση της παρουσίας όλων των ομάδων μαθητών στον τομέα της ρομποτικής.

Οι Negrini et al. [55] αναφέρουν επίσης, ότι σήμερα ζούμε σε μια ψηφιακή κοινωνία που απαιτεί την απόκτηση νέων δεξιοτήτων που σχετίζονται με την επιστήμη των υπολογιστών, όπως η υπολογιστική σκέψη ή οι δεξιότητες κωδικοποίησης, καθώς και διαθεματικές δεξιότητες, όπως η επικοινωνία, η συνεργασία και η δημιουργικότητα. Ειδικά στην μεταπανδημική εποχή όπου τα παρεπόμενα της σχολικής εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που εφαρμόστηκε έκτακτα ανέδειξε αρκετά θετικά στοιχεία αλλά και ελλείψεις. Ένα πιθανό εργαλείο που επιτρέπει την καλλιέργεια αυτών των δεξιοτήτων στα σχολεία είναι η εκπαιδευτική ρομποτική. Ωστόσο, το ερώτημα είναι πώς θα φέρουμε την εκπαιδευτική ρομποτική στα σχολεία;

Οι ίδιοι ερευνητές επισημαίνουν ότι ακόμα και σήμερα μόνο ένα μικρό μέρος της εκπαιδευτικής κοινότητας διεξάγουν δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής στις τάξεις τους. Στόχος των ερευνητών ήταν να δημιουργήσουν μια κοινότητα εκπαιδευτικών που ενδιαφέρονται για την εκπαιδευτική ρομποτική και να τους προσφέρουν κατάρτιση σε αυτόν τον τομέα, προκειμένου να αυξηθεί ο βαθμός χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο της σχολικής τάξης. Ως μέρος του έργου, αναπτύχθηκε μια ιδέα κατάρτισης εκπαιδευτικών, μια πλατφόρμα συνεργασίας και διάφοροι διδακτικοί πόροι. Αυτή η έρευνα παρουσίασε το έργο και τα αποτελέσματα μιας μελέτης στην οποία συμμετείχε ένα δείγμα 87 εκπαιδευτικών σχετικά με τους λόγους για τους οποίους εντάχθηκαν στην κοινότητα Roteco και πώς συμβάλλουν στην ανάπτυξή της. Τα κύρια ευρήματα δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί εντάχθηκαν στη διαδικτυακή κοινότητα της Roteco για να παραμείνουν ενημερωμένοι για τα νέα δεδομένα στον τομέα της ρομποτικής, να εμπνευστούν από άλλους εκπαιδευτικούς και να λάβουν διδακτικές πηγές που θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν στην εκπαιδευτική συνθήκη. Μόνο λίγοι από αυτούς εντάχθηκαν επίσης για να επικοινωνήσουν με άλλους δασκάλους ή να μοιραστούν το δικό τους υλικό. Ωστόσο, για να δημιουργηθεί μια ζωντανή κοινότητα, είναι σημαντικό να παρακινούνται οι εκπαιδευτικοί να είναι πιο ενεργοί, όπως καταλήγουν εν τέλει οι ερευνητές.

Ο κόσμος γίνεται όλο και πιο ψηφιακός διαπίστωσε επίσης στη διδακτορική του διατριβή ο Camargo [56] και αναφέρει ότι οι χώρες σε όλο τον κόσμο προσπαθούν να προσελκύσουν και να προετοιμάσουν τις μελλοντικές γενιές για να καταλάβουν

θέσεις στην αγορά εργασίας, όπου, ως επί το πλείστον, θα επικεντρωθούν στην Επιστήμη, την Τεχνολογία, τη Μηχανική, τις Τέχνες και τα Μαθηματικά. Μια προσέγγιση που έχει ήδη παγιωθεί στη βιβλιογραφία είναι η χρήση ρομπότ που εφαρμόζονται στην εκπαίδευση για να ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η υπολογιστική σκέψη. Η έρευνα του Camargo [56] επικεντρώθηκε ακριβώς σε αυτή τη συνθήκη και χρησιμοποιώντας το έργο RoboSTEAM, είχε ως στόχο την εξερεύνηση του τρόπου εφαρμογής των εκπαιδευτικών ρομπότ στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι περισσότερες προσεγγίσεις χρησιμοποιούν την πλατφόρμα της LEGO, η οποία μερικές φορές μπορεί να είναι δύσκολη στην πρόσβαση λόγω της υψηλής τιμής της.

Το ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα του Camargo [56] ήταν το mBot στο οποίο χρησιμοποιεί το λογισμικό mBlock 5 για να το προγραμματίσει, που εφαρμόστηκε μέσω δύο εκπαιδευτικών προσεγγίσεων σε μαθητές με βάση τη μεθοδολογία μάθησης βάσει προκλήσεων. Στο τέλος της έρευνας έγιναν αξιολογήσεις για τις επιδόσεις των μαθητών που συμμετείχαν σε αυτό το έργο και αναδείχθηκε ότι τους βοήθησε να εξελίξουν τις ικανότητές τους.

Το άρθρο των Afonso, Soares και Oliveira [57] ανέλυσε τον αντίκτυπο που έχει η εκπαιδευτική ρομποτική στη μάθηση και τα κίνητρα των μαθητών του δημοτικού σχολείου. Η μελέτη βασίστηκε σε ένα σύνολο δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς, στο πλαίσιο της Λέσχης Προγραμματισμού και Ρομποτικής. Στις δραστηριότητες αυτές συμμετείχαν 66 μαθητές της Δ' τάξης που φοιτούσαν σε δύο δημοτικά σχολεία που ανήκαν στην λέσχη. Αυτές οι δραστηριότητες αφορούσαν διάφορα θέματα όπως η «Ανακάλυψη της ηλεκτρικής συνέχειας», ο «Προγραμματισμός χωρίς υπολογιστή» και η «Ανακάλυψη της Ρομποτικής», μεταξύ άλλων. Παράλληλα, η λέσχη συμμετείχε στον πανελλήνιο διαγωνισμό μαζί με άλλους συλλόγους από τη χώρα. Στο τέλος των δραστηριοτήτων, εφαρμόστηκε ερωτηματολόγιο στους συμμετέχοντες, προκειμένου να εκτιμηθεί ο αντίκτυπος που είχε σε αυτούς. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν πολύ θετικά, καθώς οι μαθητές είπαν ότι ο σύλλογος και οι δραστηριότητές του αποτελούν πολύτιμο κεφάλαιο για την ανάπτυξη, τη μάθηση και την κινητοποίησή τους.

Καθώς οι δραστηριότητες STEAM απαιτούν τόσο από τους δασκάλους όσο και από τους μαθητές να είναι δημιουργικοί, αναφέρουν οι Leroy και Romero [58] είναι σημαντικό να επιμορφωθούν και να εκπαιδευτούν με τον κατάλληλο τρόπο οι εκπαιδευτικοί για να μπορέσουν στη συνέχεια να προχωρήσουν στην καθοδήγηση των μαθητών με στόχο να αναπτύξουν τη δημιουργικότητα τους καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας. Για να αξιολογήσουν τη δημιουργική διαδικασία στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, ένα επί του παρόντος περιορισμένο θέμα στη βιβλιογραφία, οι Leroy και Romero [58] διεξήγαγαν μια μελέτη στην οποία συμμετείχαν 37 εκπαιδευτικοί σε υπηρεσία, οι οποίοι συμμετείχαν σε ένα μάθημα δημιουργικής παιδαγωγικής. Χρησιμοποιήθηκαν ένα τεστ αποκλίνουσας δημιουργικότητας (Alternative Uses Test) και μιας εργασίας CreaCube (δημιουργική εργασία επίλυσης προβλημάτων που περιλαμβάνει αρθρωτή ρομποτική).

Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το CreaCube ως μια ψηφιακή χειριστική εργασία που εκτελέστηκε δύο φορές για να διασφαλιστεί η αυθεντικότητα της δημιουργικής αξιολόγησης σε σχέση με την εκπαίδευση STEAM. Στη δεύτερη εκτέλεση, οι συμμετέχοντες δεν ήξεραν αν έπρεπε να αναπαράγουν την ίδια λύση ή να βρουν μια νέα. Τα αποτελέσματά έδειξαν δείχνουν ότι μόνο το ένα τέταρτο των δασκάλων πρότειναν νέες λύσεις κατά την επανάληψη της εργασίας και ότι αυτή η συντηρητική και επαναλαμβανόμενη συμπεριφορά αύξησε την ταχύτητα ολοκλήρωσης της εργασίας. Ωστόσο, αυτό υποδηλώνει ότι ακόμη και στο πλαίσιο των μαθημάτων δημιουργικής παιδαγωγικής, οι τάσεις των δασκάλων να δίνουν προτεραιότητα στην ταχύτητα και την εφαρμογή των υπάρχουσών λύσεων παραμένει εμπόδιο για τη συμμετοχή σε πιο δημιουργικές συμπεριφορές που απαιτούν την αναστολή προηγούμενων λύσεων και την εξερεύνηση νέων ιδεών.

Αυτή η μελέτη έριξε φως στη σημασία των εκπαιδευτικών που πειραματίζονται με αυτή τη συντηρητική προκατάληψη συμπεριφοράς κατά την εκπαίδευσή τους και τη σημασία της επίμονης εφαρμογής δημιουργικών συμπεριφορών στις δραστηριότητες STEAM. Συνεπώς, είναι σημαντικό οι εκπαιδευτικοί να λαμβάνουν υπόψη αυτούς τους παράγοντες κατά την ανάπτυξη και την παράδοση των μαθημάτων τους.

3. Προτεινόμενα Διδακτικά Σενάρια

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αναφορά σε προτεινόμενα θεωρητικά διδακτικά σενάρια, τα οποία βασίζονται στη σχετική ανασκόπηση της βιβλιογραφία και προτείνονται για εφαρμογή εντός της τάξης, με στόχο την καλλιέργεια της ενεργής εμπλοκής των μαθητών με τις αρχές των θετικών επιστημών.

3.1 Πρώτο διδακτικό σενάριο

3.1.1 Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης

Το πρώτο διδακτικό σενάριο θα αφορά την εφαρμογή της ρομποτικής στο μάθημα της γεωγραφίας για παιδιά πέμπτης δημοτικού. Στόχος του σεναρίου είναι η αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών, της ρομποτικής και της μεθοδολογίας STEAM.

Ως προς τη γλώσσα οι μαθητές πρέπει να:

- Αναπτύξουν και να κατανοήσουν το λεξιλόγιο που είναι σχετικό με τη ρομποτική και τον προγραμματισμό.
- Έρθουν σε επαφή τον προγραμματισμό.
- Καλλιεργήσουν δεξιότητες προγραμματισμού.
- Αναπτύξουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης.
- Κατανοήσουν και να περιγράψουν τα φυσικά αίτια της σεισμικής δραστηριότητας και τις υλικές και ψυχολογικές συνέπειες των φυσικών καταστροφών στη ζωή των ανθρώπων.
- Γνωρίσουν τον τρόπο αντίδρασης σε περίπτωση σεισμού.
- Αναφέρουν διάφορα παραδείγματα φυσικών καταστροφών επισημαίνοντας ταυτόχρονα τα αίτια τους, ανθρωπογενή ή φυσικά.

Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία οι μαθητές πρέπει να:

- Αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας μέσα από τη συμμετοχή τους σε ομάδες.
- Εστιάζουν τη προσοχή τους.
- Καλλιεργήσουν τη δημιουργική τους σκέψη, την κριτική ικανότητα και να κάνουν διάλογο.

3.1.2 Υλικά

Στο Διδακτικό Σενάριο θα αξιοποιηθούν:

- Οπτικοακουστικό υλικό
- Γραφική Ύλη
- Υπολογιστής
- Λογισμικό Προγραμματισμού
- Τα υλικά της συσκευασίας του Lego Wedo 2 για την κατασκευή του ρομποτικού βραχίονα.

