



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

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

της

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ ΠΛΙΤΣΗ

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στις
Επιστήμες της Αγωγής: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.)
στην Εκπαίδευση και τη Δια Βίου Μάθηση
(με ειδίκευση στο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) και Ρομποτική στην
Εκπαίδευση (STEM and Robotics in Education))

Φεβρουάριος, 2023

© ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, Έτος 2023

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



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

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

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ
ΡΟΜΠΟΤΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

της

ΑΛΕΞΑΝΔΡΑΣ ΠΛΙΤΣΗ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Επιβλέπων Καθηγητής: Φαχαντίδης Νικόλαος

Μέλη: Δαγδιλέλης Βασίλειος

Λεύκος Ιωάννης

Ιανουάριος, 2023

Στην οικογένειά μου

Πρόλογος

Στο πλαίσιο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών, Επιστήμες της Αγωγής: Εφαρμογές Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση και τη Δια Βίου Μάθηση, με ειδίκευση στο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) και Ρομποτική στην Εκπαίδευση (STEM and Robotics in Education) στο τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολίτισης του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, διεξάγεται η παρούσα έρευνα με θέμα «Βιβλιογραφική Ανασκόπηση για την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση».

Το θέμα της παρούσας εργασίας επιλέχθηκε για επιστημονικούς λόγους αλλά και για λόγους προσωπικού ενδιαφέροντος, καθώς η ερευνήτρια είναι εκπαιδευτικός της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον κλάδο των Μαθηματικών και έχει ως στόχο την σταδιακή ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο μάθημα των μαθηματικών στις σχολικές αίθουσες. Τα τελευταία χρόνια, η εκπαιδευτική ρομποτική έχει κάνει την εμφάνισή της μέσα από τα εργαστήρια δεξιοτήτων που εντάχθηκαν στο Πρόγραμμα Σπουδών των Δημοτικών και των Γυμνασίων της χώρας μας. Η σημερινή εποχή χαρακτηρίζεται από ταχύτατες τεχνολογικές αλλαγές οι οποίες έχουν επέκταση και στον τομέα της εκπαίδευσης. Επιβάλλεται έτσι, η διαμόρφωση νέων διδακτικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιούν τεχνολογικό εξοπλισμό και ρομποτική στην διδασκαλία όλων των μαθημάτων και κυρίως στα Μαθηματικά. Η συγκεκριμένη έρευνα αποσκοπεί στην διερεύνηση των αποτελεσμάτων που μπορεί να επιφέρει η χρήση των εκπαιδευτικών ρομπότ στην επίδοση των μαθητών στα Μαθηματικά αλλά και στην ανάπτυξη μαθηματικών και άλλων δεξιοτήτων.

Ευχαριστίες

Ολοκληρώνοντας την ερευνητική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επόπτη της διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Νικόλαο Φαχαντίδη, Αναπληρωτή Καθηγητή του τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας, για την επιστημονική καθοδήγηση και τις καθοριστικές του παρεμβάσεις.

Ευχαριστώ, ακόμα, όλους τους καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τις γνώσεις, τη βοήθεια και την υποστήριξη που μου προσέφεραν.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου καθώς με την αγάπη και την υπομονή τους κατάφερα να ολοκληρώσω τον κύκλο του μεταπτυχιακού μου.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση για την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση

Περίληψη

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα καινοτόμο εργαλείο μάθησης και υπόσχεται να γίνει πηγή έμπνευσης για νέους τρόπους διδασκαλίας των μαθηματικών παρέχοντας στους μαθητές μια εξαιρετικά διαδραστική και πρακτική μαθησιακή εμπειρία. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζεται μια Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση που σκιαγραφεί τους τομείς και τα αντικείμενα της εκπαίδευσης στα οποία έχουν εφαρμοστεί τα εκπαιδευτικά ρομπότ. Επιπλέον, αναλύονται τα είδη των εκπαιδευτικών ρομπότ που χρησιμοποιήθηκαν και τα οφέλη που συνδέονται με την εφαρμογή τους σε τυπικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης. Για τη διεξαγωγή αυτής της βιβλιογραφικής ανασκόπησης πραγματοποιήθηκε μια προκαταρκτική ανάλυση 4.327 δημοσιεύσεων, η οποία οδήγησε στον εντοπισμό 17 σχετικών δημοσιεύσεων για την αξιοποίηση των εκπαιδευτικών ρομπότ στην διδασκαλία των μαθηματικών. Μέσω αυτών των άρθρων, εξετάστηκαν τρία ερευνητικά ερωτήματα που επιτρέπουν τη διερεύνηση της τρέχουσας εκπαιδευτικής εφαρμογής της ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση. Τέλος, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να έχει σημαντικό αντίκτυπο στην μαθηματική εκπαίδευση αφού επιδρά θετικά στην επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά και ενισχύει την κριτική σκέψη, τη συνεργασία και το κίνητρο των μαθητών για ενασχόληση με το αντικείμενο.

Λέξεις Κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, μαθηματικά, διδασκαλία

A literature review on the use of educational robotics in mathematics education

Abstract

Educational robotics is an innovative learning tool and promises to inspire new ways of teaching mathematics by providing students a highly interactive and hands-on learning experience. In this thesis, a Systematic Literature Review is presented, outlining the fields and objects of education in which educational robots have been applied. In addition, the types of educational robots which have been used in typical educational environments and the benefits associated with their implementation are analyzed. To conduct this literature review, a preliminary analysis of 4,327 publications was performed, which led to the identification of 17 relevant publications on the use of educational robots in mathematics teaching. Through these articles, three research questions were addressed that allow the investigation of the current educational application of robotics in mathematics education. Finally, we concluded that educational robotics can have a significant impact on mathematics education since it positively affects students' performance in mathematics and enhances students' critical thinking, collaboration, and motivation to engage with the subject.

Keywords: educational robotics, mathematics, teaching

Πίνακας περιεχομένων

Πρόλογος.....	v
Περίληψη	vii
Abstract	viii
Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
1. Διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των μαθηματικών.....	3
1.1 Λόγοι διαφοροποίησης του τρόπου διδασκαλίας των μαθηματικών στην εκπαίδευση	4
1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την διαδικασία εκμάθησης μαθηματικών	6
1.3 Ανάγκη για διαφορετική διδακτική προσέγγιση των μαθηματικών.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	14
2. Οι δυνατότητες της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία.....	14
2.1 Εκπαιδευτική ρομποτική στην τυπική εκπαίδευση.....	16
2.1.1 Προσχολική ηλικία.....	16
2.1.2 Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση.....	18
2.1.3 Τριτοβάθμια εκπαίδευση.....	19
2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική στην μη τυπική εκπαίδευση.....	20
2.3 Οι δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ειδική αγωγή.....	20
2.4 Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο εκμάθησης μαθηματικών.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	26
3. Μεθοδολογία της Έρευνας.....	26
3.1 Εισαγωγή – Επιλογή Μεθόδου Έρευνας.....	26
3.2 Σκοπός της έρευνας.....	27
3.3 Σχεδιασμός ερευνητικής Μεθοδολογίας.....	28
3.4 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Δεδομένων.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	38
4. Ανάλυση Δεδομένων	38
4.1 Περιγραφή και ανάλυση καταγραφών	38
4.2 Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα.....	42
4.3 Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα.....	44
4.4 Τρίτο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	47
5. Σύθεση ευρημάτων – Συζήτηση.....	47

5.1 Συζήτηση.....	47
5.2 Απάντηση ερευνητικών ερωτημάτων	48
5.3 Δυνατότητες αξιοποίησης της εργασίας	52
5.4 Περιορισμοί.....	52
5.5 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	54

Κατάλογος Διαγραμμάτων

<i>Διάγραμμα 1</i> <i>Διάγραμμα ροής για τη διαδικασία επιλογής των μελετών με PRISMA</i>	31
<i>Διάγραμμα 2</i> <i>Χρονική κατανομή</i>	38
<i>Διάγραμμα 3</i> <i>Γεωγραφική κατανομή μελετών</i>	39
<i>Διάγραμμα 4</i> <i>Κατανομή βαθμίδων εκπαίδευσης</i>	40
<i>Διάγραμμα 5</i> <i>Κατανομή ειδών ρομπότ</i>	40
<i>Διάγραμμα 6</i> <i>Καταγραφή ερευνητικών μεθόδων (σχετική συχνότητα)</i>	41
<i>Διάγραμμα 7</i> <i>Καταγραφή τομέων των Μαθηματικών με διδασκαλία μέσω ρομπότ</i>	42

Κατάλογος πινάκων

<i>Πίνακας 1 Κριτήρια επιλογής άρθρων.....</i>	<i>29</i>
<i>Πίνακας 2 Βάσεις Δεδομένων και Λέξεις - Κλειδιά.....</i>	<i>30</i>
<i>Πίνακας 3 Δεδομένα των μελετών.....</i>	<i>37</i>

Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί μια καινοτόμο μαθησιακή διαδικασία η οποία συνδυάζει στοιχεία βασικών επιστημών (φυσική, μηχανολογία), νέων τεχνολογιών πληροφορικής (ανάπτυξη λογισμικού, τεχνητή νοημοσύνη) και μελέτης της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Η ενασχόληση των μαθητών με τη ρομποτική δημιουργεί δύο δραστηριότητες, μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική. Αντικείμενο της «Εκπαιδευτικής Ρομποτικής» αποτελεί η ανάπτυξη εφαρμογών που στοχεύει στην προετοιμασία των παιδιών για τις νέες τεχνολογίες. Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής οδηγεί τους μαθητές στο να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (π.χ. ένα μοντέλο αυτοκινήτου) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος.

Η εισαγωγή της ρομποτικής στο «ψηφιακό σχολείο» υποστηρίζεται από τις πιο σύγχρονες θεωρίες μάθησης σύμφωνα με τις οποίες η δημιουργία της νέας γνώσης είναι περισσότερο αποτελεσματική όταν οι μαθητές εμπλέκονται στην κατασκευή προϊόντων που έχουν προσωπικό νόημα για τους ίδιους (Δελή, 2012). Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες, τα παιδιά έχουν ευκαιρίες να εκφραστούν μέσω της προσωπικής ανακάλυψης και δημιουργίας, να καθοδηγήσουν τα ίδια το σχεδιασμό των κατασκευών τους, να δοκιμάσουν τα δικά τους ρομποτικά μοντέλα και να μοιραστούν τις ιδέες τους σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης.

Στην παρούσα εργασία θα γίνει μια μελέτη για την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση. Στο πρώτο κεφάλαιο, πραγματοποιείται μια αναφορά στους παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά και στους λόγους και τις ανάγκες που οδηγούν στην διαφορετική διδακτική προσέγγιση της διδασκαλίας του συγκεκριμένου μαθήματος στο σχολικό περιβάλλον. Στο δεύτερο κεφάλαιο, περιγράφεται η συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην εκπαίδευση, μέσα από τις δυνατότητες που προσφέρει σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης και σε όλους τους μαθητές συμπεριλαμβανομένων και των παιδιών με ειδικές ανάγκες. Ακόμη, γίνεται ξεχωριστή αναφορά για την συνεισφορά των εκπαιδευτικών ρομπότ στην μαθηματική εκπαίδευση. Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η μεθοδολογία της έρευνας που χρησιμοποιήσαμε και τα ερευνητικά ερωτήματα που θα απαντηθούν, ενώ στο τέταρτο κεφάλαιο σκιαγραφούνται τα ευρήματα των ερευνών μέσα από

διαγράμματα και πίνακες. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των ευρημάτων και προκύπτουν τα συμπεράσματα της έρευνας. Αναφέρονται επίσης, οι περιορισμοί της μελέτης καθώς και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. Διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των μαθηματικών

Τα μαθηματικά παίζουν κυρίαρχο ρόλο στην καθημερινή ζωή. Η εκμάθησή τους, βοηθά τους μαθητές να σκέφτονται αναλυτικά, συνδυαστικά και να έχουν καλύτερες συλλογιστικές ικανότητες. Τους βοηθά να αναπτύξουν δεξιότητες της δια βίου μάθησης για να λύσουν καθημερινά προβλήματα. Στο σχολικό περιβάλλον, τα μαθηματικά είναι ένα μάθημα το οποίο για κάποιους μαθητές είναι το αγαπημένο και για κάποιους άλλους το λιγότερο αρεστό. Έχει παρατηρηθεί ότι ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών δυσκολεύεται αρκετά στο συγκεκριμένο μάθημα διότι δεν βρίσκει ενδιαφέροντα στοιχεία, ειδικά όσοι έχουν μεγαλύτερη έφεση στις κοινωνικές επιστήμες (Prayoga & Abraham, 2017). Έτσι, οι περισσότεροι μαθητές έχουν σχηματίσει αρνητική άποψη για τα μαθηματικά (Zakaria et al, 2013). Λόγω της ιδιαίτερης φύσης του μαθήματος και των αλγορίθμων και των κανόνων που εμπλέκονται σε αυτό, οι μαθητές τείνουν να αναπτύσσουν αρνητικές στάσεις προς τα μαθηματικά (Altintas & Ilgün, 2017).

Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται να μάθουν μαθηματικά σε κάποια φάση της σχολικής τους περιόδου. Για το λόγο αυτό, πρέπει να πειραματιστούν με διαφορετικά στυλ μάθησης για την κατανόησή τους. Σύμφωνα με τον Keefe (1979), «το μαθησιακό στυλ είναι η σύνθεση χαρακτηριστικών γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχολογικών παραγόντων που χρησιμεύουν ως σχετικά σταθεροί δείκτες του πώς ένας μαθητής αντιλαμβάνεται, αλληλεπιδρά και ανταποκρίνεται στο μαθησιακό περιβάλλον». Σύμφωνα με τους Stewart και Felicetti (1992), η μάθηση επηρεάζεται από τις εκπαιδευτικές συνθήκες υπό τις οποίες μαθαίνει ένας μαθητής. Επομένως, το μαθησιακό στυλ δεν σχετίζεται μόνο με το τι πρέπει να μάθουν οι μαθητές, αλλά μάλλον με το πώς θέλουν να μάθουν με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο. Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις στη μάθηση είναι να αναλάβουν τα ίδια τα άτομα την ευθύνη για τη μάθησή τους. Όταν οι εκπαιδευόμενοι αναλαμβάνουν την ευθύνη για τη δική τους μάθηση, αποδίδουν νόημα στη διαδικασία της μάθησης, οδηγώντας σε αποτελεσματική μάθηση (Nzesei, 2015). Οι δάσκαλοι οφείλουν να κατανοήσουν τη διαδικασία της ατομικής μάθησης.

Ο πρωταρχικός σκοπός της διδασκαλίας σε οποιοδήποτε επίπεδο εκπαίδευσης είναι να επέλθει μια θεμελιώδης αλλαγή στον εκπαιδευόμενο (Tebabal & Kahssay, 2011). Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εφαρμόζουν κατάλληλες διδακτικές στρατηγικές που να ταιριάζουν καλύτερα σε συγκεκριμένους στόχους και ικανότητες, για να εξασφαλίσουν και να διευκολύνουν τη διαδικασία μετάδοσης της γνώσης.

Τις τελευταίες δεκαετίες, εφαρμόστηκαν περισσότερο διδακτικές προσεγγίσεις μετάδοσης της γνώσης με επίκεντρο τον δάσκαλο παρά με επίκεντρο τον μαθητή. Μέχρι σήμερα, τα ερωτήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διδασκαλίας στη μάθηση έχουν εγείρει σταθερά σημαντικό ενδιαφέρον στο θεματικό πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας (Hightower et al, 2011). Επιπλέον, οι έρευνες για τη διδασκαλία και τη μάθηση προσπαθούν συνεχώς να εξετάσουν τον βαθμό στον οποίο οι διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας βελτιώνουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Η αποτελεσματική διδασκαλία απαιτεί ευελιξία, δημιουργικότητα και υπευθυνότητα προκειμένου να παρέχει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον ικανό να ανταποκρίνεται στις ατομικές ανάγκες του μαθητή. Σύμφωνα με τον Tomlinson (2001), επισημαίνεται ότι η ομοιομορφία στη διδασκαλία αποτυγχάνει για πολλούς μαθητές. Στις μέρες μας, μια από τις προκλήσεις της αποτελεσματικότητας του ζεύγους διδασκαλίας-μάθησης, είναι η χρήση μιας εναλλακτικής και πιο αποδοτικής διδακτικής προσέγγισης και στρατηγικής που να είναι επίσης σύμφωνη με τα μαθησιακά στυλ των μαθητών.

1.1 Λόγοι διαφοροποίησης του τρόπου διδασκαλίας των μαθηματικών στην εκπαίδευση

Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι η χρήση διαφόρων διδακτικών προσεγγίσεων μπορεί να είναι πιο αποτελεσματική στη μάθηση των μαθηματικών από την προσκόλληση σε μία μόνο μέθοδο.

Παρακάτω, παραθέτουμε κάποιους από τους λόγους για τους οποίους μπορεί να είναι ωφέλιμο να αλλάξουμε τον τρόπο διδασκαλίας των μαθηματικών στην εκπαίδευση:

- Οι ανάγκες και τα στυλ μάθησης των μαθητών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η χρήση νέων στρατηγικών διδασκαλίας

των μαθηματικών ώστε να αντιμετωπιστούν αυτές οι αλλαγές και να διατηρηθεί το ενδιαφέρον και το κίνητρο των μαθητών.

Πράγματι, μια νέα διδακτική προσέγγιση μέσω ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να προσφέρει ευκαιρίες για μάθηση μέσα από ένα παιγνιώδη τρόπο και συγχρόνως να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν υψηλού επιπέδου μαθηματική σκέψη (NCTM, 2000), αφού τους παρέχει τη δυνατότητα να διερευνήσουν, να κάνουν εικασίες, να αναπτύξουν την ικανότητα αιτιολόγησης και να κάνουν γενικεύσεις (Papert, 1996). Τα Μαθηματικά, διδάσκονταν και εξακολουθούν να διδάσκονται -κατά κανόνα- με παρουσίαση των εννοιών και της θεωρίας από τον διδάσκοντα και την “εμπέδωσή τους” με επίλυση εφαρμογών της θεωρίας. Η παραδοσιακή αυτή μέθοδος διδασκαλίας δεν ενθαρρύνει τη συμμετοχή του συνόλου της τάξης, αλλά μόνο ενός μικρού αριθμού μαθητών, εκείνου που αρέσκεται στις διδακτικές προσεγγίσεις του εκπαιδευτικού. Η δασκαλοκεντρική, λοιπόν, τυπολατρία και η μαθηματική αυστηρότητα οδηγούν πολλούς μαθητές σε μία παθητική και αρνητική στάση για το μάθημα, γεγονός που δημιουργεί και έλλειψη κινήτρων για συμμετοχή (Kaskens et. al., 2020). Τα τεχνολογικά εργαλεία βοηθούν στην καλλιέργεια της φαντασίας, της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας των μαθητών/τριών, ενώ παράλληλα ξεκουράζουν και ψυχαγωγούν. Έτσι, επιτυγχάνεται η προσέγγιση στο μάθημα περισσότερων μαθητών και η διατήρηση των κινήτρων και της αφοσίωσης των προχωρημένων μαθητών.

- Ο κόσμος και η οικονομία εξελίσσονται συνεχώς, και η μαθηματική εκπαίδευση πρέπει επίσης να εξελίσσεται για να διασφαλίσει ότι οι μαθητές είναι προετοιμασμένοι για τις προκλήσεις του 21^{ου} αιώνα.

Οι μαθητές οφείλουν να αποκτήσουν ικανότητες και κατάλληλα προσόντα για τη ζωή σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο και αυξανόμενο πλουραλιστικό και αλληλεξαρτώμενο πολιτικό και οικονομικό τοπίο του 21ου αιώνα (Dreyer, 2017). Σήμερα, όλο και περισσότερο γίνεται λόγος για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των μαθητών, έτσι ώστε να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις ποικίλες προκλήσεις της σύγχρονης εποχής (Θωμά, 2018). Οι σύγχρονοι μαθητές έχουν πολύ διαφορετικές δεξιότητες, προσδοκίες και ανάγκες από τους παλαιότερους, γεγονός που έχει επηρεάσει τον τρόπο μάθησης στον 21^ο αιώνα. Στη σημερινή Κοινωνία της Μάθησης (Learning Society) βασικό ζητούμενο αποτελεί όχι μόνο η διδασκαλία χρήσιμων και απαραίτητων γνώσεων αλλά κυρίως η ανάπτυξη και η καλλιέργεια ισχυρών γνωστικών, μεταγνωστικών,

κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων, που θα επιτρέψουν σε κάθε μαθητή να γίνει ανεξάρτητα σκεπτόμενος και ενεργός πολίτης (Κασιμάτη, 2005). Μέσα από διαφοροποιημένες προσεγγίσεις μάθησης των μαθηματικών οι μαθητές θα αναπτύξουν ικανότητες/δεξιότητες οι οποίες θα τους βοηθήσουν να διάγουν μια επιτυχημένη πορεία τόσο κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσής τους όσο και αργότερα ως πολίτες αλλά και ως επαγγελματίες.