3.1.3 Διαδικασία

Αρχικά, η εκπαιδευτικός θα διεξάγει συζήτηση μέσα στη τάξη για το θέμα των φυσικών καταστροφών και πιο συγκεκριμένα του σεισμού και τον τρόπο που επηρεάζει την ζωή των ανθρώπων.

Δόθηκε στα παιδιά το παρακάτω φύλλο εργασίας για να γνωρίσουν τα βασικά στοιχεία για την φύση και τα χαρακτηριστικά των σεισμών:



Σεισμοί και προστασία απ' αυτούς

Ακούσατε τώρα τελευταία για κάποιο σεισμό;

.....
.....
.....

Τι ακριβώς είναι ο σεισμός;

.....
.....
.....

Ποια είδη σεισμών υπάρχουν;

Ο τρόπος γένεσης των σεισμών αποτέλεσε και συνεχίζει να αποτελεί θέμα συζήτησης μεταξύ των επιστημόνων. Αυτό οφείλεται σε πειραματικές και θεωρητικές δυσκολίες στον καθορισμό του.

Οι σεισμοί στην πλειονότητα τους προέρχονται όπως ήδη αναφέρθηκε, από καταπόνηση της λιθόσφαιρας και χαρακτηρίζονται ως **τεκτονικοί**.

Το 90% περίπου των επιφανειακών και το σύνολο των πλουτώνειων σεισμών είναι τεκτονικοί, και λόγω της μεγάλης συχνότητάς τους αυτοί ουσιαστικά αποτελούν το μεγαλύτερο σεισμικό κίνδυνο.

Οι σεισμοί που σχετίζονται με εκρήξεις ηφαιστείων είναι οι **ηφαιστειογενείς**.

Εγκατακρημνισιογενείς σεισμοί: είναι εδαφικές δονήσεις που οφείλονται σε καταπτώσεις οροφών φυσικών εγκοίλων και σπηλαίων. Έχουν συνήθως μικρό μέγεθος και αποτελούν το 3% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών.

Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του σεισμού;

Τι είναι **μέγεθος** ενός σεισμού;

.....
.....

Τι είναι **ένταση** ενός σεισμού;

.....
.....

Τι είναι το **επίκεντρο** του σεισμού;

.....
.....

Εικόνα 1: Φύλλο Εργασίας για τους σεισμούς-Κατασκευάστηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της μελέτης.

Στη συνέχεια, αφού καταγράψουν σε μορφή εννοιολογικού χάρτη τις πληροφορίες που συνέλεξαν. Έπειτα η εκπαιδευτικός θα ξεκινήσει μια συζήτηση σχετικά με τους προσομοιωτές σεισμού, θέτοντας ερωτήσεις στα παιδιά για τον τρόπο λειτουργίας τους, για τους κλάδους που τους χρησιμοποιούν, για την σκοπιμότητα τέτοιων λογισμικών κλπ. Επίσης, κατά τη διάρκεια της συζήτησης η εκπαιδευτικός θα καταγράφει τις απόψεις των μαθητών σε έναν εννοιολογικό χάρτη.

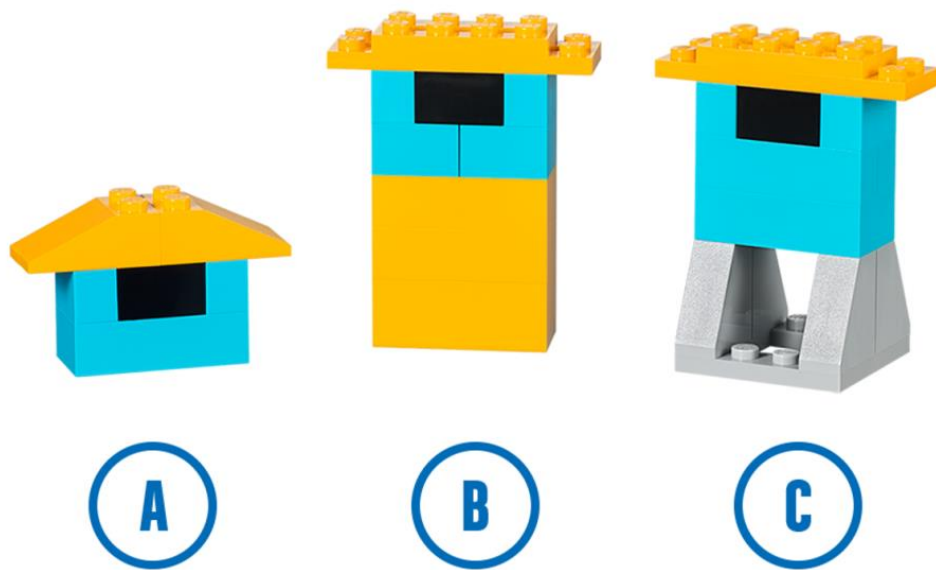
Μετά, θα χρησιμοποιήσουν το LEGO WeDo για να κατασκευάσουν μια πλατφόρμα που θα χρησιμοποιήσουν για να εξομοιώσουν το φυσικό φαινόμενο του σεισμού. Η χρήση του συγκεκριμένου εργαλείου αναμένεται να συμβάλει στην επίτευξη των διδακτικών στόχων και να εμπλουτίσει το διδακτικό αντικείμενο της γεωγραφίας βοηθώντας τους μαθητές να «ξεφύγουν» από την παραδοσιακή διδασκαλία και το βασικό σχολικό εγχειρίδιο.

Οι μαθητές θα χωριστούν σε ομάδες για να μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή και να δοκιμάσουν διάφορα είδη κτιρίων ως προς τον χρόνο αντοχής τους ανάλογα με την ένταση του σεισμού. Θα εργαστούν σε ομάδες για να το επιτύχουν ως project και θα παρουσιάσουν τις ιδέες τους μετά από μία δοκιμασία-παιχνίδι όπου η κάθε ομάδα θα προσπαθήσει να κατασκευάσει μία κτιριακή κατασκευή με τουβλάκια η οποία για περισσότερο χρόνο θα πρέπει να αντέξει «όρθια» στην πλατφόρμα εξομοίωσης. Η δοκιμασία σχεδιασμού δίνεται ως εξής στους μαθητές: «Θα πρέπει να κατασκευάσετε ένα κτίριο στην πλατφόρμα εξομοίωσης έτσι ώστε να είναι σταθερό. Χρησιμοποιήστε μόνο τα εργαλεία που σας παρέχονται»

Οι μαθητές στις ομάδες τους δοκιμάζουν τα τρία διαφορετικά είδη κτισμάτων από τουβλάκια LEGO και προχωρούν στην καταγραφή της αντοχής των κτισμάτων συγκριτικά με την ένταση του σεισμού.

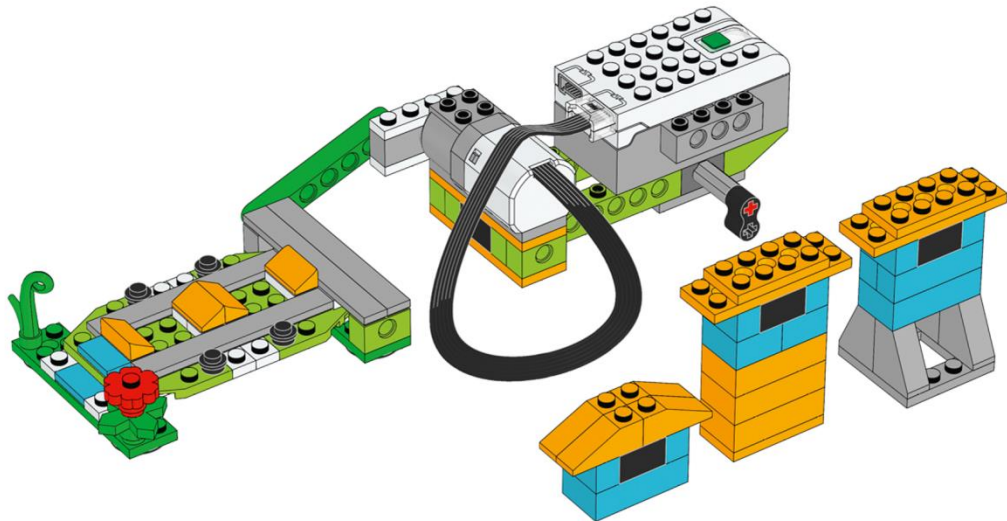


Εικόνα 2: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.



Εικόνα 3: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Για παράδειγμα, μπορούν να κάνουν παρατηρήσεις όπως ότι όσο αυξάνεται η διάρκεια του σεισμού τόσο μεγαλύτερες είναι οι καταστροφές κλπ. Καταγράφουν τα αποτελέσματά τους σε χαρτί και τα συζητούν στην ολομέλεια της τάξης. Εν συνεχεία η εκπαιδευτικός τους παροτρύνει να προχωρήσουν στη δημιουργία και άλλων νέων κτισμάτων που να είναι διαφορετικά και να πειραματιστούν με αυτά. Γίνεται συζήτηση περί κατασκευών και επίδραση των σεισμών σε αυτές. Έπειτα, οι μαθητές συζητούν στην ολομέλεια όλες τις παρατηρήσεις τους ενώ η εκπαιδευτικός τους δείχνει εικόνες παλαιότερων κτιρίων και σύγχρονων πολυόροφων και ζητείται η γνώμη τους για το πώς μπορεί να επιδράσει μια φυσική καταστροφή σε αυτά, όπως είναι ο σεισμός, τι μπορούμε να κάνουμε για την προστασία των κτιρίων ή αρχαίων μνημείων κλπ. Τέλος, οι μαθητές συζητούν για την επιστήμη της σεισμολογίας, καθώς για τα επαγγέλματα που εμπλέκονται στην κατασκευή και τη συντήρηση κτιρίων.



Εικόνα 4: Παράδειγμα δραστηριότητας για τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Οι μαθητές αφού διάβασαν το σενάριο της δραστηριότητας στο περιβάλλον προγραμματισμού LEGO WeDo 2, χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες εντολές δημιούργησαν τον παρακάτω κώδικα:



Εικόνα 5: Παράδειγμα κώδικα για τη δραστηριότητα με τους σεισμούς με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Στην πλατφόρμα που έχουν συναρμολογήσει τα παιδιά τοποθετούμε διαδοχικά και τα τρία κτίρια από το μικρότερο στο μεγαλύτερο. Πειραματιζόμαστε με τις στροφές του κινητήρα ο οποίος ανάλογα με την ταχύτητα καθορίζει και την ισχύ του σεισμού. Οι μαθητές παρατηρούν τη συσχέτιση που υπάρχει ανάμεσα σε μέγεθος κτίσματος και μεγέθους ισχύς του σεισμού. Οι μαθητές απαντούν σε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο (βαθμός συμφωνίας/διαφωνίας) στις ακόλουθες δηλώσεις:

1. Κατάφερα να δημιουργήσω ένα κτίσμα που να είναι σταθερό.

2. Κατάφερα να δημιουργήσω ένα κτίσμα που σε μικρού βαθμού σεισμό δεν πέφτει.
3. Κατάφερα να δημιουργήσω ένα κτίσμα που σε μέτριου βαθμού σεισμό δεν πέφτει.
4. Κατάφερα να δημιουργήσω ένα κτίσμα που σε μεγάλο βαθμού σεισμό δεν πέφτει.
5. Χρειάστηκε να κάνω αλλαγές στο σχέδιο μου για να το πετύχω.
6. Οι εργαζόμενοι μηχανικοί πρέπει να προσαρμόσουν τα αρχικά τους σχέδια κατά τη διάρκεια της οικοδόμησης ενός κτίσματος.
7. Η αρχική μου εκτίμηση ήταν διαφορετική από τη τελική.
8. Συνεργάστηκα με τους συμμαθητές μου για να βρούμε την καλύτερη δυνατή λύση.
9. Οι άλλες ομάδες συμμαθητών μου εφάρμοσαν πιο κατάλληλες ιδέες.
10. Πολλά σχέδια στην τάξη σας ανταποκρίνονταν στο έργο στόχο.
11. Η εργασία ως ομάδα έκανε το έργο επιτυχημένο.