- Η χρήση της τεχνολογίας και των ψηφιακών πόρων στην εκπαίδευση αυξάνεται και η ενσωμάτωση αυτών των εργαλείων στη διδασκαλία των μαθηματικών μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν σημαντικές δεξιότητες όπως ο ψηφιακός γραμματισμός και η διαχείριση πληροφοριών.

Σύμφωνα με την θεώρηση του μαθηματικού και παιδαγωγού από το Media Lab του MIT, S. Papert, οι προσεγγίσεις διδασκαλίας των μαθηματικών που βασίζονται σε σύγχρονα τεχνολογικά εργαλεία οδηγούν σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Παρατηρείται ότι, στις μέρες μας, στην πλειονότητά τους οι διδακτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούν τυπικό μαθηματικό φορμαλισμό και στατικές παρουσιάσεις εννοιών χωρίς τεχνολογικά ενισχυμένη μάθηση, με αποτέλεσμα το καίριο ζήτημα της κατανόησης και της εμπέδωσης των μαθηματικών αρχών να μην επιτυγχάνεται (Γκουντρομίχου, 2018). Κρίνεται λοιπόν αναγκαία η προσθήκη νέων στρατηγικών διδασκαλίας στα μαθηματικά ώστε να ενισχυθεί η λογικομαθηματική πτυχή της σκέψης και έκφρασης των μαθητών και να καλλιεργηθούν νέες δεξιότητες χρήσιμες για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του 21^{ου} αιώνα (Διαμαντής, 2019).

1.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την διαδικασία εκμάθησης μαθηματικών

Σύμφωνα με τον Bed Raj Acharya (2017) υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαδικασία εκμάθησης των μαθηματικών. Στην μελέτη του, ο παραπάνω ερευνητής υποστηρίζει πως οι πιο συχνές αιτίες αποτυχίας των μαθητών στα μαθηματικά σχετίζονται με τον ίδιο τον μαθητή, ενώ για να υπερνικηθούν τα εμπόδια που εμφανίζονται στην πορεία της διδασκαλίας των μαθηματικών, η χρήση διαφορετικών διδακτικών μεθόδων κρίνεται αναγκαία.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν αρνητικά την κατανόηση των μαθηματικών διαχωρίζονται στους εξής:

- Παράγοντες που αφορούν τον ίδιο τον μαθητή

Άγχος που προκαλούν τα μαθηματικά

Το άγχος που προκαλούν τα μαθηματικά είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που σχετίζονται με τον μαθητή στην εκμάθηση των μαθηματικών κι έχει ως αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα αρνητικό συναίσθημα γύρω από το συγκεκριμένο μάθημα που αποτελεί τροχοπέδη στην διαδικασία εκμάθησης. Κατά τη διαδικασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων το άγχος παρατηρείται ως αίσθημα έντασης και φόβου που παρεμβαίνει στην απόδοση των παιδιών. Έτσι επηρεάζεται η διαδικασία εκμάθησης των μαθηματικών και το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών στις εξετάσεις στο μάθημα αυτό.

Στην εν λόγω έρευνα, οι μαθητές, οι καθηγητές μαθηματικών, ο διευθυντής και οι γονείς του σχολείου ανέφεραν ότι τα μαθηματικά είναι ένα δύσκολο μάθημα και ότι προορίζεται για ταλαντούχους μαθητές. Έτσι ο μαθητής νιώθει, πως είναι ένα πολύπλοκο θέμα, το οποίο δεν έχει χρησιμότητα στην καθημερινή ζωή και δεν συνδέεται με άλλα ζητήματα. Τα παραπάνω, καθιστούν την εκμάθηση μαθηματικών μια αγχώδη διαδικασία κι έτσι οι μαθητές επηρεάζονται από αυτό. Ο Lim Chap Sam (2014) τονίζει ότι το άγχος των μαθητών ευθύνεται για τις κακές τους επιδόσεις στα μαθηματικά.

Ελλειπείς προηγούμενες γνώσεις

Ακόμη ένας παράγοντας που σχετίζεται με τον ίδιο τον μαθητή είναι η προηγούμενη γνώση του, δηλαδή οι γνώσεις των μαθητών που απέκτησαν στις προηγούμενες τάξεις στο μάθημα των μαθηματικών. Οι θεμελιώδεις γνώσεις των μαθηματικών στην κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι οι βασικοί παράγοντες που καθόρισαν την καλή ή μη, επίδοση των μαθητών. Παίζουν επίσης ρόλο στην απόδοση του μαθητή και σε άλλα μαθήματα. Η προηγούμενη γνώση στα μαθηματικά αποτελεί το βασικό υπόβαθρο για την επιτυχία των μαθητών στο μάθημα, που με τη σειρά της επηρεάζει την ολόπλευρη ανάπτυξη των μαθητών στους τομείς των μαθηματικών. Παρατηρήθηκε πως όσοι μαθητές έχουν έλλειψη επαρκών προηγούμενων γνώσεων δεν ήθελαν να μάθουν περαιτέρω και δεν ήταν ικανοί να επιτύχουν σε επόμενα επίπεδα. Ακόμα, ευθύνεται για την αποτυχία των μαθητών στα μαθηματικά σε όλες τις τάξεις της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Στην έρευνα του Bed Raj Acharya (2017), σημειώνεται πως μαθητές χωρίς ισχυρές βάσεις στα μαθηματικά παρουσίαζαν αδυναμία στην αφομοίωση μια μαθηματικής έννοιας, που είχε σχέση με κεφάλαια που είχαν διδαχθεί προηγουμένως.

Έλλειψη προσπάθειας από τον μαθητή

Η έλλειψη προσπάθειας από τον μαθητή επηρεάζει αρνητικά τις επιδόσεις του στα μαθηματικά. Είναι γνωστό πως τα μαθηματικά απαιτούν εξάσκηση σε πολλούς τύπους και αλγορίθμους για την επίλυση ασκήσεων, αφού έχει προηγηθεί η μελέτη της θεωρίας. Αυτό καθιστά τα μαθηματικά ένα απαιτητικό μάθημα και τη μελέτη τους μια επίπονη διαδικασία. Ακόμη, τους ωθεί να προτιμούν άλλα μαθήματα που η μελέτη τους αποδίδει πιο άμεσα καρπούς, όπως είναι για παράδειγμα η οικονομία και η γεωγραφία.

Έλλειψη υποστήριξης γονέων

Η υποστήριξη των γονέων στη διαδικασία της εκμάθησης μαθηματικών μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο σε αυτήν όπως και σε όλα τα στάδια της εκπαίδευσης και μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις των μαθητών. Σε οικογένειες που υπάρχει έλλειψη υποστήριξης, παρατηρείται πως οι μαθητές εμφανίζουν αδιαφορία όσον αφορά την εκμάθηση των μαθηματικών. Ο Ghimire (2011) θεωρεί ότι η υποστήριξη της οικογένειας παίζει ζωτικής σημασίας ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών. Ο ερευνητής κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές εκείνοι που δεν μπορούσαν να λάβουν υποστήριξη από τις οικογένειές τους δεν πέρασαν στα μαθηματικά. Ως εκ τούτου, μια κύρια αιτία των χαμηλών επιδόσεων των μαθητών στα μαθηματικά σε σχολικό επίπεδο, είναι η απουσία υποστήριξης από το οικογενειακό περιβάλλον.

- Παράγοντες που σχετίζονται με τον εκπαιδευτικό

Απουσία δημιουργίας κίνητρου από τον καθηγητή

Αναμφίβολα, οι παράγοντες που σχετίζονται με τον καθηγητή επηρεάζουν σημαντικά το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η εκπαίδευση των παιδιών εξαρτάται από τον ρόλο του δασκάλου στη διδασκαλία των μαθησιακών δραστηριοτήτων. Η θετική στάση του δασκάλου δημιουργεί θετική προδιάθεση στους μαθητές για την εκμάθηση των μαθηματικών. Σε αυτή την ενότητα ο ερευνητής έδωσε έμφαση στους παράγοντες

δημιουργίας κινήτρου του δασκάλου στους μαθητές. Όταν ο καθηγητής λοιπόν δεν μπορεί να δημιουργήσει θετική στάση απέναντι στα μαθηματικά, οι μαθητές με ανεπαρκή κίνητρα μπορεί να μην δύναται να αποδώσουν στο μάθημα αυτό. Ο Vygotsky, L. (1978) αναφέρει πως ο ρόλος του δασκάλου είναι αυτός του «μέντορα» και ο ρόλος των μαθητών είναι να συμμετέχουν ενεργά τους στη διδακτική διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό, η εκμάθηση των μαθηματικών αποκτά νόημα. Ως εκ τούτου, μια αιτία του χαμηλού ποσοστού επιτυχίας των μαθητών στα μαθηματικά είναι η έλλειψη παροχής συμβουλών και κινήτρων στους μαθητές.

- Παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον

Διδακτικό Μαθησιακό Περιβάλλον

Στη διαδικασία διδασκαλίας της μάθησης, ο δάσκαλος πρέπει να δημιουργεί το κατάλληλο περιβάλλον για την εκμάθηση των μαθηματικών. Με βάση τις προαναφερθείσες απόψεις των μαθητών που καταγράφηκαν στην έρευνα, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί εφαρμόζουν παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας. Οι καθηγητές δεν προσαρμόζουν τη διδασκαλία τους στις ανάγκες και το ενδιαφέρον των μαθητών και το περιβάλλον δεν είναι φιλικό προς τα παιδιά στην τάξη. Επιπλέον, το σχολείο διαθέτει περιορισμένους οικονομικούς πόρους και ο αριθμός των μαθητών σε κάθε τάξη είναι μεγάλος, με αποτέλεσμα ο εκπαιδευτικός να μην δύναται να χρησιμοποιήσει μεθόδους διδασκαλίας με γνώμονα τους μαθητές στην τάξη. Ο Acharya, BR (2017) υποστηρίζει ότι η επιτυχία των μαθητών στα μαθηματικά εξαρτάται από τη στάση του δασκάλου, το περιβάλλον διδασκαλίας και τη φυσική δομή του σχολείου. Τα σχολεία της έρευνας αυτής δεν εφάρμοσαν αυτά τα στοιχεία και προφανώς το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών είναι χαμηλό. Το περιβάλλον διδασκαλίας μάθησης είναι σημαντικό για την επιτυχία των μαθητών στα μαθηματικά.

Οικιακό Περιβάλλον

Το περιβάλλον που δημιουργείται στο σπίτι του κάθε μαθητή αποτελεί έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα της εκμάθησης των μαθηματικών. Το σπίτι είναι το πρώτο σχολείο του παιδιού και η μητέρα είναι η πρώτη δασκάλα. Η εκπαίδευση όλων των παιδιών εξαρτάται από το οικιακό τους περιβάλλον. Ένα ενθαρρυντικό περιβάλλον στο σπίτι ενισχύει τις επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά. Ένας γονέας που δεν γνωρίζει τη σημασία της μαθηματικής γνώσης στη ζωή του, δεν μπορεί να εμπνεύσει το παιδί του να ασχοληθεί με τα μαθηματικά.

- Παράγοντες που σχετίζονται με τους γονείς

Οικονομική κατάσταση γονέων

Σύμφωνα με τον Acharya, (2017), η οικονομική κατάσταση των γονέων αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα ο οποίος επηρεάζει την αφοσίωση των μαθητών στη μελέτη των μαθηματικών. Η οικονομική κατάσταση των γονέων πολλές φορές καθορίζει την εκπαίδευση των παιδιών. Πολλές βιβλιογραφικές αναφορές δείχνουν ότι η οικονομική κατάσταση των γονέων επηρεάζει άμεσα τη μάθηση του παιδιού. Την παραπάνω άποψη, η σχετική βιβλιογραφία την ενισχύει με το εξής: όσοι γονείς έχουν καλή οικονομική κατάσταση, το μεγαλύτερο μέρος της εκπαίδευσης των παιδιών τους αποφέρει «καρπούς» γιατί μπορούν να παρέχουν βοήθεια στο σπίτι όσο το δυνατόν περισσότερο. Αλλά αυτές οι συνθήκες δεν συναντώνται σε μια οικογένεια με οικονομικές δυσκολίες. Η έλλειψη οικονομικών πόρων έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη διάθεση και ενδιαφέρον των γονέων για την μαθηματική εκπαίδευση των παιδιών τους. Αυτό έχει ως συνέπεια οι μαθητές να έχουν χαμηλότερες επιδόσεις στα μαθηματικά. Στην παραπάνω ανασκόπηση, είναι σαφές ότι η δύσκολη οικονομική κατάσταση μιας οικογένειας συνδέεται με την αποτυχία των μαθητών στα μαθηματικά.

Εκπαιδευτικό υπόβαθρο των γονέων

Ακόμη, παράγοντες που επιφέρουν δυσκολίες στην ενασχόληση των μαθητών με το μάθημα είναι και αυτοί που σχετίζονται με τους γονείς και αποτελούν κομβικό σημείο για την επιτυχία τους στα μαθηματικά. Ο ρόλος των γονέων παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση των παιδιών. Η εκπαίδευση του παιδιού δεν εξαρτάται μόνο από τον ρόλο του δασκάλου, αλλά εξαρτάται και από το ενδιαφέρον των γονιών του, τις γνώσεις τους σχετικά με το αντικείμενο και την καθοδήγηση των παιδιών τους στο σπίτι. Οι γονείς μπορούν να εισαγάγουν και να διδάξουν αξίες και να βοηθήσουν να γίνει το αντικείμενο μελέτης πιο κατανοητό. Ένας γονέας με μειωμένες γνώσεις στον τομέα των μαθηματικών δεν μπορεί να βοηθήσει τον μαθητή να κατανοήσει τις έννοιες που μελετά και στη συνέχεια να το εμπνεύσει σε περαιτέρω μελέτη του.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, διαπιστώνουμε τις ιδιαίτερες απαιτήσεις που έχει το μάθημα των μαθηματικών και τη σημασία της κατανόησής του από τους μαθητές για την επιτυχία τους στις σχολικές εξετάσεις αλλά και για την μελλοντική τους πορεία στον κοινωνικό και επαγγελματικό στίβο.

1.3 Ανάγκη για διαφορετική διδακτική προσέγγιση των μαθηματικών

Όπως αναφέρουν οι Campbell και Monson (1994), η παραδοσιακή υπόθεση της εκπαίδευσης ότι η καθοδήγηση όλων των μαθητών με τον ίδιο τρόπο στο ίδιο περιεχόμενο μπορεί να είναι αποδοτική, μπορεί να αμφισβητηθεί. Το μοντέλο αυτό στην πλειοψηφία των περιπτώσεων δεν είναι αποτελεσματικό. Κρίνεται, ωστόσο απαραίτητη η βελτίωση της ποιότητας διδασκαλίας του με νέες μεθόδους και προσεγγίσεις διδασκαλίας. Κάποιες από τις βασικές ανάγκες για διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας παρουσιάζονται παρακάτω:

Ανάγκη για βελτίωση της μαθηματικής ικανότητας των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες

Τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες είναι εξαιρετικά διαφοροποιημένα και απαιτούν τη διαρκή αναζήτηση και αξιολόγηση αποτελεσματικών μοντέλων και τρόπων διδασκαλίας. Αρωγός σε αυτή την αναζήτηση είναι η εκπαιδευτική έρευνα, η οποία έχει αναδείξει διδακτικές προσεγγίσεις και πρακτικές που μπορούν να εφαρμοσθούν και να βελτιώσουν την ικανότητα μάθησης των μαθητών με Μαθησιακές Δυσκολίες. Ορισμένες φορές, οι εκπαιδευτικοί δεν γνωρίζουν ποιες πρακτικές είναι λειτουργικές ή όταν τις γνωρίζουν, τις χρησιμοποιούν αναποτελεσματικά ή και καθόλου. Για παράδειγμα, ενώ όλοι συμφωνούν ότι στο σύνολό τους οι μαθητές δεν είναι γνωστικά ίδιοι, και ότι υπάρχει η δυνατότητα ποιοτικής διαφοροποίησης της διδασκαλίας σε μικρές ομάδες ανάλογα με τις ανάγκες των μαθητών, αυτή δυστυχώς δεν εφαρμόζεται ούτε στη γενική ούτε στην ειδική αγωγή. (Παντελιάδου & Αντωνίου 2008).

Η διδασκαλία των μαθηματικών στους μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες (ΜΔ) στηρίζεται στην αξιοποίηση περισσότερων στοιχείων των «νέων μαθηματικών», όπως η σύνδεση των μαθηματικών με καταστάσεις της καθημερινής ζωής, η έμφαση στην επίλυση προβλημάτων, η χρήση της προηγούμενης γνώσης στην οικοδόμηση της νέας γνώσης, η εξοικείωση των μαθητών με ποικιλία αναπαραστάσεων μαθηματικών εννοιών και πράξεων, η διδασκαλία στρατηγικών μάθησης, η «μοντελοποίηση» διαδικασιών, η καλλιέργεια μεταγνωστικών δεξιοτήτων και η υλοποίηση ομαδικοσυνεργατικών δραστηριοτήτων (Fuchs & Fuchs, 2005).

Η ευελιξία στη χρήση διδακτικών μεθόδων και η προσαρμογή τους στο μαθησιακό ύψος του μαθητή είναι αναγκαίες για την επίτευξη των μαθηματικών στόχων των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Η ανομοιογένεια, την οποία παρουσιάζουν οι μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες στα

μαθηματικά, ως προς τα μαθησιακά τους χαρακτηριστικά, επιβάλλει τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας και τη χρήση μιας ποικιλίας διδακτικών μεθόδων, προσεγγίσεων και δραστηριοτήτων (Αγαλιώτης, 2004).

Η υποχρέωση όλων των μαθητών να ακολουθήσουν ένα σχεδιασμένο πρόγραμμα σπουδών, είναι ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της προσαρμογής τους σε αυτό παρά της προσαρμογής του προγράμματος σπουδών στους μαθητές. Οι μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες χρειάζονται συχνά μεθόδους που διαφέρουν από αυτές που παρέχουν τα τυπικά σχολεία (Miller & Mercer, 1997). Τα περισσότερα άτομα με μαθησιακές δυσκολίες, χρειάζονται προσαρμογές ή τροποποιήσεις στα κείμενα, τα υλικά, τις μεθόδους διδασκαλίας, τα τεστ και τις εργασίες. Ανεξάρτητα από τον τρόπο που οι μαθητές διδάσκονται μαθηματικά, απαιτείται η εξατομίκευση της διδακτικής τους προσέγγισης, για να αντιμετωπιστούν επαρκώς οι μαθησιακές δυσκολίες στο μάθημα αυτό (Cirino et al., 2007; Bateman, 1992).

Διαπιστώνουμε, έτσι, ότι η νέα προσέγγιση των μαθηματικών είναι περισσότερο φιλική στην προσαρμογή της διδασκαλίας στις διαφορετικές εκπαιδευτικές ανάγκες των μαθητών από ότι η παραδοσιακή και έχει ως συνέπεια οι μαθητές που δυσκολεύονται, να επιτυγχάνουν αξιοσημείωτη πρόοδο στην κατανόηση των μαθηματικών

Ανάγκη για εκσυγχρονισμό των διδακτικών μεθόδων διδασκαλίας ώστε να συμβαδίζουν με τα τεχνολογικά άλματα και τις αλλαγές της σύγχρονης κοινωνίας

Οι αλλαγές στην παγκόσμια οικονομία και κοινωνία τα τελευταία πενήντα χρόνια επιβάλλουν την επανεξέταση του βαθμού στον οποίο η εκπαίδευση ανταποκρίνεται στις προσδοκίες της σύγχρονης κοινωνίας. Στα πλαίσια των τεχνολογικών αλμάτων, η ραγδαία εξέλιξη της επιστήμης της πληροφορικής μέσω των εφαρμογών και των δυνατοτήτων που προσφέρει έχει καταστήσει τον υπολογιστή απαραίτητο βοήθημα τόσο στον εργασιακό χώρο όσο και στην καθημερινή μας ζωή (Χρυστουλάκης, 2006). Αξίζει να θυμίσουμε την άποψη της P.Cemen (1989) η οποία επισημαίνει ότι η δυσκολία στα Μαθηματικά δεν οφείλεται μόνο στη συσσωρευτική και αλυσιδωτή φύση της μαθηματικής γνώσης αλλά και στον τρόπο διδασκαλίας τους.

Η διδασκαλία επομένως μέσα από το πρίσμα των ΤΠΕ εντάσσεται σε ένα κονστрукτιβιστικό μοντέλο, που δίνει στον μαθητή την ευκαιρία να κατασκευάσει μόνος του τη γνώση του, αντί να

δέχεται παθητικά πληροφορίες. Προφανώς το αποτέλεσμα μιας τέτοιας προσπάθειας είναι η μεγαλύτερη κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών. Επομένως, καθίσταται αναγκαία η στροφή από την παραδοσιακή διδασκαλία προς την ενεργητική μάθηση μέσω διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων που περιλαμβάνουν ΤΠΕ. Για το λόγο αυτό, οι ΤΠΕ προβάλλονται μέσω συνεδρίων, άρθρων και πειραματικών διδασκαλιών ως πιο αποτελεσματικό μέσο διδασκαλίας κι όπως προκύπτει από άρθρα ερευνητών της εκπαιδευτικής κοινότητας, προτείνεται έντονα η εισαγωγή των υπολογιστών στην διαδικασία διδασκαλίας μάθησης (Καλαβάσης 1997).

Ακόμη, στην έρευνα των Barrow et al. (2009) για την επίδραση της ηλεκτρονικής εκμάθησης στις επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά, τα αποτελέσματα αναφέρουν ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν σημαντικά υψηλότερες επιδόσεις από αυτούς της ομάδας ελέγχου, ανεξάρτητα από τα επιμέρους κοινωνικο-οικονομικά και δημογραφικά κριτήρια. Για τον λόγο αυτό, οι ερευνητές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση της ηλεκτρονικής εκμάθησης είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική, όσον αφορά το μάθημα των μαθηματικών, στο σύνολο του μαθητικού πληθυσμού, συγκριτικά με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας του μαθήματος.

Καταλήγουμε στο γεγονός ότι απαιτείται ο εμπλουτισμός της διδασκαλίας όλων των μαθημάτων, και ιδιαίτερα των μαθηματικών, με νέες διδακτικές προσεγγίσεις οι οποίες θα περιλαμβάνουν νέες τεχνολογίες ώστε να μυήσουν τους μαθητές στην νέα εποχή της τεχνολογίας και των επικοινωνιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. Οι δυνατότητες της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία

Στις μέρες μας, η χρήση των ρομποτικών κατασκευών επηρεάζει άμεσα και διαρκώς την κοινωνία σε διάφορα επίπεδα (ψυχαγωγία, παραγωγή, ιατρικές εφαρμογές). Τις τελευταίες δεκαετίες, η επαφή με τα ρομπότ καθιερώνεται όλο και περισσότερο και στην εκπαιδευτική πραγματικότητα, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Επιπλέον, λόγω της νέας εκπαιδευτικής προσέγγισης STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) αποτελεί ένα θεμελιώδες κομμάτι της βασικής εκπαίδευσης σε όλα τα εκπαιδευτικά συστήματα του κόσμου.

Με τον όρο «Εκπαιδευτική Ρομποτική» (Educational Robotics) αναφερόμαστε στη διδακτική πρακτική, την οποία μετέρχεται ο εκπαιδευτικός, χρησιμοποιώντας τα ρομπότ ως εργαλείο σχεδιασμού και ολοκλήρωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Misirli & Komis, 2014). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική συνιστά ένα εργαλείο το οποίο μπορεί να βοηθήσει στην αύξηση της ποιότητας της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης σε όλους τους τύπους των σχολείων, ανεξάρτητα από την ηλικία των μαθητών. Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, ακόμα και σε Πανεπιστήμια, αυξάνοντας μεταξύ των μαθητών το ενδιαφέρον για τον προγραμματισμό, την τεχνητή νοημοσύνη και την ρομποτική. (Κολοκοτρώνης & Μπαράς, 2014).

Η μάθηση μέσω της ρομποτικής εντάσσεται στο πλαίσιο της μαθησιακής προσέγγισης του εποικοδομισμού και αντιπροσωπεύει ένα παιδαγωγικό εργαλείο το οποίο είναι ικανό να οδηγήσει στην ανάπτυξη γνωστικών ικανοτήτων υψηλού επιπέδου. Πιο συγκεκριμένα, βασίζεται στη θεωρία μάθησης του εποικοδομισμού όπως την υποστηρίζει ο Piaget (1974) και ακολουθεί την εποικοδομητική κατασκευαστική προσέγγιση της μάθησης, σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώνει ο Papert (1991).

Έχουν περάσει τέσσερις δεκαετίες από τις πρώτες προσπάθειες του Seymour Papert, να αξιοποιηθούν εκπαιδευτικά μηχανολογικές κατασκευές ελεγχόμενες από υπολογιστή. Ο Κατασκευαστικός Εποικοδομισμός (Constructionism) που εισήγαγε, υποστηρίζει ότι οι μαθητές οικοδομούν πιο αποτελεσματικά τη γνώση όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση

και κατασκευή (απτή ή/και ψηφιακή) αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους. Η αξιοποίηση των εκπαιδευτικών δυνατοτήτων της ρομποτικής είναι αντικείμενο πλήθους δράσεων σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Από την άλλη, η ευρύτητα των εφαρμογών της ρομποτικής, καθώς και ο διεπιστημονικός της χαρακτήρας ως ερευνητικό αντικείμενο, οδήγησαν και άλλες επιστημονικές περιοχές να στρέψουν την έρευνά τους στις μεθόδους ή στις τεχνολογίες της εκπαιδευτικής ρομποτικής, όπως η διεπαφή των μαθητών με τα ρομπότ, η κοινωνική επίδραση των ρομπότ στην τάξη και η συν-λειτουργία εικονικών και πραγματικών ρομπότ (Αλιμήσης, 2012). Ο κατασκευαστικός εποικοδομισμός συνιστά μια πρόταση για τη μάθηση μέσα από τις κατασκευές και το χειρισμό πραγματικών και ιδεατών αντικειμένων.

Κύριο εργαλείο της εκπαιδευτικής ρομποτικής αποτελεί το προγραμματιζόμενο ρομπότ. Είναι πρωτίστως κατάλληλο για την διδασκαλία φυσικών επιστημών, μαθηματικών, τεχνολογίας και πληροφορικής αλλά μπορεί να συνδεθεί και με άλλα πεδία όπως λογοτεχνία, θέατρο, τέχνες (Μπαράς, 2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική με τις δυνατότητες που παρέχει για την ανάπτυξη ή προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων, την εμπλοκή πολλών πεδίων επιστημών και την συνεργατική μάθηση είναι σύμφωνη με τις αρχές της Διερευνητικής μάθησης και της Διαθεματικής προσέγγισης (Alimisis, 2009). Επιπλέον, καθώς πρόκειται για μια καθαρά μαθητοκεντρική προσέγγιση, η ρομποτική, ενθαρρύνει τους μαθητές να ενταχθούν στην διαδικασία μάθησης. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού και προγραμματισμού των ρομπότ, οι μαθητές προσλαμβάνουν βασικές γνώσεις πάνω στη μηχανική, τα μαθηματικά, και τις τεχνολογίες υπολογιστών (Druin & Hendler, 2000). Η ρομποτική μπορεί να αναπτύξει τις ερευνητικές ικανότητες των μαθητών, να επιτρέψει στους μαθητές να κάνουν υποθέσεις, να διεξάγουν πειράματα και να καλλιεργούν σημαντικές δεξιότητες.

Αντικείμενο της «Εκπαιδευτικής Ρομποτικής» αποτελεί η ανάπτυξη εφαρμογών στην προετοιμασία των παιδιών για τις νέες τεχνολογίες. Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής οδηγεί τους μαθητές στο να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (π.χ. ένα μοντέλο αυτοκινήτου) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Η σχεδίαση δραστηριοτήτων με ρομποτικές κατασκευές συνδέεται με την εκπλήρωση ενός έργου με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος (Γ. Ι. Δελή, 2012). Οι

δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής συναντώνται τόσο στις τυπικές όσο και στις άτυπες μορφές εκπαίδευσης.

2.1 Εκπαιδευτική ρομποτική στην τυπική εκπαίδευση

Πολλαπλές είναι οι δυνατότητες που προσφέρει η εκπαιδευτική ρομποτική σε τυπικά περιβάλλοντα εκπαίδευσης (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση).

2.1.1 Προσχολική ηλικία

Σύμφωνα με έρευνες, τα ρομπότ έχουν εισέλθει δυναμικά στη νηπιακή ηλικία. Η αξιοποίηση ρομπότ σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες προσχολικής ή πρώτης σχολικής ηλικίας, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη ποικιλόμορφων ρομποτικών «οντοτήτων», με δυνατότητες προγραμματισμού, αλλά και εικαστικών δράσεων. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ενώ τα παιδιά αποδίδουν στο προγραμματιζόμενο παιχνίδι ανιμιστική ταυτότητα, συγχρόνως διατυπώνουν και απεικονίζουν στοιχεία για τον έλεγχο και χειρισμό του μέσα από την ανάλογη διαδικασία προγραμματισμού (Αλμής, 2012).

Η ενασχόληση με τα ρομπότ βοηθά τους μικρούς μαθητές να κατακτήσουν τη γνώση πιο αποτελεσματικά και να κατανοήσουν καλύτερα τον κόσμο που τους περιβάλλει, κινητοποιεί το ενδιαφέρον και την περιέργειά τους και αυξάνει την εμπλοκή τους με την επιστήμη και την τεχνολογία, βοηθώντας τους να εμπνευστούν και να καινοτομήσουν, αντλώντας παράλληλα, ικανοποίηση από τη συμμετοχή τους και χαρά από την εκπαιδευτική διαδικασία.

Τα προγραμματιζόμενα παιχνίδια δίνουν μία νέα διάσταση στις δραστηριότητες του νηπιαγωγείου. Σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν την εισαγωγή τους στο καθημερινό εκπαιδευτικό πρόγραμμα του νηπιαγωγείου, καθώς έχει διαπιστωθεί ότι συμβάλλουν θετικά στην κατανόηση και εκμάθηση βασικών μαθηματικών εννοιών και προσανατολισμού. Επιπλέον βελτιώνουν τις ικανότητες χρονικής ακολουθίας και διήγησης μιας ιστορίας των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Πρόκειται για μια προσέγγιση που επιτρέπει στον εκπαιδευόμενο να εξοικειωθεί με τις τεχνολογίες της πληροφορικής, με την ευρεία έννοια του όρου, να τις χρησιμοποιήσει για να καθορίσει ένα σχέδιο, να το διαρθρώσει και να βρει μια

συγκεκριμένη λύση στο πρόβλημα που του τίθεται, αντιπαραβάλλοντας την άποψή του με τις απόψεις άλλων (Denis & Baron, 1993).

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα εργαλείο που μπορεί να βοηθήσει στον μετασχηματισμό των αφηρημένων ιδεών σε συγκεκριμένες, καθώς τα παιδιά μπορούν να δουν άμεσα την επίδραση των εντολών προγραμματισμού στις ενέργειες των ρομπότ (Bers, 2008). Γενικά οι νέες τεχνολογίες και ιδιαίτερα η ρομποτική προσφέρουν πολλών ειδών μαθησιακές ευκαιρίες, όπως νέους τρόπους κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ συνομηλίκων, ευκαιριών για κοινωνική και γνωστική ανάπτυξη, καθώς και ανάπτυξη της δημιουργικότητας. Τα εκπαιδευτικά ρομποτικά πακέτα αποτελούν μια νέα γενιά περιβαλλόντων μάθησης τα οποία βοηθούν τα παιδιά να αναπτύξουν μία ισχυρότερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, όπως ο αριθμός, τα σχήματα, το μέγεθος σε σχέση με παραδοσιακά υλικά όπως μοτίβα, χάντρες και μπάλες (Kazakoff et al, 2013).

Τα ρομπότ χρησιμοποιούνται, επίσης, ως μέσο επίλυσης προβλημάτων, παρέχοντας μια απλή και ελκυστική διεπαφή στον χρήστη. Οι μαθητές τα αντιμετωπίζουν περισσότερο ως παιχνίδια, παρά ως εργαλεία μάθησης και η παιχνιδιάρικη όψη τους αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα ανάπτυξης εσωτερικού κινήτρου (Κόμης, 2005). Σύμφωνα με έρευνα που παρουσίασαν οι Eck et al. (2013) αναδεικνύοντας τα αποτελέσματα μιας εμπειρικής μελέτης για τη χρήση εργαλείων ρομποτικής σε νηπιαγωγεία της Αυστρίας έφτασαν στο συμπέρασμα ότι η αξιοποίηση του προγραμματιζόμενου ρομπότ bee-bot στην τάξη προκάλεσε τον ενθουσιασμό των παιδιών και βοήθησε σημαντικά στη συγκέντρωσή τους.

Επιπρόσθετα, με βάση έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Νέα Υόρκη, σε τρεις αίθουσες νηπιαγωγείου, εφαρμόστηκε ένα εντατικό πρόγραμμα ρομποτικής, εστιασμένο στο STEM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να διδαχθούν πώς να προγραμματίζουν ένα ρομπότ και να μάθουν όχι μόνο για τα μαθηματικά και τον προγραμματισμό, αλλά και να ευαισθητοποιηθούν σε περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως η ανακύκλωση. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι η ρομποτική αφενός αποτελεί ένα εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Sullivan 2008, Mioduser & Levy 2010), αφετέρου η ενασχόληση και ο πειραματισμός με τα ρομπότ διευκολύνει τη μετατροπή των αφηρημένων εννοιών σε πιο συγκεκριμένες (Benitti 2012).

2.1.2 Πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση

Σημαντικά είναι και τα ευρήματα που αναδεικνύουν τις δυνατότητες των εκπαιδευτικών ρομπότ στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Σε αυτές τις βαθμίδες η ρομποτική είναι περισσότερο διαδεδομένη. Τα τελευταία χρόνια, λόγω της μείωσης του κόστους των ρομποτικών πακέτων, ολοένα και περισσότερα σχολεία εξοπλίζονται με διάφορα κιτ ρομποτικής και σταδιακά τα εντάσσουν μέσω διαφόρων δραστηριοτήτων στα μαθήματα του ωρολογίου προγράμματος. Πράγματι, η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται ένα καινοτόμο διδακτικό εργαλείο που έχει ως στόχο την βελτίωση των δεξιοτήτων αλλά και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Blanchard et al., 2010).

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι οι δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής συνεισφέρουν θετικά όσον αφορά: τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, τη βελτίωση ικανοτήτων κριτικής σκέψης, την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων, τη δυνατότητα αξιοποίησης της έρευνας στην τάξη και την εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού. Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι χρησιμοποιώντας την εκπαιδευτική ρομποτική είναι δυνατόν να βελτιωθούν: η συνεργασία, η αυτοπεποίθηση, η δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και οι δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή. Άλλες πιο πρόσφατες έρευνες που διεξήχθησαν το 2010 από τους Talaiver και Bowen, θεωρούν πως λόγω της ραγδαίας τεχνολογικής εξέλιξης της κοινωνίας, η ρομποτική αποτελεί το πιο κατάλληλο εργαλείο ως εφόδιο για το μέλλον. Αυτό συμβαίνει διότι μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στην ανάπτυξη των γνώσεων και των ικανοτήτων του 21ου αιώνα που απαιτούνται να γνωρίζουν τα παιδιά για να επιβιώσουν στην συνεχώς μεταβαλλόμενη κοινωνία.

Αξίζει να αναφερθούμε στην έρευνα που διεξήχθη από την Καγκάνη (2005), στην οποία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μιας σειράς πιλοτικών μαθημάτων εισαγωγής στον προγραμματισμό με τη βοήθεια του Lego MindStorms (LM) και του οπτικού προγραμματιστικού περιβάλλοντος Robolab. Στην συγκεκριμένη έρευνα παίρνουν μέρος μαθητές Γ' τάξης Γυμνασίου και Α' τάξης Γενικού Λυκείου και στόχος ήταν να εξετασθεί αν η εισαγωγή των ρομπότ (LM) στη διαδικασία διδασκαλίας του προγραμματισμού μπορεί να συμβάλει στην καλύτερη αφομοίωση δύσκολων εννοιών κι αν η ένταξή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία δημιουργεί παιδαγωγικά προβλήματα.

Αποδείχθηκε ότι οι μαθητές είχαν την δυνατότητα να κατανοήσουν πιο εύκολα τις βασικές προγραμματιστικές εντολές με την συμβολή των ρομποτικών συστημάτων (LM), επειδή

αντιλαμβάνονταν με άμεσο τρόπο το αποτέλεσμα. Ακόμη, πιστεύουν ότι η εισαγωγή των ρομποτικών συστημάτων (LM) στην εκπαιδευτική διαδικασία βοήθησε σημαντικά τους μαθητές και τους εφοδίασε με επιπλέον κίνητρο για να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό, καθώς το εισέπραξαν σαν ένα παιχνίδι και όχι μόνο σαν μια μαθησιακή διαδικασία. Παρόλα αυτά, παρατήρησαν πως ορισμένες δύσκολες προγραμματιστικές έννοιες (δομή επανάληψης, μεταβλητές) δεν έγιναν αντιληπτές σε ορισμένους μαθητές λόγω της δυσκολίας τους.

Άλλες έρευνες κατέδειξαν πως η προσέγγιση της διδασκαλίας του προγραμματισμού, μπορεί να συμβάλλει στην εξάλειψη των αδυναμιών που δημιουργούνται από την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας (Καγκάνη, Δαγδιλέλη, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδη, 2005), βοηθώντας έτσι τους μαθητές να κατανοήσουν πιο εύκολα τις βασικές προγραμματιστικές εντολές καθώς βλέπουν με άμεσο τρόπο το αποτέλεσμα (Ατματζίδου, Μαρκέλη & Δημητριάδη, 2008). Εν κατακλείδι, διαπιστώθηκε ότι μια μάθηση βασισμένη στη ρομποτική, κατά τη διάρκεια επίλυσης προβλημάτων, μπορεί να συντελέσει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων δημιουργικής και κριτικής σκέψης (Blanchard, Freiman & Lirrete, 2010).

2.1.3 Τριτοβάθμια εκπαίδευση

Στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί μέρος του αναλυτικού προγράμματος σπουδών για αρκετά χρόνια. Πραγματοποιώντας μια ανασκόπηση στα διάφορα προγράμματα σπουδών διάφορων τμημάτων πανεπιστημιακών σχολών, παρατηρείται ότι η ρομποτική διδάσκεται και ως αυτοτελές μάθημα σε τμήματα τεχνολογικών εφαρμογών όπως της Πληροφορικής, του Αυτοματισμού, των Μηχανολόγων Μηχανικών κλπ. αλλά και ως μάθημα εκπαιδευτικής ρομποτικής σε παιδαγωγικά τμήματα όπως στην Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε, στις Επιστήμες Προσχολικής Αγωγής αλλά και στο τμήμα Εκπαιδευτικής & Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας.

Στη ρομποτική, ως αυτοτελές μάθημα, οι φοιτητές διδάσκονται τις βασικές αρχές και έννοιες της επιστήμης της ρομποτικής, τα προηγμένα συστήματα ελέγχου, τους αισθητήρες (sensors) κίνησης, απόστασης, ήχου κ.ά. Στα παιδαγωγικά τμήματα, η ρομποτική διδάσκεται ως εργαλείο μάθησης για τη διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων όπως της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Εφαρμοσμένης Μηχανικής, της Τεχνολογίας κ.ά. επιχειρώντας με αυτόν τον τρόπο μια πιο διεπιστημονική προσέγγιση αυτής.

2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική στην μη τυπική εκπαίδευση

Συχνά, παρατηρείται η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε διαφορετικούς χώρους εκτός του σχολικού περιβάλλοντος. Εδώ, λοιπόν γίνεται λόγος για την εμφάνιση των ρομπότ σε μη τυπική εκπαίδευση. Κιτ ρομποτικής εμφανίζονται αρκετά σε διάφορους ομίλους σχολείων ακόμη και σε διαγωνισμούς. Σύμφωνα με τους Andersen και Ravn (2012), μερικοί από τους λόγους που τα κάνουν τόσο δημοφιλή είναι η γοητεία που τα ρομπότ ασκούν στο άνθρωπο, τόσο μέσα από τις ταινίες επιστημονικής φαντασίας, όσο και στη σημερινή πραγματικότητα. Στις μέρες μας, καθιερώνεται η χρήση του ρομπότ σε ομίλους (club) σχολείων, όπου ειδικευμένοι εκπαιδευτικοί επιβλέπουν και καθοδηγούν τους ενδιαφερόμενους μαθητές σε χρόνο εκτός σχολικού ωραρίου, σε έργα ρομποτικής (projects) ή διοργανώσεις διαγωνισμών. Υπάρχουν πάρα πολλές διοργανώσεις στον κόσμο όπως οι First Lego League, RoboCup, EuroCup, RobotChallenge, RoboGames, roboparty κ.ά. Στην Ελλάδα ο WRO Hellas διοργανώνει έναν εθνικό διαγωνισμό ρομποτικής. Δίνει έμφαση στην εκπαίδευση των νέων και έχει ως φιλοδοξία να καταστήσει καταρχάς ενήμερους, αλλά κυρίως ενεργούς όλους τους πολίτες της ελληνικής κοινωνίας σε θέματα τεχνολογίας και ρομποτικής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να δίνεται η ευκαιρία στους μαθητές να συμμετέχουν και να δείξουν την εφευρετικότητά τους. Τα σχολεία προσκαλούνται να συμμετάσχουν με ομάδες των δυο, τριών ή τεσσάρων μαθητών. Δίνεται οι ευκαιρία στους μαθητές μέσα από αυτό να εξελίξουν την κλίση τους σε θέματα τεχνολογίας και πληροφορικής. Ακόμη, οι μαθητές που λαχταρούν να γνωρίσουν το θαυμαστό κόσμο της τεχνολογίας και έχουν την περιέργεια να ανακαλύψουν τους τρόπους με τους οποίους εφαρμόζεται η τεχνολογία και οι αυτοματισμοί στην καθημερινή τους ζωή, μπορούν να δημιουργήσουν και οι ίδιοι τους δικούς τους «έξυπνους» αυτοματισμούς και ρομπότ. Επιπλέον, οι μαθητές μπορούν να διευρύνουν τους ορίζοντές τους μέσα από την εξερεύνηση των ρομπότ και των ρομποτικών συστημάτων σε διάφορους ομίλους. Προωθείται έτσι, η δημιουργική σκέψη, η βελτίωση των δεξιοτήτων επικοινωνίας και συνεργασίας και οι μαθητές αναπτύσσουν τη δημιουργικότητα και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων μέσα από τις προκλήσεις του εκπαιδευτικού διαγωνισμού ρομποτικής.