Η διδακτική πρόταση που παρουσιάζεται έχει βασιστεί στο προφίλ, στο μαθησιακό στυλ και τα ενδιαφέροντα των μαθητών του συγκεκριμένου τμήματος στο οποίο απευθύνεται. Πιο αναλυτικά το συγκεκριμένο τμήμα περιλαμβάνει 13 μαθητές, ηλικίας 10 χρονών που φοιτούν στη Ε' τάξη. Το μάθημα μπορεί να γίνει σε περίοδο μόλις μιας ώρας για μεγαλύτερους μαθητές. Ωστόσο, για να βοηθηθούν οι μαθητές να μην αισθάνονται βιαστικοί και για να διασφαλιστεί η επιτυχία των μαθητών (ειδικά για τους νεότερους μαθητές), το μάθημα μπορεί να χωριστεί σε περισσότερες διδακτικές ώρες, δίνοντας στους μαθητές περισσότερο χρόνο για καταγιισμό ιδεών, έλεγχο των ιδεών τους και οριστικοποίηση του σχεδιασμού τους.

Όπως ήδη αναφέρθηκε το πρώτο διδακτικό σενάριο θα αφορά το μάθημα της Γεωγραφίας που διδάσκεται στην Ε' Δημοτικού και πιο συγκεκριμένα την ενότητα «Το φυσικό περιβάλλον της Ελλάδας». Συν τοις άλλοις, πρέπει να τονιστεί ότι η επικέντρωση θα είναι στη θεματική «Ο ρόλος των ηφαιστειών και των σεισμών στις αλλαγές της φύσης» και θα έχει διάρκεια 3 διδακτικών ωρών.

3.1.4 Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου

Απώτερος σκοπός του σεναρίου είναι να ενισχυθούν τα κίνητρα των μαθητών και να μεγιστοποιηθούν οι μαθησιακές ευκαιρίες, μέσα από τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογικών διαδικασιών, όπως η ανακαλυπτική μάθηση, η μάθηση βάσει έργου (project-based learning), η βιωματική μάθηση και η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία. Η χρήση τέτοιου είδους δραστηριοτήτων συμβάλλει στην προαγωγή της ικανότητας συνεργασίας των μαθητών σε ομαδικές εργασίες. Είναι δεδομένο, ότι συνιστά ένα απαραίτητο εργαλείο στη διδακτική εργαλειοθήκη του εκπαιδευτικού για να μπορέσει να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και να μπορέσουν να επικοινωνήσουν με εποικοδομητικό τρόπο. Δύναται, ακόμα, να βοηθήσει όλους τους μαθητές στη διεκπεραίωση δραστηριοτήτων.

Η χρήση της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας βοηθάει τα παιδιά, σύμφωνα με τη θεωρία της Ζώνης της Επικείμενης Ανάπτυξης (στο εξής, Z.E.A.) που εισήγαγε ο Vygotsky. Ως Z.E.A. μπορεί να οριστεί «η απόσταση ανάμεσα στο επίπεδο ανάπτυξης που βρίσκεται ο μαθητής με βάση τις τρέχουσες ικανότητές του να επιλύει προβλήματα ή να αντιμετωπίζει κάποια κατάσταση μόνος του και στο επίπεδο ανάπτυξης στο οποίο έχει τη δυνατότητα να φθάσει με τη βοήθεια κάποιου ενήλικα ή ικανότερου από αυτόν μαθητή» [59]. Λαμβάνοντας υπόψη, λοιπόν, όσα αναφέρθηκαν διαπιστώνεται ότι η συνεργασία ανάμεσα στους μαθητές, ή ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και το δάσκαλο μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να φτάσουν σε ένα υψηλότερο γνωστικό επίπεδο. Το συγκεκριμένο σενάριο ακολουθεί τις κατευθύνσεις του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, όπως προτάσσονται από το αρμόδιο Υπουργείο, αλλά και ορισμένα διεθνή στάνταρ [60].

3.1.5 Ρούμπρικα Αξιολόγησης

Οι μαθητές θα αξιολογηθούν με βάση μια ρούμπρικα αξιολόγησης που παρουσιάζεται ακολούθως.

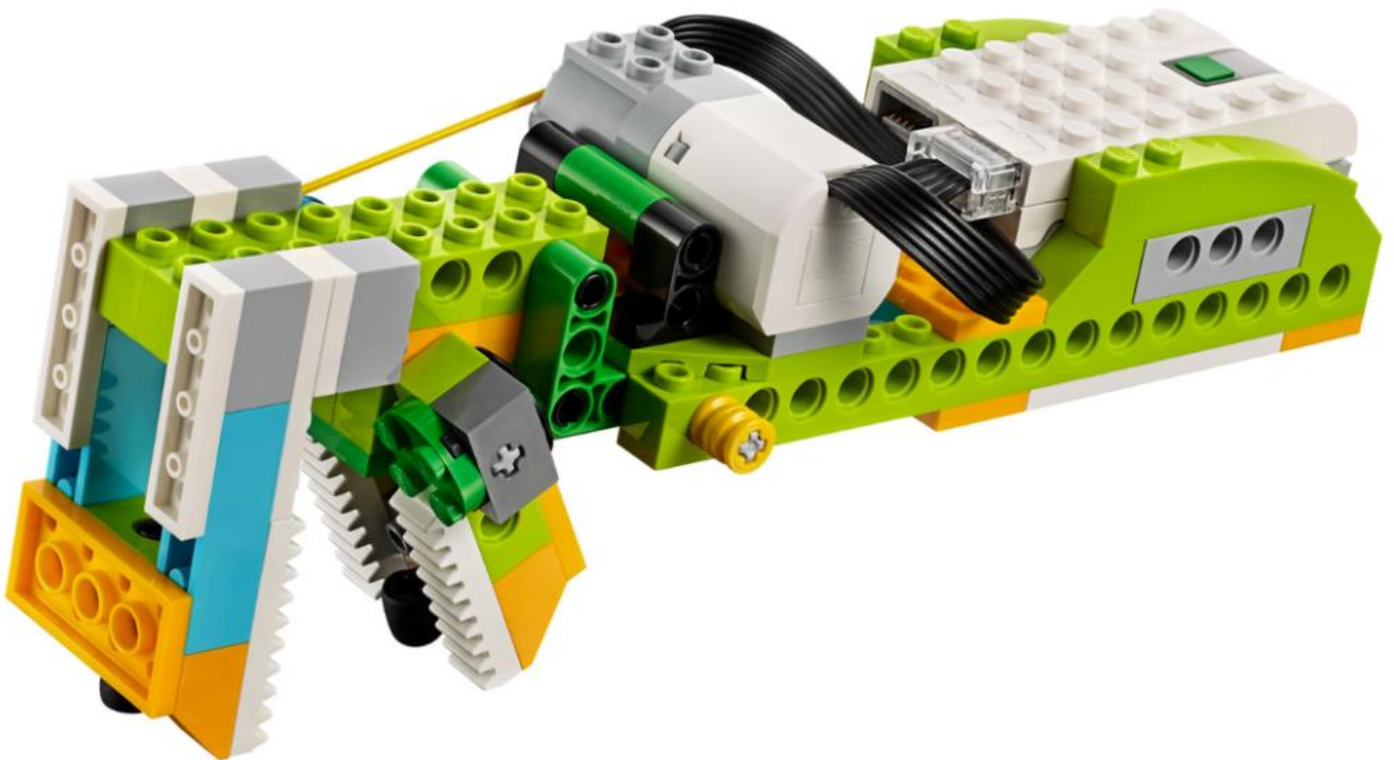
Πίνακας 1: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το πρώτο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Βαθμολογία	Μέτρια βαθμολογία (1 βαθμός)	Καλή βαθμολογία (2 βαθμοί)	Πολύ καλή βαθμολογία (3 βαθμοί)	Άριστη Βαθμολογία (4 βαθμοί)	Αποτελέσματα
Υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Μέτρια υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Πολύ καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Άριστη υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	
Ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Άριστη ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	
Ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Άριστη ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	
Κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Μέτρια κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Πολύ καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Άριστη κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	
Σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Μέτρια σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Καλή σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Πολύ καλή σύνθεση και προφορικού και γραπτού λόγου	Άριστη σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	
Ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Μέτρια ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Πολύ καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Άριστη ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	
Σύνολο					

3.2 Δεύτερο διδακτικό σενάριο

3.2.1 Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης

Στόχος του δεύτερου διδακτικού σεναρίου είναι οι μαθητές να κατασκευάσουν με τα υλικά της συσκευασίας του Lego Wedo 2 ένα ρομποτικό βραχίονα. Το συγκεκριμένο διδακτικό σενάριο εισάγει τους μαθητές σε έννοιες της μηχανικής και σχεδιασμού. Αυτό το μάθημα διερευνά τη σχεδίαση ενός βραχίονα ρομπότ. Οι μαθητές σχεδιάζουν και κατασκευάζουν έναν εργαζόμενο ρομποτικό βραχίονα με στόχο το χέρι να μπορεί να πάρει ένα αντικείμενο.



Εικόνα 6: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.



Εικόνα 7: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες «μηχανικών» για να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν το δικό τους βραχίονα ρομπότ.

Ως προς τη γλώσσα οι μαθητές πρέπει να:

- Αναπτύξουν και να κατανοήσουν το λεξιλόγιο που είναι σχετικό με τη ρομποτική και τον προγραμματισμό.
- Αναπτύξουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης.
- Κατανοήσουν και να περιγράψουν τα στάδια για την κατασκευή του ρομποτικού βραχίονα, αλλά και να εντοπίζουν τις επιστημονικές, επαγγελματικές και βιομηχανικές «περιοχές» χρήσης του με στόχο τη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων.

Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία οι μαθητές πρέπει να:

- Αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας μέσα από τη συμμετοχή τους σε ομάδες.
- Καλλιεργήσουν τη δημιουργική τους σκέψη, την κριτική ικανότητα και να κάνουν διάλογο.
- Καλλιεργήσουν τεχνικές επίλυσης προβλημάτων.
- Αναπτύξουν δεξιότητες σχεδίασης.

3.2.2 Υλικά

- Οπτικοακουστικό υλικό
- Γραφική Ύλη
- Υπολογιστής
- Λογισμικό Προγραμματισμού
- Τα υλικά της συσκευασίας του Lego Wedo 2 για την κατασκευή του ρομποτικού βραχίονα.

3.2.3 Διαδικασία

Τα ρομπότ που λειτουργούν σε ένα περιβάλλον παραγωγής είναι γνωστά ως «βιομηχανικά ρομπότ». Τα βιομηχανικά ρομπότ εκτελούν εργασίες όπως η διαλογή, η συγκόλληση, η βαφή, η συναρμολόγηση προϊόντων, η συσκευασία, η ετικετοποίηση και ο ποιοτικός έλεγχος. Στην αρχή γίνεται συζήτηση με τους μαθητές (όπως και στο προηγούμενο διδακτικό σενάριο οι μαθητές που θα συμμετάσχουν φοιτούν στην Πέμπτη δημοτικού) σχετικά με τη χρήση των βιομηχανικών ρομπότ. Με τη χρήση του καταγισμού ιδεών αναμένεται οι μαθητές να εντοπίσουν τις ιδέες που αναφέρθηκαν πρωτύτερα, δίνοντας ενδεικτικά παραδείγματα και προτρέποντας τους συμμαθητές τους να αναζητήσουν πληροφορίες στο διαδίκτυο.

Για το λόγο αυτό τους δόθηκε το παρακάτω φύλλο εργασίας:

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ερωτήσεις για συζήτηση

1. Ποιες είναι μερικές από τις διαφορετικές κινήσεις που μπορείτε να κάνετε με το χέρι σας;

.....
.....
.....

Οι μαθητές πιθανότατα θα περιγράψουν κινήσεις με λέξεις όπως το άρπαγμα, το κράτημα και το πέταγμα. Ζητήστε τους να περιγράψουν λεπτομερώς πώς χρησιμοποιούνται τα δάχτυλα σε αυτές τις κινήσεις.

2. Ποιος είναι ο ρόλος των μυών στο χέρι σας;

.....
.....
.....

Οι μύες είναι υπεύθυνοι για όλες τις κινήσεις του.

3. Πώς μπορείτε να δημιουργήσετε έναν τεχνητό βραχίονα;

.....
.....
.....

Ένας κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δημιουργήσει κινήσεις που είναι παρόμοιες με το ανθρώπινο χέρι. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την άσκηση πίεσης σε αντικείμενα προκειμένου να τα συγκρατήσει.

4. Πού χρησιμοποιούνται οι ρομποτικοί βραχίονες και για ποιον λόγο;

.....
.....
.....

Στην βιομηχανία, στην γραμμή παραγωγής εξαρτημάτων – προϊόντων οποιοδήποτε μεγέθους και χρήσης (αυτοκινητοβιομηχανίες, αεροναυπηγία, οικιακές συσκευές κ.ά.)

Οι βασικοί λόγοι είναι: α) η εξοικονόμηση χρόνου, β) η μείωση του εργατικού δυναμικού γ) η βελτιστοποίηση των προϊόντων.

Στη συνέχεια η εκπαιδευτικός τους αναφέρει «Είστε μια ομάδα μηχανικών που εργάζονται, χρησιμοποιώντας τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού, για να σχεδιάσετε έναν βραχίονα ρομπότ

Η εκπαιδευτικός χωρίζει τους μαθητές της τάξης σε ομάδες των 2-4 ατόμων. Στη συνέχεια, μοιράζει το φύλλο εργασίας που δείχνει τον τρόπο κατασκευής του ρομποτικού βραχίονα. Πριν οι μαθητές ξεκινήσουν να σχεδιάζουν τον τρόπο κατασκευής του βραχίονα θέτει μερικές ερωτήσεις για αναστοχασμό:

- Πώς μπορείτε να ελέγξετε την κίνηση του χεριού από απόσταση;
- Λάβετε υπόψη τη δύναμη της λαβής.
- Κοιτάξτε έναν βραχίονα που τοποθετεί μέρη σε μία γραμμή παραγωγής.



Εικόνα 9: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [63]



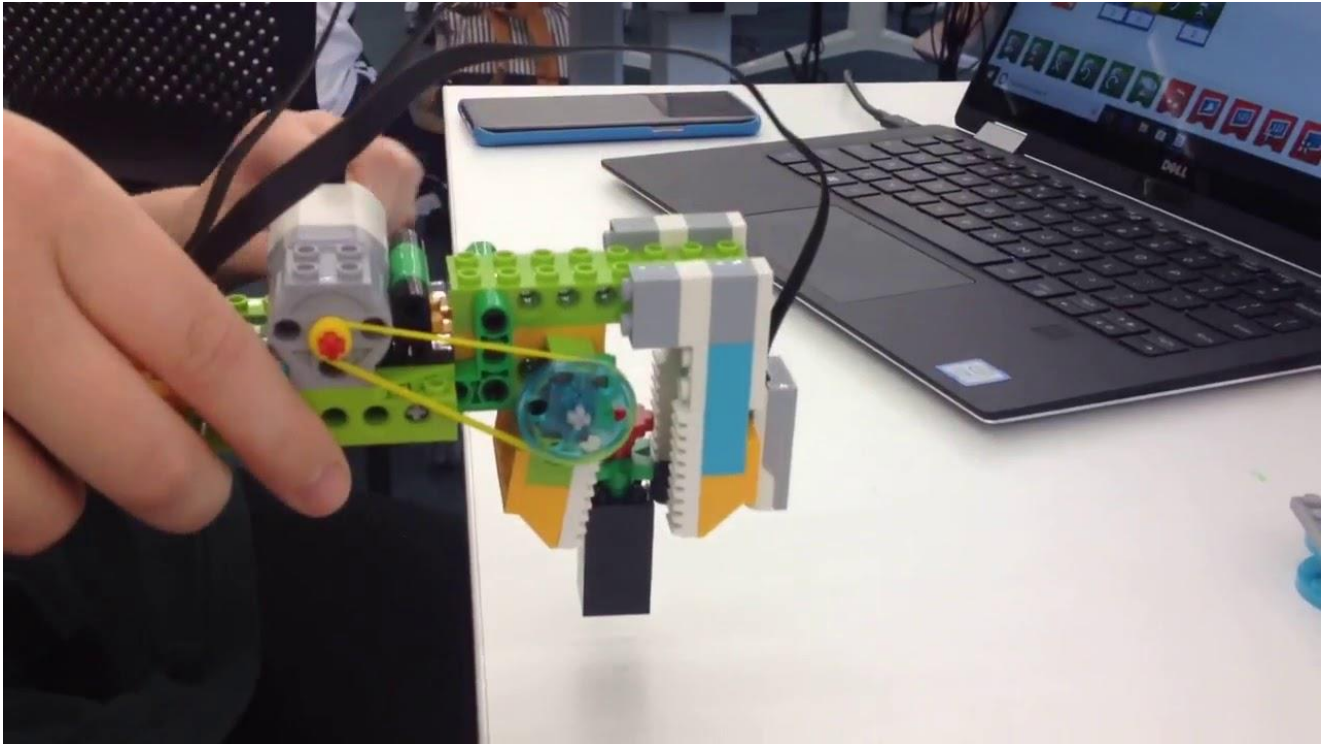
Εικόνα 10: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [61]



Εικόνα 11: Παραδείγματα για τη χρήση ρομποτικού βραχίονα στη βιομηχανία. [61]

Στη συνέχεια, δίνει τα υλικά σε κάθε ομάδα. Η εκπαιδευτικός εξηγεί στους μαθητές ότι ο ρομποτικός βραχίονας που θα σχεδιάσουν και θα κατασκευάσουν πρέπει να συγκρατεί καθημερινά αντικείμενα. Η εκπαιδευτικός αναφέρει στους μαθητές ότι ο χρόνος που έχουν για να υλοποιήσουν τη δραστηριότητα είναι δύο διδακτικές ώρες (συνολική διάρκεια: 90 λεπτά). Με στόχο να βοηθηθούν οι μαθητές ως προς την τήρηση του χρόνου, η εκπαιδευτικός μπορεί να κάνει τακτικούς «χρονικούς ελέγχους» προς τους μαθητές ώστε να παραμείνουν στην εργασία τους.

Συν τοις άλλοις, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι ο ρόλος της εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός και υποστηρικτικός, έτσι ώστε να βοηθήσει τους μαθητές να ανακαλύψουν αυτόνομα τη γνώση. Ακόμα, σε περίπτωση που οι μαθητές δυσκολεύονται, μπορεί να τους κάνει ερωτήσεις για να τους οδηγήσει σε πιο εύκολη λύση.



Εικόνα 12: Παράδειγμα δραστηριότητας για την κατασκευή ρομποτικού βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Στο τέλος, όταν οι μαθητές έχουν κατασκευάσει τον ρομποτικό βραχίονά τους ανά ομάδες, μαζεύονται στην ολομέλεια και παρουσιάζουν πειράματα που δείχνουν τη λειτουργία του βραχίονά τους και χρησιμοποιώντας τις κατάλληλες εντολές δημιούργησαν τον παρακάτω κώδικα:



Εικόνα 13: Παράδειγμα κώδικα για τη δραστηριότητα με τον ρομποτικό βραχίονα με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο με τη χρήση του προγράμματος LEGO WeDo.

Οι μαθητές απαντούν σε ένα σύντομο ερωτηματολόγιο (βαθμός συμφωνίας/διαφωνίας) στις ακόλουθες δηλώσεις:

1. Κατάφερα να δημιουργήσω έναν ρομποτικό βραχίονα που πιάνει μικρά καθημερινά αντικείμενα.
2. Κατάφερα να δημιουργήσω έναν ρομποτικό βραχίονα που πιάνει μεσαίου μεγέθους καθημερινά αντικείμενα.
3. Κατάφερα να δημιουργήσω έναν ρομποτικό βραχίονα που πιάνει μεγάλου μεγέθους καθημερινά αντικείμενα.
4. Χρειάστηκε να κάνω αλλαγές στο σχέδιο μου για να το πετύχω.
5. Οι εργαζόμενοι μηχανικοί πρέπει να προσαρμόσουν τα αρχικά τους σχέδια κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός ρομποτικού βραχίονα.
6. Η αρχική μου εκτίμηση ήταν διαφορετική από τη τελική.
7. Συνεργάστηκα με τους συμμαθητές μου για να βρούμε την καλύτερη δυνατή λύση.
8. Οι άλλες ομάδες συμμαθητών μου εφάρμοσαν πιο κατάλληλες ιδέες.
9. Πολλά σχέδια στην τάξη σας ανταποκρίνονταν στο έργο στόχο.
10. Η εργασία ως ομάδα έκανε το έργο επιτυχημένο.
11. Επίσης, στο ίδιο ερωτηματολόγιο περιλαμβάνονται ερωτήσεις ανοιχτού τύπου:
12. Ποιο στοιχείο ήταν πιο κρίσιμο για το σχεδιασμό του βραχίονα ρομπότ σας;
13. Πώς βοήθησε η εργασία ως ομάδα στη διαδικασία σχεδιασμού;
14. Υπήρχαν κάποια μειονεκτήματα στο σχεδιασμό ως ομάδα;
15. Τι μάθατε από τα σχέδια που αναπτύχθηκαν από άλλες ομάδες;
16. Ονομάστε τρεις βιομηχανίες που χρησιμοποιούν ρομπότ στην κατασκευή:

Η διδακτική πρόταση που παρουσιάζεται έχει βασιστεί στο προφίλ, στο μαθησιακό στυλ και τα ενδιαφέροντα των μαθητών του συγκεκριμένου τμήματος στο οποίο απευθύνεται. Πιο αναλυτικά το συγκεκριμένο τμήμα περιλαμβάνει 13 μαθητές, ηλικίας 10 χρονών που φοιτούν στη Ε' τάξη. Το μάθημα μπορεί να γίνει σε περίοδο μόλις μιας ώρας για μεγαλύτερους μαθητές. Ωστόσο, για να βοηθηθούν οι μαθητές να μην αισθάνονται βιαστικοί και για να διασφαλιστεί η επιτυχία των μαθητών (ειδικά για τους νεότερους μαθητές), το μάθημα μπορεί να χωριστεί σε περισσότερες διδακτικές ώρες, δίνοντας στους μαθητές περισσότερο χρόνο για καταιγισμό ιδεών, έλεγχο των ιδεών τους και οριστικοποίηση του σχεδιασμού τους.

3.2.4 Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου

Απώτερος σκοπός του σεναρίου είναι να ενισχυθούν τα κίνητρα των μαθητών και να μεγιστοποιηθούν οι μαθησιακές ευκαιρίες, μέσα από τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογικών διαδικασιών, όπως η ανακαλυπτική μάθηση, η μάθηση βάσει έργου (project-based learning), η βιωματική μάθηση και η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία. Η χρήση τέτοιου είδους δραστηριοτήτων συμβάλλει στην προαγωγή της ικανότητας συνεργασίας των μαθητών σε ομαδικές εργασίες. Είναι δεδομένο, ότι συνιστά ένα απαραίτητο εργαλείο στη διδακτική εργαλειοθήκη του εκπαιδευτικού για να μπορέσει να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και να μπορέσουν να επικοινωνήσουν με εποικοδομητικό τρόπο. Δύναται, ακόμα, να βοηθήσει όλους τους μαθητές στη διεκπεραίωση δραστηριοτήτων.

Το συγκεκριμένο σενάριο ακολουθεί τις κατευθύνσεις του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, όπως προτάσσονται από το αρμόδιο Υπουργείο, αλλά και ορισμένα διεθνή στάνταρ [60].

3.2.5 Ρούμπρικα Αξιολόγησης

Οι μαθητές θα αξιολογηθούν με βάση μια ρούμπρικα αξιολόγησης που παρουσιάζεται ακολούθως.