2.3 Οι δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ειδική αγωγή

Έρευνες καταδεικνύουν ότι η εκπαιδευτική ρομποτική απευθύνεται σε όλους, όχι μόνο σε αυτούς που έχουν κλίση ή στους χαρισματικούς μαθητές. Αποτελεί ένα εργαλείο το οποίο

μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί από αρχάριους, διαθέτει πολλές δυνατότητες τις οποίες μπορεί να αξιοποιήσει ένας ειδικός, αλλά κυρίως είναι κατάλληλο για πολλούς διαφορετικούς και προσωπικούς πειραματισμούς. Ένα κύριο χαρακτηριστικό του είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα από όλους, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο κατακτούν την γνώση, ανεξάρτητα από τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούν καλύτερα, ανεξάρτητα από τις ικανότητες και τα ενδιαφέροντά τους. Αυτό δικαιολογεί και την ποικιλία των εφαρμογών για όλες τις ηλικιακές ομάδες. Περιλαμβάνει δηλαδή εφαρμογές που έχουν ενταχθεί στο ωρολόγιο σχολικό πρόγραμμα ή εκτός αναλυτικού προγράμματος αλλά και άλλες δραστηριότητες για μαθητές με ιδιαίτερο μαθησιακό ή κοινωνικό προφίλ.

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ και η ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία τα τελευταία χρόνια έχουν βελτιώσει σημαντικά τις επιδόσεις των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες, δυσλεξία, ΔΕΠΥ και αυτισμό. Οι μαθητές χρησιμοποιώντας το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, μπορούν να τονώσουν την αυτοπεποίθησή τους και την ενσυναίσθησή τους, να αναπτύξουν δεξιότητες, να νιώθουν ότι προσφέρουν στην ομάδα, να βελτιώσουν την κοινωνικοποίησή τους, καθώς και να καλλιεργήσουν την επικοινωνία και τη λεκτική έκφραση των ιδεών μέσω της ομαδικής λειτουργίας όταν οι μαθητές αναγκάζονται να εξηγήσουν τις ιδέες και τις σκέψεις τους.

Ωστόσο, στην ειδική αγωγή, η κατασκευή και ένωση των τεμαχίων Lego αλλά και ο υπολογιστικός προγραμματισμός αποτελούν μια δύσκολη διαδικασία που χρειάζεται διανοητικές και πρακτικές δεξιότητες. Αδιαμφισβήτητα, η εκπαιδευτική ρομποτική συνιστά ένα ιδανικό πρακτικό εργαστήριο για την υλοποίηση μιας τέτοιας διδασκαλίας, εφόσον οι μαθητές δύναται να μελετήσουν τη λειτουργία μηχανών στην πράξη, να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν. Η πρόσθετη αξία της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο χώρο εκπαίδευσης της ειδικής αγωγής διαφαίνεται από το γεγονός ότι τα παιδιά που χρησιμοποίησαν την εκπαιδευτική ρομποτική έχουν ξεπεράσει μεγάλα μαθησιακά εμπόδια. Επιπλέον, παιδιά με ελλειμματική προσοχή παρατηρήθηκε ότι συγκεντρώνονται στη ρομποτική κατασκευή για μία και μισή ώρα και παιδιά με προβλήματα κοινωνικότητας, αλληλεπίδρασαν μεταξύ τους υπό τις ίδιες συνθήκες.

Ωστόσο, θα πρέπει να επισημανθεί ότι στη Γενική Εκπαίδευση πολύ λίγα μαθήματα αναλύονται στο Πρόγραμμα Σπουδών, ώστε να παρέχουν κατευθύνσεις στους εκπαιδευτικούς για να αντιμετωπίσουν τις μαθησιακές δυσκολίες των μαθητών με ειδικές ανάγκες. Επιπλέον, στα

Αναλυτικά Προγράμματα Ειδικής Αγωγής απουσιάζουν οι οδηγίες για τα μαθήματα Πληροφορικής Γυμνασίου και Λυκείου (Πέτρου & Δημητρακοπούλου, 2008). Η χρήση της ρομποτικής, ήδη, από τα πρώτα ακόμα στάδια της ειδικής αγωγής, μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα και τον τρόπο ενός παιδιού με ειδικές ανάγκες, προκειμένου να μάθει, προσφέροντάς του σημαντικές δυνατότητες που μπορεί να είναι άρρηκτα συνδεδεμένες και με την κάλυψη των ιδιαίτερων αναγκών και προβλημάτων που αντιμετωπίζει. Μάλιστα, τέτοιες πρόοδοι έχουν σημειωθεί εδώ και χρόνια μέσα από τις εκθέσεις PISA του διεθνούς οργανισμού OECD (Raffle et al., 2004).

Επιπλέον, μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά στην διαδικασία της λεγόμενης ενταξιακής εκπαίδευσης για τα άτομα με ειδικές ανάγκες. Η ενταξιακή εκπαίδευση βασίζεται σε μια κοινωνική οπτική και μια οπτική των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, με βάση την οποία αγκαλιάζονται όλα τα παιδιά και όλες οι ομάδες ανθρώπων (Armstrong, 2004). Η επιτυχία αυτής της ενταξιακής εκπαίδευσης, μέσα από τη χρήση της σύγχρονης ρομποτικής είναι συνδεδεμένη στενά και με την ύπαρξη κατάλληλου εξοπλισμού και κατάλληλης υλικοτεχνικής υποδομής που οφείλουν να διαθέτουν τα σύγχρονα σχολεία για την κάλυψη των αναγκών όλων των παιδιών (Χριστοφοράκη, 2008).

Ακόμη, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή αρκετές φορές μπορεί να είναι ένα από τα πλέον βασικά και κυρίαρχα στοιχεία στο πλαίσιο των εκπαιδευτικών εφαρμογών της ρομποτικής. Υπάρχουν ορισμένα στοιχεία του υπολογιστή όπως οι αισθητηριακές αλληλεπιδράσεις, το ελεγχόμενο και δομημένο περιβάλλον, η χρήση διαφόρων διαδραστικών λειτουργιών, η πολυεπίπεδη και εξατομικευμένη χρήση κ.λπ. Όλα αυτά τα γνωρίσματα μπορούν να καταστήσουν τον υπολογιστή ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για τα παιδιά με ειδικές ανάγκες (Ντάσιου & Τσιώκος, 2013), καθώς τα κρατά σε συνεχή επαφή με εκπαιδευτικά αγαθά, όταν δεν μπορούν, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους, να έχουν άμεση πρόσβαση σε αυτά.

2.4 Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο εκμάθησης μαθηματικών

Ιδιαίτερη μνεία αξίζει να γίνει και για τα οφέλη που προσφέρει η εκπαιδευτική ρομποτική στην διερεύνηση μαθηματικών εννοιών. Η ενίσχυση της εναλλακτικής διδασκαλίας των μαθηματικών μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής ξεκίνησε από τον Papert (1980), ο οποίος δημιούργησε τη μηχανική συσκευή Logo Roamer και τη γλώσσα προγραμματισμού LOGO. Έτσι με τη συμβολή

του προγραμματιστικού αυτού περιβάλλοντος, ο μαθητής, είναι σε θέση να δημιουργεί γεωμετρικά σχήματα, να αποκτήσει δεξιότητες που τον βοηθούν στον προσανατολισμό του στο χώρο και να κατακτήσει σε βάθος την κατανόηση ποικίλων μαθηματικών εννοιών απλά και μόνο μέσα από τον προγραμματισμό των κινήσεων μιας χελώνας. Στα χρόνια που ακολούθησαν, η γλώσσα LOGO κατέκτησε κύρια θέση σε πάρα πολλές εμπειρικές μελέτες όπου βέβαια συναντάται πιο εξελιγμένη και χωρίς την ρομποτική «χελώνα» που συνόδευε την αρχική χρήση της γλώσσας.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Eguchi (2014) η εκπαιδευτική ρομποτική βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα μαθηματικά μέσω της μεθόδου της έρευνας. Τα απλά εργαλεία ρομποτικής επιτρέπουν στα μικρά παιδιά να ασχολούνται με μαθηματικούς υπολογισμούς από νεαρή ηλικία (Highfield et al., 2008). Η ρομποτική αποτελεί ένα γνωστικό εργαλείο μέσω του οποίου δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να προσεγγίσουν μαθηματικές έννοιες, εφαρμόζοντας στρατηγικές όπως η επίλυση προβλημάτων, η έρευνα και ο πειραματισμός (Rogers & Portsmore, 2004).

Οι Karim, Lemaignan & Mondada (2015) υποστηρίζουν ότι η αξιοποίηση της ρομποτικής στην εκπαίδευση και ειδικότερα στα μαθηματικά δεν είχε μελετηθεί εκτενώς τα προηγούμενα χρόνια. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια αυτό έχει αλλάξει και πολλοί ερευνητές, μελετώντας την επίδραση των εκπαιδευτικών ρομπότ στη διδασκαλία και τη μάθηση των μαθηματικών φαίνεται να καταλήγουν σε αξιοσημείωτα αποτελέσματα. Σύμφωνα με τους Highfield, Mulligan & Hedberg (2008) οι οποίοι υλοποίησαν δύο μελέτες περίπτωσης, αναζητώντας απαντήσεις για το αν η μαθηματική γνώση και οι μεταγνωστικές δεξιότητες παιδιών ηλικίας πέντε έως οκτώ χρονών ενδυναμώνονται από την απασχόλησή τους με προγραμματιζόμενα παιχνίδια – ρομπότ κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά κατέκτησαν σε βάθος κάποιες από τις ιδιότητες των γεωμετρικών σχημάτων, κατάφεραν να διακρίνουν τους όρους «αριστερά» και «δεξιά» καθώς και πραγματοποίησαν μετρήσεις χρησιμοποιώντας κλασματικές έννοιες. Επίσης, μελέτησαν τους τρόπους που χρησιμοποίησαν οι μαθητές προκειμένου να φτάσουν στην δημιουργία γεωμετρικών σχημάτων με το ρομπότ Bee bot. Επιπλέον, αν και αρχικά συνάντησαν δυσκολίες στον προγραμματισμό, τελικά αντιλήφθηκαν τις βασικές εντολές προγραμματισμού του συγκεκριμένου ρομπότ. Ακόμη, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές προκειμένου να ξεπεράσουν κάποια εμπόδια και να φτάσουν στην λύση του προβλήματος, χρησιμοποίησαν την μέθοδο «δοκιμής και λάθους», τον πειραματισμό και την στρατηγικής δράσης - αντίδρασης. Ακόμη, η

αναστοχαστική διαδικασία ήταν εμφανής όταν κάτι δεν πήγαινε όπως το είχαν σχεδιάσει κατά τη διάρκεια της επίλυσης του προβλήματος.

Ένα χρόνο αργότερα, οι Barak & Zadok (2009) πραγματοποίησαν έρευνα σχετικά με τις στρατηγικές επίλυσης που χρησιμοποιούν τα παιδιά κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων σε μαθήματα STEM. Μελέτησαν μια ομάδα μαθητών γυμνασίου μέσα από μια σειρά μαθημάτων ρομποτικής 15 εβδομάδων. Η ενασχόληση των μαθητών με τα ρομπότ ήταν δύο ώρες την εβδομάδα και το είδος του εκπαιδευτικού ρομπότ που αξιοποιούσαν ήταν Lego Mindstorms. Μετά από συστηματική παρατήρηση, μέσα από τα δεδομένα που συγκέντρωσαν, κατέληξαν στο ότι ενώ τα παιδιά στην αρχή πορεύτηκαν εξ ολοκλήρου με την μέθοδο της «δοκιμής και λάθους», μέσα από τη χρήση των ρομπότ, ανακάλυπταν άλλες, ιδιαίτερα χρήσιμες για αυτούς στρατηγικές επίλυσης (πχ συστηματικός έλεγχος). Οι στρατηγικές επίλυσης που επινοούσαν ήταν συχνά περισσότερες από μία και δεν ήταν προγενέστερα γνωστές σε αυτούς μέσω διδασκαλίας ή άλλης μορφής μάθησης.

Σύμφωνα με τους Zhong & Xia (2020), η εκπαιδευτική ρομποτική ενσωματώθηκε στην διδασκαλία των μαθηματικών και συνδέεται αρκετά με την πιο εύκολη εκμάθηση γεωμετρικών και αλγεβρικών εννοιών. Επιπρόσθετα, οι Fernandes et al. (2009) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η εμπειρία με ρομπότ μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να περάσουν από την αφηρημένη τελειότητα των μαθηματικών στην πρακτική πραγματικότητα της καθημερινής εμπειρίας. Όταν οι μαθητές εφαρμόζουν τη γνώση των μαθηματικών εννοιών στην επίλυση προβλημάτων πραγματικού κόσμου με τη βοήθεια ρομπότ, αναπτύσσουν μια διαρκή πρακτική εμπειρία σε ένα κοινωνικό πλαίσιο και μια καλύτερη στάση απέναντι μαθηματική εκπαίδευση (Shankar et al., 2013).

Στην ελληνική πραγματικότητα, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει αναφορά στους Νίκου & Φαχαντίδη (2014) οι οποίοι πραγματοποίησαν διδακτική παρέμβαση σε μαθητή ηλικίας 13 ετών με σύνδρομο Asperger. Αξιοποίησαν τις δυνατότητες του ρομπότ Lego Mindstorms NXT ως έναυσμα μάθησης μαθηματικών εννοιών μέσω παιχνιδιού στην εκπαίδευση. Μέσα από την κατασκευή ενός αυτοκινήτου τύπου Lego από τον μαθητή διαπιστώθηκε το ενδιαφέρον του μαθητή για το ρομπότ. Ακόμη, αυτού του τύπου δραστηριότητες, φαίνεται ότι βοήθησαν σημαντικά το παιδί στην κατασκευή εννοιών αλλά και ενθάρρυναν διαδικασίες που αφορούν την επίλυση προβλημάτων.

Ακόμη η Ζαπρούδη (2017) στα πλαίσια διπλωματικής εργασίας, πραγματοποίησε έρευνα σε παιδιά Γ΄ Δημοτικού και διαπίστωσε ότι μέσα από την διδασκαλία των μαθηματικών μέσω ρομποτικών κιτ, οι μαθητές ήταν σε θέση να σχεδιάσουν γεωμετρικά σχήματα και μοτίβα συμμετρίας με μεγαλύτερη ευκολία. Η ρομποτική ενίσχυσε τη μάθηση των παιδιών, διατήρησε αμείωτο το ενδιαφέρον τους και έδωσε κίνητρα για συμμετοχή περισσότερων μαθητών. Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποίησε η Λαμπάκη (2017) στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας της, τα ρομπότ (Bee bot) βοήθησαν τους μαθητές Β΄ Δημοτικού να εκτελέσουν εύκολα και γρήγορα νοερούς υπολογισμούς με «πάτημα» στη δεκάδα και άσκησαν θετική επιρροή στα κίνητρα των παιδιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. Μεθοδολογία της Έρευνας

3.1 Εισαγωγή – Επιλογή Μεθόδου Έρευνας

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου για την μεθοδολογία της έρευνας συνιστά βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό και τη δημιουργία μιας άρτια οργανωμένης και ολοκληρωμένης έρευνας. Ο ερευνητής αφού θα προσδιορίσει τον σκοπό της έρευνάς του δηλαδή αν στοχεύει να επαληθεύσει ή να διαψεύσει τις υποθέσεις που έκανε αρχικά ή αν επιθυμεί να μελετήσει έναν πληθυσμό εστιάζοντας βαθύτερα σε αντιλήψεις ή απόψεις, θα είναι διατεθειμένος να μπορεί να επιλέξει μεταξύ άλλων την κατάλληλη ερευνητική μέθοδο. Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου είναι το είδος των δεδομένων που χρησιμοποιεί ο ερευνητής (πρωτογενή ή δευτερογενή) και αν η έρευνα του θα γίνει με ποιοτικές ή ποσοτικές μεθόδους. Τα πρωτογενή δεδομένα είναι αυτά που παράγονται από παρέμβαση του ερευνητή, από μια πρωτότυπη έρευνα, ενώ τα δευτερογενή είναι αυτά που συγκεντρώνονται από έρευνες που έγιναν κατά το παρελθόν π.χ. βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις. Προκειμένου, να διεξαχθεί σωστά μια ερευνητική εργασία χρειάζεται να αξιοποιήσει πρωτίστως την υπάρχουσα επιστημονική γνώση και να λάβει υπόψη της τα ήδη υπάρχοντα ερευνητικά δεδομένα.

Βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι η συστηματική εξέταση της έρευνας που έχει διεξαχθεί σε ένα συγκεκριμένο πεδίο μελέτης. Εδώ, ο ερευνητής παρουσιάζει μέσα από δημιουργική σύνθεση τις βιβλιογραφικές πηγές που μελέτησε και καταλήγει σε κριτική αποτίμηση των όσων μελετήθηκαν, ώστε να παρουσιάσει σφαιρικά δεδομένα για το θέμα να απαντήσει στα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσε και να προβάλλει ερευνητικές ελλείψεις που ενδεχομένως να οδηγήσουν σε μελλοντική έρευνα. Για να υλοποιηθεί η προσέγγιση της σύνθεσης των ερευνών του συγγραφέα με επιτυχία πρέπει να έχει εντοπίσει, επιλέξει, κατανοήσει και αναλύσει τη σχετική με το θέμα του βιβλιογραφία ώστε να την αποτιμήσει κριτικά, προκειμένου να οδηγηθεί στη συνέχεια στη γραμμική παρουσίαση των ερευνών, η οποία είναι μια αποσπασματική εικόνα της υπάρχουσας γνώσης και τέλος, να αναδείξει νέες διαστάσεις προς μελλοντική διερεύνηση.

Η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιήσουμε στην μελέτη μας είναι η Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση. Με τον όρο Συστηματική Βιβλιογραφική Ανασκόπηση εννοούμε «τη συστηματική, σαφή ως προς το σχεδιασμό και επαναλαμβανόμενη ως προς τα στάδιά της

μέθοδο. Διεξάγεται με στόχο τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και τη σύνθεση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας που έχει καταγραφεί από ερευνητές, ακαδημαϊκούς και επαγγελματίες» (Fink, 2019).

Οι λόγοι που οδήγησαν στην επιλογή της μεθόδου είναι οι ακόλουθοι:

1. Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθηματική εκπαίδευση είναι εξαιρετικά πρόσφατη και κρίνεται αναγκαία η σύνθεση μελετών για την παρουσίαση του φαινομένου και των διαστάσεων του μέσα από την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία.
2. Εξαιτίας της περιορισμένης παραγωγής ερευνών σχετικά με την χρήση των εκπαιδευτικών ρομπότ υπάρχουν οι προϋποθέσεις για να διεξαχθεί μια βιβλιογραφική ανασκόπηση, ώστε να απαντηθούν συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Επομένως, γίνεται σαφές το γεγονός ότι η συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση είναι η πλέον κατάλληλη μέθοδος ανασκόπησης έναντι άλλων όπως η κριτική ανασκόπηση ή η μετά-ανάλυση για να επιφέρει τεκμηριωμένες απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα που θα ακολουθήσουν.

3.2 Σκοπός της έρευνας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την ανασκόπηση των εμπειρικών ερευνών σχετικά με την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μαθηματική εκπαίδευση και συγκεκριμένα στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

Ειδικότερα, θα διερευνήσει το βαθμό στον οποίο τα εκπαιδευτικά ρομπότ μπορούν να συμβάλλουν στην οικοδόμηση της μαθηματικής γνώσης και τις μελλοντικές ερευνητικές προοπτικές της μαθηματικής εκπαίδευσης με τη βοήθεια ρομπότ. Στοιχεύει να αναδείξει τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής και να παράσχει γνώσεις για νέους ορίζοντες στην εκπαίδευση STEM και την εκπαίδευση στην ρομποτική και στα μαθηματικά. Ελπίζεται ότι αυτή η μελέτη θα προσελκύσει περισσότερους δασκάλους για να οπτικοποιήσουν την αφηρημένη μαθηματική γνώση με την απτή και χειραγωγίσιμη φύση των ρομπότ.