Πίνακας 2: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το δεύτερο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Βαθμολογία	Μέτρια βαθμολογία (1 βαθμός)	Καλή βαθμολογία (2 βαθμοί)	Πολύ καλή βαθμολογία (3 βαθμοί)	Άριστη Βαθμολογία (4 βαθμοί)	Αποτελέσματα
Υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Μέτρια υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Πολύ καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Άριστη υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	
Ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Άριστη ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	
Ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Άριστη ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	
Κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Μέτρια κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Πολύ καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Άριστη κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	
Σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Μέτρια σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Καλή σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Πολύ καλή σύνθεση και προφορικού και γραπτού λόγου	Άριστη σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	
Ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Μέτρια ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Πολύ καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Άριστη ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	
Σύνολο					

3.3 Τρίτο διδακτικό σενάριο

3.3.1 Στόχοι Διδασκαλίας-μάθησης

Το τρίτο διδακτικό σενάριο αφορά την εφαρμογή της ρομποτικής με την χρήση της συσκευής BeeBot (μελισσούλα), σε μαθητές της Α΄ Τάξης του δημοτικού. Σκοπός των δραστηριοτήτων με το Bee – Bot είναι, να εισαχθούν οι μαθητές στην έννοια του προγραμματισμού με παιγνιώδη τρόπο, εκπληρώνοντας και τους μαθησιακούς στόχους και άλλων διδακτικών αντικειμένων στα πλαίσια της διαθεματικότητας.

Η συσκευή προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας τα κουμπιά που είναι τοποθετημένα στο πάνω μέρος της ώστε να έχει τη δυνατότητα να μετακινείται προς όλες τις κατευθύνσεις.

Το BeeBot [62] λοιπόν είναι μια συσκευή εύκολη και κατανοητή για να ξεκινήσει ένας μαθητής τα πρώτα του βήματα στον προγραμματισμό, αντιλαμβανόμενος ταυτόχρονα και την έννοια του προσανατολισμού στο χώρο.

ΣΤΟΧΟΙ ως προς τις κοινωνικές δεξιότητες και την μαθησιακή διαδικασία είναι οι μαθητές να μπορούν:

Οι μαθητές πρέπει να:

- προσανατολίζονται στο χώρο.
- Να μετρούν.
- Να αντιληφθούν τις έννοιες δεξιά, αριστερά, μπρος, πίσω.
- Να δίνουν οδηγίες.
- Να κατανοούν σύμβολα κατεύθυνσης, χάρτες και σχεδιαγράμματα.
- Να σχεδιάζουν το χώρο που βρίσκονται και να αποτυπώνουν τις κινήσεις του ρομπότ.
- Να κάνουν υποθέσεις και προβλέψεις.

Ως προς τις κοινωνικές δεξιότητες οι μαθητές πρέπει να:

- Να συνεργάζονται.
- Να καλλιεργήσουν μέσω της τεχνολογίας το λεξιλόγιο και την διεπαφή.

- Να αναπτύσσουν βασικές ικανότητες -δεξιότητες όπως αλγοριθμική σκέψη.
- Να αποκτήσουν ικανότητα κατανόησης και επίλυσης προβλημάτων.
- Να αναπτύσσουν κριτική και δημιουργική σκέψη.
- Να μάθουν να επιλύουν προβλήματα .
- Να αναπτύσσουν την φαντασία τους και την ελεύθερη έκφραση.

3.3.2 Υλικά

Στο Διδακτικό Σενάριο θα αξιοποιηθούν:

- Γραφική Ύλη
- Ειδικά διαμορφωμένους Χάρτες
- Παιδικά τουβλάκια
- Την συσκευή του BeeBot

3.3.3 Διαδικασία

Ως γνωστόν, τα παιδιά λατρεύουν να εξερευνούν και να ανακαλύπτουν. Αφού η εκπαιδευτικός συστήσει στα παιδιά την μελισσούλα Bee-Bot, για να γνωρίσουν καλύτερα την συσκευή οι μαθητές, συζητούν τα παρακάτω:

1. Τι πιστεύουν ότι είναι;
2. Τι πιστεύουν ότι έχει μέσα;
3. Τι κάνουν τα κουμπιά;
4. Τα σύμβολα στα κουμπιά αποκαλύπτουν και το τι κάνει;
5. Τι θα συμβεί εάν πατήσουμε ένα κουμπί;
6. Τι θα συμβεί εάν πατήσουμε ένα κουμπί αρκετές φορές;
7. Με ποια σειρά πρέπει να πατήσουμε τα κουμπιά για να γίνει κάτι; Με τυχαία ή με μία συγκεκριμένη ακολουθία;
8. Σε μικρές ομάδες, δίνουμε στα παιδιά χρόνο να ασχοληθούν και να εξερευνήσουν το Bee-Bot και να δοκιμάσουν τα κουμπιά του.
9. Μετά την έρευνά τους, μπορούμε να τους ρωτήσουμε:
10. Τι θα συμβεί αν τα πατήσουμε κουμπιά αφού κινηθεί η μελισσούλα;
11. Πόσο μακριά μετακινείται η μελισσούλα όταν πατήσουμε το κουμπί για να πάει εμπρός ή πίσω;

12. Πώς στρίβει δεξιά ή αριστερά;

13. Πώς σβήνουμε την μνήμη των εντολών που έχουμε δώσει για να το ξαναπρογραμματίσουμε;

Στην συνέχεια, ζητήθηκε από τους μαθητές να ζωγραφίσουν την μελισσούλα Bee – Bot.



Εικόνα 14: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Στην τάξη η εκπαιδευτικός σχεδιάζει δραστηριότητες δίχως να χρησιμοποιήσει τη μελισσούλα, ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν τα σημαντικότερα βήματα για τον προγραμματισμό της.

1) Τυφλόμυγα (παιδί/δασκάλα)

Η εκπαιδευτικός τοποθετεί μοκετάκια ή χαρτόνια σε ένα μονοπάτι προσομοίωσης το οποίο μπορεί να ακολουθήσει η μελισσούλα ώστε να αντιληφθούν οι μαθητές μας τις διαδρομές που μπορεί να ακολουθήσει. Ούτως ώστε να καταλάβουν ότι δε μπορεί να κινηθεί διαγώνια παρά μόνο προς τις τέσσερις γνωστές τους κατευθύνσεις.

Η δασκάλα κλείνει τα μάτια στους μαθητές και τους οδηγεί αγγίζοντας τους ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. για βήμα μπροστά, άγγιγμα στο κεφάλι

2. για βήμα αριστερά, άγγιγμα στον αριστερό ώμο
3. για βήμα δεξιά, άγγιγμα στο δεξί ώμο
4. για βήμα πίσω, άγγιγμα στην πλάτη

Ξεκινάει αγγίζοντας και μιλώντας στους μαθητές για να δώσει να καταλάβουν το πως πρέπει να κινηθούν και αφού εξοικειωθούν μόνο αγγίζοντας τα.



Εικόνα 15: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

2) Τυφλόμυγα (εργασία σε ομάδες των δύο).

Στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας οι ομάδες των παιδιών αποτελούνται από έναν μαθητή ο οποίος δίνει εντολές με αγγίγματα και ο άλλος έχοντας κλειστά τα μάτια του υλοποιεί τις εντολές.



Εικόνα 16: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

3) Ασκήσεις για την κατανόηση των κινήσεων του Bee- Bot

Με απλές διαδρομές που σχεδιάστηκαν, βοήθησα τους μαθητές να κατανοήσουν τον τρόπο που κινείται.

Δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή γιατί:

- Οι μαθητές μπερδεύονται με τα βέλη δεξιά και αριστερά. Νομίζουν ότι πατώντας π.χ. δεξιά, θα στρίψει και θα κάνει ταυτόχρονα και βήμα 15 εκ.
- Ξεχνάνε ότι πρέπει να πατήσουν το Clear (X) για να διαγραφούν οι προηγούμενες εντολές για να επαναπρογραμματιστεί.



Εικόνα 17: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

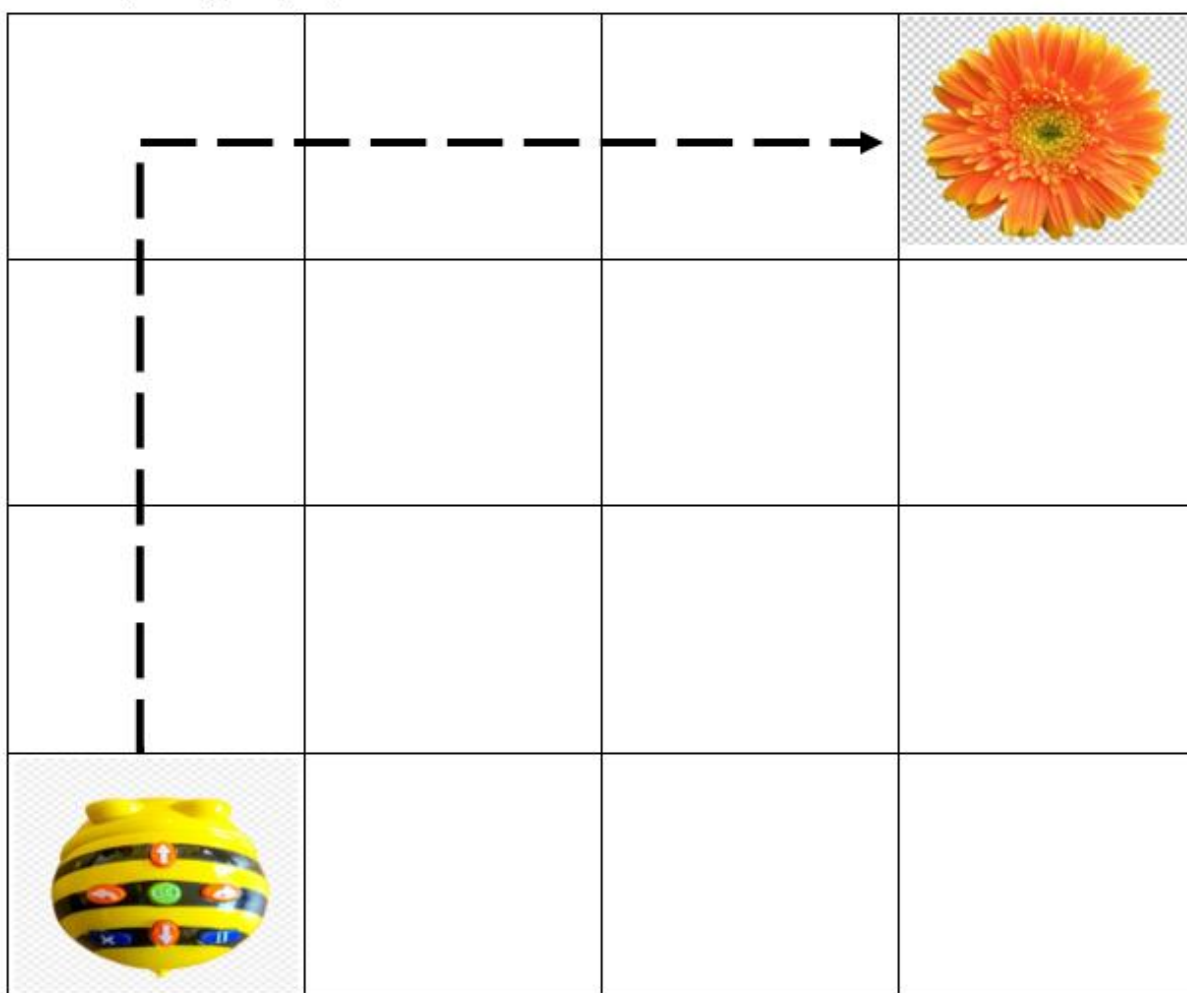
Μία καλή πρακτική κατανόησης, είναι η καταρχήν καταγραφή των κινήσεων σε ένα φύλλο εργασίας και έπειτα ο προγραμματισμός του Bee – Bot για την υλοποίηση της άσκησης.