Η ανασκόπηση του θέματος θα γίνει μέσω μελέτης και καταγραφής της διεθνούς σύγχρονης επιστημονικής βιβλιογραφίας, τονίζοντας ταυτόχρονα τα σημεία που επιδέχονται αμφισβήτηση καθώς επίσης και προβάλλοντας διάφορα θέματα που χρήζουν μελλοντικής έρευνας.

Υπάρχουν αρκετές έρευνες που αφορούν σε εκπαιδευτικά ρομπότ που χρησιμοποιούνται γενικά στην εκπαιδευτική διαδικασία ή σε συγκεκριμένους τομείς που είναι περισσότερο σχετικοί με μηχανική ή πληροφορική (STEM) ή υπολογιστική σκέψη και κάποιες από αυτές είναι βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις (Zhong & Xia, 2020). Τα ερευνητικά ερωτήματα γύρω από τα οποία κινούνται τα άρθρα συνοψίζονται στα εξής:

1. Ποιο είναι το πλαίσιο των μαθηματικών στο οποίο συμβάλλει η εκπαιδευτική ρομποτική; (αντικείμενο μαθηματικών, βαθμίδα εκπαίδευσης)
2. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών ρομπότ; (είδος ρομπότ, προγραμματιστικό περιβάλλον)
3. Ποια τα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση;

3.3 Σχεδιασμός ερευνητικής Μεθοδολογίας

Πρωτόκολλο – Protocol

Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε έναντι άλλων, η εφαρμογή του πρωτοκόλλου PRISMA (Moher et al., 2009) λόγω της σαφήνειας και της διαφάνειας που διαθέτει καθώς έχει χρησιμοποιηθεί σε πληθώρα δημοσιευμένων ερευνητικών μελετών που αφορούν σε ανασκόπηση και διερεύνηση θεμάτων. Με τον τρόπο αυτό, θα είναι σαφές στους αναγνώστες τόσο η μεθοδολογία όσο και τα αποτελέσματα και τα κριτήρια σε κάθε βήμα της υλοποίησης, ώστε να κρίνουν και εκείνοι τα στοιχεία που τους ενδιαφέρουν.

Κριτήρια καταλληλότητας - Eligibility Criteria

Για την εφαρμογή του πρωτοκόλλου PRISMA (Moher et al., 2009) ορίστηκαν συγκεκριμένα κριτήρια αποδοχής και απόρριψης καταγραφών/άρθρων τα οποία ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

Κριτήρια συμπερίληψης μελετών

Στην έρευνα συμπεριλήφθηκαν όλες οι καταγραφές που αφορούσαν σε μελέτες που έγιναν στην Πρωτοβάθμια ή Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση και συγκεκριμένα στόχευαν στη διδασκαλία του αντικειμένου των Μαθηματικών στο πλαίσιο του μαθήματος και οι συμμετέχοντες ήταν οι μαθητές των συγκεκριμένων ηλικιακών ομάδων. Επιπλέον, αξιοποιήθηκαν έρευνες που ήταν γραμμένες στην Αγγλική γλώσσα οι οποίες είναι δημοσιευθεί από το έτος 2007 έως το έτος 2022 και ήταν δημοσιευμένες σε πρακτικά συνεδρίων, επιστημονικά περιοδικά ή βιβλία. Δεν τέθηκαν περιορισμοί που αφορούν σε δημογραφικά ή άλλα χαρακτηριστικά ούτε γεωγραφικοί περιορισμοί.

Κριτήρια αποκλεισμού μελετών

Οι έρευνες που αποκλείστηκαν αφορούσαν σε άρθρα που αξιοποιούν τα εκπαιδευτικά σετ ρομποτικής γενικά στην εκπαιδευτική διαδικασία ή σε συγκεκριμένους τομείς που είναι περισσότερο σχετικοί με μηχανική ή πληροφορική (STEM) ή υπολογιστική σκέψη και όχι σε κάποιο συγκεκριμένο τομέα των μαθηματικών. Ακόμη, αποκλείστηκαν μελέτες που αφορούσαν σε μαθητές νηπιαγωγείου ή φοιτητές καθώς δεν εμπίπτουν στο επιθυμητό ηλικιακό εύρος. Βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, καθώς και έρευνες που ήταν γραμμένες σε άλλη γλώσσα πέραν της Αγγλικής και της Ελληνικής δεν έγιναν δεκτές.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει και σχηματικά τα κριτήρια με βάση τα οποία επιλέχθηκαν ή απορρίφθηκαν τα δημοσιευμένα άρθρα που εντοπίστηκαν.

Πίνακας 1 Κριτήρια επιλογής άρθρων

Είδος Κριτηρίου	
Γλώσσα γραφής	Αγγλικά, Ελληνικά
Μεθοδολογικός σχεδιασμός	Εμπειρικές μελέτες (ποσοτικές, ποιοτικές, μικτές)
Τύπος Δημοσίευσης	Επιστημονικό άρθρο
Είδος δημοσίευσης	Άρθρα δημοσιευμένα σε επιστημονικά περιοδικά, άρθρα από πρακτικά επιστημονικών συνεδρίων (conference proceedings)
Χρονικό Εύρος	Άρθρα που έχουν δημοσιευθεί από το

Πηγές άντλησης πληροφοριών - Information sources

Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση σε γενικές βάσεις δεδομένων με δημοσιευμένα επιστημονικά άρθρα. Αυτές είναι το Scopus, το ERIC και το Google Scholar. Προέκυψαν μέσω της αναζήτησης άρθρα σε επανάληψη (διπλότυπα) τα οποία δεν συμπεριλήφθηκαν.

Προκειμένου να ανακτηθούν ακόμη περισσότερα άρθρα έγινε μια εκτενής αναζήτηση με τη μέθοδο της χιονοστιβάδας. Συγκεκριμένα, ανασκαλεύτηκαν άρθρα από βιβλιογραφικές αναφορές μέσα από την προς τα εμπρός (forward citation tracking) και προς τα πίσω (reverse citation tracking) αναζήτηση. Τα άρθρα που εντοπίστηκαν ελέγχθηκαν ώστε να πληρούν τα κριτήρια συμπερίληψης και αποκλεισμού που τέθηκαν.

Στρατηγική αναζήτησης

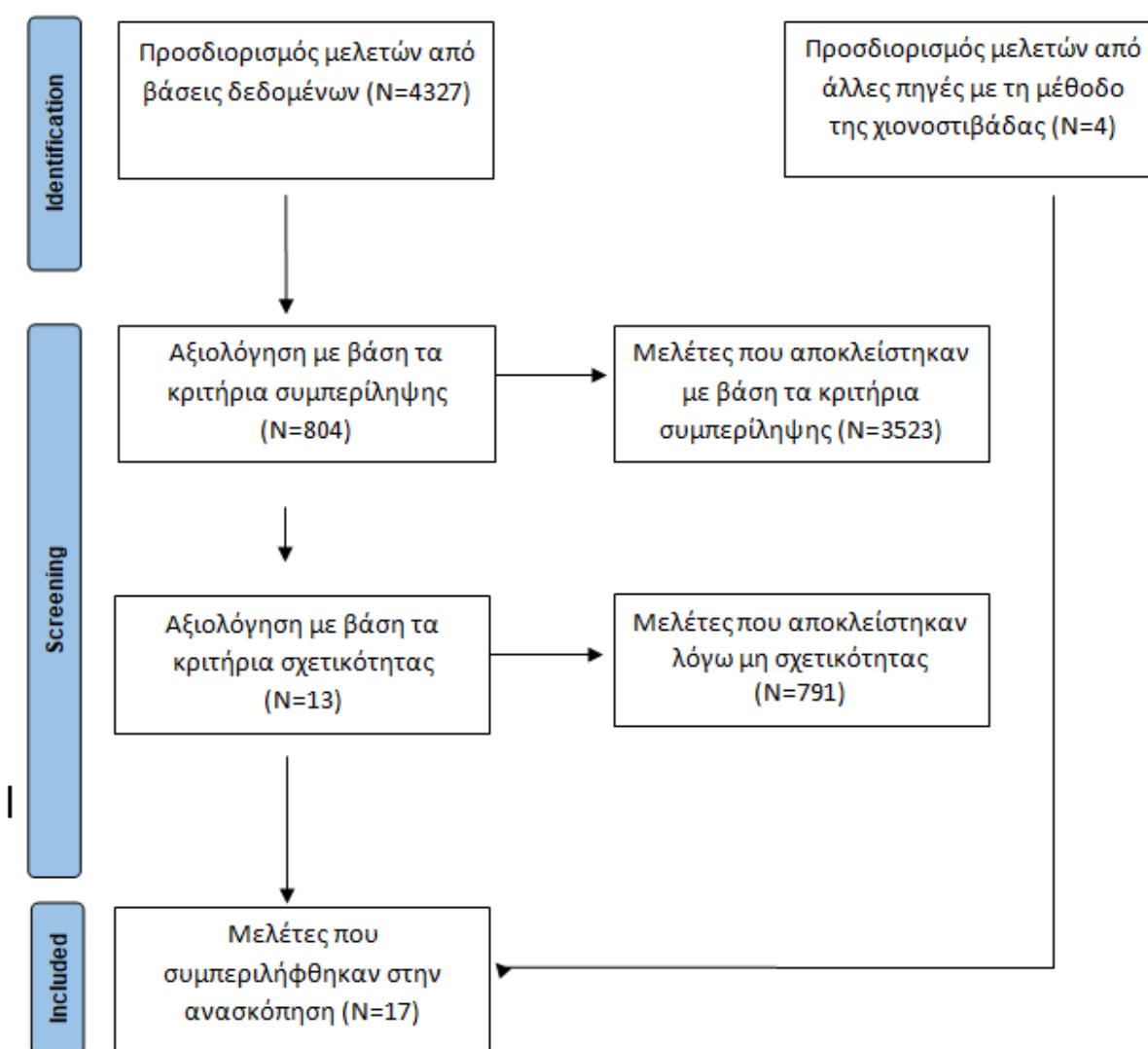
Για την στρατηγική αναζήτησης που εφαρμόστηκε παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα οι λέξεις-κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στα Αγγλικά και ο τρόπος με τον οποίο εισάχθηκαν ώστε να επιστρέψουν αποτελέσματα/ευρήματα. (Πίνακας 2)

Πίνακας 2 Βάσεις Δεδομένων και Λέξεις - Κλειδιά

	TITLE-ABS-
Scopus	KEY (mathematics AND robots) AND PUBYEAR > 2006 AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English"))
ERIC	Search: abstract: robot and mathematics title: robot and mathematics pubyearmin: 2007
Google Scholar	Search: allintitle: mathematics, robots, range:2007-2022

Επιλογή μελετών

Για την επιλογή των άρθρων έγινε αξιολόγηση του τίτλου και της περίληψης (abstract), και στην συνέχεια έγινε πλήρης ανάγνωση των κεφαλαίων και του περιεχομένου των δημοσιεύσεων προκειμένου να αξιολογηθεί αν είναι σχετικά και θα συμπεριληφθούν στην παρούσα μελέτη. Ενώ το πλήθος των ευρημάτων ήταν εξαιρετικά μεγάλο, ο αριθμός των διαθέσιμων άρθρων που αναφέρονται στην χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ στο μάθημα των Μαθηματικών σε Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια εκπαίδευση είναι περιορισμένος. Παρακάτω, φαίνονται τα δεδομένα που αναφέραμε μέσω διαγράμματος ροής. (Διάγραμμα 1)



Διάγραμμα 1 Διάγραμμα ροής για τη διαδικασία επιλογής των μελετών με PRISMA

Από την αρχική αναζήτηση σε όλες τις προαναφερθέντες βάσεις δεδομένων προκύπτουν 4.327 άρθρα με βάση τις συγκεκριμένες λέξεις κλειδιά. Ακολούθησε η εφαρμογή των κριτηρίων συμπερίληψης και απόρριψης διαδοχικά, βάσει των οποίων συμπεριλήφθηκαν 804 άρθρα και στην συνέχεια τα άρθρα αυτά αξιολογήθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους και μαζί με τα άρθρα που εντοπίστηκαν από την μέθοδο της χιονοστιβάδας προέκυψαν 17 άρθρα συνολικά.

Συνοπτική παρουσίαση

Για κάθε μία από τις έρευνες που εντοπίστηκαν, αναφέρεται ο συγγραφέας, ο τίτλος και η χρονική στιγμή που διεξήχθη καθώς και το δείγμα που μελετήθηκε. Παρουσιάζονται επίσης άλλα στοιχεία όπως το είδος του εκπαιδευτικού ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε καθώς και η βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία μελετήθηκε η χρήση του και το αντικείμενο του μαθήματος των μαθηματικών που πραγματεύονταν.

Σύνθεση αποτελεσμάτων

Αφού ολοκληρώθηκε η συμπερίληψη των άρθρων, διεξήχθη σύνθεση των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα συμπεράσματα κάθε έρευνας. Ειδικότερα, έγινε μια προσπάθεια ερμηνείας με στόχο την διεύρυνση του θέματος και την εξαγωγή απαντήσεων για τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν αρχικά.

3.4 Αξιολόγηση και Ταξινόμηση Δεδομένων

Τα άρθρα που επιλέχθηκαν αναφέρονται σε μελέτες παρέμβασης. Στον πίνακα που ακολουθεί, παρατίθενται συνοπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά των μελετών που αναλύσαμε και τα συμπεράσματα που προέκυψαν μετά την χρήση των εκπαιδευτικών ρομπότ στη διδασκαλία των μαθηματικών.

A/A	Ερευνητής/τρια	Έτος	Περιοχή	Πληθυσμός	Τάξη	Διάρκεια	Αντικείμενο μελέτης	Είδος ρομπότ	Ανάλυση δεδομένων	Συμπεράσματα
1	Kim, Y. R. et al.	2021	Νότια Πολιτεία, ΗΠΑ	24 μαθητές	Δ' & Ε' Δημοτικού	2 εβδομάδες	Ειδικά ζεύγη γωνιών, Συμπληρωματικές και παραπληρωματικές γωνίες	Sphero SPRK+	3 δραστηριότητες με ρομπότ	Γρήγορη μάθηση εννοιών, δεξιότητες μαθηματικού συλλογισμού και επίλυσης προβλημάτων ανάπτυξη κριτικής σκέψης
2	Lindh J., Holgesson T.	2007	Σουηδία	322 μαθητές και 374 μαθητές αντίστοιχα	Ε' Δημοτικού & Γ' Γυμνασίου	2 ώρες/εβδομάδα για 1 έτος	Επίλυση λογικών προβλημάτων	LEGO Dacta Kit κατασκευής	Ποιοτική και ποσοτική (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου)	Δεν παρατηρήθηκε στατιστική διαφορά στην εκμάθηση μεταξύ των ομάδων (πειραματική και ελέγχου) αλλά υπήρξε βελτίωση των επιδόσεων μεταξύ κάποιων υποομάδων
3	Zygouris N. et al	2017	Ελλάδα	20 μαθητές	ΣΤ' Δημοτικού	Δεν αναφέρεται	Γεωμετρικές κατασκευές (κύκλος, τετράγωνο, τρίγωνο)	LEGO NXT	Ποσοτική (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου)	Παρατηρείται βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών των πειραματικών ομάδων σε σύγκριση με τις ομάδες ελέγχου, προσέλκυσε την προσοχή τους, συνεργασία και απόκτηση περισσότερων γνώσεων
4	Araceli M. O.	2015	Austin, Τέξας, ΗΠΑ	30 μαθητές	Ε' Δημοτικού	15 ώρες σε 5 συνεδρίες της 1 εβδομάδας	Κλάσματα (λόγοι και αναλογίες), ισοδύναμα κλάσματα	LEGO Mindstorms (RCX)	Ποσοτική με πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου	Βαθύτερη κατανόηση των εννοιών, παρακίνηση μαθητών, εκμάθηση του συνόλου της ενότητας

A/A	Ερευνητής/τρια	Έτος	Περιοχή	Πληθυσμός	Τάξη	Διάρκεια	Αντικείμενο μελέτης	Είδος ρομπότ	Ανάλυση δεδομένων	Συμπεράσματα
5	Forsstrom S. E, Afdal G.	2019	Νορβηγία	31 μαθητές	Α΄ μέχρι και Γ΄ Γυμνασίου	8 συνεδρίες των 75 λεπτών η καθεμία	Έννοια του κύκλου και αναλογίες κλασμάτων	LEGO Mindstorms EV3	Ποιοτική μέσω παρατήρησης, βιντεοσκοπήσεων	Ενίσχυση γνώσεων μέσω συνεργασίας, διόρθωση λαθών με συστηματικά μαθηματικά εργαλεία και χωρίς την μέθοδο δοκιμής και λάθους, κατανόηση μαθηματικών εννοιών, κίνητρο για μάθηση
6	Brender J. et al	2021	Ελβετία	26 μαθητές	Γ Γυμνασίου	1 θεωρητική διάλεξη (90 λεπτά) και 5 συνεδρίες άσκησης (225 λεπτά)	Επίπεδα γεωμετρικά σχήματα	Thymio 2	Ποιοτική με τεστ αξιολόγησης	Θετική αντίληψη, ενδιαφέρον για το μάθημα, χρησιμότητα των ρομπότ, συνεργασία μεταξύ τους και προτείνουν την μελλοντική ενσωμάτωση των ρομπότ στην εκπαίδευση
7	Ponce P. et al	2017	Χαλαρα, Μεξικό	80 μαθητές	Δ΄, Ε΄, ΣΤ΄ Δημοτικού	3 έτη (2009, 2010, 2011)	Γεωμετρικές έννοιες με γωνίες, έννοια απόστασης, κλάσματα και μετατροπή σε υποδιαίρεσεις στις μονάδες μέτρησης	LEGO NXT	Εργασία σε ομάδες	Κατανόηση στην επίλυση προβλημάτων, τα ρομπότ είναι ελκυστικό εργαλείο για τα παιδιά, παρακίνηση για εκμάθηση, αύξηση του επιπέδου των μαθηματικών

A/A	Ερευνητής/τρια	Έτος	Περιοχή	Πληθυσμός	Τάξη	Διάρκεια	Αντικείμενο μελέτης	Είδος ρομπότ	Ανάλυση δεδομένων	Συμπεράσματα
8	Ardito G. et al	2014	Wetchester, Νέα Υόρκη, ΗΠΑ		ΣΤ' Δημοτικού	14 εβδομάδες	Στρογγυλοποίηση και πράξεις αριθμών, λόγοι, ισοδύναμα κλάσματα, εμβαδό και όγκος γεωμετρικών σχημάτων	LEGO Mindstorms NXT (turtle art)	Ποιοτική και ποσοτική	Βελτίωση γνώσεων σε ζητήματα εμβαδού και περιφέρειας κύκλου, συνεργασία μεταξύ τους, τάση καλύτερης επίδοσης των μαθητών όμως χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά
9	Leoste J., Heidmeits M.	2019	Εσθονία	217 μαθητές και 188 μαθητές αντίστοιχα	Γ' Δημοτικού & ΣΤ' Δημοτικού	20 σχέδια μαθημάτων (1 την εβδομάδα) 45 λεπτών το καθένα	Μαθηματικές δεξιότητες	LEGO Mindstorms EV3, Edison, LEGO WeDo 2.0 και LEGO Mindstorms EV3 αντίστοιχα	Ποιοτική και ποσοτική με Πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου, τεστ και συνεντεύξεις/ερωτηματολόγια	Κίνητρο και διατήρησης ενδιαφέροντος στο μάθημα, ανάπτυξη πολλών δεξιοτήτων στα μαθηματικά, καλύτερες επιδόσεις στην αξιολόγηση της πειραματικής ομάδας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου
10	Francis K., Davis B.	2018	Βόρεια Αλμπέρτα, Καναδάς	22 μαθητές	9-10 ετών Δ' Δημοτικού	4 συνεδρίες 3 ώρες η καθεμία	Απόσταση, μετατροπή ή προσθετική σε πολλαπλασιαστική σκέψη, στοιχεία τριγώνων και πολυγώνων	LEGO Mindstorms EV3	Ποιοτική με βιντεοσκόπηση και φωτογραφίες	Σύνδεση των μαθηματικών εννοιών σε πραγματικά δεδομένα (περιστροφή τροχών για κατανόηση της απόστασης), ευκαιρίες για συνενίσχυση της διδασκαλίας εκμάθησης μαθηματικών και ρομποτικής