Για τον λόγο αυτό μοιράστηκαν στους μαθητές τα παρακάτω φύλλα εργασίας.

Αφού οι μαθητές σε ομάδες των 2 παιδιών μελέτησαν την άσκηση, κατέγραψαν την διαδρομή στο χαρτί και στην συνέχεια πέρασαν τις εντολές στην συσκευή ώστε να κινηθεί στην πίστα που είχαμε ετοιμάσει.

Σε περίπτωση που η σχεδίαση της διαδρομής είχε λάθη, οι μαθητές διορθώνανε τις εντολές αρχικά στο χαρτί και στη συνέχεια περνούσαν τις εντολές στην συσκευή.

1^η δραστηριότητα με το Bee Bot.









Εικόνα 18: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

ΚΑΤΑΓΡΑΨΤΕ ΤΑ ΒΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΦΤΑΣΕΙ Η ΜΕΛΙΣΣΟΥΛΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ.

Εικόνα 19: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.
2^η δραστηριότητα με το Bee Bot.

ΚΑΤΑΓΡΑΨΤΕ ΤΑ ΒΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΑΠΑΙΤΟΥΝΤΑΙ ΩΣΤΕ ΝΑ ΦΤΑΣΕΙ Η ΜΕΛΙΣΣΟΥΛΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΟΡΙΣΜΟ ΤΗΣ.

Εικόνα 20: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Εικόνα 21: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Για την υλοποίηση των παραπάνω φύλλων τα παιδιά σχεδίασαν στο πάτωμα τις δικές τους πίστες χρησιμοποιώντας τουβλάκια ή χαρτοταινίες.

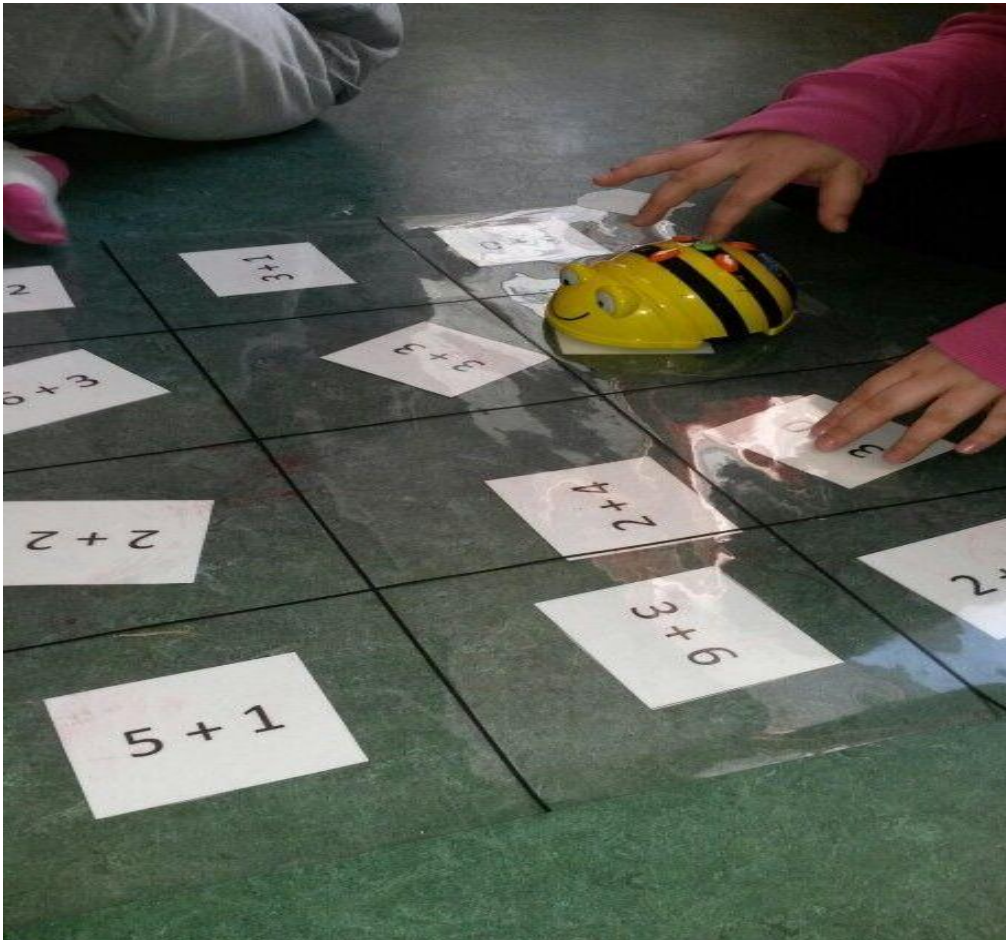


Εικόνα 22: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.



Εικόνα 23: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Έπειτα, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δυάδες. Η εκπαιδευτικός έλεγε έναν αριθμό σε κάθε ομάδα. Τα παιδιά θα έπρεπε να υπολογίσουν την αριθμητική πράξη των δύο αριθμών που μας δίνει το αποτέλεσμα ώστε να οδηγήσουν το Bee Bot στην σωστή αριθμητική πράξη. Στην συνέχεια η κάθε ομάδα συνεργαζόταν ώστε οι μαθητές να καταγράψουν τις εντολές και στην συνέχεια να τις περάσουν στην μελισσούλα ώστε να την οδηγήσουν στο σωστό σημείο.



Εικόνα 24: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Αντίστοιχες δραστηριότητες πραγματοποιήθηκαν:

- με γράμματα, έτσι ώστε οι μαθητές στο άκουσμα ενός γράμματος να οδηγούν το ρομπότ στην σωστή εικόνα.

- με τις εποχές, ώστε ανάλογα με την εποχή να επιλέγουν την κατάλληλη εικόνα
- με την ώρα, έτσι ώστε να το οδηγούν στο αντίστοιχο ρολόι πάνω στην πίστα.
- ως άσκηση σεισμού, για να επιλέγουν τα απαραίτητα αντικείμενα και τις σωστές συμπεριφορές σε μία τέτοια περίπτωση.



Εικόνα 25: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.



Εικόνα 26: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

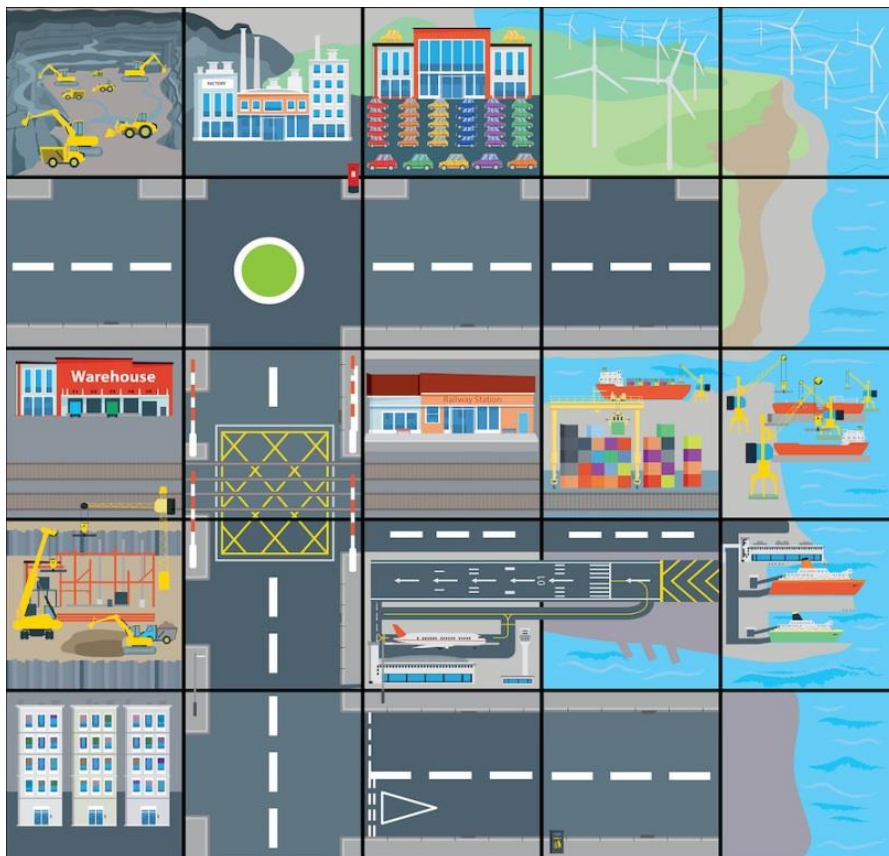


Εικόνα 27: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν έτοιμες – εμπορικές δραστηριότητες με χάρτες από πόλεις.



Εικόνα 28: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.



Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Με τη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές γνώρισαν επαγγέλματα και υπηρεσίες που χρησιμοποιούν καθημερινά αυτοί και οι γονείς τους (ταχυδρομείο, πυροσβεστική). Επίσης, η εκπαιδευτικός αφηγήθηκε φανταστικές ή πραγματικές ιστορίες καθώς περιηγηθήκαμε με το Beebot πάνω σε αυτές τις πίστες. Τα παιδιά κατανόησαν το ρόλο και τη σπουδαιότητα των ανθρώπων που εργάζονται σε υπηρεσίες που είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και βοηθητικές όπως το νοσοκομείο, το αστυνομικό τμήμα, η πυροσβεστική, το οδοντιατρείο, η τράπεζα και πολλά άλλα. Επίσης οι μαθητές μπόρεσαν να ανακαλύψουν και να κατανοήσουν τις διάφορες μορφές μεταφοράς και βιομηχανίας γύρω από μία πόλη.

Στην τελευταία ενότητα, έγινε παρουσίαση της εφαρμογής που έχει αναπτυχθεί για smartphones και tablets, μέσω των οποίων εξοικειώθηκαν, να προγραμματίσουν, να δημιουργήσουν δικές τους πίστες ή να παίξουν με τα έτοιμα σενάρια που υπάρχουν στην εφαρμογή.



Εικόνα 29: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.



Εικόνα 30: Παράδειγμα δραστηριότητας Bee Bot με βάση το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Το διδακτικό σενάριο που παρουσιάστηκε απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 7 ετών και συγκεκριμένα σε ένα τμήμα 10 μαθητών της Α΄τάξης του δημοτικού. Το μάθημα μπορεί να γίνει σε περίοδο τεσσάρων (4) ωρών. Ωστόσο, για να βοηθηθούν οι μαθητές να μην αισθάνονται βιαστικοί και για να διασφαλιστεί η επιτυχία των μαθητών, το μάθημα μπορεί να χωριστεί σε περισσότερες διδακτικές ώρες, έτσι ώστε να γίνουν ακόμη περισσότερες δραστηριότητες δίνοντας στους μαθητές περισσότερο χρόνο για καταιγισμό ιδεών, έλεγχο των ιδεών τους και οριστικοποίηση του σχεδιασμού τους. Δραστηριότητες μπορούν να γίνουν και καθόλη την διάρκεια της χρονιάς. Οι μαθητές να ζωγραφίζουν, να κόβουν και να κολλάνε πάνω σε μία επιφάνεια τα χαρτιά τους ώστε να δημιουργούν τις δικές τους πίστες.

Ως διαθεματικό εργαλείο, σε συνεργασία με τις υπόλοιπες ειδικότητες και ανάλογα με το μάθημα για την κατανόηση και την εξοικείωση με όρους, έννοιες και ενότητες να δημιουργούνται οι αντίστοιχες πίστεις για το ρομπότ μας.