A/A	Ερευνητής/τρια	Έτος	Περιοχή	Πληθυσμός	Τάξη	Διάρκεια	Αντικείμενο μελέτης	Είδος ρομπότ	Ανάλυση δεδομένων	Συμπεράσματα
11	Silk E., Schunn C.	2007	Pensylvania, ΗΠΑ	20 μαθητές	Β΄ Γυμνασίου	9 συνεδρίες των 45 λεπτών	Μετρήσεις και απόσταση σε σχέση με αριθμό περιστροφών τροχού	LEGO Mindstorms NXT	Ποιοτική και ποσοτική με τεστ πριν και μετά την διδασκαλία με ρομπότ και παρατήρηση	Δεν παρατηρήθηκε βελτίωση στις γνώσεις τους ίσως επειδή τέθηκαν πολλά διαφορετικά θέματα και δημιούργησαν σύγχυση στους μαθητές
12	Popa A. M.	2020	Βουκουρέστι	72 μαθητές 36 σε κάθε τάξη	Δ΄ & Ε΄ Δημοτικού	2 έτη 2 ώρες/εβδομάδα	Δεξιότητες για επίλυση μαθηματικών προβλημάτων	LEGO Mindstorms EV3	Ποιοτική και ποσοτική με παρατηρήσεις και συνεντεύξεις	Καλύτερες επιδόσεις των μαθητών που παρακολούθησαν την διδασκαλία μέσω ρομποτικής, καλύτερα αποτελέσματα σε παιδιά με χαμηλότερους βαθμούς, αύξηση ενδιαφέροντος για μάθηση, ενθουσιασμός, συνεργασία
13	Δελή Γ.	2012	Πάτρα, Ελλάδα	24 μαθητές	Β΄ & Γ΄ Γυμνασίου	10 μαθήματα 2 ωρών το καθένα (20 ώρες)	Μελέτη συντεταγμένων καρτεσιανού επιπέδου (Β΄ Γυμνασίου), πληροφορική (Γ΄ Γυμνασίου)	LEGO Mindstorms EV3	Ποιοτική με ερωτηματολόγια πριν και μετά	Συνεργασία, ανταλλαγή εμπειριών, διάθεση για προσπάθεια σε δύσκολα θέματα μέσω ρομπότ επίλυση ανοιχτών προβλημάτων, τα ρομπότ βοήθησαν στο εντοπισμό συντεταγμένων

A/A	Ερευνητής/τρια	Έτος	Περιοχή	Πληθυσμός	Τάξη	Διάρκεια	Αντικείμενο μελέτης	Είδος ρομπότ	Ανάλυση δεδομένων	Συμπεράσματα
14	Fernandes E. et al	2010	Μαδέρα, Πορτογαλία	Μία τάξη	Β΄ Γυμνασίου	Δεν αναφέρεται	Αναλογικότητα ως συνάρτηση	Roverbot, Tank	Ποιοτική μέσω βιντεοσκόπησης και τεστ	Επαναπροσδιορίζουν την έννοια της αναλογικότητας ως συνάρτηση μέσω της εργασίας με ρομπότ
15	Chandra V.	2010	Queensland, Αυστραλία	50 μαθητές	Β΄ Γυμνασίου	Σειρά μαθημάτων διάρκειας 1 ώρας	Γραφική παράσταση συνάρτησης	LEGO Mindstorms NXT	Ποιοτική με τεστ	Σύνδεση των μαθηματικών με τον πραγματικό κόσμο, διατηρούν την προσοχή και το ενδιαφέρον τους, απολαμβάνουν την εμπειρία με ρομπότ
16	Casler-Failing S.	2018	Νέα Υόρκη, ΗΠΑ	6 μαθητές	Α΄ Γυμνασίου	8 μαθήματα/ δραστηριότητες 45 λεπτών η καθεμία	Πολλαπλασιασμός κλάσμάτων, αναλογίες (διπλασιασμός σχημάτων), ισοδύναμα κλάσματα	LEGO Mindstorms EV3 (Penbot)	Ποιοτική και ποσοτική τεστ πριν και μετά, βιντεοσκόπησης, συζητήσεις, συνεντεύξεις	Κατανοούν τη χρήση της κλίμακας, της αναλογικές σχέσεις μεταξύ των σχημάτων που δημιουργήσαν, παραγωγική συνεργασία, ανάπτυξη δεξιοτήτων πολλαπλασιαστικής συλλογιστικής
17	Coxon S. et al	2018	Midwest, ΗΠΑ	65 μαθητές	Δ΄ & Ε Δημοτικού	Εβδομαδιαίο 5ημερο θερινό πρόγραμμα 30 ωρών	Κλάσματα	LEGO WeDo 2.0	Ποσοτική τεστ με ερωτήσεις πριν και μετά την διάλεξη με ρομπότ	Μεγάλη επίδραση στην βαθμολογία των μαθητών ανεξάρτητα από το φύλο, την εθνικότητα και την κοινωνικοοικονομικές κατάσταση

Πίνακας 3 Δεδομένα των μελετών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. Ανάλυση Δεδομένων

4.1 Περιγραφή και ανάλυση καταγραφών

Στη συνέχεια, θα ακολουθήσει μια περιγραφική παρουσίαση των στοιχείων των μελετών που αναλύουμε με την μορφή διαγραμμάτων τα οποία γίνονται εύκολα αντιληπτά από τους μελλοντικούς ερευνητές. Τα περιγραφικά στοιχεία αφορούν στην γεωγραφική κατανομή των μελετών, στο έτος το οποίο δημοσιεύθηκαν, την βαθμίδα εκπαίδευσης που εφαρμόστηκαν, το είδος του εκπαιδευτικού ρομπότ που χρησιμοποιήθηκε και ο τύπος της ανάλυσης που ακολουθήθηκε.

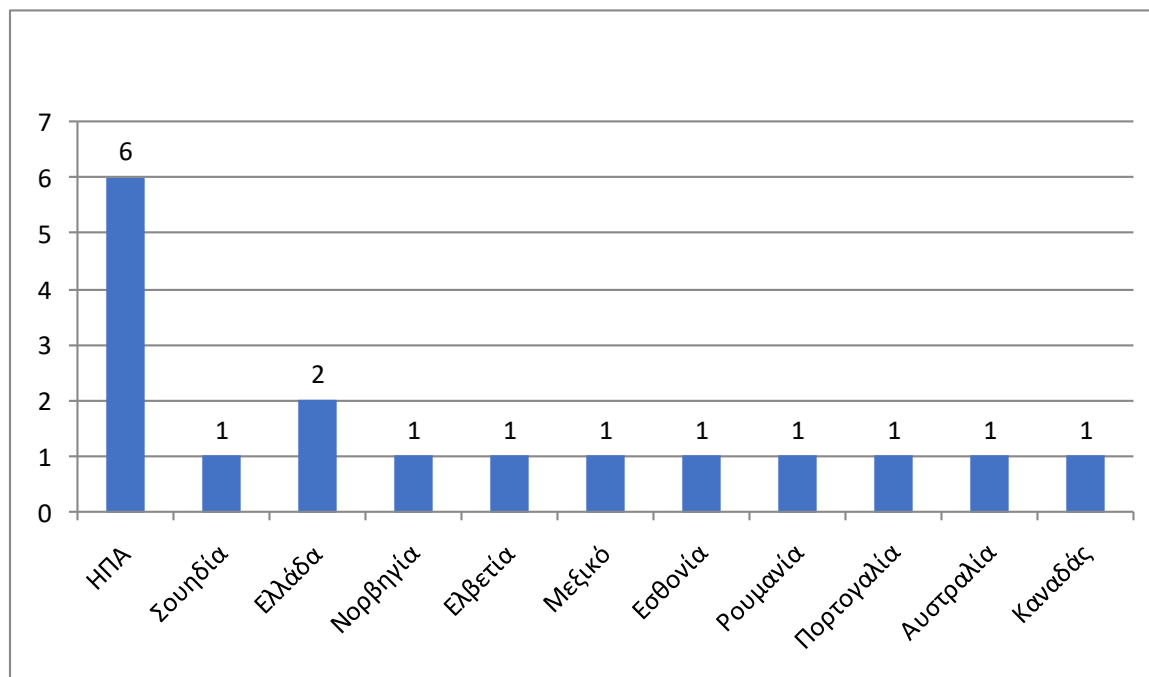


Διάγραμμα 2 Χρονική κατανομή

Όπως παρατηρείται και στο διάγραμμα το πλήθος των μελετών σε βάθος 15ετίας είναι περιορισμένο. Πριν το 2007 οι μελέτες που αφορούσαν σε διδασκαλία των μαθηματικών σε σχολικό περιβάλλον με την χρήση της ρομποτικής ήταν ελάχιστες. Από το 2007 έως το 2022

αυτές κατανέμονται ομοιόμορφα και συγκεκριμένα τα έτη 2010 και 2018 παρατηρείται η μεγαλύτερη παραγωγή ερευνών.

Το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 3) παρουσιάζει τη γεωγραφική κατανομή των άρθρων σύμφωνα με τη χώρα στην οποία πραγματοποιείται η έρευνα.

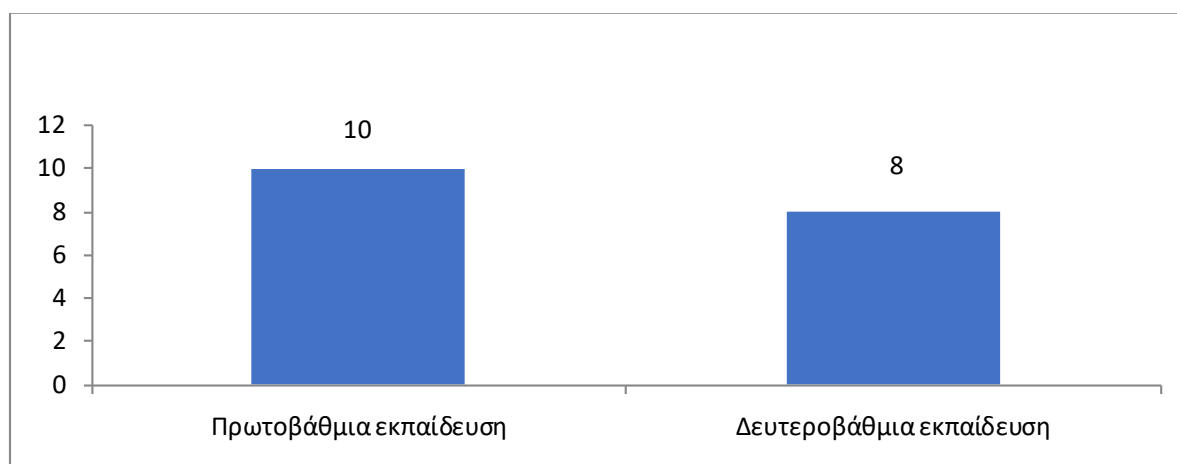


Διάγραμμα 3 Γεωγραφική κατανομή μελετών

Σύμφωνα με το παραπάνω διάγραμμα παρατηρείται αυξημένη παραγωγή ερευνών στις ΗΠΑ σε σύγκριση με τις υπόλοιπες χώρες. Πιο συγκεκριμένα, τα 6 από τα 17 άρθρα που μελετούμε έχουν διεξαχθεί στις ΗΠΑ ενώ τα υπόλοιπα κατανέμονται σχεδόν ισόποσα σε διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί 2 σχετικές μελέτες τα έτη 2012 και 2017.

Στην συνέχεια, ακολουθεί σχετικό διάγραμμα που εκθέτει την κατανομή των μελετών σε σχέση με την βαθμίδα της εκπαίδευσης που εφαρμόστηκε η διδασκαλία με ρομπότ. Σε ορισμένα άρθρα παρατηρείται η διδασκαλία των μαθηματικών 2 ή περισσότερων τάξεων που δεν αφορούν κατά ανάγκη την ίδια βαθμίδα εκπαίδευσης. Ειδικότερα, συναντήσαμε μελέτη που πραγματοποιήθηκε έρευνα σε ομάδα μαθητών της Ε΄ Δημοτικού και σε ομάδα μαθητών της Γ΄ Γυμνασίου (Lindh J.

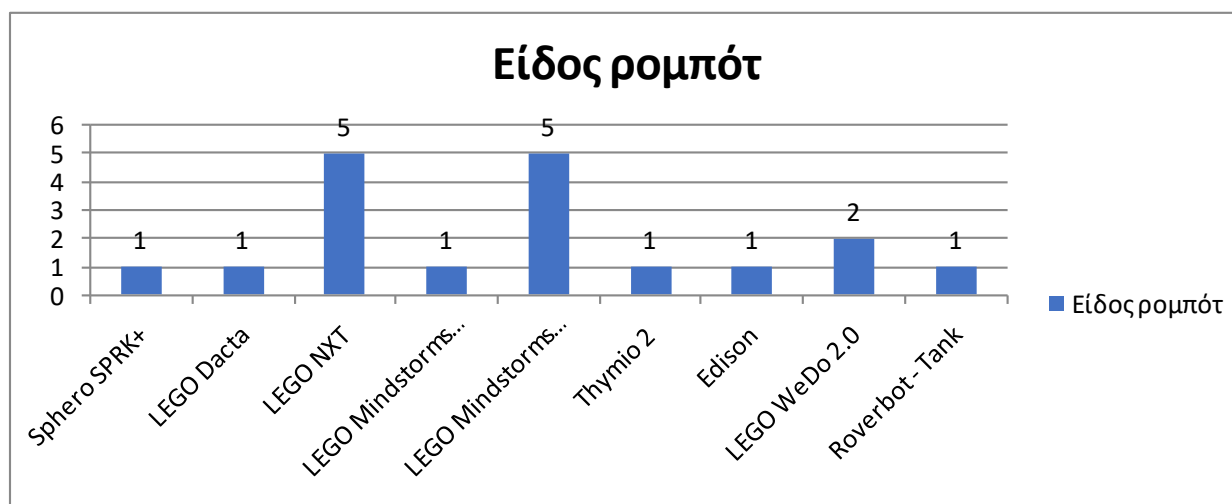
& Holgesson T., 2007). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα στο διάγραμμα να διαφαίνεται ο αριθμός των μελετών να ξεπερνά τις 17.



Διάγραμμα 4 Κατανομή βαθμίδων εκπαίδευσης

Αναλυτικότερα, παρατηρήθηκε ότι στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση προτιμήθηκαν οι τάξεις της Δ΄ και Ε΄ Δημοτικού έναντι των υπολοίπων τάξεων και αυτό εξηγείται από το γεγονός ότι οι μαθητές στις συγκεκριμένες τάξεις έρχονται σε επαφή με βασικές έννοιες των μαθηματικών που τους δυσκολεύουν όπως τα κλάσματα και τα γεωμετρικά σχήματα. Στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι μελέτες κατανέμονται ομοιόμορφα σε όλες τις τάξεις.

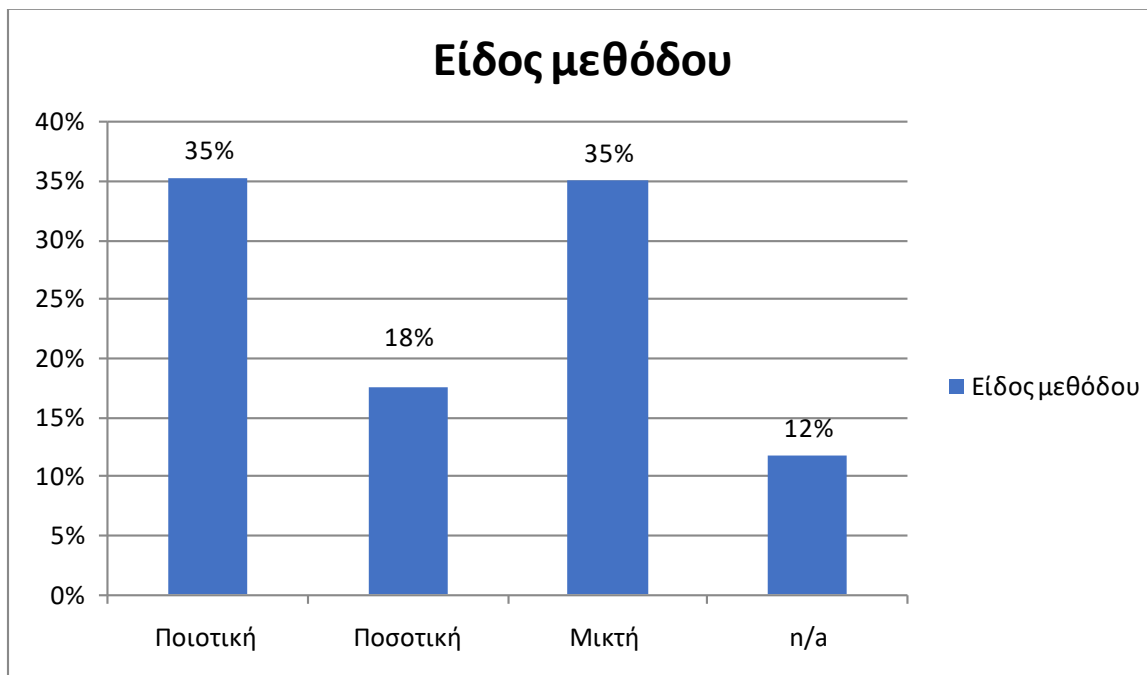
Στο επόμενο διάγραμμα εκθέτονται τα είδη των ρομπότ που χρησιμοποιήθηκαν στην διδασκαλία των μαθηματικών. Εδώ, ο ερευνητής έχει την ευκαιρία να πληροφορηθεί για τα πιο συνηθισμένα και εύρηστα ρομπότ στην εκπαίδευση.



Διάγραμμα 5 Κατανομή ειδών ρομπότ

Εδώ, διαφαίνεται ότι στις περισσότερες μελέτες αξιοποιήθηκαν διάφορα είδη ρομπότ της εταιρίας LEGO (79% περίπου). Στις υπόλοιπες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν άλλα ρομπότ, Sphero SPRK+, Thymio 2, Edison και Roverbot – Tank. Από τις έρευνες που περιελάμβαναν την χρήση LEGO ρομπότ διαπιστώνεται ότι το 28% περίπου αξιοποίησαν το είδος LEGO NXT και ακόμη το ίδιο ποσοστό αξιοποίησε το είδος LEGO Mindstorms EV3 ενώ το 11% περίπου χρησιμοποίησαν το LEGO WeDo 2.0.

Όσον αφορά το είδος της ανάλυσης που ακολούθησαν οι μελέτες αυτές διαπιστώνουμε ότι οι μέθοδοι ανάλυσης ήταν άλλοτε ποσοτικές με στατιστικά στοιχεία άλλοτε ποιοτικές με καταγραφή και παρατήρηση (συνεντεύξεις, βιντεοσκοπήσεις κ.α.) και σε ορισμένες περιπτώσεις μικτές δηλαδή συνδυασμός ποιοτικής και ποσοτικής έρευνας. Τα στοιχεία αυτά παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα.

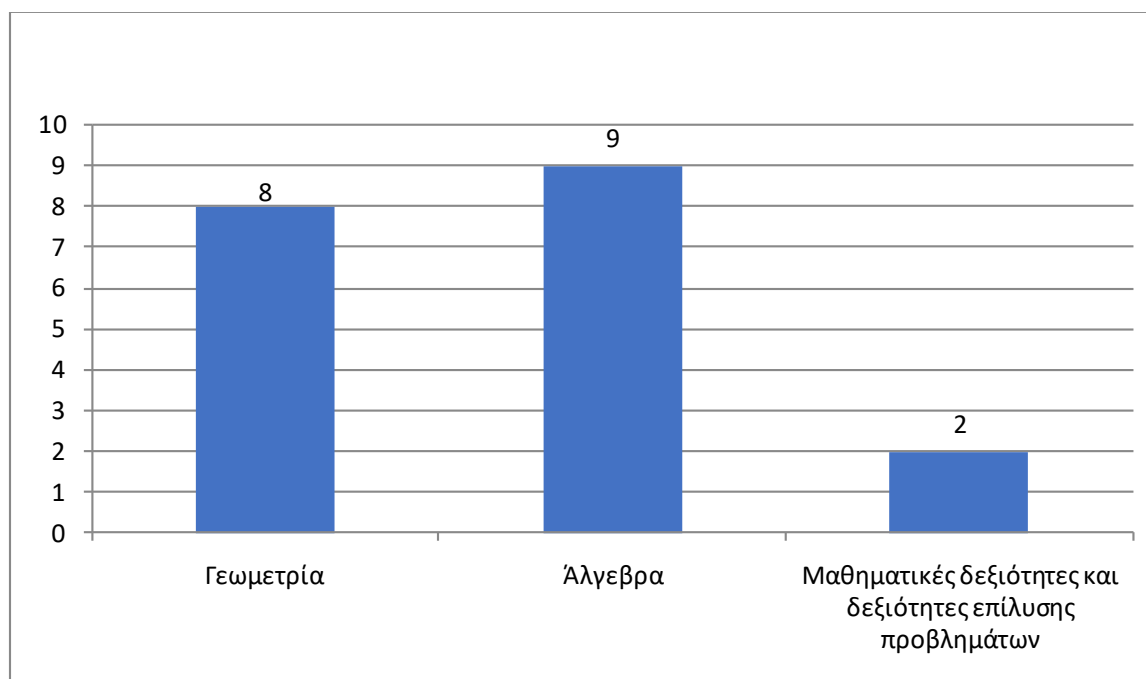


Διάγραμμα 6 Καταγραφή ερευνητικών μεθόδων (σχετική συχνότητα)

4.2 Πρώτο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα

Ερώτηση 1: Ποίο είναι το πλαίσιο των μαθηματικών στο οποίο συμβάλλει η εκπαιδευτική ρομποτική; (αντικείμενο μαθηματικών, βαθμίδα εκπαίδευσης)

Η εξέταση των μελετών που επιλέχθηκαν συστηματικά για την παρούσα ανασκόπηση αποκάλυψε ότι η εκπαιδευτική ρομποτική έχει χρησιμοποιηθεί για εκπαιδευτικούς σκοπούς σε διάφορους τομείς των Μαθηματικών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Αυτοί οι τομείς συνοψίζονται σε: γεωμετρία (γεωμετρικές κατασκευές και ειδικά ζεύγη γωνιών), άλγεβρα (κλάσματα και αναλογίες, μετρήσεις και μετατροπές μονάδων μέτρησης και μελέτη γραφικής παράστασης συνάρτησης) και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Στο παρακάτω διάγραμμα απεικονίζεται η συχνότητα χρήσης εκπαιδευτικών ρομπότ στους προαναφερθέντες τομείς των μαθηματικών σύμφωνα με την ανασκόπηση των μελετών.