3.3.4 Περιγραφή θεωρητικού πλαισίου του διδακτικού σεναρίου

Απώτερος σκοπός του σεναρίου είναι να ενισχυθούν τα κίνητρα των μαθητών και να μεγιστοποιηθούν οι μαθησιακές ευκαιρίες, μέσα από τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογικών διαδικασιών, όπως η ανακαλυπτική μάθηση, η μάθηση βάσει έργου (project-based learning), η βιωματική μάθηση και η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία. Η χρήση τέτοιου είδους δραστηριοτήτων συμβάλλει στην προαγωγή της ικανότητας συνεργασίας των μαθητών σε ομαδικές εργασίες. Είναι δεδομένο, ότι συνιστά ένα απαραίτητο εργαλείο στη διδακτική εργαλειοθήκη του εκπαιδευτικού για να μπορέσει να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και να μπορέσουν να επικοινωνήσουν με εποικοδομητικό τρόπο. Δύναται, ακόμα, να βοηθήσει όλους τους μαθητές στη διεκπεραίωση δραστηριοτήτων.

Η χρήση της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας βοηθάει τα παιδιά, σύμφωνα με τη θεωρία της Ζώνης της Επικείμενης Ανάπτυξης (στο εξής, Z.E.A.) που εισήγαγε ο Vygotsky. Ως Z.E.A. μπορεί να οριστεί «η απόσταση ανάμεσα στο επίπεδο ανάπτυξης που βρίσκεται ο μαθητής με βάση τις τρέχουσες ικανότητές του να επιλύει προβλήματα ή να αντιμετωπίζει κάποια κατάσταση μόνος του και στο επίπεδο ανάπτυξης στο οποίο έχει τη δυνατότητα να φθάσει με τη βοήθεια κάποιου ενήλικα ή ικανότερου από αυτόν μαθητή» [59]. Λαμβάνοντας υπόψη, λοιπόν, όσα αναφέρθηκαν διαπιστώνεται ότι η συνεργασία ανάμεσα στους μαθητές, ή ανάμεσα στον εκπαιδευτικό και το δάσκαλο μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να φτάσουν σε ένα υψηλότερο γνωστικό επίπεδο. Το συγκεκριμένο σενάριο ακολουθεί τις κατευθύνσεις του ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ, όπως προτάσσονται από το αρμόδιο Υπουργείο, αλλά και ορισμένα διεθνή στάνταρ [60].

3.3.5 Ρούμπρικα Αξιολόγησης

Οι μαθητές θα αξιολογηθούν με βάση μια ρούμπρικα αξιολόγησης που παρουσιάζεται ακολούθως.

Πίνακας 3: Ρούμπρικα Αξιολόγησης για το τρίτο προτεινόμενο διδακτικό σενάριο.

Βαθμολογία	Μέτρια βαθμολογία (1 βαθμός)	Καλή βαθμολογία (2 βαθμοί)	Πολύ καλή βαθμολογία (3 βαθμοί)	Άριστη Βαθμολογία (4 βαθμοί)	Αποτελέσματα
Υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Μέτρια υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Πολύ καλή υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	Άριστη υιοθέτηση αυτενέργειας και βιωματικότητας μαθητών	
Ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	Άριστη ανάπτυξη συλλογικού και ομαδικού πνεύματος μαθητών	
Ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Μέτρια ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Πολύ καλή ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	Άριστη ανάπτυξη κριτικού αναστοχασμού μαθητών	
Κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Μέτρια κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Πολύ καλή κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	Άριστη κατάκτηση επιστημονικής γνώσης σχετικά με τη ρομποτική.	
Σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Μέτρια σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Καλή σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	Πολύ καλή σύνθεση και προφορικού και γραπτού λόγου	Άριστη σύνθεση και ανάπτυξη προφορικού και γραπτού λόγου	
Ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Μέτρια ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Πολύ καλή ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	Άριστη ανάπτυξη υπολογιστικής ικανότητας	
Σύνολο					

4. Συζήτηση-Συμπεράσματα- Περιορισμοί της έρευνας-Μελλοντικές Ερευνητικές Προτάσεις

Σήμερα, οι άνθρωποι ζουν σε μια εποχή που τα πάντα γύρω τους αλλάζουν. Ειδικά η πανδημική κρίση αποτέλεσε σημείο καμπής και δοκιμασιών για όλες τις κοινωνίες σε κάθε χώρα. Επίσης, ανέδειξε ελλείψεις σε τεχνολογικό επίπεδο, αλλά και τόνισε ακόμα περισσότερο τις αλλαγές που συμβαίνουν με τον αυξανόμενο ρυθμό της τεχνολογίας, τις νέες εφευρέσεις, και τις νέες επινοήσεις. Αυτές οι αλλαγές έχουν οδηγήσει τους ανθρώπους να σκέφτονται και να πράττουν με διαφορετικό τρόπο.

Όλο και περισσότερο, είναι δεδομένο λοιπόν, ότι υπάρχει σημαντική αύξηση της επιρροής που ασκούν οι Νέες Τεχνολογίες στον τομέα της εκπαίδευσης. Οι υπολογιστές, το Διαδίκτυο (World Wide Web) και η διεισδυτικότητα του, δεν αφήνουν ανεπηρέαστο τον τομέα αυτόν αναδεικνύοντας ταυτόχρονα την ανάγκη της προετοιμασίας των εκπαιδευτικών για να μπορεί να αξιοποιήσει το φάσμα των προσφερόμενων παιδαγωγικών και εκπαιδευτικών πλεονεκτημάτων των Νέων Τεχνολογιών. Είναι αλήθεια πως αναφορικά με τον τομέα αυτό, οι τεχνολογίες έχουν πολλά να προσφέρουν έτσι ώστε να ωφεληθούν οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί και η κοινωνία.

Η πρόοδος της τεχνολογίας συνεχίζει να ωθεί την εξέλιξη στην υγειονομική περίθαλψη, τα ταξίδια, την επικοινωνία και την εκπαίδευση. Η χρήση ρομποτικών τεχνολογιών και τεχνολογιών προσομοίωσης έχουν αποδειχθεί αξιόλογα συστατικά των διαθέσιμων εκπαιδευτικών πόρων. Αυτές οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στο εκπαιδευτικό περιβάλλον έχουν δείξει την αξία τους στην καθημερινή μάθηση και στην εξειδικευμένη εκπαίδευση των μαθητών [30].

Οι ΤΠΕ έχουν βελτιώσει την εξ αποστάσεως εκπαίδευση στον 21ο αιώνα. Η επιτυχής εφαρμογή των ΤΠΕ για την καθοδήγηση της αλλαγής αφορά περισσότερο τον επηρεασμό και την ενδυνάμωση των εκπαιδευτικών και την υποστήριξή τους στη δέσμευσή τους με τους μαθητές στη μάθηση παρά στην απόκτηση δεξιοτήτων υπολογιστή και στην απόκτηση λογισμικού και εξοπλισμού [38].

Η χρήση της ρομποτικής επέτρεψε την απλούστευση των περίπλοκων ιατρικών διαδικασιών, την ασφαλέστερη εργασία των επικίνδυνων κατασκευαστικών έργων

και την ανακάλυψη του σύμπαντος. Όταν εφαρμόζεται στην εκπαίδευση, η ρομποτική και οι προσομοιωτές μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές και τελικά να δημιουργήσουν έναν μαθητή με μεγαλύτερη γνώση και προσαρμογή στις ανάγκες των όλο και μεταβαλλόμενων περιβαλλόντων [37] [43].

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ δίνουν τη δυνατότητα σε μαθητές όλων των ηλικιών να εξοικειωθούν και να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους στη ρομποτική και τον προγραμματισμό, ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν άλλες γνωστικές δεξιότητες. Σε κάθε περίπτωση, η πολυπλοκότητα του μαθήματος προσαρμόζεται πάντα στην ηλικία των μαθητών [27] [55].

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ, μέσω του παιχνιδιού, παρέχουν σημαντική βοήθεια προς τα παιδιά για την ανάπτυξη των βασικών γνωστικών δεξιοτήτων της μαθηματικής σκέψης σε νεαρή ηλικία, δηλαδή της υπολογιστικής σκέψης. Με άλλα λόγια, βοηθούν στην ανάπτυξη της νοητικής διαδικασίας που οι μαθητές χρησιμοποιούν για να επιλύσουν προβλήματα διαφορετικής μορφής μέσα από μια τακτική ακολουθία ενεργειών [14].

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ δίνουν τη δυνατότητα σε μαθητές όλων των ηλικιών να εξοικειωθούν και να εμβαθύνουν τις γνώσεις τους στη ρομποτική και τον προγραμματισμό, ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν άλλες γνωστικές δεξιότητες. Η εκπαιδευτική ρομποτική επιτρέπει την εύκολη κατασκευή και προγραμματισμό ενός ρομπότ. Η εκπαιδευτική ρομποτική — ή παιδαγωγική ρομποτική — είναι ένας κλάδος που έχει σχεδιαστεί για να εισάγει τους μαθητές στη Ρομποτική και τον Προγραμματισμό διαδραστικά από πολύ μικρή ηλικία [63].

Η εκπαιδευτική ρομποτική περιλαμβάνεται στη λεγόμενη εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) όπως ήδη επισημάνθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας ένα μοντέλο διδασκαλίας σχεδιασμένο να διδάσκει μαζί την επιστήμη, τα μαθηματικά και την τεχνολογία και στο οποίο η θεωρία υστερεί της πρακτικής [50].

Εκτός από την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης, τα εκπαιδευτικά ρομπότ συμβάλλουν στην προώθηση της ανάπτυξης άλλων γνωστικών δεξιοτήτων των παιδιών και των νέων. Για παράδειγμα, τα παιδιά μπορούν να μάθουν μέσα από το

λάθος, καθώς ανακαλύπτουν ότι τα λάθη δεν είναι οριστικά αλλά αποτελούν μιας μορφής έναυσμα για την εξαγωγή νέων συμπερασμάτων. Η χρήση της ομαδικής εργασίας, δηλαδή η προσέγγιση της ομαδικής πρόκλησης ενθαρρύνει την κοινωνικοποίηση και τη συνεργασία. Ακόμα μαθαίνουν να προσαρμόζονται, αφού λόγω της αυξανόμενης εμφάνισης του αυτοματισμού και των έξυπνων συσκευών όταν παιδιά εξοικειώνονται με τη χρήση των ρομπότ μπορούν να προσαρμοστούν στον κόσμο μας και τις απαιτήσεις του ευκολότερα [50].

Ακόμα οι μαθητές καλλιεργούν τη δημιουργικότητα τους, καθώς η ανεύρεση λύσεων και η δυνατότητα επιλογής νέων λειτουργιών σε αυτά τα ρομπότ διεγείρουν τη φαντασία και τη δημιουργική έκφραση. Συν τοις άλλοις οι μαθητές καλλιεργούν την αυτοεκτίμηση τους μέσω της ρομποτικής καθώς η κατάκτηση της επιτυχίας σε έναν νέο τομέα συμβάλλει στην αυτογνωσία τους. Πέραν της τόνωσης της αυτοεκτίμησής τους, η κατάκτηση ενός τομέα τους ωθεί να αναλάβουν νέες αρμοδιότητες και σε κάποιον άλλο τομέα [63].

Έχοντας τη δυνατότητα να δουν το πρακτικό αποτέλεσμα αμέσως, δίχως να απαιτείται ένας ενήλικας να τους πει αν τα έκαναν σωστά, οι μαθητές γίνονται ικανοί να αξιολογούν τις επιδόσεις τους. Άλλα γνωστικά αντικείμενα που επηρεάζονται θετικά από τα εκπαιδευτικά ρομπότ είναι η υπευθυνότητα, η τάξη και η βέλτιστη ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης και των σχέσεων μεταξύ των αντικειμένων [3] [7].

Βασικός περιορισμός της παρούσας εργασίας είναι ότι παρέμεινε σε θεωρητικό επίπεδο. Ως μελλοντική ερευνητική πρόταση, λοιπόν θα μπορούσε συνδυαστικά να εφαρμοστεί ποιοτική έρευνα με τη διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κυρίως δημοτικού έτσι ώστε να διαπιστωθούν τα νέα δεδομένα που αφορούν την εφαρμογή της ρομποτικής στο τομέα της εκπαίδευσης. Συν τοις άλλοις θα μπορούσε να υπάρξει εφαρμογή των σεναρίων στην πράξη, αξιολόγηση του προγράμματος και εκ νέου εφαρμογή του. Ουσιαστικά να διεξαχθεί μια έρευνα δράσης με στόχο να μετρηθεί η εμπλοκή των μαθητών με τις θετικές επιστήμες και τη ρομποτική αλλά και η ανάπτυξη των σχετικών δεξιοτήτων.