Διάγραμμα 7 Καταγραφή τομέων των Μαθηματικών με διδασκαλία μέσω ρομπότ

Άλγεβρα

Αναλυτικότερα, η έννοια των κλασμάτων, οι πράξεις μεταξύ τους (προσθετική, πολλαπλασιαστική) και η αναλογία μεταξύ κλασμάτων (ισοδύναμα κλάσματα) έχουν διδαχθεί σε μαθητές των τάξεων του δημοτικού μέσω χρήσης εκπαιδευτικών ρομπότ (Araceli M.O., 2015; Forsstrom S. E., Afdal G., 2019; Ponce P. Et al, 2017; Ardito G. Et al, 2014; Casler Failing S. 2018; Coxon S. Et al, 2018). Σε άλλες έρευνες, το αντικείμενο μελέτης είναι το καρτεσιανό επίπεδο συντεταγμένων και η μελέτη γραφικής παράστασης με την χρήση προγραμματιζόμενων ρομπότ (Chandra V., 2010; Δελή, 2012). Οι μαθητές της Β΄ και Γ΄ Γυμνασίου αρχίζουν σιγά σιγά να έρχονται σε επαφή με την έννοια της συνάρτησης, γεγονός που τους αγχώνει και τους δυσκολεύει στο να το αντιληφθούν. Έτσι η αξιοποίηση των ρομπότ συμβάλλει ώστε να οπτικοποιήσουν το αντικείμενο μελέτης τους και να το κατακτήσουν πιο εύκολα και γρήγορα.

Γεωμετρία

Ορισμένες έρευνες αξιοποιούν την χρήση του Sphero SPRK+ και LEGO NXT για την εκμάθηση των ειδικών ζευγών γωνιών στην Δ΄, Ε΄ και ΣΤ΄ Δημοτικού (Kim, Y. R. et al., 2021; Ponce P. et al, 2017). Τα παιδιά μέσα από τον προγραμματισμό μαθαίνουν για τις συμπληρωματικές και τις παραπληρωματικές γωνίες και κατακτούν την γνώση σε βάθος. Ακόμη, οι μαθητές μαθαίνουν να σχεδιάζουν με την χρήση των ρομπότ γεωμετρικά σχήματα (κύκλος, τετράγωνο, τρίγωνο, πολύγωνο) και να συσχετίζουν τις υπάρχουσες γνώσεις της θεωρίας στην πράξη (Brender J. et al, 2021; Forsstrom S. E, Afdal G. 2019; Zygouris N. et al, 2017; Francis K., Davis B., 2018). Αναλυτικότερα, προγραμματίζουν τα ρομπότ ώστε να σχεδιάσουν ορθές γωνίες ή να σχηματίσουν κύκλο. Επιπρόσθετα, τα παιδιά μέσω των ρομπότ LEGO NXT και LEGO Mindstorms EV3 μαθαίνουν την έννοια της απόστασης μέσω των περιστροφών των τροχών των ρομπότ, εμβαθύνουν στο ζήτημα και μετατρέπουν τη θεωρητική σε πρακτική γνώση (Silk E. & Schunn C., 2017; Francis K. & Davis B., 2018; Ponce P. et al, 2017).

Μαθηματικές δεξιότητες και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων

Διαπιστώθηκε ότι η χρήση των ρομπότ LEGO Mindstorms EV3, LEGO WeDo 2.0 και Edison βοηθά τα παιδιά να αναπτύξουν μαθηματικές δεξιότητες και κριτική σκέψη και συμβάλλει στο να διατηρήσουν το ενδιαφέρον τους στο μάθημα (Leoste J., Heidmets M. 2019). Ακόμη, το kit

κατασκευής της LEGO Dacta συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων των μαθητών της Ε΄ Δημοτικού και της Γ΄ Γυμνασίου (Lindh J., Holgesson T, 2007).

4.3 Δεύτερο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα

Ερώτηση 2: Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών ρομπότ; (είδος ρομπότ, προγραμματιστικό περιβάλλον)

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των ρομπότ που χρησιμοποιήθηκαν στις έρευνες που μελετούμε, διαπιστώνουμε ότι η πλειοψηφία αυτών των ρομπότ είναι της LEGO (EV3, WeDo 2.0, Dacta, NXT, RCX). Οι περισσότερες μελέτες αξιοποίησαν τα ρομπότ NXT διότι μπορούν να λάβουν περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τους μαθητές (Chandra V, 2010; Silk E., Schunn C., 2007; Ardito G. et al, 2014; Ponce P. et al, 2017; Zygouris N. et al, 2017). Επιπλέον, οι μαθητές εισήχθησαν στην έννοια του προγραμματισμού μέσω ενός γραφικού εργαλείου που ονομάζεται Turtle Art. Το Turtle Art είναι λογισμικό που έχει σχεδιαστεί για να διδάσκει τους μικρούς μαθητές να προγραμματίζουν και είναι διάδοχος του LOGO. (Ardito G. et al, 2014). Επιπλέον, λαμβάνοντας υπόψη όλες αυτές τις πτυχές για την καλύτερη αξιοποίηση των ρομπότ στην μαθηματική εκπαίδευση αποφάσισαν να αξιοποιήσουν την πλατφόρμα LEGO NXT και το πρόγραμμα LabVIEW επειδή το συγκεκριμένο είδος μπορεί να προσαρμόσει το σύνολο των ερωτήσεων και των ασκήσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των μαθητών (Ponce P. et al, 2017).

Με βάση την ανασκόπηση που διεξήχθη, χρησιμοποιούνται και άλλα είδη ρομπότ στην διδασκαλία των μαθηματικών στην εκπαίδευση. Ειδικότερα, αξιοποιήθηκαν το ρομπότ Edison για να προάγουν διάφορες μαθηματικές δεξιότητες (Leoste J., Heidmets M., 2019) και τα ρομπότ Roverbot και Tank προκειμένου να παρουσιάσουν την έννοια της αναλογικότητας της συνάρτησης (Fernandes E. et al, 2010). Τέλος, συναντούμε το ρομπότ Sphero SPRK+ (Kim, Y. R. et al., 2021) για την εκμάθηση γεωμετρικών εννοιών αλλά και το ρομπότ Thymio 2 (Brender J. et al, 2021) για την δημιουργία επίπεδων σχημάτων.

4.4 Τρίτο ερευνητικό ερώτημα: Ευρήματα

Ερώτηση 3: Ποια τα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση;

Σύμφωνα με την ανασκόπηση, τα οφέλη των εκπαιδευτικών ρομπότ στην διδασκαλία των μαθηματικών είναι ποικίλα. Διαπιστώθηκε ότι τα ρομπότ συμβάλλουν στην προώθηση των μαθηματικών δεξιοτήτων, την κατανόηση περίπλοκων μαθηματικών αλγορίθμων και την βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών αλλά και στην ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων που συμβάλλουν στο πλαίσιο των μαθηματικών (συνεργασία, ομαδική εργασία, ανταλλαγή εμπειριών, διάθεση για προσπάθεια και επιμονή σε δύσκολα ζητήματα).

Προώθηση μαθηματικών δεξιοτήτων

Παρατηρείται βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, εμπάθυνση στην κατανόηση του μαθηματικού περιεχομένου τόσο στον τομέα της άλγεβρας όσο και στον τομέα της γεωμετρίας (κατανόηση των εννοιών των εμβαδών) και αντίληψη της αναλογίας μεταξύ των σχημάτων (Coxon S. et al, 2018; Casler- Failing S., 2018; Fernandes E. et al, 2014; Δελή Γ., 2012; Popa A. M., 2020; Leoste J., Heidmets M., 2019; Ardito G. et al, 2014; Forsstrom S. E, Afdal G., 2019).

Ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων στο πλαίσιο των μαθηματικών

Διαπιστώνεται, η προαγωγή της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών μέσω της ενασχόλησής τους με εκπαιδευτικά ρομπότ, η επίτευξη μαθηματικών στόχων μέσω της ομαδικής εργασίας και η αύξηση της διάθεσης για περαιτέρω προσπάθεια ώστε να φτάσουν στην επιτυχία (Δελή Γ., 2012). Ακόμη, παρατηρείται η δημιουργία κινήτρου για μάθηση και η διατήρηση της προσοχής των μαθητών στο αντικείμενο μελέτης τους (Popa A. M., 2020; Leoste J., Heidmets M., 2019; Ponce P. et al, 2017; Brender J. et al, 2021; Forsstrom S. E, Afdal G., 2019; Araceli M. O. 2015; Zygouris N. et al, 2017; Casler- Failing S., 2018; Chandra V., 2010). Τέλος, γίνεται αντιληπτό ότι η ενασχόληση των μαθητών με τα ρομπότ στο πλαίσιο των μαθηματικών συμβάλλει στην σύνδεση μαθηματικών εννοιών με τον πραγματικό κόσμο (Chandra V., 2010; Francis K. & Davis B., 2018).

Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι κάποιες έρευνες δεν διαπιστώνουν στατιστικά σημαντικά οφέλη από την διδασκαλία των μαθηματικών με ρομπότ στο σύνολο των μαθητών παρά μόνο σε κάποιες υποομάδες παιδιών και συγκεκριμένα στους μέτριους/καλούς μαθητές (Silk E. & Schunn C., 2007; Lindh J. & Holgesson T., 2007).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. Σύνθεση ευρημάτων – Συζήτηση

Πλησιάζοντας στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, κρίνεται σκόπιμο στο τελευταίο αυτό κεφάλαιο να γίνει μια σύντομη συζήτηση επί του θεωρητικού πλαισίου πριν την απάντηση των ερευνητικών ερωτημάτων. Στην συνέχεια, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά στους περιορισμούς που λήφθηκαν υπόψη για την διεξαγωγή της έρευνας αυτής και εν κατακλείδι θα παρατεθούν ορισμένες προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

5.1 Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την αξιοποίηση των εκπαιδευτικών ρομπότ στην μαθηματική εκπαίδευση ώστε να παρουσιαστεί η εφαρμογή τους στο πλαίσιο των μαθηματικών στις διάφορες βαθμίδες της εκπαίδευσης, τα είδη των ρομπότ που αξιοποιούνται και τα οφέλη που προσφέρει η χρήση τους στις επιδόσεις των μαθητών και στην ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων. Παράλληλα, με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση επιχειρήθηκε να παρουσιαστεί το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο βασίζονται τα ερευνητικά ερωτήματα.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάστηκε η σημασία των διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων στην διδακτική των μαθηματικών. Έγινε επισήμανση σε ορισμένους λόγους που οδηγούν σε εφαρμογή νέων διδακτικών προσεγγίσεων στο μάθημα των μαθηματικών. Οι ανάγκες και τα στυλ μάθησης των μαθητών αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να κρίνεται αναγκαία η χρήση νέων στρατηγικών διδασκαλίας μαθηματικών ώστε να αντιμετωπιστούν αυτές οι αλλαγές και να διατηρηθεί το ενδιαφέρον και το κίνητρο των μαθητών. Ακόμη, τα παιδιά σήμερα ζουν σε μια κοινωνία που συνεχώς εξελίσσεται και αυτό συνεπάγεται ότι και η μαθηματική τους εκπαίδευση θα πρέπει να εξελίσσεται και να εξοπλίζεται με νέες τεχνολογίες. Επιπλέον, το ίδιο το αντικείμενο διδασκαλίας αποτελεί ένα απαιτητικό μάθημα για τους περισσότερους μαθητές για διάφορους παράγοντες όπως ελλειπείς προηγούμενες γνώσεις ή μαθησιακές δυσκολίες και έτσι κρίνεται αναγκαία η αλλαγή του τρόπου διδασκαλίας του εμπλουτίζοντάς το με διαφορετικές στρατηγικές μάθησης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο έγινε εκτενής αναφορά στην αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Παρουσιάστηκαν τα πλεονεκτήματα που αποκτούν οι μαθητές διδασκόμενοι μέσω εκπαιδευτικών ρομπότ τόσο σε περιβάλλοντα τυπικής όσο και σε περιβάλλοντα άτυπης εκπαίδευσης. Η ρομποτική τεχνολογία έχει γίνει ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό εργαλείο σε όλους τους τομείς της εκπαίδευσης, ακόμα και σε Πανεπιστήμια, αυξάνοντας μεταξύ των μαθητών το ενδιαφέρον για προγραμματισμό, τεχνητή νοημοσύνη και ρομποτική (Κολοκοτρώνης & Μπαράς, 2014). Αποτελεί το κατάλληλο εφόδιο για την διδασκαλία πρωτίστως θετικών (Μαθηματικά, Φυσική) και τεχνολογικών μαθημάτων (Τεχνολογία, Πληροφορική), αλλά μπορεί να συνδεθεί αρκετά καλά και με πιο θεωρητικά μαθήματα όπως η λογοτεχνία ή το θέατρο. Η ενίσχυση της εξοικείωσης των εκπαιδευόμενων με τα ψηφιακά μέσα καθώς η προώθηση της ανάπτυξης των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα είναι επιτακτική. Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να προσφέρει λύση σε αυτή την ανάγκη για αλλαγή. Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στη δόμηση των ερευνητικών ερωτημάτων της παρούσας εργασίας, στην οποία εξετάστηκαν το πλαίσιο εφαρμογής των ρομπότ στα μαθηματικά, τα είδη των χρησιμοποιούμενων ρομπότ καθώς και τα οφέλη που σχετίζονται με την εφαρμογή της ρομποτικής στην μαθηματική εκπαίδευση στην τυπική εκπαίδευση.

5.2 Απάντηση ερευνητικών ερωτημάτων

Το πρώτο ερευνητικό ερώτημα διερεύνησε το πλαίσιο στο οποίο εφαρμόζεται η εκπαιδευτική ρομποτική στο αντικείμενο των Μαθηματικών. Για να απαντηθεί το συγκεκριμένο ερώτημα εξετάστηκαν 17 δημοσιευμένα άρθρα. Διαπιστώθηκε ότι τα ρομπότ χρησιμοποιούνται αρκετά τόσο στον τομέα της άλγεβρας όσο και στον τομέα της γεωμετρίας. Ειδικότερα, σύμφωνα με το Διάγραμμα 7, το 42% των άρθρων μελετά την χρήση των ρομπότ στην εκμάθηση γεωμετρικών εννοιών (ορθή γωνία, ειδικά ζεύγη γωνιών) και στην κατασκευή επίπεδων γεωμετρικών σχημάτων (κύκλος, τρίγωνο, τετράγωνο). Ο προγραμματισμός βοηθά τα παιδιά στο να ανακαλέσουν της θεωρία της κάθε ενότητας και την αξιοποιήσουν προκειμένου να καταφέρουν να κάνουν το ρομπότ να κινηθεί σωστά και να σχεδιάσει το ζητούμενο σχήμα. Ακόμη, διαφαίνεται ότι τα ρομπότ αξιοποιούνται και στον τομέα της άλγεβρας με ποσοστό (47%) περίπου. Τα παιδιά μαθαίνουν την έννοια της συνάρτησης και των συντεταγμένων, πράξεις και αναλογίες κλασμάτων και μετατροπές των μονάδων μέτρησης μέσω τον ρομπότ. Έτσι, μαθαίνουν πώς να χρησιμοποιούν τα ρομπότ ως μεσολαβητές μάθησης (Fernandes E. et al,

2010). Δεν θα πρέπει να παραλείψουμε να αναφέρουμε και τις μελέτες των Pora A. M. (2020) και Leoste J., Heidmets M. (2019) οι οποίοι αξιοποίησαν τα εκπαιδευτικά ρομπότ για να προάγουν τις μαθηματικές δεξιότητες των παιδιών. Οι Leoste J., Heidmets M. (2019) διαπίστωσαν ότι οι μαθητές είχαν βελτιώσει τις δεξιότητες της λειτουργικής μάθησης, της λογικής σκέψης και της κατανόησης της σχέσης αιτίου και αποτελέσματος μέσα από την ενασχόλησή τους με τα ρομπότ. Επιπρόσθετα, στην μελέτη της Pora A. M. (2020) διαπιστώθηκε ότι η διαδικασία με την οποία οι μαθητές χτίζουν τις δεξιότητές τους για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων και τη δημιουργία δεξιοτήτων αναζήτησης και εύρεσης λύσεων συνδέεται με τις τεχνολογικές καταστάσεις που αντιμετωπίζουν κατά τη διάρκεια του μαθήματος. Οι επιδράσεις από την εκμάθηση των μαθηματικών με βάση την κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ είναι σημαντικές για τις τάξεις της Δ' και Ε' Δημοτικού και λειτουργούν ως παιδαγωγικό μέσο για την καθοδήγηση των μαθητών.

Το δεύτερο ερευνητικό ερώτημα διερεύνησε τα είδη των χρησιμοποιούμενων ρομπότ στα άρθρα που μελετούμε. Διαπιστώνεται ότι η πλειοψηφία των ρομπότ είναι της εταιρίας LEGO με ποσοστό (79% περίπου). Από αυτά, στις περισσότερες μελέτες αξιοποιούνται τα ρομπότ LEGO NXT και τα ρομπότ LEGO Mindstorms EV3 με ποσοστό 36% περίπου και τα δύο. Σύμφωνα με την Δελή (2012) τα εκπαιδευτικά ρομπότ της εταιρίας Lego Mindstorms, έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά για την εισαγωγή αρχάριων μαθητών στην εκμάθηση του προγραμματισμού. Μέσω του συγκεκριμένου ρομπότ, το παιδί μπορεί μέσα από το παιχνίδι να οικοδομήσει από μόνο του τη γνώση (“learningthroughplay”). Έτσι, η ενσωμάτωση του παιχνιδιού στην εκπαιδευτική διαδικασία, δίνει τη δυνατότητα στον μαθητή να διασκεδάσει και να χρησιμοποιήσει την φαντασία του ώστε να κατανοήσει τα μαθηματικά. Στις υπόλοιπες έρευνες χρησιμοποιήθηκαν άλλα ρομπότ, Sphero SPRK+, Thymio 2 , Edison και Roverbot – Tank. Σύμφωνα με τους Brender J. et al (2021), το ρομπότ Thymio 2 επιλέχθηκε επειδή η δομή και το σχήμα του είναι κατάλληλα για την τοποθέτηση ενός μολυβιού για τη δημιουργία γεωμετρικών φιγούρων και επειδή έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως εκπαιδευτικό εργαλείο σε ποικίλα περιβάλλοντα, από το δημοτικό σχολείο έως το πανεπιστήμιο. Αυτή η ευελιξία καθίσταται δυνατή από το φάσμα των γλωσσών προγραμματισμού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί με το συγκεκριμένο ρομπότ (τρεις γλώσσες οπτικού προγραμματισμού που βασίζονται σε μπλοκ), μία από αυτές είναι και η Scratch που επιλέχθηκε διότι είναι ιδιαίτερα προσαρμοσμένη για τους 15χρονους μαθητές και έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε διάφορες

μελέτες για τη διδασκαλία των μαθηματικών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρήση του ρομπότ LEGO NXT σε πολλά άρθρα που μελετάμε καθώς σύμφωνα με τους Ponce P. et al (2017), το συγκεκριμένο ρομπότ σε συνεργασία με το μαθητή εκτελεί το ζητούμενο θέμα των μαθηματικών και συνδυάζεται με το LabVIEW ώστε να προσαρμόζει το σύνολο των ερωτήσεων και των ασκήσεων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των μαθητών και να διατηρείται η αξιολόγηση των παιδιών στο σύστημα.