5. Αναφορές

- 1] D., Alimisis, J., Arlegui, N., Fava, S., Frangou, S., Ionita, E., Menegatti ... and A., Pina, "Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECOP project.," in *Proceedings for constructionism 1 (2010)*, 2010.
- 2] A., Bredenfled, A., Hofmann and G., Steinbauer, "Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions," in *Proceedings of Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2010) Workshops*, 2010.
- 3] J. Johnson, "Children, robotics, and education," *Artificial Life and Robotics*, vol. 7, no. 1, pp. 16-21, 2003.
- 4] D. P., Miller and I., Nourbakhsh., "Robotics for education," in *Springer handbook of robotics*, Germany, Springer International Publishing., 2016, pp. 2115-2134.
- 5] C., Rogers and M., Portsmore, "Bringing engineering to elementary school," *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, no. 5, p. 17-28, 2004.
- 6] S., Papert, *Constructionism: A new opportunity for elementary science education*, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.
- 7] S., Blanchard, V., Freiman and N., Lirrete-Pitre, "Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: Innovative potential of technology," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, vol. 2, no. 2, pp. 2851-2857, 2010.
- 8] A., Takacs, G., Eigner, L., Kovács, I., J., Rudas and T., Haidegger, "Teacher's kit: Development, usability, and communities of modular robotic kits for classroom education.," *IEEE Robotics & Automation Magazine*, vol. 23, no. 2, pp. 30-39, 2016.
- 9] J., Chambers, M., Carbonaro, and H., Murray., "Developing conceptual understanding of mechanical advantage through the use of lego robotic technology," *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 24, no. 4, 2008.
- 10] M. U., Bers, L., Flannery, E.R., Kazakoff and A., Sullivan, "Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum," *Computers & Education*, vol. 72, pp. 145-157, 2014.
- 11] J. M., Breiner, S. S., Harkness, C. C., Johnson and C. M., Koehler, "What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships," *School Science and Mathematics*, vol. 112, no. 1, pp. 3-11, 2012.
- 12] J. M., Ritz and S. C., Fan, "STEM and technology education: International state-of-the-art," *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 25, no. 4, pp. 429-451, 2015.
- 13] M., Sanders, "STEM, STEM education, STEMmania.," *The TechnologyTeacher*, vol. 68, pp. 20-26, 2009.
- 14] T., Martín-Páez, D., Aguilera, F. J., Perales-Palacios and J. M., Vilchez-González, "What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature.," *Science Education*, vol. 103, no. 4, pp. 799-822, 2019.
- 15] J. M., Shaughnessy, «Mathematics in a STEM context.,» *Mathematics Teaching in the Middle school*,, τόμ. 18, αρ. 6, pp. 324-327, 2013.
- 16] A., Zollman, "Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning," *School Science and Mathematics*, vol. 112, no. 1, pp. 12-19, 2012.
- 17] M. H., Land, "Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM," *Procedia Computer Science*, vol. 20, pp. 547-552, 2013.
- 18] J., Maeda, "STEM+ Art= STEAM.," *The STEAM Journal*, vol. 1, no. 34, 2013.

- 18] | G., Yakman, and H., Lee "Exploring the exemplary STEAM education in the US as a
19] practical educational framework for Korea.," *Journal of the Korean Association for
Science Education*, vol. 32, no. 6, pp. 1072-1086.
- | T. Z., Zamorano-Escalona, Y. G., Cartagena and D. R., González, "Educación para el
20] sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada
educacional," *Contextos: estudios de humanidades y ciencias sociales*, vol. 4, pp. 1-21,
2018.
- | J.J., Kuenzi, "Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education:
21] Background, federal policy, and legislative action," in *Congressional Research Service
Reports*, 2008.
- | E., Robelen, "New STEM schools target underrepresented groups," *Education Week*,
22] vol. 31, no. 1, pp. 18-19, 2011.
- | M., Greene, "Art and imagination: Reclaiming the sense of possibility," *The Phi
23] Delta Kappan*, vol. 76(5), no. 5, pp. 378-382, 1995.
- | E., Tzagkaraki, S., Papadakis and M., Kalogiannakis, "Exploring the Use of
24] Educational Robotics in primary school and its possible place in the curricula," in
Educational Robotics International Conference, Cham, 2021.
- | D., Alimisis, M., Moro, J., Arlegui, A., Pina, S., Frangou and K., Papanikolaou,
25] "Robotics & constructivism in education: The TERECOP project.," in *In EuroLogo*,
2007.
- | E., Hamner, J., Cross, L., Zito, D., Bernstein and K., Mutch-Jones, "Training
26] teachers to integrate engineering into non-technical middle school curriculum," in *2016
IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 2016.
- | L., Daniela and M. D., Lytras, "Educational robotics for inclusive education,"
27] *Technology, Knowledge and Learning*, vol. 24, no. 2, p. 219–225, 2019.
- | I. M., Greca Dufranc, E., García Terceño, M., Fridberg, B., Cronquist and A.,
28] Redfors, "Robotics and early-years STEM education: The botSTEM framework and
activities," *European Journal of STEM Education*, no. 1, pp. 1-13, 2020.
- | C., Kim, D., Kim, J., Yuan, R. B., Hill, P., Doshi, and C. N., Thai, "Robotics to
29] promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and
teaching.," *Computers & Education*, vol. 91, pp. 14-31, 2015.
- | A., Eguchi, "Educational robotics to promote 21st century skills and technological
30] understanding among underprivileged undergraduate students," in *2015 IEEE Integrated
STEM Education Conference*, 2015.
- | M., Chevalier, F., Riedo and F., Mondada, "Pedagogical uses of thymio II: How do
31] teachers perceive educational robots in formal education?," *IEEE Robotics & Automation
Magazine*, vol. 23, no. 2, p. 16–23, 2016.
- | E., Castro, F., Cecchi, P., Salvini, M., Valente, E., Buselli, L., Menichetti, , A. & P.,
32] Calvani & Dario, "Design and Impact of a teacher training course, and attitude change
concerning educational robotics," *International Journal of Social Robotics*, vol. 10, no.
5, pp. 669-685, 2018.
- | L., Negrini, "Teachers' attitudes towards educational robotics in compulsory school,"
33] *Italian Journal of Educational Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 77-90, 2020.
- | F., Heintz, , L., Mannila and T., Farnqvist, "A review of models for introducing
34] computational thinking, computer science and computing in K-12 education," in *2016
IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Erie, PA, USA. IEEE., 2016.
- | J., Fraillon, J., Ainley, W., Schulz, T., Friedman, and D., Duckworth, "The 2018
35] International Computer and Information Literacy Study (ICILS): Main findings and
implications for education policies in Europe.," Publications Office, LU., 2020.

- 36] Science, American Association, "Benchmarks for science literacy," Oxford Press, New York, 1993.
- 37] N. R. Council, "The National Science Standards," 1996. [Online]. Available: National Science Education Standards (csun.edu).
- 38] F. R., Sullivan, "Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding," *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, vol. 45, no. 3, p. 37, 2008.
- 39] T., Lewis, "Design and inquiry: Bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?," *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, vol. 43, no. 3, 2006.
- 40] D., Crismond "Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naïve, novice and expert designers doing constrained and scaffolded design work," *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 38, pp. 791-820, 2001.
- 41] W.M., Roth, "Learning science through technological design," *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 38, pp. 768-790, 2001.
- 42] C., Hmelo, D.J., Holton and J.L. Kolodner, "Designing to learn about complex systems," *Journal of the Learning Sciences*, no. 9, p. 247-298, 2000.
- 43] J., Suomala and J., Alajaaski, "Pupil's problem-solving processes in a complex computerized learning environment," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 26, p. 155-176, 2002.
- 44] L., Schauble, "The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts," *Developmental Psychology*, vol. 32, p. 102-119, 1996.
- 45] M. Weinburgh, "Confronting and changing middle school teachers' perceptions of scientific methodology.," *School Science and Mathematics*, vol. 103, no. 5, pp. 222-232, 2003.
- 46] S., Papadakis, J., Vaiopoulou, E., Sifaki, D., Stamovlasis and M., Kalogiannakis, "Attitudes towards the use of educational robotics: Exploring pre-service and in-service early childhood teacher profiles," *Education Sciences*, vol. 1, no. 5, p. 204, 2021a.
- 47] S., Papadakis, J., Vaiopoulou, E., Sifaki, D., Stamovlasis, M., Kalogiannakis and K., Vassilakis, "Factors That Hinder in-Service Teachers from Incorporating Educational Robotics into Their Daily or Future Teaching Practice," in *CSEDU*, 2021b.
- 48] P. E., Foti, "Exploring kindergarten teachers' views on STEAM education and educational robotics: Dilemmas, possibilities, limitations," *Advances in Mobile Learning Educational Research*, vol. 1, no. 2, pp. 82-95, 2021.
- 49] D., Chaldi and G., Mantzanidou, "Educational robotics and STEAM in early childhood education," *Advances in Mobile Learning Educational Research*, vol. 1, no. 2, pp. 72-81, 2021.
- 50] F. R., Vicente, A., Zapatera Llinares, and N., Montes Sanchez, "Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education. Computer Applications in Engineering Education," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 29, no. 1, pp. 160-174, 2021.
- 51] H. C. T., "March). Developing programmable robot for K12 STEAM education. In," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021.
- 52] E., Yilmaz Ince and M., Koc, "The consequences of robotics programming education on computational thinking skills: an intervention of the young engineer's workshop (yew)," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 29, no. 1, pp. 191-208, 2021.

- 53] Ruiz Vicente, F., Zapatera Llinares, A., and Montés Sánchez, N., "Sustainable City: A Steam Project Using Robotics to Bring the City of the Future to Primary Education Students," *Sustainability*, vol. 12, no. 22, p. 9696, 2020.
- 54] P., Plaza, M., Castro, J., Merino, T., Restivo, A., Peixoto, C. Gonzalez, , ... and R., Strachan, "Educational Robotics for All: Gender, Diversity, and Inclusion in STEAM," in *2020 IEEE Learning With MOOCS (LWMOOCS)*, 2020.
- 55] L., Negrini, S. R., Murym, D., Moonnee, , P., Rossetti and M., Skweres, "Teachers' Reasons to Join a Community About Educational Robotics and STEAM: A Swiss Experience," in *Educational Robotics International Conference*, Cham, 2021.
- 56] C. R. D., Camargo, "Programming of an educational robot to be applied in STEAM areas," 2020.
- 57] R., Afonso, F., Soares and P. D. M. Oliveira, "Impact of Educational Robotics on Student Learning and Motivation: A Case Study.," in *2021 IEEE International Conference on Engineering, Technology & Education (TALE)*, 2021.
- 58] A., Leroy and M., Romero, "Teachers' Creative Behaviors in STEAM Activities With Modular Robotics," *Frontiers in Educatio*, no. 6, 2021.
- 59] V. L. S., *Mind in Society: The development of higher psychological processes*, Cambridge: Harvard University Press, 1978.
- 60] "Science Education Standards," [Online]. Available: http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=4962. [Accessed 05 07 2022].
- 61] Gomat, "Gomat," [Online]. Available: <https://gomat.gr>. [Accessed 05 07 2022].
- 62] Terrapinlogo, "Terrapinlogo," [Online]. Available: <https://resources.terrapinlogo.com/robots/bee-bot/>.
- 63] E., Tzagkaraki, S., Papadakis and M., Kalogiannakis «Exploring the Use of Educational Robotics in primary school and its possible place in the curricula.» σε *In Educational Robotics International Conference (pp. 216-229)*, Springer, Cham, 2021.
- 64] Fujitsu, "Fujitsu," [Online]. Available: <https://www.fujitsu.com/global/solutions/industry/manufacturing/monozukuri/>. [Accessed 05 07 2022].