Το τρίτο ερευνητικό ερώτημα επικεντρώθηκε στην παρουσίαση των οφελών που προσφέρουν τα εκπαιδευτικά ρομπότ στην διδασκαλία των μαθηματικών. Οι μαθητές μέσω της ενασχόλησής τους με τα ρομπότ βελτιώνουν την επίδοσή τους στα μαθηματικά. Ακόμη κατανοούν το μαθηματικό περιεχόμενο σε βάθος, ξεφεύγουν από την αποστήθιση μαθηματικών τύπων, διορθώνουν τα λάθη τους στην πράξη και ενισχύουν τις γνώσεις τους μέσω της συνεργασίας. Ακόμη, τα ρομπότ συνεισφέρουν στην διατήρηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τα μαθηματικά και δημιουργούν κίνητρα για επιπλέον προσπάθεια των παιδιών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι αρκετοί μαθητές που πειραματίστηκαν με τα ρομπότ στο μάθημα άρχισαν να τα θεωρούν αναπόσπαστο μέρος του αντικειμένου και προτείνουν να εισαχθεί η εκπαιδευτική ρομποτική στην επίσημη εκπαίδευση (Brender J et al., 2021). Συμπερασματικά, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να γίνει ένα ισχυρό εκπαιδευτικό περιβάλλον προετοιμασίας των παιδιών για την μαθηματική σκέψη που απαιτείται στην σύγχρονη κοινωνία (Duckworth, 2005).

Προκλήσεις που αφορούν την αξιοποίηση των εκπαιδευτικών ρομπότ στην διδασκαλία των Μαθηματικών

Τα εκπαιδευτικά ρομποτικά κιτ κατασκευής προσφέρουν αρκετά οφέλη στην διδασκαλία των μαθηματικών, παρόλα αυτά είναι διάφορες οι προκλήσεις που διαπιστώνονται στην εφαρμογή τους. Αρχικά, σύμφωνα με τους Leoste J. & Heidmets M. (2019) η έλλειψη δεξιοτήτων ρομποτικής και προγραμματισμού αποτελεί πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς. Στην έρευνά τους, οι μισοί από τους εκπαιδευτικούς αυτούς δεν είχαν προγραμματίσει ποτέ και κάποιοι από αυτούς είτε δεν είχαν χρησιμοποιήσει εκπαιδευτικά ρομπότ στο παρελθόν είτε τα χρησιμοποίησαν μόνο λίγες φορές. Οι Forsström S. E. & Afdal M. (2019) επισημαίνουν ότι ο εκπαιδευτικός που επιχειρεί να διδάξει μαθηματικά μέσω εκπαιδευτικής ρομποτικής θα πρέπει να έχει εφοδιαστεί με γνώσεις προγραμματισμού ώστε να αξιοποιήσει κατάλληλα τα ρομπότ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Επιπλέον, παρατηρείται ότι η οργάνωση ενός μαθήματος

ρομποτικής συνδέεται με ένα σχετικά υψηλό κόστος όσον αφορά την αγορά των ρομποτικών κιτ αλλά και την πληρωμή εξειδικευμένων καθηγητών ρομποτικής για την πραγματοποίηση των μαθημάτων (Pora A. M., 2020).

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην χρήση των ρομπότ για την εκμάθηση των μαθηματικών. Διαπιστώθηκε ότι ορισμένοι μαθητές δυσκολεύονται στον προγραμματισμό και στην εκμάθηση της λειτουργίας των ρομπότ (Δελή Γ, 2012; Forsström S. E. & Afdal M., 2019). Ακόμη, κάποιοι μαθητές παρόλο που είχαν υψηλά κίνητρα και αφοσίωση στο μάθημα, σε κάποιες περιπτώσεις το ενδιαφέρον τους για τα μαθηματικά μειώθηκε λόγω τεχνικών δυσκολιών στην υλοποίηση της εργασίας, αποτυχίας στο πείραμα ή γιατί θεωρούσαν τα πειράματα πολύ εύκολα. Ωστόσο η ενθάρρυνση των καθηγητών έδωσε λύση στην προσωρινή απώλεια κινήτρων (Leoste J. & Heidmets M., 2019). Σε άλλες έρευνες παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές ασχολούνται πολύ με την κατασκευή και τον προγραμματισμό των ρομπότ και δεν αφιερώνουν χρόνο να εξετάσουν τις μαθηματικές έννοιες. Επίσης ασχολούνται με πολλά διαφορετικά ζητήματα και ήταν δύσκολο να μάθουν ικανοποιητικά κάποιο από αυτά (Silk E., Schunn C., 2017). Σε ορισμένες περιπτώσεις τα παιδιά εστιάζουν περισσότερο στο ρομπότ και στο «παιχνίδι» και όχι στο αντικείμενο των μαθηματικών (Forsström S. E. & Afdal M., 2019). Επιπρόσθετα, η έλλειψη χρόνου για την διεξαγωγή των πειραμάτων ρομποτικής λόγω του γεμάτου προγράμματος σπουδών των μαθηματικών αποτελεί πρόκληση για τους καθηγητές μαθηματικών αφού είναι δύσκολο να απομείνει χρόνος για εναλλακτικές μεθόδους διδασκαλίας. Επίσης, οι μαθητές θα έπρεπε να μελετούν περισσότερο στο σπίτι ώστε να απομένει χρόνος στο σχολείο για τη διεξαγωγή ενισχυμένου μαθήματος ρομποτικής (Leoste J. & Heidmets M., 2019). Τέλος, παρατηρήθηκε έλλειψη λειτουργικών δεξιοτήτων ανάγνωσης από ορισμένους μαθητές με ειδικές μαθησιακές ανάγκες και αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη δυσκολία στο να κατανοήσουν τη λογική ακολουθία εισαγωγής μπλοκ προγραμματισμού. Οι καθηγητές, σε αυτή την περίπτωση, χρειάζονται επιπλέον χρόνο για να παρακινήσουν και να ενθαρρύνουν αυτούς τους μαθητές να συμμετέχουν ως μέλη της ομάδας (Leoste J. & Heidmets M., 2019).

5.3 Δυνατότητες αξιοποίησης της εργασίας

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση παρέχει τα πιο πρόσφατα ερευνητικά ευρήματα μελετών σχετικά με την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο πλαίσιο των μαθηματικών σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Αυτές οι οργανωμένες πληροφορίες θα βοηθήσουν τους ερευνητές να κατανοήσουν τα κύρια σημεία εστίασης της έρευνας και να σχεδιάσουν μελλοντικές έρευνες. Στα πλαίσια της ανασκόπησης εντοπίστηκαν τα κύρια οφέλη της αξιοποίησης των εκπαιδευτικών ρομπότ στην εκπαίδευση, γεγονός που επιτρέπει να επισημανθεί πως η ρομποτική αποτελεί μια καινοτομία με δυνατότητες βελτίωσης στην διδασκαλία των μαθηματικών. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως για να λειτουργήσει επαρκώς η εκπαιδευτική ρομποτική στην τυπική εκπαίδευση θα πρέπει να καταρτιστεί καταλλήλως όλο το εκπαιδευτικό προσωπικό. Καθηγητές με ελλείψεις γνώσεις στον τομέα των προγραμματιζόμενων ρομπότ θα αποτελούσαν τροχοπέδη στην ενίσχυση της διδασκαλίας του μαθήματος μέσω ρομπότ.

5.4 Περιορισμοί

Στο σημείο αυτό, είναι απαραίτητο να γίνει αναφορά και σε ορισμένους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την παρούσα έρευνα και ενδεχομένως και τα αποτελέσματά της.

Ένας περιορισμός της έρευνας αποτελεί το γεγονός ότι, σε κάποιες από τις μελέτες που ερευνήθηκαν, η τελική συζήτηση των ευρημάτων δεν συνοδεύεται από την ερμηνεία συμπερασμάτων και αυτό περιορίζει την δυνατότητα για συμπεράσματα.

Δεύτερον, δεν συμπεριλήφθησαν άρθρα που αφορούν την αξιοποίηση των εκπαιδευτικών ρομπότ στα πλαίσια της ειδικής αγωγής, καθώς θα έπρεπε να συνεκτιμηθούν ειδικοί παράγοντες.

5.5 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Με βάση τα ευρήματα της Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης προέκυψε μία πρόταση για μελλοντική έρευνα:

Πρόταση: Διερεύνηση της συμβολής των ρομπότ στην διδασκαλία των μαθηματικών στις περιπτώσεις που υλοποιείται διεπιστημονική προσέγγιση STEM.

Εν κατακλείδι, εξετάζοντας τα ευρήματα και τις προκλήσεις της αξιοποίησης των εκπαιδευτικών ρομπότ στον τομέα των μαθηματικών, η έρευνα σε αυτόν τον τομέα φαίνεται να έχει μόλις αρχίσει να αποκτά δυναμική και αναμένουμε εντυπωσιακά αποτελέσματα από την χρήση τους σε μελλοντικές εργασίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Α. Βιβλιογραφία στα Ελληνικά

Αγαλιώτης, Ι. (2004). Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά: Αιτιολογία, Αξιολόγηση, Αντιμετώπιση. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Αλιμήσης, Δ., Δημητριάδης, Σ., Κόμης, Β., Μπράτισης, Θ., Φαχαντίδης, Ν., & Φεσάκης, Γ. (2012). Σύγχρονες τάσεις της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. *Πρακτικά 8ου Πανελληνίου Συνεδρίου ΕΤΠΕ, Βόλος*.

Ατματζίδου, Σ., Μαρκέλης, Η. & Δημητριάδης, Σ. (2008). Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης. Στο 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορίας, Πάτρα 28-30 Μαρτίου 2008

Γκουντρομίχου, Ε., & Δαγδιλέλης, Β. (2018). Εφαρμογή Μικτής διδασκαλίας στο Λύκειο, με τη βοήθεια του Συστήματος Διαχείρισης Μάθησης Moodle. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 585-592.

Δελή, Γ. Ι. (2012). Εκπαιδευτική αξιοποίηση ρομποτικών κατασκευών στη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών και πληροφορικής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 263-272.

Διαμαντής, Κ. Γ. (2019). *Επιμόρφωση και αξιοποίηση των ψηφιακών μέσων στην ελληνική δευτεροβάθμια εκπαίδευση του 21ου αιώνα* (Doctoral dissertation, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης).

Δουκάκης, Δ., & Χριστοπούλου, Ε. (2015). Συνδυάζοντας το App inventor με Ένα Σύστημα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής σε Arduino. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 769-777.

Ζαπρούδη, Β. (2017). Αξιοποίηση της ρομποτικής στη διδασκαλία της γεωμετρίας με βιωματικές δραστηριότητες θεατρικής αγωγής.

Θεοδωροπούλου, Ι., Καταπόδη, Α. Μ., Γιαχαλή, Θ., Λαβίδας, Κ., & Κόμης, Β. (2018). Αποτελέσματα και προοπτικές από την αξιοποίηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο ελληνικό σχολείο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 573-583.

Θωμά, Μ. (2018). Η επαγγελματική ανάπτυξη του σύγχρονου εκπαιδευτικού: απόψεις των εκπαιδευτικών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης του Δήμου Θερμαϊκού (Ν. Θεσσαλονίκης). Διπλωματική εργασία, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., & Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. Στο Α. Τζιμογιάννης (Επιμ.) *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9.

Καλαβάσης, Φ. (1997). Η επίδραση του νέου τεχνολογικού περιβάλλοντος στους στόχους της εκπαίδευσης, στο Καλαβάσης, Φ., & Μειμάρης, Μ (Επιμέλ.), *Θέματα Διδακτικής μαθηματικών III, Πρακτικά 4ης Διεθνούς Επιστημονικής Διημερίδας στη Διδακτική των Μαθηματικών*, 21-38.

Κασιμάτη, Κ. (2005). Η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στις αρχές της θεωρίας κατασκευής της γνώσης (constructivism) με στόχο τη δόμηση της Κοινωνίας της Γνώσης. *Ευκλείδης γ*, (63), 90-102.

Κολοκοτρώνης, Δ., Μπαράς, Γ. (2014). Εκπαιδευτική Ρομποτική: Διδασκαλία βασικών δομών προγραμματισμού με τη χρήση της γλώσσας Enchanting (Scratch like). 8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καθηγητών Πληροφορικής, Βόλος.

Κόμης, Β., & Παπανδρέου, Μ. (2005). Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και των επικοινωνιών στην προσχολική εκπαίδευση: μια κριτική προσέγγιση του διαθεματικού ενιαίου πλαισίου προγράμματος σπουδών. *Ερευνώντας τον κόσμο του παιδιού*, 6, 59-75.

Λαμπάκη, Π. (2017). Μαθησιακή εμπειρία στην εκτέλεση νοερών υπολογισμών με τη στρατηγική του πατήματος στη δεκάδα αξιοποιώντας το προγραμματιζόμενο παιχνίδι bee-bot.

Μακρίδου, Έ. Α. (2021). Διερεύνηση της υπολογιστικής σκέψης στην τριτοβάθμια εκπαίδευση μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Κοινωνικών Επιστημών και Επιστημών Αγωγής / University of Cyprus, Faculty of Social Sciences and Education, Κύπρος

Ματσαγούρας Η. (1998). Στρατηγικές Διδασκαλίας, τόμ. Β'. Αθήνα: εκδ. Gutenberg

Νίκου, Α., & Φαχαντίδης, Ν. (2014). Σύνδρομο Asperger και εκπαιδευτική ρομποτική: Παρέμβαση με χρήση μικρών δομημένων προβλημάτων για τη βελτίωση μαθηματικών δεξιοτήτων. *Πανελλήνιο Συνέδριο Επιστημών Εκπαίδευσης*, 2014(2), 574-586.

Παντελιάδου, Σ., Αντωνίου, Φ., & Σιδερίδης, Γ. Δ. (2008). Ανίχνευση Μαθησιακών Δυσκολιών από εκπαιδευτικούς (ΑΜΔΕ): ψυχομετρική αξιολόγηση με τη μέθοδο Rasch. *Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society*, 15(3), 239-266.

B. Βιβλιογραφία στα αγγλικά

Acharya, B. R. (2017). Diversity in mathematics education. *Kathmandu: Pinnacle Publication*.

Alimisis, D. (2009). Robotic technologies as vehicles of new ways of thinking about constructivist teaching and learning: The TERECOP Project [Education]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 16(3), 21-21.

Altintas, E., & Ilgün, S. (2017). Exploring the Opinions about the Concepts of " Formula" and " Rule" in Mathematics. *Educational Research and Reviews*, 12(19), 956-966.

Ardito, G., Mosley, P., & Scollins, L. (2014). We, robot: Using robotics to promote collaborative and mathematics learning in a middle school classroom. *Middle Grades Research Journal*, 9(3).

- Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). *Social learning theory* (Vol. 1). Prentice Hall: Englewood cliffs.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289-307.
- Barrow, L., Markman, L., & Rouse, C. E. (2009). Technology's edge: The educational benefits of computer-aided instruction. *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(1), 52-74.
- Bateman, B. (1992). Learning disabilities: The changing landscape. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 29-36
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots learning with technology in the early childhood classroom*. Teachers College Press.
- Brender, J., El-Hamamsy, L., Bruno, B., Chessel-Lazzarotto, F., Zufferey, J. D., & Mondada, F. (2021, September). Investigating the role of educational robotics in formal mathematics education: the case of geometry for 15-year-old students. In *European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 67-81). Springer, Cham.
- Campbell, R., & Monson, D. (1994). Building a goal-based scenario learning environment. *Educational Technology*, 34(9), 9-14.
- Casler-Failing, S. L. (2018). Robotics and math: using action research to study growth problems. *The Canadian Journal of Action Research*, 19(2), 4-25.
- Cemen, P. B. (1989). Developing a problem-solving lesson. *The Arithmetic Teacher*, 37(2), 14-19.
- Chandra, V. (2010). Teaching and learning mathematics with robotics in middle-years of schooling. In *Envisioning the Future: The Role of Curriculum Materials and Learning Environments in Educational Reform: Proceedings of the 6th International Conference on Science, Mathematics and Technology Education* (pp. 33-39). 6th SMTE Organizing Committee.
- Cirino, P. T., Fletcher, J. M., Ewing-Cobbs, L., Barnes, M. A., & Fuchs, L. S. (2007). Cognitive arithmetic differences in learning difficulty groups and the role of behavioral inattention. *Learning Disabilities Research and Practice*, 22(1), 25-35.
- Coxon, S. V., Dohrman, R. L., & Nadler, D. R. (2018). Children using robotics for engineering, science, technology, and math (CREST-M): The development and evaluation of an engaging math curriculum. *Roeper Review*, 40(2), 86-96.
- Denis, B., Baron, G. L., & Denis, B. (1993). Regards sur la robotique pédagogique. In *Actes du quatrième colloque international sur la robotique pédagogique*. Paris: INRP

- Dreyer, L. (2017). Inclusive education. *Education studies for initial teacher development*. Cape Town: Juta, 383-399.
- Druin, A., & Hendler, J. A. (Eds.). (2000). *Robots for kids: exploring new technologies for learning*. Morgan Kaufmann / Academic Press, San Francisco
- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 5-11.
- Fernandes, E., Fermé, E., & Oliveira, R. (2010). The robot race: Understanding proportionality as a function with robots in mathematics class. *Proc 6th Congr Eur Soc Res Math Educ, Institut national de recherche pédagogique*, 1211-1220.
- Forsström, S. E., & Afdal, G. (2020). Learning mathematics through activities with robots. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 6(1), 30-50.
- Francis, K., & Davis, B. (2018). Coding robots as a source of instantiations for arithmetic. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 4(2), 71-86.
- Fuchs, D., & Fuchs, L. S. (2005). Peer-assisted learning strategies: Promoting word recognition, fluency, and reading comprehension in young children. *The journal of special education*, 39(1), 34-44.
- Hightower, A. M., Delgado, R. C., Lloyd, S. C., Wittenstein, R., Sellers, K., & Swanson, C. B. (2011). Improving student learning by supporting quality teaching. *Retrieved on*, 3, 14.
- Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., van Luit, J. E., & Verhoeven, L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and teacher education*, 94, 103096.
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255.
- Keefe, J. W., & Kiernan, O. B. (1979). *Student learning styles: Diagnosing and prescribing programs*. National Assn of Secondary School.
- Kim, Y. R., Park, M. S., & Tjoe, H. (2021). Discovering concepts of geometry through robotics coding activities. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 9(3), 406-425.
- Leoste, J., & Heidmets, M. (2019). The impact of educational robots as learning tools on mathematics learning outcomes in basic education. In *Digital Turn in Schools—Research, Policy, Practice* (pp. 203-217). Springer, Singapore.
- Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?. *Computers & education*, 49(4), 1097-1111.

- Martínez Ortiz, A. (2015). Examining Students' Proportional Reasoning Strategy Levels as Evidence of the Impact of an Integrated LEGO Robotics and Mathematics Learning Experience. *Journal of Technology Education*, 26(2), 46-69.
- Miller, S. P., & Mercer, C. D. (1997). Educational aspects of mathematics disabilities. *Journal of learning disabilities*, 30(1), 47-56.
- Mioduser, D., & Levy, S. T. (2010). Making sense by building sense: Kindergarten children's construction and understanding of adaptive robot behaviors. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 15(2), 99-127.
- Misirli, A., & Komis, V. (2014). Robotics and programming concepts in Early Childhood Education: A conceptual framework for designing educational scenarios. In *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 99-118). Springer, New York, NY.
- Nzesei, M. M. (2015). A correlation study between learning styles and academic achievement among secondary school students in Kenya. *Unpublished Master dissertation, Faculty of Education, University of Nairobi*.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *Int. J. Comput. Math. Learn.*, 1(1), 95-123.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *constructionism*, 36(2), 1-11.
- Piaget, J. (1974). *Understanding causality*. (Trans. D. & M. Miles). WW Norton.
- Ponce, P., Molina, A., Hernández, L., Acha, E., Morales, B., & Huitron, C. (2017). Teaching math in elementary schools by LabVIEW and LEGO robots. In *Advances in Automation and Robotics Research in Latin America* (pp. 255-270). Springer, Cham.
- Popa, A. M. (2020). Development of the Children's Abilities in School. *Revista de Științe ale Educației*, 41(1), 47-61.
- Prayoga, T., & Abraham, J. (2017). A psychological model explaining why we love or hate statistics. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(1), 1-8.
- Sam, L. C. (2014). A study on Malaysian Mathematicians' Way of Knowing. *The Mathematics Enthusiast*, 11(3), 585-642.
- Silk, E., & Schunn, C. (2008, June). Using robotics to teach mathematics: Analysis of a curriculum designed and implemented. In *2008 Annual Conference & Exposition* (pp. 13-1353).
- Stewart, K. L., & Felicetti, L. A. (1992). Learning styles of marketing majors. *Educational Research Quarterly*, 15(2), 15-23.
- Tebabal, A., & Kahssay, G. (2011). The effects of student-centered approach in improving students' graphical interpretation skills and conceptual understanding of kinematical motion. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(2), 9.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Ascd.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.

Zakaria, E., Solfitri, T., Daud, Y., & Abidin, Z. Z. (2013). Effect of cooperative learning on secondary school students' mathematics achievement. *Creative education*, 4(2), 98-100.

Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79-101.

Zygouris, N. C., Striftou, A., Dadaliaris, A. N., Stamoulis, G. I., Xenakis, A. C., & Vavougiou, D. (2017, April). The use of LEGO mindstorms in elementary schools. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 514-516). IEEE.

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

Υπογραφή: