



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

«Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες.»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**Πολυχρονίου Σοφίας
(ΑΕΜ: 156)**

***Επιβλέπων :* Δημήτριος Βέργαδος**

Επίκουρος καθηγητής

Καστοριά Απρίλιος - 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
&
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

«Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες.»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της

**Πολυχρονίου Σοφίας
(ΑΕΜ: 156)**

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την **16/04/2022**

Μαυρίδης Απόστολος

Εξωτερικός Συνεργάτης

του Δ.Π.Μ.Σ

Τέγος Στέργιος

Εξωτερικός Συνεργάτης

του Δ.Π.Μ.Σ

Copyright © 2022 – Πολυχρονίου Σοφία

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

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

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

Περίληψη

Η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη εμπλέκει όλο και περισσότερο τη σημερινή κοινωνία στην αβίαστη υιοθέτηση και καθημερινή χρήση έξυπνων συσκευών. Ο αμείωτος ρυθμός ανάπτυξης της τεχνολογικής προόδου και η άμεση εμπλοκή της με την καθημερινότητα του ανθρώπου οδήγησε τα κράτη, τους οργανισμούς και τις επιχειρήσεις στη συνεχή αναζήτηση εξειδικευμένου προσωπικού πάνω στις θετικές επιστήμες. Η εξειδίκευση όμως του υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού που να μπορεί να δίνει τεχνολογικές λύσεις στις ολοένα αυξανόμενες απαιτήσεις είναι περιορισμένη σε σχέση με τη ζήτηση. Έτσι αναπτύχθηκε ο κλάδος STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ως μια δυναμική κίνηση στα προγράμματα μάθησης που αποσκοπούν στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών στο πεδίο STEM τόσο στη τριτοβάθμια εκπαίδευση όσο και στην περαιτέρω σταδιοδρομία τους. Η εκπαίδευση STEM χρησιμοποιεί συνήθως ένα νεότερο μοντέλο μεικτής μάθησης που συνδυάζει την παραδοσιακή διδασκαλία στην τάξη με τις πρακτικές δραστηριότητες. Αυτό το μοντέλο στοχεύει να δώσει στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν διαφορετικούς τρόπους μάθησης και επίλυσης προβλημάτων, παρακινώντας τους να εμπλακούν ενεργά με το συγκεκριμένο κλάδο μέσα σε ευρύτερα πλαίσια ατομικής και κοινωνικής ευθύνης.

Προς την κατεύθυνση αυτή όλο και περισσότερα σχολεία χρησιμοποιούν εκπαιδευτικά ρομπότ μέσα στην τάξη για να διδάξουν το STEAM και τις νέες δεξιότητες του 21ου αιώνα. Τα εκπαιδευτικά ρομπότ διαφαίνεται ότι προάγουν την δημιουργικότητα, τη συλλογική προώθηση νέων ιδεών για την επίλυση εργασιών ή αναδυόμενων προβλημάτων. Παράλληλα αναπτύσσει την εφευρετικότητα των μαθητών για να μπορούν να αντιμετωπίζουν με αντισυμβατικό τρόπο μη προγραμματισμένες δυσκολίες. Επίσης, η χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ σε μαθητές για την εκμάθηση του κώδικα ή του προγραμματισμού σκοπεύει να καταστήσει δυνατή την εργασία σε βασικές ανθρώπινες αξίες. Αυτές με την σειρά τους θα επιτρέψουν σε μαθητές όλων των ηλικιών να χρησιμοποιήσουν τη μάθηση προς τη σωστή κατεύθυνση και να οξύνουν ακόμα περισσότερο την ικανότητά τους να εργάζονται ομαδικά για την εξεύρεση λύσεων σε τεχνολογικά ζητήματα με σεβασμό απέναντι στον εαυτό τους και στους άλλους.

Παρά τις προϋποθέσεις που διαφαίνεται ότι ικανοποιεί η εκπαιδευτική ρομποτική ως προς την εκμάθηση του πεδίου STEM, υπάρχει διεθνώς έντονο ενδιαφέρον για το αν η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές

επιστήμες. Προκειμένου να διερευνηθεί η συνθήκη αυτή, η συγκεκριμένη εργασία εξέτασε μαθητές που ήρθαν για πρώτη φορά σε επαφή με τη ρομποτική στην έκτη τάξη του δημοτικού, ενώ πριν και κατά τη πρώτη τάξη του γυμνασίου είχαν την δυνατότητα να παρακολουθήσουν μαθήματα επιλογής με αντικείμενο το πεδίο STEM. Η έρευνα της εργασίας είχε σαν στόχο να αποτυπώσει την επίδραση της ρομποτικής στην επιλογή των μαθητών στο πεδίο STEM μετά την παρακολούθηση του υποχρεωτικού μαθήματος της ρομποτικής. Οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα πλήθος ερωτήσεων που εκτός των άλλων περιλάμβανε το φύλο, τη χώρα που γεννήθηκαν, την οικονομική τους κατάσταση και την παρακολούθηση δεύτερης ξένης γλώσσας. Η ανάλυση των δεδομένων ανάδειξε ότι η εκπαιδευτική ρομποτική λειτουργεί ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες και το πεδίο STEM. Επίσης παρουσιάστηκε ότι το φύλο και η χώρα γέννησης δεν επηρεάζουν την επιλογή τους αυτή, σε αντίθεση με την οικονομική κατάσταση που επηρέασε την επιλογή των μαθητών.

Λέξεις Κλειδιά : εκπαιδευτική ρομποτική, υπολογιστική σκέψη, STEM

Abstract

Rapid technological development is increasingly involving today's society in the effortless adoption and daily use of smart devices. The steady pace of technological progress and its direct involvement in everyday human life has led states, organizations and companies to constantly seek specialized personnel in the field of science. However, the specialization of the existing human resources that can provide technological solutions to the ever-increasing demands is limited in relation to the demand. Thus, the STEM branch (Science, Technology, Engineering, Mathematics) developed as a dynamic movement in the curricula with the aim of increasing the interest of students in the STEM field both in higher education and in their further careers. STEM education typically uses a newer blended learning model that combines traditional classroom teaching with practical activities. This model aims to give students the opportunity to experience different ways of learning and problem solving, motivating them to be actively involved with the industry within a broader context of individual and social responsibility.

To this end, more and more schools are using training robots in the classroom to teach STEAM and new 21st century skills. Educational robots seem to promote creativity and the collective promotion of new ideas for solving tasks or emerging problems. At the same time, it develops students' ingenuity to deal with unplanned difficulties in an unconventional way. Also, the use of educational robots in students for learning code or programming is intended to make it possible to work on basic human values. These in turn will allow students of all ages to use learning in the right direction and further enhance their ability to work in teams to find solutions to technological issues with respect for themselves and others.

Despite the conditions that educational robotics seems to meet in terms of learning the STEM field, there is a strong international interest in whether educational robotics can serve as a means of motivating the student to engage in the positive sciences. To investigate this situation, the present study examined students who first came into contact with robotics in the sixth grade of elementary school, while before and during the first grade of high school they had the opportunity to attend elective courses in the field of STEM. The aim of the research was to capture the effect of robotics on the choice of students in the STEM field after attending the compulsory robotics course. Students were asked to answer a series of questions that included, among others, gender, their country of birth, financial status and learning a second foreign language. The analysis of the data

showed that educational robotics acts as a driving force for the student to engage with the positive sciences and the STEM field. It was also found that gender and country of birth did not influence their choice, in contrast to the financial situation that influenced students' choice.

Keywords: educational robotics; computational thinking; STEM

Περιεχόμενα

Περίληψη	4
Abstract	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
Εκπαίδευση, Θετικές Επιστήμες και Τεχνολογία	10
Εισαγωγή	10
Περίγραμμα του προβλήματος	11
Προσέγγιση επίλυσης	14
Ερευνητικά ερώτημα	15
Σκοπός της εργασίας	17
Θεωρίες μάθησης	17
Μέθοδοι διδασκαλίας	20
Προσχολική και πρωτοβάθμια εκπαίδευση	25
Εκτιμήσεις εφαρμογής	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	30
Η ρομποτική ως εργαλείο μάθησης	30
Η διδασκαλία των εννοιών θετικών επιστημών και τεχνολογίας μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής	34
Εκπαιδευτική Ρομποτική στη μάθηση και την διδασκαλία	38
Εκπαιδευτική Ρομποτική και Φυσικές επιστήμες	41
Εργαλεία Εκπαιδευτικής Ρομποτικής	45
Τα οφέλη της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	50
Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	50

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	63
Εμπειρική μελέτη.....	64
Η εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα.....	64
Επιλογή μεθόδου έρευνας.....	64
Επιλογή ερευνητικού εργαλείου	65
Δεοντολογικά και ηθικά ζητήματα της έρευνας	66
Επιλογή δείγματος.....	67
Αξιοπιστία και εγκυρότητα της έρευνας.....	68
Μεθοδολογία.....	69
Ερωτήσεις Έρευνας.....	70
Αποτελέσματα.....	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	89
Συμπεράσματα	89
Βιβλιογραφία	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εκπαίδευση, Θετικές Επιστήμες και Τεχνολογία

Εισαγωγή

Η σημερινή κοινωνία χαρακτηρίζεται από έναν κόσμο υψηλής τεχνολογίας με μια καθημερινή ανθρώπινη εμπλοκή που ξεκινάει από τα έξυπνα τηλέφωνα μέχρι τα έξυπνα σπίτια. Ο ρυθμός των εξελίξεων είναι αμείωτος με τη τεχνολογία να κατακλύζει τις ανθρώπινες δραστηριότητες μέσω μικροεφαρμογών, όπως η φωνητική επιλογή ενός τραγουδιού μέσω των έξυπνων υπηρεσιών μιας σύγχρονης συσκευής και μικροσυσκευών για την καθαριότητα, όπως η χρήση ηλεκτρικής σκούπας ρομπότ. Τα ρομπότ συντελούν στο να κάνουν τη ανθρώπινη καθημερινή ζωή πιο εύκολη, αλλά ταυτόχρονα η καθημερινότητα γίνεται και πιο απαιτητική, ως προς την υιοθέτηση έξυπνων υπηρεσιών και εφαρμογών. Σε αυτό συντελεί και ο συνεχώς αυξανόμενος αριθμός των μικροσυσκευών μέσω της διασύνδεσής τους στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και της επικοινωνίας μεταξύ τους. Το 2017 χρησιμοποιήθηκαν παγκοσμίως 8,4 δισεκατομμύρια συσκευές IoT, με αύξηση κατά 31% από το προηγούμενο έτος. Μέχρι το τέλος του 2022, αναμένεται ότι αυτή η χρήση θα έχει αυξηθεί σε 21 δισεκατομμύρια διασυνδεδεμένες μικροσυσκευές. Επίσης, η ικανότητά να αυτοματοποιούνται οι εργασίες από τις μικρότερες ασήμαντες εργασίες σε ένα σπίτι έως τις εξαιρετικά απαιτητικές όπως στο τομέα της υγειονομικής περίθαλψης διευρύνει τις δυνατότητες καινοτομίας και καθιστά τον τομέα της ρομποτικής ένα τομέα ανάπτυξης και ευκαιριών (Ahmed and La, 2019; Canek et al 2019).

Ο κόσμος σήμερα περιβάλλεται από πνευματικές, ανθρώπινες και υλικές ροές, συνεχούς τεχνολογικής προόδου που καθοδηγείται και από τους κανόνες του παγκόσμιου ανταγωνισμού. Οι εταιρείες προσεγγίζουν τις τεχνολογικές καινοτομίες για να αναπτυχθούν από κάθε άποψη ενώ αυξάνεται συνεχώς ο αντίκτυπος της υιοθέτησης των τεχνολογιών στο τομέα της απασχόλησης και των αλλαγών στα εργασιακά μοντέλα των εταιριών. Παράλληλα, η συμμετοχή των κρατών σε αυτό το οικοσύστημα συμβάλλει στην αναζήτηση δημιουργικής πρότασης για την τοπική και παγκόσμια επίλυση των προβλημάτων, με κρίσιμη προϋπόθεση τις καινοτομίες και την ανάπτυξη των κοινωνιών. Διαφαίνεται ότι οι μαθητές που μεγαλώνουν σε αυτή την εποχή της τεχνολογικής έξαρσης, ειδικά από την προοπτική της σταδιοδρομίας, είναι απαραίτητο να αναπτύξουν κατάλληλες δεξιότητες για να αντιμετωπίζουν τις αλλαγές. Έτσι δημιουργήθηκε η περιοχή για τις

Επιστήμες, τη Τεχνολογία, τη Μηχανική και τα Μαθηματικά (STEM- Science Technology Engineering Mathematics) ως ένας όρος για να υποδείξει τα πεδία εκείνα που θα παρέχουν τις απαραίτητες τεχνολογικές δεξιότητες ανάπτυξης των μαθητών (Canek et al, 2019; Chambers et al, 2018; Freeman et al, 2019).

Περίγραμμα του προβλήματος

Η εκπαίδευση και η σταδιοδρομία στις STEM θεωρούνται απαραίτητες προκειμένου τα κράτη να διατηρήσουν το προβάδισμά τους στη μελλοντική παγκόσμια οικονομία. Αυτό παρουσιάζεται και στην έκθεση του Υπουργείου Άμυνας των Ηνωμένων Εθνών της Αμερικής για το 2018, όπου καταγράφει πώς ένα μεγάλο μέρος, αν όχι όλο, του μεγαλείου της Αμερικής οφείλεται στη παγκόσμια κυριαρχία της στην επιστήμη και την τεχνολογία. Επειδή τα πεδία STEM είναι ζωτικής σημασίας για τις εταιρείες, την άμυνα και την οικονομία ολόκληρων κρατών, θεωρούνται μερικές από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες θέσεις εργασίας στο κόσμο. Το γραφείο εργασίας των ΗΠΑ υπολογίζει πάνω στα 10 εκατομμύρια θέσεις εργασίας STEM έως το 2024 και τα επαγγέλματα STEM θα έχουν αύξηση 37% μέχρι το έτος 2030. Ταυτόχρονα η αυτοματοποίηση της εργασίας έχει τη δυνατότητα να εκτοπίσει το 30% των εργαζομένων την ίδια χρονική περίοδο και πολλοί από τους εργαζόμενους σε αυτές τις θέσεις εργασίας θα πρέπει να επανεκπαιδευτούν για την ένταξή τους στο μελλοντικό εργατικό δυναμικό. Ακόμη και οι παραδοσιακές εργασίες, όπως οι μηχανικοί αυτοκινήτων, θα πρέπει να μάθουν νέες δεξιότητες καθώς τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα διεισδύουν στις αγορές και απαιτούν λιγότερους εργάτες για την κατασκευή τους, λιγότερα ανταλλακτικά και λιγότερη προγραμματισμένη συντήρηση από τα αυτοκίνητα με κινητήρα εσωτερικής καύσης (Fayer et al., 2017; Lund et al., 2019; Manyika et al., 2017; Santiago, 2017).

Παρατηρείται ότι οι μεγάλες και τεχνολογικά εξελίξιμες χώρες όπως η Αμερική αντιμετωπίζουν δυσκολίες προκειμένου το εκπαιδευτικό σύστημα να δημιουργήσει πτυχιούχους ικανούς να καλύψουν θέσεις εργασίας STEM. Σύμφωνα με την ανώτατη εκπαίδευση στην Επιστήμη και τη Μηχανική, ο αριθμός των μεταπτυχιακών φοιτητών πλήρους φοίτησης που εγγράφηκαν σε προγράμματα επιστήμης ή μηχανικής στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξήθηκε το 2019 κατά 0,8%. Ταυτόχρονα, το ποσοστό των προσωρινών φοιτητικών βίζα που επιτρέπουν σε αλλοδαπούς να φοιτούν σε πανεπιστήμια των ΗΠΑ, αυξήθηκε κατά 2,1%, στους τομείς STEM. Η διαφοροποίηση αυτή σκιαγραφεί το γεγονός ότι το ποσοστό των αλλοδαπών φοιτητών που εισέρχονται σε ειδικότητες STEM στις Ηνωμένες Πολιτείες αυξάνεται ταχύτερα σε σύγκριση με το ποσοστό

γεννημένων φοιτητών στην Αμερική που εισέρχονται στις αντίστοιχες ειδικότητες. Επιπλέον, ενώ αποτελούν μόνο το 18% του πληθυσμού των ΗΠΑ άνω των 21 ετών, σχεδόν το 30% των εργαζομένων στους τομείς STEM άνω των 21 ετών είναι γεννημένοι στο εξωτερικό. Για την αντιμετώπιση αυτής της έλλειψης, εισήχθη τον Οκτώβριο του 2019 σχετικό νομοσχέδιο που παρέχει το καθεστώς νομιμοποίησης μόνιμης κατοικίας σε αλλοδαπούς υπηκόους που έχουν αποκτήσει μεταπτυχιακό ή ανώτερο πτυχίο σε ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης των ΗΠΑ. Τα δεδομένα αυτά υπογραμμίζουν το γεγονός ότι τα αμερικανικά πανεπιστήμια δεν παράγουν αρκετούς αποφοίτους STEM για να συμβαδίσουν με τη ζήτηση ή τη διαθεσιμότητα των ειδικοτήτων STEM στα σχολεία (Forbes Magazine, 2018; National Science Foundation, 2019; Yamaner, 2018).

Αντίστοιχα, στις μικρότερες χώρες με περιορισμένη εμπλοκή στην παγκόσμια εξέλιξη και στον παγκόσμιο ανταγωνισμό λόγω διαφόρων εσωτερικών και εξωτερικών παραγόντων, εμποδίζονται περισσότερο οι προοπτικές για καινοτομίες και συμμετοχή στην παγκόσμια πραγματικότητα και ως εκ τούτου συντηρείται ακόμα περισσότερο η άνιση ανάπτυξη πτυχιούχων ικανών για την κάλυψη θέσεων STEM. Ένα τέτοιο κενό δημιουργεί μια μεγάλη πρόκληση σε περιόδους βιωσιμότητας. Το 2015 τα μέλη των Ηνωμένων Εθνών υιοθέτησαν στόχους βιώσιμης ανάπτυξης (SDG) για την αντιμετώπιση παγκόσμιων ζητημάτων όπως για παράδειγμα η φτώχεια, η ανάγκη προστασίας του πλανήτη και η διασφάλιση της ευημερίας για όλους, ζητήματα που οφείλονται στις επιπτώσεις του παγκόσμιου ανταγωνισμού και του ρόλου των κρατών σε αυτόν. Η έμφαση της ατζέντας σε τέτοια ζητήματα διαμορφώνει μια σαφή απαίτηση για καινοτομίες, ειδικά στους τομείς STEM (Lund et al., 2019; United Nations, 2015).

Πράγματι, μια πολύ πρόσφατη έκθεση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής τονίζει τη σημασία της επιστήμης για την κατανόηση του κόσμου, τη διαχείριση των κινδύνων, την καθοδήγηση της τεχνολογικής ανάπτυξης και τον σχεδιασμό του μέλλοντος. Μέσα από την έκθεση αυτή πηγάει έντονα η αναγκαιότητα της ύπαρξης ανθρώπινου κεφαλαίου, το οποίο είναι ικανό και να συμμετάσχει στην επιστημονική βιομηχανία. Παρόλα αυτά, η Ευρώπη επίσης αντιμετωπίζει μια πρόκληση ειδικευμένου προσωπικού στο STEM. Η πρόκληση έγκειται στην αυξανόμενη ζήτηση και στην ανεπαρκή προσφορά. Το ζήτημα της προσφοράς σχετίζεται ιδιαίτερα με τα ιδρύματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, τα οποία διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη μετάβαση στην αγορά εργασίας. Η ικανότητά τους να παρέχουν εκπαίδευση υψηλής ποιότητας είναι σημαντική για την

ομαλή εργασιακή αποκατάσταση των αποφοίτων. Προφανώς, τα διάφορα εκπαιδευτικά ιδρύματα στις ευρωπαϊκές χώρες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ποιότητα της κατάρτισης. Αυτό συμβάλλει στο πρόβλημα της ανεπαρκούς προσφοράς προσωπικού STEM, επειδή η χαμηλής ποιότητας εκπαίδευση δεν είναι ικανή να προετοιμάσει ειδικευμένους πτυχιούχους (European Commission, 2015; Lund et al., 2019; United Nations, 2015).

Η κατάσταση της εκπαίδευσης STEM σε όλη την Ευρώπη θα μπορούσε να περιγραφεί ως διαφορετική όσον αφορά τις επιδόσεις στην επιστήμη. Η έκθεση Eurydice τονίζει για ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες όπως πχ Γερμανία και Ιρλανδία, ένα ποσοστό χαμηλών επιδόσεων STEM, περίπου 15%, ωστόσο, η εμπειρία πχ της Βουλγαρίας και της Ρουμανίας στις επιδόσεις των φυσικών επιστημών είναι ριζικά αντίθετη με ένα διπλάσιο σχεδόν, χαμηλότερο ποσοστό επιδόσεων. Τέτοιες αναλογίες μαρτυρούν χαμηλές σε επίδοση αποκλίνουσες τάσεις στην εκπαίδευση των φυσικών επιστημών στην Ευρώπη και απαιτούν μια πιο προσεκτική ματιά στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ενώ η ανάλυση υποδεικνύει σημαντικές προκλήσεις που προκύπτουν στην εκπαίδευση STEM. Πρώτον, επικεντρώνεται περισσότερο στη θεωρία παρά σε πρακτικές εφαρμογές. Δεύτερον, η χρήση σύγχρονων μεθοδολογιών, όπως οι πρακτικές δραστηριότητες που σχετίζονται με την επιστήμη εκτός σχολείου για την προσέλκυση μαθητών στο STEM, είναι περιορισμένη. Τρίτον, τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνδέονται στενότερα με την εκπαίδευση και τους επιστημονικούς οργανισμούς παρά με τη βιομηχανία. Αυτές οι τάσεις σχετίζονται με ένα ευρύτερο σύνολο προβλημάτων, όπως η παροχή κρίσιμης μάζας μαθητών που θα πρέπει να προσελκύονται από το πεδίο STEM και να στοχεύουν στη συμμετοχή τους στην επιστημονική βιομηχανία, αλλά οι τρέχουσες τάσεις στην εκπαίδευση STEM δεν χαράσσουν πολιτικές που να μπορούν να αντιμετωπίσουν τα τελευταία προβλήματα (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019; Canek et al, 2019; Chambers et al, 2018).

Προσέγγιση επίλυσης

Με γνώμονα το περίγραμμα του προβλήματος, τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια ισχυρή ώθηση να επανεξεταστούν οι τρέχουσες πρακτικές στην εκπαίδευση STEM και να αναδυθούν καινοτόμοι τρόποι προσέγγισής της. Προς την κατεύθυνση αυτή αναδύονται σύγχρονες παιδαγωγικές ιδέες με την εφαρμογή αποτελεσματικών μεθόδων εκπαίδευσης για αναζήτηση συνδέσμων με εκπαιδευτικό περιεχόμενο που οδηγούν προς την πραγματική σημερινή, επαγγελματική, ιδιωτική και κοινωνική ζωή. Ένας από τους τρόπους με τους οποίους τα σχολεία προσπαθούν να τονίσουν

την αναθεώρηση τους στη διδασκαλία STEM είναι μέσω της χρήσης της διδασκαλίας της ρομποτικής, καθώς τα ρομπότ θεωρούνται εξαιρετικά ενδιαφέροντα για μαθητές όλων των ηλικιών. Η εκπαίδευση ρομποτική αναφέρεται κυρίως στη διδασκαλία της ανάπτυξης και χρήσης ρομπότ και δεν αναφέρεται στα εκπαιδευτικά ρομπότ, τα οποία είναι ρομπότ που χρησιμοποιούνται για την παροχή διδασκαλίας. Υπάρχουν πολυάριθμοι πόροι προγράμματος σπουδών αλλά και ανταγωνιστικά πρωταθλήματα για εκπαίδευση ρομποτική, συμπεριλαμβανομένων των LEGO First, Πρόγραμμα Σπουδών Ρομποτικής, Πρόγραμμα σπουδών ρομποτικής μηχανικής Intelitek, Lead the Way και πολλά άλλα (Canek et al, 2019; Chambers et al, 2018; Freeman et al, 2019).

Η ανάπτυξη της ρομποτικής και το STEM έχουν κοινά θέματα και χρησιμοποιούνται εναλλακτικά στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Η ρομποτική εκπαίδευση διαφαίνεται ότι μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να αναπτύξουν πολλές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργικότητας και της επίλυσης προβλημάτων. Η ρομποτική ανήκει στο πεδίο εκείνο που μπορεί να συγχωνευθεί εκπαιδευτικά με πολλούς και διαφορετικούς τομείς όπως η επιστήμη και η τεχνολογία. Έτσι, οι πρακτικές της εκπαίδευσης στη ρομποτική έχουν την δυνατότητα να τείνουν να συμπίπτουν με τις πρακτικές μάθησης του STEM. Η πρακτική πτυχή της εκπαίδευσης στη ρομποτική έχει όλες τις προϋποθέσεις να την καθιστά πιο διαδραστική και διασκεδαστική σαν μάθηση, με αποτέλεσμα να προσελκύει τους μαθητές και να δεσμεύει το ενδιαφέρον τους με το αντικείμενο που αντιπροσωπεύει (Ahmed and La, 2019; Canek et al 2019).

Ερευνητικά ερώτημα

Η μελλοντική οικονομία θα βασίζεται σε πεδία STEM και οι μαθητές που δεν έχουν βασική κατανόηση των αρχών STEM θα βρίσκονται σε μειονεκτική θέση. Αυτό ισχύει ακόμη και σε μεσαίας τάξης επαγγέλματα, όπως οδηγοί, εργαζόμενοι σε αποθήκες, σεφ και ειδικευμένοι έμποροι. Όλα αυτά τα πεδία συνδέονται έμμεσα με τα πεδία STEM αφού αρκεί κανείς να εξετάσει τη ποικιλία των εργασιών που αυτοματοποιούνται, τις μηχανές που διαβάζουν ακτίνες X και τους ρομποτικούς διαιτητές στο μπέιζμπολ, για να συνειδητοποιήσουν ότι η αυτοματοποίηση θα επηρεάσει τις θέσεις εργασίας του μέλλοντος. Πλέον, οι ταχύτερα αναπτυσσόμενοι τομείς αφορούν την υγειονομική περίθαλψη και τους τομείς STEM, εκτιμώντας ότι τα επαγγέλματα STEM θα αυξηθούν κατά 50% τα επόμενα χρόνια (Lund et al., 2019).

Ως εκ τούτου και σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν μέχρι εδώ, υπάρχει σημαντική ανησυχία και ενδιαφέρον μεταξύ των υπευθύνων χάραξης πολιτικής, των εκπαιδευτικών, των οργανισμών και άλλων εμπλεκόμενων για τη βελτίωση της εκπαίδευσης STEM τόσο στην Ευρώπη όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο. Η ανησυχία για την αύξηση του αριθμού και της ποιότητας των μαθητών που ενδιαφέρονται και είναι έτοιμοι να εισέλθουν σε STEM και συναφή επαγγέλματα πηγάζει κυρίως από την επιθυμία να παρουσιαστεί η επιστήμη στους μαθητές με τρόπους που θα λειτουργήσουν παρακινητικά και θα έχουν θετικό αντίκτυπο στην εμπλοκή των μαθητών στη περιοχή STEM. Ένα μεγάλο μέρος των επιστημονικών απόψεων συγκλίνουν ότι ένας τρόπος είναι η πρακτική εφαρμογή της γνώσης μέσα από πολλούς κλάδους ταυτόχρονα και αυτό επιτυγχάνεται με την ρομποτική. Η ρομποτική εστιάζει στην ανάπτυξη τεχνογνωσίας για την επίλυση προβλημάτων και η επίλυση προβλημάτων είναι κοινό στοιχείο πολλών ολοκληρωμένων προσεγγίσεων στη μάθηση STEM (Anwar et al, 2019;Freeman et al, 2019; Olszewska et al, 2020).

Ως εκ τούτου το κύριο ερευνητικό ερώτημα αυτής της εργασίας είναι σχετικά με το ποιος ακριβώς είναι ο αντίκτυπος της διδασκαλίας εκπαιδευτικής ρομποτικής στους μαθητές που τη λαμβάνουν, σε σχέση με την βραχυπρόθεσμη εμπλοκή τους στις θετικές επιστήμες, ώστε να εμπλακούν άμεσα με τον τόσο κρίσιμο τομέα STEM. Ως προέκταση που ερωτήματος, διερευνήθηκε επίσης κατά πόσο η υποχρεωτική αλλά και η προαιρετική παρακολούθηση ρομποτικής επιδρά στις επιλογές των μαθητών στον τομέα STEM .

Με βάση τα ανωτέρω ερωτήματα η εργασία προσεγγίζει ερευνητικά το ποιες συνθήκες μάθησης συμβάλουν ή όχι στις επιλογές του μαθητή για το πεδίο STEM καθώς και ποιος είναι ο αντίκτυπος των δημογραφικών χαρακτηριστικών των μαθητών στις επιλογές αυτές. Επίσης η εργασία προσπαθεί να απαντήσει και σε ένα επιπλέον ερευνητικό ερώτημα σε σχέση με αν η ρομποτική κατά τη μετάβαση από τη μικρή ηλικία στη προ-εφηβεία έχει μακροπρόθεσμο θετικό αντίκτυπο στα μελλοντικά σχέδια των μαθητών.

Τα ανωτέρω ερευνητικά ερωτήματα δημιουργούν ένα πρόσφορο έδαφος διερεύνησης βασικών και ιδιαίτερων χαρακτηριστικών στις υποχρεωτικές και προαιρετικές επιλογές των μαθητών ως προς το τομέα του STEM ως αποτέλεσμα της επίδρασης της ρομποτικής εκπαίδευσης.

Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνήσει τον αντίκτυπο ενός εκπαιδευτικού προγράμματος ρομποτικής του δημοτικού στη στάση των μαθητών απέναντι στο πεδίο STEM, κατά την μετάβαση τους στο γυμνάσιο. Τα συγκεκριμένα στάδια της εκπαίδευσης μπορούν να οδηγήσουν ένα μαθητή στην θετική ή αρνητική διαμόρφωση της άποψης του σχετικά με τα πεδία STEM, επηρεάζοντας έτσι την επιθυμία του να ασχοληθεί με αυτά (European Commission/EACEA/Eurydice, 2019; Ahmed and La, 2019; Olszewska et al, 2020).

Χρησιμοποιήθηκε ένας συμπερασματικός, μη πειραματικός σχεδιασμός ποιοτικής μελέτης περίπτωσης βασισμένος σε προβλήματα και περιελάβανε αρχικά τη συλλογή δεδομένων. Τα δεδομένα αναλύθηκαν για να προσδιοριστεί εάν ένα υποχρεωτικό μάθημα ρομποτικής παρείχε αντίκτυπο στη στάση των μαθητών απέναντι στο πεδίο STEM. Παράλληλα εξετάστηκε η συμπεριφορά των μαθητών στην κατ' επιλογήν παρακολούθηση ενός προαιρετικού μαθήματος ρομποτικής και η επίδραση που είχε ως ώθηση της εμπλοκής των μαθητών στο μάθημα επιλογής STEM του γυμνασίου. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω συνέντευξης από τους μαθητές που παρακολούθησαν το μάθημα ρομποτικής στο δημοτικό και εξετάστηκε η επίδραση της στο τομέα STEM κατά την μετάβαση τους στην προ-εφηβεία.

Θεωρίες μάθησης

Η μάθηση είναι μια δυναμική διαδικασία κατά την οποία οι πληροφορίες και η εμπειρία μπορούν να μετατραπούν σε γνώσεις, ικανότητες, ενέργειες και στάσεις. Η θεωρία της μάθησης εξηγεί τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές αποκτούν, επεξεργάζονται και διατηρούν πληροφορίες. Οι γνωστικές, συναισθηματικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς και οι παρελθοντικές αλληλεπιδράσεις οδηγούν στην απόκτηση ή τον μετασχηματισμό της αντίληψης ή της άποψης του κόσμου και τη διατήρηση πληροφοριών και δεξιοτήτων. Οι συμπεριφοριστές βλέπουν το σχολείο ως στοιχείο κατάρτισης και προωθούν ένα σύστημα εκπαιδευτικών κινήτρων και στόχων. Οι εκπαιδευτικοί που υποστηρίζουν τη γνωστική επιστήμη ισχυρίζονται ότι η μάθηση ως αλλαγή συμπεριφοράς είναι πολύ περιοριστική για να περιγράψει και ερευνούν το μαθητή και όχι το περιβάλλον του/της, και ιδιαίτερα τη σύνθετη μνήμη του/της. Πολλοί που υποστηρίζουν την δημιουργία δομής ισχυρίζονται ότι η ικανότητα ενός μαθητή να μαθαίνει εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτά που ήδη γνωρίζει και κατανοεί και ότι η απόκτηση γνώσης πρέπει να είναι μια εξατομικευμένη δομική διαδικασία. Η μετασχηματιστική θεωρία μάθησης εστιάζει στις συχνά

απαραίτητες αλλαγές στις προκαταλήψεις και την κοσμοθεωρία ενός μαθητή. Η γεωγραφική θεωρία επικεντρώνεται στο πώς τα πλαίσια και τα περιβάλλοντα διαμορφώνουν τη διαδικασία της μάθησης. Η μάθηση είναι μια δυναμική διαδικασία μέσω της οποίας η επίγνωση, οι ικανότητες, οι συνήθειες και οι στάσεις μπορούν να μεταφραστούν σε πληροφορίες και εμπειρία. Σε διαφορετικά επίπεδα και σε διαφορετικούς βαθμούς ο άνθρωπος έχει την ευκαιρία να μάθει μέσα από όλες τις καταστάσεις και τα γεγονότα (Alexander, 2006; Alexander et al, 2009; Arnold et al, 2012).

Η μάθηση μπορεί να οριστεί ως μια διαδικασία που συνδυάζει τόσο τη γνώση, το συναίσθημα όσο και το περιβάλλον προκειμένου να εκπαιδευτεί, να μάθει ή να βελτιώσει πληροφορίες, αξίες, δεξιότητες και κοσμοθεωρίες. Η μαθησιακή διαδικασία επικεντρώνεται στο τι συμβαίνει κατά τη διάρκεια της και ο Tighe (1982) έχει δείξει ότι η μάθηση μπορεί να διαφοροποιηθεί από τις αλλαγές συμπεριφοράς που προκαλούνται από την ωρίμανση και την ασθένεια. Επίσης ισχύει για δεξιότητες, όπως η ποδηλασία, η αναλυτική ικανότητα, η γραφή, ορισμένες στάσεις και πεποιθήσεις, αλλά και για τα νευρωτικά συμπτώματα και τα πρότυπα ψυχικής διαταραχής που μπορούν επίσης να αποκτήσουν μάθηση. Η μάθηση περιγράφεται ως κάθε διαδικασία που στους ζωντανούς οργανισμούς οδηγεί σε μόνιμη αλλαγή ικανότητας και η οποία δεν οφείλεται αποκλειστικά στη βιολογική ωρίμανση ή γήρανση. Μια θεωρία μάθησης εφαρμόζεται για να εξηγήσει τους δυναμικούς μηχανισμούς που εμπλέκονται στη μάθηση για το πώς μαθαίνουν οι ενήλικες και τα παιδιά. Οι θεωρίες μάθησης είναι μια διατεταγμένη συλλογή αρχών που περιγράφουν πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν, συντηρούν και θυμούνται πληροφορίες. Η διερεύνηση των διαφόρων θεωριών και φιλοσοφιών προάγει την κατανόηση της πολυπλοκότητας της μάθησης (Alexander et al, 2009; Arnold et al, 2012; Illeris, 2000; Tighe, 1982).

Ο τρόπος που λαμβάνει χώρα η μάθηση μπορεί να κατανοηθεί καλύτερα μέσα από τις έννοιες των τριών θεωριών: συμπεριφορισμός, γνωστικισμός, κονστρουκτιβισμός.

Ο συμπεριφορισμός έχει τις ρίζες του στα τέλη του 19ου και στις αρχές του 20ου αιώνα από την έρευνα που έκανε ο Ivan Pavlov και στην οποία βασίστηκε ο John Watson. Ο τελευταίος εφάρμοσε τη θεωρία της προετοιμασίας στην ανάπτυξη και τη διδασκαλία των ανδρών για να μάθουν πώς να συνδυάζουν ένα ερέθισμα χωρίς όρους που οδηγεί ήδη σε μια ορισμένη απόκριση (αντανακλαστικό) με ένα νέο ερέθισμα (υπό όρους). Η μάθηση φαίνεται με δράση στον συμπεριφορισμό και πρέπει να παρατηρείται και να εκφράζεται στις πράξεις. Ουσιαστικά, ο

συμπεριφορισμός επικεντρώνεται στην αιτία, την αποτελεσματικότητα και τον σωστό συνδυασμό επιβράβευσης και ποινής όπου χρησιμοποιούνται για να παρακινήσουν και να διαμορφώσουν τη συμπεριφορά. Περαιτέρω έρευνα διερεύνησε τον ρόλο της εθελοντικής δράσης, για παράδειγμα τη σκόπιμη εκτέλεση μιας πράξης. Αυτές οι μελέτες έχουν δείξει ότι η αυξημένη επιβράβευση συμβάλει στην επανάληψη της πιθανότητας της δράσης. Η χρήση κινήτρων και κυρώσεων από τους εκπαιδευτές μπορεί να συνδυαστεί με την απόδοση. Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση ωφέλιμων ή περιττών συμπεριφορών για σκοπούς εκπαίδευσης. Για παράδειγμα, έχει αποδειχθεί ότι η κοινωνική αναγνώριση και ευγνωμοσύνη ενισχύουν την πιθανότητα επαναλαμβανόμενης επιθυμητής δράσης. Ομοίως, οι επιθυμητές συμπεριφορές, όπως η κατανομή του χρόνου για τον ελεύθερο χρόνο ή οι επιθυμητές εργασίες, μπορούν να συμβάλουν σε συνήθεις συμπεριφορές. Τα αντικίνητρα μπορούν, συγκριτικά, να χρησιμοποιηθούν για να περιορίσουν την επανάληψη ανεπιθύμητων συμπεριφορών και να κατευθύνουν τους συμμετέχοντες στις επιθυμητές πράξεις τους. Η συμπεριφορά είναι πιο επιτυχημένη εάν η νέα εμπειρία ή ικανότητα έχει μόνο μία σωστή απάντηση ή έναν τρόπο ή πρακτικές στις οποίες ελαχιστοποιούνται οι διαφορές στη σκέψη και στην υλοποίηση. Η συμπεριφορά μπορεί επίσης να είναι επιτυχής στον τομέα της κοινωνικής εκπαίδευσης και της θέσπισης κανόνων, μέσω της θέσπισης κινήτρων. Έτσι στην αρχή της εκπαιδευτικής συνεδρίας, οι συμμετέχοντες θα πρέπει να γνωρίζουν τους κανόνες και ο εκπαιδευτής θα πρέπει να εξηγήσει το αναμενόμενο επίπεδο απόδοσης (Ahmad et al, 2020; Clark, 2018; Ertmer et al, 2013; Muhajirah, 2020).

Αν και η μάθηση με νοητική δραστηριότητα ορίστηκε τόσο από τον γνωστικισμό όσο και από τον κονστρουκτιβισμό, ο κονστρουκτιβισμός διαφέρει από τον γνωστικισμό. Οι γνωστικοί ψυχολόγοι θεωρούν το μυαλό ως εργαλείο αναφοράς στον πραγματικό κόσμο και οι εποικοδομητές πιστεύουν ότι το μυαλό φιλτράρει τις ιδέες στον κόσμο για να παράγει τη δική του πραγματικότητα. Οι κονστρουκτιβιστές δεν αρνούνται την ύπαρξη του πραγματικού κόσμου. Ισχυρίζονται ότι ο κόσμος που γνωρίζουμε προέρχεται από τις δικές μας ερμηνείες της εμπειρίας μας. Θεωρούν ότι οι άνθρωποι χτίζουν νόημα και καθώς υπάρχουν πολλές έννοιες που πρέπει να αντληθούν από τις αλληλεπιδράσεις, δεν μπορεί να επιτευχθεί μια προκαθορισμένη, «σωστή» ερμηνεία. Οι μαθητές δεν μεταφέρουν πληροφορίες από τον έξω κόσμο στις αναμνήσεις τους, αντίθετα δημιουργούν τις προσωπικές αντιλήψεις του κόσμου που βασίζονται σε ατομικές εμπειρίες και αλληλεπιδράσεις. Υπάρχει, επομένως, μια συνεχώς μεταβαλλόμενη εσωτερική αντανάκλαση της γνώσης και δεν υπάρχει μια αντικειμενική αλήθεια που οι μαθητές φιλοδοξούν

να μάθουν. Αυτή η θεωρία μάθησης έχει τις ρίζες της στην αντίληψη ότι η μάθηση πραγματοποιείται εσωτερικά μέσω της επεξεργασίας πληροφοριών αντί μέσω της αντίδρασης σε ένα εξωτερικό ερέθισμα. Η μάθηση είναι το προϊόν συλλογής και αναδιοργάνωσης πληροφοριών μέσα σε μια μήτρα πληροφοριών που προηγουμένως συλλέγονται (Ertmer et al, 2013; Muhajirah, 2020).

Ο γνωστικισμός εστιάζει στις διαδικασίες σκέψης του ατόμου και ο εκπαιδευτής δίνει έμφαση στον διαλογισμό σε εμπειρίες μετα-γνώσης, σκεπτόμενος τη σκέψη του. Αυτή η βελτίωση της συμπεριφοράς είναι αποτέλεσμα της μάθησης μετά από την εσωτερική εργασία της σκέψης με βάση τη νέα γνώση ή τις πληροφορίες που αποκτήθηκαν. Η μαθησιακή διαδικασία περιλαμβάνει αναδιοργάνωση τόσο της μάθησης όσο και της γνωστικής οντότητας. Ο γνωστικισμός εφαρμόστηκε στις συμπεριφορικές θεωρίες, βλέποντας τους μαθητές όχι ως κενά αντικείμενα αλλά ως άτομα με συγκεκριμένες απόψεις, προοπτικές και τεχνογνωσία και τους εκπαιδευτές ως δασκάλους για να καλύψουν τις μαθησιακές ανάγκες των συμμετεχόντων. Η εκτίμηση της υποκειμενικής νοημοσύνης των μαθητών σημαίνει ότι τα μαθήματα και οι ασκήσεις μπορεί να έχουν διαφορετικά αποτελέσματα ανάλογα με την εμπειρία των μαθητών. Εκτός από τις γνώσεις και τα ταλέντα που αποκτήθηκαν, οι μαθητές συχνά προσπαθούν να εξελίξουν ένα μοντέλο εργασίας του περιβάλλοντος και του τρόπου λειτουργίας του. Αν και ο δάσκαλος θεωρείται ως ο ειδικός που μεταδίδει τεχνογνωσία σε άγνωστους μαθητές στην τάξη συμπεριφοράς, οι γνωστικοί εκπαιδευτές επιδιώκουν να καθοδηγήσουν τους μαθητές σε έναν τομέα ανάπτυξης, γεφυρώνοντας τους συμμετέχοντες με ό,τι δεν είναι εξοικειωμένοι. Οι δάσκαλοι στοχεύουν να βοηθήσουν τους μαθητές να ενσωματώσουν νέες δεξιότητες και γνώσεις στην ακαδημαϊκή τους δομή και να προσαρμόσουν τις απόψεις τους για τον κόσμο όπως αρμόζει. Εφαρμόζουν γνωστικές δεξιότητες για να βοηθήσουν τους μαθητές να βελτιώσουν τη συλλογιστική τους, κάνουν ερωτήσεις, χρησιμοποιήσουν παιχνίδια, παζλ, και άλλα μέσα για να δημιουργήσουν την ανισορροπία που ο μαθητής πρέπει να προσαρμοστεί και να προχωρήσει. (Clark, 2018; Ertmer et al, 2013; Muhajirah, 2020).

Η ιδέα ότι οι εκπαιδευόμενοι κατασκευάζουν ενεργά τη δική τους γνώση, βασίζεται στη δική τους σημασία και καθοδηγείται από προηγούμενες γνώσεις και γεγονότα και βασίζεται στη θεωρία της κονστρουκτιβιστικής μάθησης. Οι νέες γνώσεις τροποποιούν το γνωστό και η μάθηση εμφανίζεται όταν χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων, δοκιμών και/ή εφαρμογών. Οι πληροφορίες

δηλαδή μπορούν να ληφθούν χωρίς κάποιο απαραίτητο αίτημα. Επιπλέον, η μάθηση είναι μια κοινωνική δραστηριότητα που περιλαμβάνει κοινή χρήση και χρήση μέσω της εγγύς περιοχής ανάπτυξης. Ο κονεκτιβισμός προστίθεται στον κονστρουκτιβισμό για να εξηγήσει πώς το Διαδίκτυο δημιούργησε πληροφορίες και επέτρεψε την κοινή χρήση τους σε όλο τον κόσμο. Οι πληροφορίες και οι γνώσεις δεν θα αποθηκεύονται πλέον στη μεμονωμένη ή μικρή ομάδα, αλλά σε όλο τον κόσμο. Οι εκπαιδευτές εστιάζουν στην παροχή του πλαισίου, στην ερμηνεία και στην αξιολόγηση της αποθηκευμένης γνώσης. Η μάθηση δεν είναι πλέον μια εκπαιδευτική δραστηριότητα μέσω του συνδετισμού και ο ρόλος των ομότιμων δικτύων στη διατήρηση, ερμηνεία και εφαρμογή των πληροφοριών είναι ακόμη μεγαλύτερος. Η γνώση και η εξουσία μοιράζονται στην τάξη με εκπαιδευτές που οδηγούν τους μαθητές να μάθουν και να εφαρμόσουν τη γνώση σε ετερογενείς ομάδες. Ο ρόλος του εκπαιδευτή είναι να δημιουργεί ένα συνεργατικό περιβάλλον και να παρέχει ιδέες και δραστηριότητες που προσαρμόζονται στις ανάγκες του μαθητή (Ahmad et al, 2020; Clark, 2018; Ertmer et al, 2013; Fox, 2001; Muhajirah, 2020).

Η μάθηση είναι μια πολύπλοκη διαδικασία μέσω της οποίας η γνώση και η εμπειρία μπορούν να μετατραπούν σε γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και συμπεριφορές. Είναι επίσης σημαντικό να σημειωθούν οι πολλοί διαφορετικοί ρόλοι ενός δασκάλου και η σημασία τους αφού κάθε ρόλος είναι ένα μέσο για την επίτευξη μαθησιακών αποτελεσμάτων. Διάφοροι δάσκαλοι έχουν διάφορα στυλ διδασκαλίας και ακολουθούν συνεχώς τις ίδιες τεχνικές. Ωστόσο, η αλλαγή του τρόπου διδασκαλίας για να ταιριάζει στις ατομικές ανάγκες και περιστάσεις είναι η πιο επιτυχημένη μέθοδος διδασκαλίας. Έχει αποδειχθεί η σημασία της διδασκαλίας, των διαφορετικών μορφών διδασκαλίας και τα προβλεπόμενα οφέλη στη μάθηση των μαθητών (Ahmad et al, 2020; Clark, 2018; Muhajirah, 2020).

Μέθοδοι διδασκαλίας

Μετά από δυναμικές κοινωνικές αλλαγές, η διδασκαλία βρίσκεται σε μια συνεχή μεταβαλλόμενη διαδικασία ιδίως τις τελευταίες δεκαετίες. Χαρακτηρίζεται από μια μετατόπιση από τον δάσκαλο προς το μαθητικό κέντρο δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στον εκπαιδευόμενο και στην προώθηση των μαθητών να συμμετέχουν ενεργά στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων. Ομοίως, η εκπαίδευση γενικά μετασχηματίζεται μέσα από συνεχόμενες διεργασίες ενώ η θεωρία και η έρευνα στην εκπαίδευση και σε άλλους τομείς έχουν συμβάλει στην εξέλιξη των μεθόδων και των θεωριών διδασκαλίας. Αυτές περιλαμβάνουν συμπεριφοριστικές, γνωστικές, ανθρωπιστικές και

κοινωνικές παραδόσεις μάθησης που έχουν συμβάλει στο σχεδιασμό προγραμμάτων σπουδών και στην εισαγωγή σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων (Mann, 2011; Močinić, 2012; Muhajirah, 2020).

Ο πρωταρχικός σκοπός της διδασκαλίας σε οποιοδήποτε επίπεδο εκπαίδευσης είναι να επιφέρει μια θεμελιώδη αλλαγή στον εκπαιδευόμενο. Οι δάσκαλοι θα πρέπει να εφαρμόζουν κατάλληλες διδακτικές στρατηγικές που ταιριάζουν καλύτερα σε συγκεκριμένους στόχους και ικανότητες για να εξασφαλίσουν και να διευκολύνουν τη διαδικασία μετάδοσης της γνώσης. Τις προηγούμενες δεκαετίες, πολλοί εκπαιδευτικοί εφάρμοσαν ευρέως στρατηγικές με επίκεντρο τον δάσκαλο για να μεταδώσουν τη γνώση στους σε μαθητές συγκριτικά με τις στρατηγικές με επίκεντρο τους μαθητές. Μέχρι σήμερα, τα ερωτήματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα των στρατηγικών διδασκαλίας στη μάθηση των μαθητών έχουν εγείρει σταθερά σημαντικά το ενδιαφέρον στο θεματικό πεδίο της εκπαιδευτικής έρευνας. Επιπλέον, οι έρευνες για τη διδασκαλία και τη μάθηση προσπαθούν συνεχώς να εξετάσουν τον βαθμό στον οποίο οι διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας ενισχύουν την ανάπτυξη στη μάθηση των μαθητών (Nzesei, 2015; Ramadhan et al, 2017; Sign, 2017).

Οι τρέχουσες εκπαιδευτικές θεωρίες δίνουν έμφαση στο γεγονός ότι τα μαθήματα θετικής κατεύθυνσης βασίζονται γενικά στην κατανόηση μιας πιο διερευνητικής διαδικασίας που θα επιτυγχανόταν με την εξάσκηση ενεργών τρόπων διδασκαλίας με επίκεντρο τον μαθητή. Η προσέγγιση αυτή έχει αναδειχθεί ως σώμα γνώσης της θεωρίας του κονστρουκτιβισμού και η μάθηση βασίζεται στην ατομική υπευθυνότητα των μαθητών. Έτσι, οι εκπαιδευόμενοι κατασκευάζουν γνώσεις και δεξιότητες μέσω της καθοδήγησης των εκπαιδευτών. Επιπλέον, η μαθητοκεντρική προσέγγιση ενθαρρύνει τη μάθηση μέσω της ενεργού αλληλεπίδρασης με τους δασκάλους, τους μαθητές και το μαθησιακό περιβάλλον ενώ έχει τονιστεί η χρησιμότητά για τους μαθητές στη διευκόλυνση της μαθησιακής διαδικασίας. Η ανάληψη της ατομικής ευθύνης για τη μάθησή είναι από τις πιο σημαντικές προκλήσεις. Όταν οι εκπαιδευόμενοι αναλαμβάνουν την ευθύνη για τη δική τους μάθηση, αποδίδουν νόημα στη διαδικασία της, οδηγώντας τη σε αποτελεσματική μάθηση. Οι δάσκαλοι πρέπει να κατανοήσουν τη διαδικασία της ατομικής μάθησης. Στη μαθησιακή διαδικασία, τα άτομα αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον, δηλ. επεξεργάζεται μοναδικά τις πληροφορίες και απαιτεί ένα μοναδικό περιβάλλον για τη μάθηση. Έτσι, η αντιμετώπιση της πρόκλησης στη διευκόλυνση των συνθηκών μάθησης κατά την

οργάνωση τέτοιων αλληλεπιδράσεων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη για να εξυπηρετήσουν τα άτομα ώστε να βελτιστοποιήσουν τη μάθησή τους (Nzesei, 2015; Sign, 2017).

Η αποτελεσματική διδασκαλία απαιτεί ευελιξία, δημιουργικότητα και υπευθυνότητα προκειμένου να παρέχει ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον ικανό να ανταποκρίνεται στις ατομικές ανάγκες του μαθητή. Έχει παρουσιαστεί ότι πέρα από τα βιωματικά στοιχεία η διάχυτη ομοιομορφία στη διδασκαλία οδηγεί πολλούς μαθητές στην αποτυχία. Υπάρχει ένας λόγος τόσο στη θεωρία όσο και στην έρευνα για να υποστηριχθεί μια κίνηση προς μια διδασκαλία με προσοχή στη διακύμανση των μαθητών που εκδηλώνεται σε τουλάχιστον τρεις τομείς: την ετοιμότητα, το ενδιαφέρον και το μαθησιακό προφίλ του μαθητή. Στις μέρες μας, μια από τις προκλήσεις στη διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης είναι η γνώση της πιο αποτελεσματικής διδακτικής προσέγγισης και στρατηγικών που είναι επίσης σύμφωνες με τα μαθησιακά στυλ των μαθητών. Πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι οι ακόλουθες στρατηγικές διδασκαλίας είναι κοινές και αποτελεσματικές στη διδασκαλία των μαθηματικών: συνεργατική μάθηση τύπος διάλεξης, απαγωγική και επαγωγική προσέγγιση, αποδεικτική προσέγγιση επαναλαμβανόμενες ασκήσεις και ολοκληρωμένη προσέγγιση (Ramadhan et al, 2017; Warthen, 2017).

Η συνεχιζόμενη μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη μελέτη των κλάδων STEM και η αδιάφορη στάση των μαθητών απέναντι στις επιστημονικές γνώσεις και δεξιότητες είναι ένα σύνθετο φαινόμενο που εξαρτάται σε ένα μεγάλο βαθμό από τον τρόπο προετοιμασίας των μαθητών από τους δασκάλους. Η μέθοδος διδασκαλίας προάγει την εξοικείωση των εκπαιδευόμενων με το είδος αυτών των μαθημάτων τα οποία αποτελούν τη βάση για μελλοντικά επαγγελματικά ενδιαφέροντα. Η έκθεση της επιτροπής για την εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες για το μέλλον της Ευρώπης έχει τονίσει εδώ και μια δεκαετία μια ανησυχητική μείωση του ενδιαφέροντος για την επιστημονική γνώση σε νεότερους μαθητές. Αυτή η μείωση αναγνωρίστηκε ως μία από τις μεγαλύτερες απειλές για το μέλλον της Ευρώπης, δεδομένης της ανάγκης εκπαίδευσης επαγγελματιών σε αυτούς τους τομείς (π.χ. ως τεχνολόγοι επιστήμης, μηχανικοί ή μαθηματικοί), καθώς και της αποτυχίας του βασικού επιστημονικού μορφωτικού επιπέδου με γνώμονα την κοινωνία στο σύνολο της (Caride, 2017; European Commission/EACEA/Eurydice, 2019; Rocard et al, 2007).

Παρόλα αυτά μελέτες έχουν δείξει ότι υπάρχει μια προφανής αντίφαση μεταξύ της στάσης των μαθητών για την επιστήμη γενικά η οποία είναι θετική και της στάσης τους απέναντι στη σχολική

επιστήμη, η οποία δεν αντιμετωπίζεται πάντα τόσο θετικά. Οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται από τους εκπαιδευτικούς είναι επαναλαμβανόμενα θέματα, με ένα επιχείρημα που αναδύεται γύρω από τον βασικό ρόλο που διαδραματίζουν ακόμη οι παραδοσιακές προσεγγίσεις, σε αντίθεση με τη χρήση καινοτόμων παιδαγωγικών στρατηγικών. Από εκπαιδευτική άποψη, η κυρίαρχη προσέγγιση για τη διδασκαλία της επιστήμης και της τεχνολογίας έχει συνδεθεί στενά με τη χρήση στρατηγικών περιγραφής και αυτός είναι πιθανώς ένας σημαντικός παράγοντας που προκαλεί έλλειψη ενδιαφέροντος μεταξύ των μαθητών. Επίσης, αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο έρευνες εστιάζουν στην ανάγκη ανακατεύθυνσης της διδασκαλίας μακριά από την παραδοσιακό μοτίβο της παράδοσης μαθήματος στο πίνακα και της συζήτησης. Σε αυτό συντελεί η διαπίστωση, με υψηλά επίπεδα επιτυχίας, πως οι καινοτόμες μεθοδολογίες που βασίζονται στην έρευνα (όπως η επιστημονική εκπαίδευση που βασίζεται στην έρευνα) θα ενθαρρύνει περισσότερο τη συμμετοχή των μαθητών, εστιάζοντας στις δραστηριότητες αυτορρύθμισης στη διαπραγματευτική κατασκευή της γνώσης και σε αύξηση της συμμετοχής και της κριτικής σκέψης (Osborne et al, 2008; Pena et al, 2016; Rocard et al, 2007).

Συμπληρωματικά, ένας αυξανόμενος όγκος έρευνας σχετικά με παρακινητικούς παράγοντες προσφέρει σημαντικές ενδείξεις για το είδος του περιβάλλοντος στην τάξη και των δραστηριοτήτων που μπορεί να αυξήσουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Ωστόσο, είναι ένα το γεγονός ότι την τελευταία δεκαετία με γνώμονα τα τεχνολογικά άλματα, έχει γίνει τόσο λίγη δουλειά για τον προσδιορισμό της φύσης και του στυλ της διδασκαλίας και των δραστηριοτήτων που εμπλέκουν τους μαθητές στο κλάδο STEM . Ομοίως, η απόκτηση και ανάπτυξη εννοιολογικής και θεωρητικής γνώσης δεν είναι το ίδιο με την ανάπτυξη κατανόησης της φύσης και των μεθόδων της επιστήμης και της τεχνολογίας ή της συμμετοχή και ανάπτυξη τεχνογνωσίας στην επιστημονική έρευνα και επίλυση προβλημάτων που οδηγεί σε επίγνωση των πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων μεταξύ της επιστήμης, της τεχνολογίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος και των κοινωνικών και ηθικών επιπτώσεων. Ειδικά στην υποχρεωτική εκπαίδευση, η επιστήμη και η τεχνολογία πρέπει να διδάσκονται με έναν νέο τρόπο που διευρύνει τις απόψεις των μαθητών για το πώς αυτή η γνώση μπορεί να είναι παραγωγική Η μάθηση STEM είναι κάτι περισσότερο από την απομνημόνευση γεγονότων και θα πρέπει να περιλαμβάνει την κατανόηση και την εφαρμογή επιστημονικών εννοιών και μεθόδων (Morales et al, 2018; Osborne et al, 2008; Talbot et al, 2016).

Προσχολική και πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Από πολύ μικρή ηλικία οι άνθρωποι έχουν την επιθυμία να μάθουν και κάνουν προσπάθεια αμφισβητώντας το περιβάλλον με την έμφυτη αίσθηση της περιέργειας. Ωστόσο, αν αυτή η επιθυμία δεν υποστηρίζεται από ερεθίσματα, αυτή η μαθησιακή προσπάθεια δεν θα αποδώσει. Ενώ αυτή η περιέργεια και η επιθυμία για μάθηση είναι καθήκον των φροντιστών στα πρώτα χρόνια της ζωής, καταβάλλονται πολλές προσπάθειες για να πραγματοποιηθεί αυτή η εργασία με πιο συστηματικό τρόπο στα επόμενα χρόνια. Η εκπαίδευση, που ήταν καθήκον της οικογένειας, στην αρχή έγινε πιο συστηματική και οι κοινωνίες ανέλαβαν την ευθύνη ως προς αυτό. Αυτή η ενασχόληση ήταν ένας παράγοντας που ανέδειξε την έννοια της εκπαίδευσης. Η εκπαίδευση είναι μια διαδικασία αλλαγής της συμπεριφοράς κάποιου με μαθησιακές εμπειρίες παρόμοιες με τις πραγματικές εμπειρίες από πολλές απόψεις. Πρόκειται για την ατομική ανάκριση μέσω εμπειριών και είναι προγραμματισμένα αποτελέσματα που παρέχουν ορισμένες βελτιώσεις στη συμπεριφορά των ανθρώπων με βάση προκαθορισμένες αρχές (Bui et al, 2020; Cohen, 2018).

Προγράμματα κατάρτισης οργανώνονται από μικρή ηλικία για να έχει νόημα αυτή η μαθησιακή προσπάθεια ώστε να μη χαθεί η επιθυμία και η περιέργεια για μάθηση. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα έχει περιγράψει ως τη σειρά των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στο σχολείο ή οπουδήποτε ως εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Το εκπαιδευτικό πρόγραμμα ορίζεται ως οι προγραμματισμένες και μη προγραμματισμένες εμπειρίες για την αποκάλυψη των δεξιοτήτων των ατόμων ή ένα προγραμματισμένο σύνολο διδακτικών εμπειριών που απαιτούνται για την ανάπτυξη των ατόμων. Η πραγματοποίηση της αποτελεσματικότητας στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τον σωστό προκαθορισμό των στόχων και με το προγραμματισμό του προγράμματος. Η εγγύηση της επιτυχίας των εκπαιδευτικών στόχων διασφαλίζεται με τη συστηματική μελέτη των εκπαιδευτικών. Όλη αυτή η προγραμματισμένη εκπαίδευση είναι δυνατή με δραστηριότητες προσχολικής και πρωτοβάθμιας αγωγής ώστε να επιφέρει πιο ισορροπημένα και αποτελεσματικά την επίτευξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας του ατόμου (Cook et al, 2018; Dailey et al 2018).

Η προσχολική και πρωτοβάθμια αγωγή είναι μια περίοδος που καλύπτει την πρώιμη παιδική ηλικία. Η έκθεση σε πλούσια ερεθίσματα από την οικογένεια στα πρώτα χρόνια της ζωής έχει μεγάλη επιρροή στον βαθμό στον οποίο μπορεί να αναπτυχθεί ή όχι ένα παιδί. Η μελλοντική προσωπικότητα, οι στάσεις και οι πεποιθήσεις του παιδιού διαμορφώνονται από τις

αλληλεπιδράσεις που βιώνει κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Σύμφωνα με νευροβιολογικές και συμπεριφορικές προοπτικές, η συγκρότηση των αξιών, του χαρακτήρα, της βασικής προσωπικότητας και της πνευματικής ανάπτυξης πραγματοποιείται την ηλικία της πρωτοβάθμιας περιόδου. Ως εκ τούτου, η καλλιέργεια της διαδικασίας του περιβάλλοντος είναι ζωτικής σημασίας για την επιτυχία ή την αποτυχία της μελλοντικής ζωής. Η παιδική ηλικία είναι τα πιο σημαντικό έτη ανάπτυξης και η ταχύτερη ανάπτυξη. Αναφέρεται, τα δύο τρίτα της μισής ανθρώπινης νοημοσύνης αναπτύσσεται μεταξύ 4 και 10 ετών και η υπόλοιπη μεταξύ 10 και 17 ετών. Στην προσχολική και πρωτοβάθμια περίοδο γίνονται πολλές συνδέσεις στον εγκέφαλο. Ενώ οι συνδέσεις που υποστηρίζονται από ερεθίσματα συνεχίζουν να δημιουργούνται, οι αχρησιμοποίητες συνδέσεις δυστυχώς χάνονται (Huff et al, 2016; Khalil et al, 2017).

Μια σταθερή βάση για τη γνωστική, γλωσσική, κινητική, κοινωνική και συναισθηματική ανάπτυξη του παιδιού παρέχεται από την ανάπτυξη του εγκεφάλου. Για το λόγο αυτό, τα παιδιά μεγαλώνουν πολύ γρήγορα σε αυτή την περίοδο, και αποκτούν ικανότητες με εκπληκτικό ρυθμό σε όλους τους τομείς ανάπτυξης. Όταν εξετάζουμε τη γλωσσική ανάπτυξη, η πρώιμη παιδική ηλικία είναι μια κρίσιμη περίοδος. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι μια υστέρηση στη δομή της γλώσσας κατά την παιδική ηλικία μπορεί να επηρεάσει όλη τη ζωή. Λαμβάνοντας υπόψη ότι η ανάπτυξη είναι ολιστική, είναι δυνατόν να πούμε παρόμοια πράγματα για όλους τους τομείς ανάπτυξης. Η προσχολική και πρωτοβάθμια εκπαίδευση έχει μεγάλη σημασία για να διασφαλιστεί ότι αυτή η εκπαίδευση, που ξεκίνησε από την οικογένεια, συνεχίζεται υπό ίσες συνθήκες για όλα τα παιδιά. Η αγωγή έρχεται στο προσκήνιο για παιδιά από διαφορετικά κοινωνικοοικονομικά υπόβαθρα για την επίτευξη ίσων ευκαιριών στην εκπαίδευση. Ένα κράτος που δίνει σημασία στην ισότητα θα πρέπει να αντισταθμίζει τις διαφορετικές συνθήκες των παιδιών (Cohen, 2018; Rich et al, 2017).

Είναι πλέον ξεκάθαρο ότι τα παιδιά που έχουν ολοκληρώσει αυτή την εκπαίδευση έχουν θετική προσέγγιση όταν συνεχίζουν στην δεύτερη εκπαιδευτική βαθμίδα. Η πρωτοβάθμια αγωγή έχει πολλά θετικά αποτελέσματα στα παιδιά. Διαπιστώθηκε ότι τα παιδιά που ακολούθησαν την εκπαίδευση αυτή και ξεκίνησαν στην επόμενη βαθμίδα είχαν επιτυχία αποκτώντας ικανότητες σε τομείς όπως η ανάγνωση-γραφή, τα μαθηματικά και η συνεργασία. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι ανέπτυξαν σημαντικά συναισθήματα όπως η δημιουργικότητα και η υπευθυνότητα. Σε αυτή την βαθμίδα εκπαίδευσης τα ερεθίσματα με πλούσιο περιεχόμενο που προσφέρονται στα εκπαιδευτικά

περιβάλλοντα δίνουν την δυνατότητα στους εκπαιδευόμενους να αφομοιώσουν τη νέα μάθηση, να δημιουργήσουν σχέσεις με αυτή και να εξοικειωθούν με τη νέα γνώση (Bui et al, 2020; Dailey et al 2018; Huff et al, 2016).

Η διερευνητική μάθηση γίνεται πιο σχετική μέσω πραγματικών συνδέσεων και αυτοδιευθυνόμενων εργασιών επίλυσης προβλημάτων. Η εναλλαγή και η κοινή χρήση είναι σημαντικές συνεισφορές στην ανάπτυξη μιας συστηματικής προσέγγισης για την επίλυση προβλημάτων, την ανάπτυξη σκέψης, υπομονής και ανθεκτικότητας. Αυτές οι δεξιότητες μπορούν να μεταφερθούν στη ζωή μέσα στο σχολείο καθώς και έξω. Με την άνοδο της τεχνολογικής και ψηφιακής εποχής, τα παιδιά πρέπει να έχουν μια ουσιαστική εκτίμηση και γνώση του STEM από μικρή ηλικία. Η σημερινή εκπαίδευση STEM ενισχυμένη από εμπλουτισμένα πειράματα που διεγείρουν την αναζήτηση δείχνει στα παιδιά από την πρωτοβάθμια ηλικία ότι η εκπαίδευση δεν αφορά πάντα βαθμούς, τεστ ή εργασίες για το σπίτι αλλά αντίθετα πρόκειται για ανακάλυψη. Προς αυτή την κατεύθυνση, παρόλο που το σημερινό εκπαιδευτικό STEM έχει ξεκινήσει να γίνεται μια πτυχή του προγράμματος σπουδών στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, υστερεί στην τόση ζωτικής σημασίας περίοδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Παρατηρείται με δειλά βήματα τα τελευταία χρόνια να γίνεται μια τυπική παρουσίαση εφαρμογών που προάγουν την εκπαίδευση STEM στα πρωτοβάθμια δημόσια σχολεία ενώ σε κάποια ιδιωτικά σχολεία η προσπάθεια αυτή έχει ξεκινήσει λίγο νωρίτερα και σε μεγαλύτερο βάθος. Η ανάγκη για την εντατική εκπαίδευση STEM στην προσχολική και πρωτοβάθμια δεν αναδύεται μόνο από την ανάγκη της τεχνολογικής εξέλιξης, αλλά και από το γεγονός ότι αυτές οι ηλικίες έχουν μεγαλύτερη όρεξη και προδιάθεση για μάθηση. Πόσο μάλλον όταν αυτή η εκπαίδευση θα ενισχυθεί από σωστές εκπαιδευτικές τεχνικές σε έναν τέτοιο κρίσιμο τομέα μαθημάτων όπως είναι ο κλάδος STEM που θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό την επαγγελματική και προσωπική υπόσταση του ατόμου (Bui et al, 2020; Dailey et al 2018; Khalil et al, 2017; Rich et al, 2017).

Εκτιμήσεις εφαρμογής

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε η ανάγκη αναδιοργάνωσης των εκπαιδευτικών προγραμμάτων επιστήμης και τεχνολογίας με βάση τα νέα πρότυπα της κοινωνίας. Ο λόγος για την εξέταση αυτού του τομέα ειδικότερα, είναι η αυξανόμενη ανάγκη για επαγγελματίες εξειδικευμένους σε αυτό το είδος εκπαίδευσης στην αγορά, καθώς το ποσοστό των μαθητών που επιλέγουν τομείς STEM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά) στην τριτοβάθμια εκπαίδευση δεν είναι αρκετό.

Η μάθηση των παιδιών επηρεάζεται έντονα από τα πλαίσια στα οποία λαμβάνει χώρα η διδακτική διαδικασία στα σχολεία. Προηγούμενη έρευνα είχε προτείνει ότι η προσφορά πιο αυστηρών μαθημάτων στα μαθηματικά και τις θετικές επιστήμες μπορεί να ενισχύσει υψηλότερο επίπεδο δεξιοτήτων και αυτοπεποίθησης σε αυτά τα μαθήματα και να βελτιώσει τις πιθανότητες των μαθητών να ακολουθήσουν σταδιοδρομία STEM. Παραδόξως, ενώ οι περισσότεροι μαθητές απολαμβάνουν να μαθαίνουν φυσικές επιστήμες σε νεαρή ηλικία, πολλοί χάνουν το ενδιαφέρον τους στο γυμνάσιο επειδή τα μαθηματικά και οι επιστήμες δεν φαίνονται σχετικά με τους προσωπικούς τους στόχους και δεν γνωρίζουν τη χρησιμότητα αυτής της γνώσης στην καθημερινή ζωή. Καθώς οι μαθητές προοδεύουν ακαδημαϊκά, αρχίζουν να θεωρούν ότι τα επιστημονικά θέματα είναι πολύπλοκα και βαρετά. Επίσης οι μαθητές παρουσιάζουν χαμηλά κίνητρα και διάθεση σε μαθησιακές δραστηριότητες που σχετίζονται με τομείς STEM. Αυτό μπορεί να συνδεθεί με τις μεθοδολογίες και τις στρατηγικές διδασκαλίας που χρησιμοποιούνται στις τάξεις επιστήμης. Ομοίως, οι εκθέσεις του οργανισμού οικονομικής συνεργασίας και ανάπτυξης αναφέρουν ότι οι νέοι δεν είναι σε θέση να λύσουν επιστημονικά προβλήματα με δημιουργικούς και καινοτόμους τρόπους και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αντιμετώπιση δραστηριοτήτων και προκλήσεων που σχετίζονται με τους τομείς της επιστήμης και της τεχνολογίας. Αυτό μπορεί να σχετίζεται με έλλειψη κινήτρων για μάθηση ή ακόμα και με τα συναισθήματα που βιώνουν οι μαθητές για την εκμάθηση της επιστήμης (Aschbacher et al, 2014; DeCoito et al, 2019; Lacey, 2018).

Αν και το ενδιαφέρον και η θετική στάση των μαθητών για την επιστήμη μειώνονται κατά τη διάρκεια της σχολικής φοίτησης, τα διεπιστημονικά προγράμματα STEM μπορούν να παρέχουν το χρόνο και το χώρο που απαιτείται για την αντιμετώπιση αυτής της μείωσης των επιστημονικών κλήσεων. Οι ικανότητες STEM θα πρέπει να προάγονται από νεαρή ηλικία χρησιμοποιώντας καινοτόμες διδακτικές στρατηγικές που ενθαρρύνουν την εσωτερίκευση του περιεχομένου έτσι ώστε να διατηρηθεί μακροπρόθεσμα. Επιπλέον, είναι πιο εφικτό να εφαρμοστεί ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα σπουδών αυτών των μαθημάτων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, επειδή οι μαθητές περνούν το μεγαλύτερο μέρος του σχολικού τους χρόνου με τον δάσκαλό τους. Έτσι, μια διεπιστημονική και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των ικανοτήτων STEM δεν θα επηρέαζε αρνητικά την εκπαιδευτική διαδικασία σε αυτά τα επίπεδα (Brown et al, 2011; Martínez et al, 2018; Shah et al, 2018).

Η εκπαίδευση STEM απαιτεί εναλλακτικές διδακτικές στρατηγικές έναντι της παραδοσιακής διδασκαλίας με στόχο την προώθηση μιας πιο έγκυρης και χρήσιμης σχολικής επιστήμης που εμπλέκει τους μαθητές στη βελτίωση των δεξιοτήτων STEM. Έτσι, για παράδειγμα, τα επιστημονικά μοντέλα και οι θεωρίες θα καταστούν συναφείς για τους μαθητές εάν τους δοθούν ευκαιρίες να δοκιμάσουν τη χρησιμότητα και τις επεξηγηματικές τους δυνατότητες. Η συμπερίληψη των εμπειριών STEM στο πρόγραμμα σπουδών κατά το στάδιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των νεότερων σχετικά με τους διαφορετικούς επιστημονικούς και τεχνολογικούς ρόλους της κοινωνίας, καθώς και να βελτιώσει τη συμμετοχή, τα κίνητρα και την αναζήτηση λύσεων σε πραγματικά προβλήματα, ενοποιώντας τα μαθηματικά, την τεχνολογία, τη μηχανική και τις επιστήμες (DeCoito et al, 2019; English et al, 2017).

Τα σχολεία που εφαρμόζουν προγράμματα επικεντρωμένα στο STEM έχουν γίνει το κέντρο πρωτοβουλιών πολιτικής και ερευνητικών έργων. Τα αποτελέσματα από ορισμένες μελέτες δείχνουν ότι η πρόθεση των μαθητών να ειδικευτούν σε έναν από τους τομείς STEM ή η πιθανότητα οι μαθητές να επιλέξουν μια κατεύθυνση STEM συσχετίζεται πιθανόν θετικά με τη συμμετοχή σε σχολεία με εκπαιδευτικά προγράμματα STEM. Οι εκπαιδευτικοί εναρμονίζονται με την άποψη ότι με μια σύγχρονη προσέγγιση STEM στα σχολεία θα προώθηση την προετοιμασία καλά ενημερωμένων πολιτών με εκτίμηση στις ιδέες και τα εργαλεία της επιστήμης και της μηχανικής. Επιπρόσθετα η εφαρμογή της επιστήμης, της τεχνολογίας και της καινοτομίας αποτελούν μια ευνοϊκή στρατηγική για την ισορρόπηση των ανισοτήτων μέσα από την ευκαιρία μάθησης και εξελισσιμότητας. Επιπλέον, η εφαρμογή αντίστοιχων εκπαιδευτικών προγραμμάτων προσφέρουν στους μαθητές την δυνατότητα πρόσβασης σε περισσότερες και ποιοτικότερες πληροφορίες σχετικά με τους κλάδους STEM που προσφέρονται για ουσιαστικότερες ακαδημαϊκές ευκαιρίες και ευκαιρίες απασχόλησης (English et al, 2017; Lacey, 2018).

Ωστόσο, οι προκλήσεις που συνδέονται με την εφαρμογή αυτή στην εκπαίδευση πρέπει να υποστηρίζονται από εμπλουτισμένα εκπαιδευτικά προγράμματα που εστιάζουν σε συγκεκριμένες σύγχρονες ανάγκες για την ομαλότερη και αποτελεσματικότερη μετάβαση σε μια νέα μορφή διδασκαλίας. Τα σχολεία πρέπει να αντιμετωπίσουν την πρόκληση ολιστικά, όχι μόνο προσπαθώντας να βελτιώσουν τυπικά τα προγράμματα αλλά και βοηθώντας ουσιαστικά τους μαθητές να αναπτύξουν γνωστικές δεξιότητες και μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στην ικανότητά τους να μαθαίνουν και να εφαρμόζουν επιστήμες. Για να βοηθήσουν όλους τους μαθητές να πιστέψουν

ότι μπορούν να κατανοήσουν τους τομείς STEM, τα σχολεία και τα εξωσχολικά προγράμματα πρέπει να αντιμετωπίσουν την πρόκληση από σύγχρονες τεχνολογικές επιλογές, βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν μεταγνωστικές δεξιότητες και μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στη θεωρητική και διαδικαστική εφαρμογή (English et al, 2017; Means et al,2016; Shah et al, 2018).

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ρομποτική ως ένα μία σύγχρονη τεχνολογική επιλογή για την διδασκαλία STEM.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ρομποτική ως εργαλείο μάθησης

Η κατασκευή αποτελεί μέρος του πολιτισμού μας από την αρχή της ανθρώπινης ύπαρξης. Η δημιουργία είναι θεμελιώδης για το τι σημαίνει να είσαι άνθρωπος και για να νιώσει κάποιος ολοκληρωμένος ωθείται αβίαστα από την φύση του να φτιάξει, να δημιουργήσει και να εκφραστεί. Υπάρχει κάτι μοναδικό στην κατασκευή φυσικών πραγμάτων, σαν να είναι μικρά κομμάτια του κατασκευαστή και φαίνεται να ενσαρκώνουν κομμάτια της ψυχής του παρέχοντας περισσότερη προσωπική ολοκλήρωση και ικανοποίηση από την εικονική κατασκευή. Το κίνημα των κατασκευαστών έχει κερδίσει αυξανόμενη προσοχή μέσα από την ανάπτυξη δημιουργικών λύσεων σε σημαντικές προκλήσεις και αποδεικνύοντας ότι ο απλός άνθρωπος είναι ικανός να επιτύχει εξαιρετικές επιδόσεις όταν έχει πρόσβαση στους απαιτούμενους πόρους, Το κίνημα των κατασκευαστών γίνεται κινητήριος δύναμη, σε συνδυασμό με δημιουργικούς κατασκευαστές και καινοτόμες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων μικροελεγκτών χαμηλότερης τιμής και εύκολης πρόσβασης, για να επιταχύνει την καινοτομία στην κατασκευή, τη μηχανική, τον βιομηχανικό σχεδιασμό, την ιατρική, τις τεχνολογίες υλικού και λογισμικού και την εκπαίδευση. Αν και η κατασκευή αναφέρεται σε οποιαδήποτε μορφή φυσικής κατασκευής, το κίνημα αναφέρεται σε αυτές που έχουν ενισχυθεί με ψηφιακά και τεχνολογικά εργαλεία, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής. Το κίνημα χαρακτηρίζεται από εννέα ιδέες: φτιάχνω, μοιράζομαι, δίνω, μαθαίνω, εργάζομαι (κάνω εργαλεία δημιουργίας, συμπεριλαμβανομένων των ψηφιακών και τεχνολογικών εργαλείων), παίζω, συμμετέχω, υποστηρίζω και αλλάζω. Το κίνημα των δημιουργών έχει τα θεμέλιά του στον κονστρουξιονισμό και καθώς παρέχει ευκαιρίες για μάθηση μέσω της κατασκευής και της δημιουργίας δραστηριοτήτων, οι άνθρωποι βελτιώνονται, λύνουν προβλήματα και κατασκευάζουν νέα γνώση (Anwar et al, 2019;Freeman et al, 2019; Olszewska et al, 2020).

Ένα σημαντικό πεδίο του κινήματος και της έρευνας με γνώμονα την τεχνολογία στην εκπαίδευση είναι να ερευνήσει και να λύσει κύρια προβλήματα που σχετίζονται με τη μάθηση των παιδιών, όπως είναι, μεταξύ άλλων, η αδιαφορία και η απροσεξία. Με τις πρόσφατες εξελίξεις στην επιστήμη και την τεχνολογία και με την βοήθεια τους, έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές καινοτόμες μελέτες κυρίως υπό το πρίσμα των μεθόδων μάθησης για να βοηθήσουν στην επίλυση αυτών των προβλημάτων. Σε αυτή την κατεύθυνση, η ρομποτική είναι ένα σημαντικό εργαλείο που έχει

εφαρμοστεί για να ενδυναμώσει τους μαθητές και να προωθήσει τη μάθησή τους, όπως έχει ήδη επιβεβαιωθεί από αρκετούς ερευνητές. Στην πραγματικότητα, η εκπαίδευση θεωρείται ένας σημαντικός τομέας εφαρμογής της ρομποτικής, όπου μαθητές και δάσκαλοι εφαρμόζουν και χρησιμοποιούν εργαλεία ρομποτικής, προκειμένου να είναι απαραίτητη η καλύτερη κατανόηση και των δύο. Τις τελευταίες δεκαετίες, ο όρος ρομποτική σήμαινε κάτι που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον, συμπεριλαμβανομένης της τεχνολογίας και πολλών αντικειμένων που συνήθως εμφανιζόντουσαν στο πεδίο της τέχνης. Η ρομποτική έχει αναλάβει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση πόσο μάλλον όταν η σημερινή, τέταρτη βιομηχανία, χρειάζεται επαγγελματίες με περισσότερες γνώσεις σε αυτόν τον τομέα που θα μπορούσαν να παράγουν καλύτερα αποτελέσματα στη βελτιστοποίηση του χρόνου και των οικονομικών πόρων (Anwar et al, 2019; Kubilinskiene et al, 2017).

Η χρήση της ρομποτικής μέσα στην τάξη, η αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τα ρομπότ είτε από την πλευρά του μαθητή είτε από την πλευρά του δασκάλου και ο αντίκτυπος της μεθόδου, περιλαμβάνει διάφορες πτυχές. Σημαντικότερη είναι η ρομποτική ηθική και η ανθρώπινη ευημερία, όπως περιγράφεται στο πρότυπο IEEE 7007 και στο πρότυπο IEEE 7010, το οποίο αφορά τις συνιστώμενες πρακτικές για την αξιολόγηση του αντίκτυπου των αυτόνομων και ευφυών συστημάτων στην ανθρώπινη υπόσταση. Εκτός από μερικές αρκετά νέες έρευνες που έχουν γίνει με θετικά αποτελέσματα για την ηθική και την ανθρώπινη ευημερία, στην πραγματικότητα, παρατηρείται ότι είναι σημαντικό να τυποποιηθούν τα περιεχόμενα, οι δεξιότητες και οι αξιολογήσεις για την εκπαιδευτική ρομποτική. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό να δημιουργηθούν οι έννοιες που είναι απαραίτητες για εκμάθηση σε κάθε ηλικία ή/και επίπεδο εξειδίκευσης για την ανάπτυξη εργασιών ρομποτικής. Πόσο μάλλον όταν η εκπαίδευση αφορά παιδιά, όπου η τυποποίηση γίνεται καθοριστική γιατί πρέπει να συσχετίζεται αυστηρά με το πρόγραμμα σπουδών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μιας χώρας. Θα πρέπει επίσης να αναπτυχθεί ένας τρόπος για την αξιολόγηση της προόδου των παιδιών σύμφωνα με αυτές τις τοπικές οδηγίες (Makridou, 2018; Olszewska et al, 2020).

Η δημιουργία ενός προγράμματος σπουδών ρομποτικής και η αξιολόγησή του επι χάρτου είναι μόνο το πρώτο και θεμελιώδες βήμα για μια ευρεία εφαρμογή της ρομποτικής στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Το επόμενο βήμα είναι η σύνδεση του προγράμματος σπουδών της ρομποτικής με το γενικό πρόγραμμα σπουδών (πρόγραμμα σπουδών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας

εκπαίδευσης). Αυτός ο σύνδεσμος πρέπει να περιλαμβάνει μεθόδους διδασκαλίας και στρατηγικές για τη χρήση πρωτοτύπων ρομποτικής στη μαθησιακή διαδικασία και επίσης τεχνικές για τον τρόπο που θα πρέπει να χρησιμοποιούνται γενικές γνώσεις σε θέματα STEM και nonSTEM στη ρομποτική εκπαίδευση. Και οι δύο τρόποι εφαρμογής της εκπαιδευτικής ρομποτικής έχουν τις δικές τους ιδιαιτερότητες και μοιράζονται επίσης διαφορετικές προκλήσεις όποτε και οι στρατηγικές εφαρμογής πρέπει να καθοδηγούνται από μια τυποποιημένη και ευέλικτη διαδικασία (Patino-Escarcina et al, 2019; Plaza et al, 2018).

Πολλές προσεγγίσεις έχουν αναπτυχθεί για να παρακινήσουν τα παιδιά, τους δασκάλους, τα σχολεία και τη βιομηχανία να αυξήσουν τον τεχνολογικό τους γραμματισμό εστιάζοντας στα πολλά οφέλη από τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην παροχή μαθησιακών κινήτρων. Μέσα από τη ρομποτική στην εκπαίδευση αναδεικνύονται δύο σημεία. Το πρώτο είναι ότι η ρομποτική θα μπορούσε να συνδέσει δεξιότητες διαφορετικών περιοχών και το δεύτερο σημείο σχετίζεται με την ηλικία των μαθητών, επειδή τα μικρά παιδιά αφομοιώνουν ευκολότερα. Η ρομποτική είναι ένα εργαλείο στο οποίο πολλοί μαθητές μπορούν να καταλάβουν και να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε πραγματικές καταστάσεις. Διαπιστώνεται ότι η ρομποτική δίνει ευκαιρίες για κατανόηση και εξερεύνηση λύσεων σε πραγματικά προβλήματα που βοηθούν τους μαθητές να βελτιώνουν τις γνώσεις τους. Η έξυπνη ρομποτική, το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και ο προγραμματισμός ρομπότ είναι πλέον δημοφιλείς όροι στην κοινωνία επειδή πρόκειται για αρκετά νέες αναδυόμενες τεχνολογίες γρήγορα προσαρμοζόμενες στην καθημερινή ζωή. Ως εκ τούτου, για να αναπτυχθούν έργα σε αυτά τα πεδία, είναι απαραίτητο να υπάρχουν γνώσεις και δεξιότητες στη ρομποτική. Υπό αυτή την έννοια, πολλές προσεγγίσεις πρότειναν την ανάπτυξη δεξιοτήτων στα κύρια πεδία που αποτελούν τη βάση για την άσκηση της ρομποτικής όπως τη μηχανική, την ηλεκτρονική και την υπολογιστική επιστήμη. Οι μαθητές μπορούν να διατηρήσουν ένα πολύ μεγάλο πλεονέκτημα και να προσεγγίσουν τη ρομποτική ως εργαλείο για να τους βοηθήσει να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους και να ενδυναμώσουν τους ίδιους και τις σπουδές τους, ως ενεργοί παράγοντες σε αυτή τη διαδικασία και όχι μόνο ως καταναλωτές της τεχνολογίας (Anwar et al, 2019; Olszewska et al, 2020; Rodriguez-Siu et al, 2016).

Η διδασκαλία των εννοιών θετικών επιστημών και τεχνολογίας μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής

Ο τομέας της εκπαιδευτικής ρομποτικής αναδύθηκε τη δεκαετία του 1960 με την εργασία του Seymour Papert στο MIT στη Μασαχουσέτη, ΗΠΑ. Ο Papert διερεύνησε τις παιδαγωγικές δυνατότητες του προγραμματισμού ενός αντικειμένου που ονομάζεται "Turtle", που ελέγχεται από μια γλώσσα προγραμματισμού που ονομάζεται "Logo", η πρώτη γλώσσα που σχεδιάστηκε ποτέ με γνώμονα τα παιδιά. Η χελώνα ήταν ένα αντικείμενο για να σκεφτείς, ένα εργαλείο που μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα παιδιά για να προγραμματίσουν, να προβληματιστούν και να δημιουργήσουν εφαρμογές. Ο Papert βασίστηκε στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού του Piaget, ο οποίος βλέπει τη μάθηση ως οικοδόμηση δομών γνώσης και δημιούργησε τη θεωρία του κονστρουξιονισμού. Ο Papert πρόσθεσε στη θεωρία μάθησης του Piaget ότι η μάθηση των μαθητών είναι πιο αποτελεσματική όταν εμπλέκονται συνειδητά με ένα πλαίσιο και υποστήριξε ότι οι μαθητές μαθαίνουν δημιουργώντας, κατασκευάζοντας γνώση και αλληλοεπιδρώντας με αντικείμενα. Στη δεκαετία του 1980, ο Διευθύνων Σύμβουλος του Ομίλου LEGO, άρχισε να ενδιαφέρεται για τη προσέγγιση αυτή καθώς οι ιδέες του για τα παιδιά που μαθαίνουν μέσα από την κατασκευή ταίριαζαν με τη φιλοσοφία της εταιρείας. Η συνεργασία τους οδήγησε στη σχεδίαση του συστήματος ρομποτικής που βασίζεται σε υπολογιστή LEGO/Logo με το όνομα προϊόντος λογότυπο LEGO TC, συνδέοντας τον κόσμο της κατασκευής LEGO με τον κόσμο του προγραμματισμού λογότυπων. Στο LEGO/Logo, τα παιδιά ξεκινούν κατασκευάζοντας μηχανές από κομμάτια LEGO, χρησιμοποιώντας όχι μόνο τα παραδοσιακά τουβλάκια κατασκευής LEGO αλλά και νεότερα κομμάτια όπως γρανάζια, κινητήρες και αισθητήρες. Η έρευνα του Papert σχετικά με τις παιδαγωγικές δυνατότητες του προγραμματισμού συνεχίστηκε από το έργο του M. Resnick, ο οποίος εργάστηκε στον προγραμματισμό για παιδιά και δημιούργησε τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch. Μία από τις κύριες αξίες του έργου του Resnick είναι ότι δημιούργησε τεχνολογίες μάθησης που υποστηρίζουν και προτείνουν ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών εξερευνήσεων για παιδιά. Η θεωρία του κονστρουξιονισμού του Papert οδήγησε στον σχεδιασμό ενός αριθμού ηλεκτρονικών προϊόντων εκπαιδευτικής τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται στις μέρες μας σε διαφορετικά εκπαιδευτικά πλαίσια σε όλο τον κόσμο. Αυτά τα προϊόντα είναι γνωστά ως πόροι εκπαιδευτικής ρομποτικής (Anwar et al, 2019; Canek et al, 2019; Chambers et al, 2018; Freeman et al, 2019).

Παρατηρείται ότι δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός των πόρων της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε διεθνείς εργασίες για την εκπαίδευση και τη ρομποτική. Οι ερευνητές έχουν προτείνει διάφορους ορισμούς και φαίνεται να έχουν διαφορετικές απόψεις σχετικά με τη φύση, τα χαρακτηριστικά και την εφαρμογή στο πρόγραμμα σπουδών της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ένας προ εικοσαετίας ορισμός είναι ότι η εκπαιδευτική ρομποτική συνίσταται στην κατασκευή και στον προγραμματισμό μικρών ρομπότ και στη διεξαγωγή τους με τη βοήθεια προγραμμάτων υπολογιστή που πρέπει να κατασκευαστούν από τους ίδιους τους μαθητές. Πολύ κοντά σε αυτόν τον ορισμό και μετά από μια δεκαετία ορίζονται τα συστήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής ως αποτελούμενα από δομικό υλικό και εγκαταστάσεις λογισμικού που επιτρέπουν την κατασκευή και τον προγραμματισμό διαφόρων ρομπότ. Πιο πρόσφατες ερευνητικές μελέτες ορίζουν την εκπαιδευτική ρομποτική υπογραμμίζοντας την παιδαγωγική της προοπτική και η τεχνική αυτή γίνεται αντιληπτή ως μια διδακτική προσέγγιση στη μάθηση που βασίζεται στον κονστρουκτιβισμό. Σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές η τεχνολογία της εκπαιδευτικής ρομποτικής θεωρείται εκπαιδευτικό εργαλείο και τη βλέπουν ως ένα εργαλείο μάθησης, το οποίο παρέχει νέες και εκτεταμένες δυνατότητες μάθησης. Έτσι την τελευταία πενταετία δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατηγοριοποιούνται στην εκμάθηση ρομποτικής, μάθηση από ρομποτική και μάθηση με ρομποτική. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει αυτές τις δραστηριότητες και εφαρμογές στις οποίες οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα ρομπότ ως πλατφόρμα/εργαλείο για να μάθουν για την τεχνολογία, τη μηχανική και τη ρομποτική. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει ρομποτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση της γνώσης ενός συγκεκριμένου θέματος στους μαθητές. Αυτό είναι σύμφωνο με τη διεπιστημονικότητα που παρουσιάζουν άλλοι συγγραφείς. Τέλος, η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει μαθησιακές δραστηριότητες που χρησιμοποιούν εξανθρωπισμένα ρομπότ ως βοηθούς στη μαθησιακή και διδακτική διαδικασία (Angel-Fernandez et al, 2018; Chambers et al, 2018; Kubilinskiene et al,2017).

Σε συνέχεια των τριών κύριων κατηγοριών προτάθηκε ότι η ρομποτική μπορεί να παρουσιαστεί στην ακαδημαϊκή διαδικασία ως αντικείμενο μελέτης, ως εργαλείο γνώσης και ως μέσο με το οποίο οι δάσκαλοι μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με τους μαθητές και να τονώσουν τη μάθηση. Ένας πρόσφατος ορισμός του επιστημονικού πεδίου της εκπαιδευτικής ρομποτικής περιγράφει ότι το πεδίο σπουδών της γεννήθηκε, εξελίχθηκε και άκμασε στη διασταύρωση της επιστήμης της εκπαίδευσης και της επιστήμης των υπολογιστών, με σκοπό να εξυπηρετήσει και να συνεισφέρει και στους δύο επιστημονικούς τομείς. Λαμβάνοντας υπόψη τον κοινωνικό χαρακτήρα της

αλληλεπίδρασης μαθητή-ρομπότ, τα ερευνητικά ερωτήματα που θέτει η εκπαιδευτική ρομποτική υλοποιούμενα από δραστηριότητες και σχεδιασμένες από τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού επικεντρώνονται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης, συνεργατικής μάθησης και μάθησης βάσει έργου. Το είδος αυτό μάθησης, πρωτίστως, στοχεύει στη διδασκαλία δεξιοτήτων προγραμματισμού, αλληλουχίας, κωδικοποίησης και αλγοριθμικής σκέψης. Επιπλέον, ως βασικός κλάδος της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, το πεδίο σπουδών της ρομποτικής εκπαίδευσης επιδιώκει να αυξήσει την αποδοτικότητα των παραδοσιακών διδακτικών πρακτικών και την αποτελεσματικότητα, ενώ ταυτόχρονα προσπαθεί να επιφέρει παιδαγωγικές αλλαγές για την ενίσχυση της εκπαίδευσης (Lund et al., 2019; Makridou, 2018; Olszewska et al, 2020).

Η τεχνολογική εξέλιξη είχε σαν αντίκτυπο να εμφανιστεί στην αγορά της εκπαιδευτικής τεχνολογίας ένα ευρύ φάσμα ρομπότ που κυμαίνονται από απλά έως πιο εξελιγμένα μοντέλα. Και παρόλο που οι πόροι της ρομποτικής έχουν διαφορετικά τεχνικά, δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, μοιράζονται τουλάχιστον ένα κοινό στόχο που είναι η εκπαίδευση. Λόγω της πρόσφατης εμφάνισης της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της συνεχούς εμφάνισης νέων πόρων με διαφορετικά χαρακτηριστικά, η ερευνητική κοινότητα δεν έχει συμφωνήσει πλήρως σε μια ενοποιημένη ταξινόμηση αυτών των πόρων. Ωστόσο, έχουν προταθεί ταξινομήσεις επτά κατηγοριών σχετικά με τους διαθέσιμους πόρους με βάση το κύριο χαρακτηριστικό τους: ρομπότ-κάνε το μόνος σου (DIY), ρομπότ ανοιχτού υλικού, ρομπότ βασισμένα σε τούβλα, προ συναρμολογημένα ρομπότ, μόνο για απλές ενέργειες ή ρομπότ συγκεκριμένου σκοπού, ανθρωποειδή ρομπότ και ρομπότ βασισμένα σε απτό προγραμματισμό. Μια άλλη προτεινόμενη ταξινόμηση είναι στους όρους των γνώσεων και των δεξιοτήτων προγραμματισμού που χρειάζονται οι μαθητές για να κάνουν αποτελεσματική χρήση αυτών των πόρων. Έτσι εμφανίζονται οι κατηγορίες, χωρίς κώδικα, βασικός κώδικας και προηγμένος κώδικας. Η πρώτη κατηγορία που στοχεύει στην προσχολική εκπαίδευση περιλαμβάνει όλα τα εκπαιδευτικά ρομποτικά κιτ προγραμματισμένα με απτή γλώσσα προγραμματισμού επιτρέποντας στο χρήστη με μια απτή διεπαφή χρήστη (TUI) να εισάγει ψηφιακές πληροφορίες χειρισμού ενός φυσικού αντικειμένου αντί για χρήση οθόνης, πληκτρολογίου ή ποντικιού. Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει πλατφόρμες ρομποτικής που προγραμματίζονται μέσω μιας οπτικής γλώσσας προγραμματισμού (VPL) η οποία υποστηρίζει μία κατασκευή προγραμματισμού με ζεύγη συμβάντων-δράσεων όπου δημιουργούνται με μεταφορά και απόθεση μπλοκ γραφικών. Η τρίτη κατηγορία αποτελείται από κιτ ρομποτικής που μπορούν να προγραμματιστούν με κείμενες

γλώσσες προγραμματισμού (TPLs). Η ταξινόμηση αυτή δημιουργεί αντικρούσεις καθώς ορισμένοι εκπαιδευτικοί πόροι ρομποτικής μπορούν να προγραμματιστούν με διάφορες γλώσσες. Μια μη αντικρουόμενη άποψη είναι η ταξινόμηση των απαιτήσεων για το σχεδιασμό των πόρων για την τεχνική αυτή σε τέσσερις βασικές απαιτήσεις χαμηλού κόστους, ελκυστικότητας, απλότητας και ανοιχτού κώδικα. Είναι ξεκάθαρο ότι το κόστος επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό και την επιλογή των πόρων για την εκπαιδευτική ρομποτική όπως και το επίπεδο δυσκολίας που όσο περισσότερο αυξάνεται τόσο θα απομακρύνεται από τις προτιμήσεις των εμπλεκόμενων ως επιλογή πόρων για χρήση στις τάξεις της προσχολικής και πρωτοβάθμιας, τουλάχιστον, εκπαίδευσης. Επίσης διατυπώνεται ότι οι τεχνολογίες της εκπαιδευτικής ρομποτικής θα πρέπει να σχεδιάζονται για χρήση και υποστήριξη σε ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών ερευνών και έργων προς ικανοποίηση αντίστοιχου ενδιαφέροντος και ερεθισμάτων προς τους μαθητές (Patino-Escarcina et al, 2019; Plaza et al, 2018; Rodriguez-Siu et al, 2016; Scaradozzi et al, 2019; Moro et al, 2018).

Η ενσωμάτωση του κινήματος των δημιουργών στην εκπαίδευση έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει τις τρέχουσες διδακτικές πρακτικές. Οι συζητήσεις για το κίνημα των δημιουργών στην εκπαίδευση προσφέρουν ένα χώρο για να επανεξεταστεί ο ορισμός του μαθητή, του μαθησιακού περιβάλλοντος και της μάθησης. Η δημιουργία δραστηριοτήτων μπορεί ενδεχομένως να προσφέρει μια σειρά από εργασίες που μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση της κατασκευής και αναδόμησης της γνώσης των παιδιών και να τα ενδυναμώσουν να συμμετέχουν ενεργά στη μάθησή τους. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη μάθηση STEM μέσω της διαδικασίας της τεχνολογικά και ψηφιακά βελτιωμένης κατασκευής. Η κατασκευή μπορεί να οργανωθεί με ένα σύνολο δραστηριοτήτων σχεδιασμένων με διάφορα σετ μαθησιακών στόχων, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να παρέχουν μια διεπιστημονική προσέγγιση της μάθησης. Δεδομένου ότι έχει τις ρίζες του στον κονστρουξιονισμό, οι δραστηριότητες του κατασκευαστή που εστιάζουν στη μαθησιακή διαδικασία εμπλέκουν τη διασταύρωση της μάθησης STEM, που περιλαμβάνει την επιστήμη των υπολογιστών, το σχέδιο, την τέχνη και τη μηχανική (Anwar et al, 2019; Freeman et al, 2019; Olszewska et al, 2020).

Έτσι καθώς οι εκπαιδευτικοί αναζητούν τρόπους να εισαγάγουν τους μαθητές στα θέματα STEM, μια καινοτόμος, πρακτική προσέγγιση μάθησης είναι η χρήση εργαλείων ρομποτικής. Η ρομποτική στην εκπαίδευση είναι μια επεκτατική τάση και επί του παρόντος, όλο και περισσότερα

εκπαιδευτικά ιδρύματα, που κυμαίνονται από το δημοτικό μέχρι το κολέγιο, περιλαμβάνουν τη ρομποτική στα προγράμματα σπουδών τους. Η ρομποτική προσφέρει εξαιρετικές ευκαιρίες για διασκέδαση και ενθουσιασμό σε μια τάξη και επίσης ενθαρρύνει το ενδιαφέρον για καριέρες που σχετίζονται με την τεχνολογία. Επιπλέον, η ρομποτική παρέχει την ευκαιρία στους μαθητές να ενώσουν τα ατομικά τους ενδιαφέροντα, προοπτικές και τομείς εξειδίκευσης προκειμένου να εργαστούν συλλογικά σε πραγματικά προβλήματα επιστήμης, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών (STEM). Η τεχνολογία της ρομποτικής μπορεί να εισαγάγει τους μαθητές σε πειραματικές έρευνες μαθηματικών και θετικών επιστημών, ενώ δυναμικά ξεδιπλώνει τους διάφορους κλάδους STEM με τρόπο που βοηθά τον μαθητή να λύσει ζητήματα της πραγματικής ζωής. Επιπλέον, τα προγράμματα ρομποτικής που εμπλέκουν τους μαθητές σε αυθεντικά επιστημονικά προβλήματα μπορούν να βελτιώσουν σημαντικά τις στάσεις και τις απόψεις των μαθητών για την επιστήμη και με τη σειρά τους, οι θετικές στάσεις και το ενδιαφέρον μπορεί επίσης να οδηγήσουν σε μελλοντικές σταδιοδρομίες σε τομείς που σχετίζονται με την επιστήμη (Angel-Fernandez et al, 2018; Anwar et al, 2019; Canek et al, 2019; Freeman et al, 2019; Lund et al., 2019;Olszewska et al, 2020;Scaradozzi et al, 2019).

Η ρομποτική στην εκπαίδευση είναι πρωτοπόρος του κινήματος των δημιουργών στην εκπαίδευση, καθώς ήταν στην πράξη πολύ πριν εμφανιστεί το κίνημα των δημιουργών. Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει βελτιώσει τις υπάρχουσες μαθησιακές δραστηριότητες με ένα ισχυρό τεχνολογικά ενδυναμωμένο μέσο. Ο προγραμματιζόμενος ελεγκτής, συνδέεται με κινητήρες και διάφορους αισθητήρες, προσθέτει υπολογιστικές συμπεριφορές σε οικεία υλικά όπω; σκάφη, αυτοκίνητα τροχοί κ.α. προάγοντας οικειότητα στην κατανόηση της επιστήμης. Παρέχει στα παιδιά έναν νέο τρόπο έκφρασης των υπέροχων και δυνατών ιδεών τους με φυσικά τεχνουργήματα με τεχνολογικά τροφοδοτούμενα καθημερινά υλικά. Μέσω της διαδικασίας και της εμπειρίας που έχουν τα παιδιά να εργάζονται με τεχνολογικά βελτιωμένα τεχνουργήματα, τα παιδιά κατασκευάζουν και αναδομούν τις γνώσεις τους. Η ανάγκη των εργαλείων ρομποτικών κατασκευής που είναι προσβάσιμα σε μη ειδικούς, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών, έχει ενισχύσει την ικανότητα και την ποιότητα της εργασίας στην οποία μπορούν να συμμετάσχουν τα παιδιά. Η ρομποτική κατασκευή έχει προσθέσει μια άλλη μορφή έκφρασης και υλοποίησης των παιδιών στην εκπαίδευση πόσο μάλλον όταν τα μαθήματα στην εκπαιδευτική ρομποτική τείνουν να ξεκινούν με την κατασκευή ενός αυτοκινήτου ρομποτικής πυροδοτώντας περιέργεια μέσα από κάτι τόσο απτό. Αυτός είναι ένας πολύ καλός τρόπος εκμάθησης προγραμματισμού με κινητήρες

και αισθητήρες που διευκολύνει το μαθητή αλλά και τον δάσκαλο να περιηγηθούν αλλά και να εμβαθύνουν σε πρακτικές υλοποιήσεις των θετικών επιστημών (Canek et al, 2019; Freeman et al, 2019; Scaradozzi et al, 2019).

Ωστόσο, δεν προσελκύονται ή δεν ενδιαφέρονται όλοι για την εκπαιδευτική κατασκευή ενός αυτοκινήτου. Η αυτή προσέγγιση τείνει να προσελκύει αγόρια με γνώσεις τεχνολογίας ενώ τα κορίτσια πιθανόν να αποφεύγουν τις δραστηριότητες ρομποτικής μόνο και μόνο επειδή είναι μια ρομποτική που βασίζεται στο αυτοκίνητο, αντικείμενο άρρηκτα συνδεδεμένο με το αρσενικό φύλο. Όμως οι τεχνολογικά σύγχρονες, βελτιωμένες, κατασκευαστικές ρομποτικές δραστηριότητες στην εκπαίδευση χρησιμοποιούν καθημερινά υλικά όπως υλικά χειροτεχνίας και διάφορα δομικά υλικά μειώνοντας της έκταση της ανωτέρω προσέγγισης, ότι δηλαδή η ρομποτική είναι μόνο για αγόρια με γνώσεις τεχνολογίας. Η πρόσφατη ανάπτυξη τεχνολογικών εκπαιδευτικών εργαλείων αιχμής, λογισμικού και υλικού, έδωσε ισόποσες ευκαιρίες στα παιδιά να συμμετάσχουν μέσα στην τάξη και να εκπαιδευτούν σε διάφορες τεχνολογικά βελτιωμένες δραστηριότητες μέσω της κατασκευής και της προηγμένης επιστημονικής εξερεύνησης. Η τεχνολογικά βελτιωμένη δημιουργικότητα στην εκπαίδευση και στη διδασκαλία των εννοιών θετικών επιστημών και τεχνολογίας μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να προσφέρει στους μαθητές ένα πολύ ισχυρό εργαλείο ενδυνάμωσης, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αποκτήσουν δεξιότητες και γνώσεις σημαντικές για το μέλλον τους καθώς και για την πραγματοποίηση θετικών αλλαγών στη κοινωνία. Η επιτυχία της διδασκαλίας της εκπαιδευτικής ρομποτικής έγκειται παράλληλα στην ενημέρωση των δασκάλων για το τι αφομοιώνουν οι μαθητές μέσω των δραστηριοτήτων αυτών και τι λειτουργεί ως αντίκτυπος στην μετέπειτα χάραξη του μαθησιακού δρόμου προς την εκπαίδευση STEM. Γι' αυτό τον λόγο, είναι σημαντικό να προσδιοριστούν γενικά τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών μέσω εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων στην ρομποτική αλλά και ειδικά, σε σχέση με το πεδίο STEM (Angel-Fernandez et al, 2018; Freeman et al, 2019; Lund et al., 2019; Scaradozzi et al, 2019).

Στην επόμενη ενότητα, θα συζητηθούν διάφορες δεξιότητες και μαθησιακά αποτελέσματα που μπορεί να φέρει στην τάξη η κατασκευή με τη ρομποτική.

Εκπαιδευτική Ρομποτική στη μάθηση και την διδασκαλία

Οι πόροι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής παρέχουν πολλαπλές ευκαιρίες μάθησης σε διαφορετικά εκπαιδευτικά επίπεδα, από την προσχολική εκπαίδευση έως την επαγγελματική κατάρτιση με

ευκαιρίες μάθησης που σχετίζονται άρρηκτα με δεξιότητες του αιώνα που διανύουμε και με τους κλάδους και τις δεξιότητες STEM. Ο τρέχων αιώνας έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στις δεξιότητες που χρειάζονται οι άνθρωποι για εργασία, ιδιότητα του πολίτη και αυτοπραγμάτωση. Το νέο σύνολο δεξιοτήτων ξεπερνά τις απαιτήσεις αλφαριθμητισμού του προηγούμενου αιώνα που έδινε έμφαση αποκλειστικά σε ανάγνωση, γραφή και μαθηματικά – και περιλαμβάνει πολλαπλούς γραμματισμούς, που ευθυγραμμίζονται με τη σημερινή ζωή και την εργασία σε μια παγκοσμιοποιημένη νέα εποχή. Οι νέες δεξιότητες περιλαμβάνουν κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και καινοτομία, διαπολιτισμική κατανόηση, πληροφόρηση, παιδεία στα μέσα επικοινωνίας, σταδιοδρομία και μαθησιακές δεξιότητες. Αν και δεν έχει επιτευχθεί συναίνεση για έναν κοινό ορισμό, αρκετοί εκπαιδευτικοί οργανισμοί έχουν αναπτύξει πλαίσια για τον ορισμό των δεξιοτήτων του τρέχοντα αιώνα, Μέσα από μετααναλύσεις που έχουν γίνει στην ερευνητική κοινότητα, ανάμεσα στα πιο σημαντικά πλαίσια δεξιοτήτων αναδείχθηκαν επτά δεξιότητες όπως αυτή της επικοινωνίας, συνεργασίας, παιδείας στις ΤΠΕ, κοινωνικές ή/και πολιτιστικές δεξιότητες, δημιουργικότητα, κριτική σκέψη και επίλυση προβλημάτων. Όλες οι δεξιότητες που αναφέρθηκαν ενισχύονται περισσότερο όταν οι μαθητές συμμετέχουν σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής σε επίσημα ή άτυπα εκπαιδευτικά πλαίσια (Nemiro, 2020; Heintz et al, 2018; Yang, et al., 2020).

Οι δεξιότητες συνεργασίας και επίλυσης προβλημάτων είναι οι πιο κοινές δεξιότητες που αναπτύχθηκαν από δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής. Οι εργασίες πάνω στη σχολική ρομποτική βρέθηκε να αναπτύσσει όχι μόνο τις διαπροσωπικές δεξιότητες των μαθητών αλλά και την ανταλλαγή γνώσεων και τις σχέσεις συνεργασίας μεταξύ μαθητών και δασκάλων. Ομοίως, όταν η ρομποτική ενσωματώνεται στα προγράμματα σπουδών των δημοτικών σχολείων, διαπιστώνεται ότι τα παιδιά βελτιώνουν τις δεξιότητες συνεργασίας και ομαδικής εργασίας Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η επίλυση προβλημάτων είναι μια άλλη βασική δεξιότητα που αναπτύσσεται από τις δραστηριότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Οι δυνατότητες της ρομποτικής μάθησης για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων επιβεβαιώνεται συνεχώς υπογραμμίζοντας τις δυνατότητες της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης των μαθητών. Οι μαθητές μπορεί επίσης να αναπτύξουν άλλες δεξιότητες όπως τη κοινωνικοποίηση και μέσω των πλεονεκτημάτων της ρομποτικής να αναπτύξουν υπολογιστική σκέψη προωθώντας έτσι και τη δημιουργικότητα τους (Angeli et al, 2020; Eguchi, 2017; Nemiro, 2020; Yang, et al., 2020).

Η υπολογιστική σκέψη έχει πλέον αυξανόμενη παρουσία στην υποχρεωτική εκπαίδευση παγκοσμίως. Δεδομένου ότι αυτές οι μεταρρυθμίσεις στα προγράμματα σπουδών έγιναν μόνο τα τελευταία χρόνια, η διδασκαλία της στην υποχρεωτική εκπαίδευση είναι ακόμη στα αρχικά της στάδια και οι εκπαιδευτικοί αναπόφευκτα αντιμετωπίζουν προκλήσεις, με την πιο επείγουσα από να είναι η ανεπαρκής ικανότητα υπολογιστικής σκέψης. Καθώς η έννοια της ικανότητας περιλαμβάνει ένα τεράστιο πεδίο, η ερευνητική κοινότητα εστιάζει κυρίως στη γνωστική ικανότητα των εκπαιδευτικών όσον αφορά τη γνώση του περιεχομένου της υπολογιστικής σκέψης. Η υπολογιστική σκέψη ορίζεται ως η γνώση των εκπαιδευτικών για το αντικείμενο που πρόκειται να μαθευτεί ή να διδαχθεί. Η έλλειψη αυτής οφείλεται στο γεγονός ότι οι δάσκαλοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, είναι συνήθως δάσκαλοι γενικών γνώσεων και τυπικά δεν είχαν ισχυρό υπόβαθρο επιστήμης υπολογιστών κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης. Επιπλέον, ούτε η υπολογιστική σκέψη ούτε ο προγραμματισμός αποτελούν γενικά μέρος της προϋπηρεσιακής εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών και η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών όσον αφορά την ενσωμάτωση της υπολογιστικής σκέψης υστερεί. Αυτό που γνωρίζει, πιστεύει και εφαρμόζει ένας δάσκαλος έχει μεγάλη επιρροή στον τρόπο με τον οποίο μαθαίνουν οι μαθητές, και ως εκ τούτου η προετοιμασία των δασκάλων να διδάξουν ένα νέο πρόγραμμα σπουδών είναι εξίσου κρίσιμη με την κατάρτιση αυτού του προγράμματος σπουδών . Έτσι οι δάσκαλοι πρέπει να αναβαθμίσουν τις ικανότητές τους προκειμένου να ενσωματώσουν την υπολογιστική σκέψη στα πρόσφατα αναθεωρημένα προγράμματα σπουδών. Συνοπτικά, αυτή η κατάσταση δημιουργεί κάποια θέματα που απαιτούν προσοχή. Πολλά από αυτά τα νέα προγράμματα σπουδών έχουν ήδη τεθεί σε ισχύ, υποχρεώνοντας τους δασκάλους να ενσωματώσουν και να διδάξουν μαθήματα στα οποία οι περισσότεροι από αυτούς δεν έχουν λάβει ποτέ καμία εκπαίδευση . Η εκπαιδευτική ρομποτική λειτουργεί ευεργετικά στον ξεκάθαρο τρόπο που μπορεί ο δάσκαλος να αναπτύξει το μάθημα μέσα στην τάξη χωρίς να απαιτείται ιδιαίτερη προσπάθεια από την μεριά του. Επι της ουσίας η εκπαιδευτική ρομποτική λειτουργεί σαν μια τεχνολογική γέφυρα διδασκαλίας και μάθησης αναβαθμίζοντας τις γνώσεις των δασκάλων πάνω στην υπολογιστική σκέψη εξυπηρετώντας έτσι με μεγαλύτερη ευκολία και αποδοτικότητα την περιέργεια των μαθητών για τεχνολογική μάθηση, υπολογιστική σκέψη και δημιουργικότητα (Gadanidis et al, 2017; Heintz et al, 2018; Yadav et al, 2016).

Ωστόσο, για τα παιδιά σχολικής ηλικίας, οι περισσότερες δραστηριότητες με ρομποτική ήταν μέρος της άτυπης εκπαίδευσης ενώ παράλληλα υπάρχουν διάφοροι παράγοντες που εμποδίζουν

τους δασκάλους να εισάγουν τη ρομποτική στην τάξη τους ως ένα ερέθισμα για τις φυσικές επιστήμες. Η ρομποτική δεν είναι βασικός άξονας του προγράμματος σπουδών στα περισσότερα σχολεία. Πέρα από τις όποιες μεμονωμένες προσπάθειες που παρατηρούνται από δημιουργικούς δασκάλους στην ανάπτυξη ιδεών σχετικά με την ανάπτυξη τρόπων σύνδεσης της μάθησης των θετικών επιστημών μέσω των ρομποτικών κατασκευών με παραδοσιακές μαθησιακές μεθόδους, αντιμετωπίζονται δυσκολίες στο να ενταχθεί η εκπαιδευτική ρομποτική στο υπάρχον σχολικό πρόγραμμα σπουδών που καθορίζει τη μάθηση ανά θεματικά πεδία, αποκομμένα μεταξύ τους. Αν και είναι σαφές ότι οι διεπιστημονικές προσεγγίσεις με βάση τα συμφραζόμενα δημιουργούν βέλτιστες ευκαιρίες μάθησης για τεχνολογικούς και καινοτόμους γραμματισμούς καθώς και ουσιαστική απόκτηση γνώσεων, το τρέχον πρόγραμμα σπουδών και η πρακτική στην τάξη δεν ενστερνίζονται τις δυνατότητες που μπορεί να φέρει η ρομποτική στην αίθουσα διδασκαλίας. Έτσι κατά την προσπάθεια εισαγωγής της ρομποτικής στην επίσημη εκπαίδευση, πρέπει να αντιμετωπίζονται τα κλασικά μαθησιακά πρότυπα των μαθητών που ευθυγραμμίζονται με το υπάρχον πρόγραμμα σπουδών. Παρόλα αυτά, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα εργαλείο μάθησης που καλλιεργεί διάφορες δεξιότητες και γνώσεις απαραίτητες πάνω στις φυσικές επιστήμες για κάθε μαθητή, ώστε να συμμετέχει στη δημιουργία των μελλοντικών καινοτομιών που χρειάζεται η κοινωνία. Αυτό το σύνολο δεξιοτήτων και γνώσεων θα επιτρέψει επίσης στους μαθητές να μετατρέψουν τη φαντασία και την καινοτομία τους σε πραγματικότητα καθώς και να βρουν έναν νέο τρόπο αυτοέκφρασης (Bratzel, 2014; Bazler et al, 2017; Kee, 2016; Yang, et al., 2020).

Εκπαιδευτική Ρομποτική και Φυσικές επιστήμες

Το μοντέλο διδασκαλίας STEM αποτελείται από τους κλάδους της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών και τους αντιμετωπίζει ως κλάδους διασταυρούμενου περιεχομένου που δημιουργούν γνώση ως σύνολο. Η εκπαιδευτική ρομποτική είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο για τη διευκόλυνση της μάθησης STEM των μαθητών. Μελέτες δείχνουν ότι η μάθηση με ρομπότ παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές να αποκτήσουν γνώσεις περιεχομένου στη φυσική, τη βιολογία, τη γεωγραφία, τα μαθηματικά, τις επιστήμες, τα ηλεκτρονικά και τη μηχανολογία, και να αποκτήσουν κρίσιμες ακαδημαϊκές δεξιότητες, όπως η γραφή, η ανάγνωση, η έρευνα, η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η κριτική σκέψη, η λήψη αποφάσεων, η επίλυση προβλημάτων και οι δεξιότητες επικοινωνίας και οι δεξιότητες σχεδιασμού και υπολογιστικής σκέψης. Η κατασκευή με ρομποτική είναι αποτελεσματική επειδή δημιουργεί

ένα διασκεδαστικό και ελκυστικό περιβάλλον πρακτικής μάθησης για τους μαθητές. Σε αντίθεση με ένα παραδοσιακό περιβάλλον στην τάξη όπου οι μαθητές ακούν τις οδηγίες του δασκάλου με πιο πειθαρχημένο και δομημένο τρόπο, η ρομποτική απαιτεί οι μαθητές να ασχολούνται με το χειρισμό, τη συναρμολόγηση και τη συναρμολόγηση υλικών ενώ περνούν από τη διαδικασία μάθησης σχεδιασμού και τα σφάλματα του προγράμματος επίλυσης προβλημάτων μέσω δοκιμής και λάθος. Οι μαθησιακές προσεγγίσεις που ενισχύουν τη μάθηση μέσω της δημιουργίας με ρομποτική, είναι προσεγγίσεις μάθησης που αναπτύσσονται σε έργα, βασισμένα σε προβλήματα, βάσει σχεδιασμού με επίκεντρο το μαθητή και κατασκευαστικές προσεγγίσεις μάθησης όπου η εστίαση είναι στη διαδικασία της μάθησης και όχι στο τελικό προϊόν (Bratzel, 2014; Bazler et al, 2017; Kee,2016).

Στις δραστηριότητες της ρομποτικής, συνιστάται ιδιαίτερα οι μαθητές να εργάζονται σε μικρές ομάδες (Eguchi 2012, 2015· Eguchi και Uribe 2012). Δουλεύοντας σε μικρές ομάδες, οι μαθητές αποκτούν τις δεξιότητες που απαιτούνται για την αποτελεσματική συνεργασία. Οι μαθητές είναι ενθουσιασμένοι και παρακινούνται να μοιραστούν τις ιδέες τους, να συμμετάσχουν στη συλλογική λήψη αποφάσεων, να ασκήσουν εποικοδομητική κριτική και να αποκτήσουν επικοινωνιακές δεξιότητες. Η ομαδική εργασία παρέχει στους μαθητές την ευκαιρία να εξερευνήσουν και να λύσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου με τους συμμαθητές τους. Η εργασία σε ένα έργο ρομποτικής που βασίζεται σε ομάδα και σε έργα βοηθά τους μαθητές με χαμηλή εκτίμηση να βελτιώσουν τις τεχνολογικές τους ικανότητες, τις δεξιότητες ομαδικής εργασίας και τις δεξιότητες επικοινωνίας. Επιπλέον, οι μαθητές που εργάζονται σε ομάδες για εργασίες πάνω στη ρομποτικής μαθαίνουν τη γνώση του θέματος που αναπτύσσεται και τις δεξιότητες που είναι απαραίτητες για να ολοκληρώσουν με επιτυχία της εργασίες, ενώ παράλληλα εξερευνούν προβλήματα και προκλήσεις του πραγματικού κόσμου. Καθώς οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου, αναπτύσσουν λύσεις εφαρμόζοντας τη μάθησή τους και δοκιμάζοντας φυσικά τις λύσεις μέσω των ρομποτικών εργασιών, συμμετέχοντας ενεργά σε ένα είδος μάθησης που οδηγεί σε βαθύτερη απόκτηση γνώσης του θέματος. Η κατασκευή με τη ρομποτική καθιστά δυνατό ένα διεπιστημονικό περιβάλλον μάθησης όπου οι μαθητές μπορούν να συναντήσουν διάφορες έννοιες στο STEM και σε άλλους κλάδους με τρόπο που διαμορφώνει τα συμφραζόμενα. Κατά τη μάθηση με βάση τα συμφραζόμενα στη κατασκευή της ρομποτικής, οι αφηρημένες έννοιες, όπως η τριβή και η ορμή, γίνονται ορατές και συγκεκριμένες για να τις κατανοήσουν οι μαθητές καθώς δοκιμάζουν τις ιδέες τους μέσω της

ρομποτική τους εργασίας. Υπάρχουν νέοι γραμματισμοί, συμπεριλαμβανομένων των μαθηματικών, της μηχανικής, των φυσικών επιστημών, καθώς και οι τεχνολογικοί και καινοτόμοι γραμματισμοί, που θεωρούνται κρίσιμοι για να αποκτήσουν οι μαθητές ευχέρεια στις δεξιότητες του εικοστού πρώτου αιώνα που είναι απαραίτητες για να γίνουν αποτελεσματικοί πολίτες του μέλλοντος (Angel-Fernandez et al, 2018; Freeman et al, 2019; Kee,2016).

Καθώς διάφορα τεχνολογικά εργαλεία γίνονται όλο και πιο προηγμένα και προσβάσιμα σε μη ειδικούς, συμπεριλαμβανομένων των παιδιών, οι πνευματικές δραστηριότητες και η μάθηση μέσω αυτών των δραστηριοτήτων έχουν γίνει πιο πολύτιμες από την κοινωνία και γίνονται όλο και πιο αναγνωρισμένες από την εκπαιδευτική κοινότητα. Ταυτόχρονα, οι τεχνολογικές δεξιότητες, όπως η πληκτρολόγηση, έχουν γίνει λιγότερο εκτιμημένες και η τεχνολογική ευχέρεια έχει αποκτήσει μεγαλύτερη αξία. Για παράδειγμα, οι επιθυμητές δεξιότητες υπολογιστών έχουν γίνει υπολογιστική ευχέρεια ή αλφαριθμητισμός και η ευρύτερη κατανόηση της τεχνολογικής ευχέρειας έχει επεκταθεί για να συμπεριλάβει τη μηχανική γνώση και τη διαδικασία του μηχανικού σχεδιασμού. Ο τεχνολογικός αλφαριθμητισμός, που περιλαμβάνει και την υπολογιστική σκέψη, είναι ένα σύνολο δεξιοτήτων και τεχνολογική ικανότητα εστιάζει στην εις βάθος γνώση που πρέπει να γνωρίζουν οι μηχανικοί και οι επιστήμονες για να εκτελέσουν την εργασία τους. Η γνώση της τεχνολογίας είναι πλέον επιθυμητή για όλους στην κοινωνία και η τεχνολογικά βελτιωμένη κατασκευή με ρομποτική συμβάλλει στην ανάπτυξη της τεχνολογικής ευχέρειας μεταξύ των μαθητών που σήμερα αποτελούν τη βάση της αυριανής κοινωνίας (Bazler et al, 2017; Kee,2016; Romero et al, 2015).

Ο γραμματισμός καινοτομίας, ένα άλλο σύνολο κρίσιμων δεξιοτήτων που μπορούν να αποκτήσουν τα παιδιά μέσα από την ρομποτική εκπαίδευση με γνώμονα τις φυσικές επιστήμες, Οι εκπαιδευτικοί προτρέπονται να θεωρούν την καινοτομία ως απαραίτητο επίκεντρο της εκμάθησης των δεξιοτήτων του εικοστού πρώτου αιώνα, απαιτώντας την ανάπτυξη νέων μαθησιακών περιβαλλόντων που ενισχύουν την καινοτομία. Παρακινούνται οι μαθητές να μαθαίνουν τη καινοτομία μέσω διεπιστημονικών προσεγγίσεων με βάση τα συμφραζόμενα, καθώς η καινοτομία απαιτεί μια σειρά από δεξιότητες και γνώσεις για την πραγματοποίηση καινοτόμων ιδεών. Ο γραμματισμός καινοτομίας είναι ένας διεπιστημονικός αλφαριθμητισμός που περιλαμβάνει ανάγνωση, μαθηματικά, φυσικούς γραμματισμούς και κοινωνικές δεξιότητες όπως η συνεργασία και η πρωτοτυπία. Αποτελεί ένα σύνολο δεξιοτήτων που επιτρέπει στους εκπαιδευόμενους να

κατανοούν και να χρησιμοποιούν πληροφορίες, όπως κείμενα και γραφήματα, και να λαμβάνουν λογικά και επιστημονικά υποστηριζόμενες αποφάσεις σχετικά με τον τρόπο ανάπτυξης καινοτόμων αποτελεσμάτων και λύσεων. Ταυτόχρονα περιλαμβάνει δεξιότητες και γνώσεις για συγκεκριμένους τομείς και ευρύτερες ικανότητες όπως δημιουργικότητα, κριτική σκέψη, συνεργασία/ομαδική εργασία και δεξιότητες επικοινωνίας. Η εκπαίδευση με ρομποτική ενισχύει διάφορες τεχνικές αλφαριθμητικού καινοτομίας, συμπεριλαμβανομένου του γραμματισμού που σχετίζεται με το θέμα και των ακαδημαϊκών δεξιοτήτων, όπως ο μηχανικός σχεδιασμός, που περικλείει της συνεχούς δημιουργικότητα και επίλυση προβλημάτων όπως παρουσιάστηκε στις προηγούμενες ενότητες. Εκτός από τη δημιουργία ευκαιριών για την εκμάθηση των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα και των κλάδων και δεξιοτήτων STEM, η εκπαιδευτική ρομποτική φαίνεται να έχει θετικό αντίκτυπο στις στάσεις και τις αντιλήψεις των μαθητών και να ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών για θέματα STEM (Eguchi, 2017; Kee, 2016; Nemiro, 2020; Romero et al, 2015).

Εργαλεία Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Η ρομποτική μπορεί να εισαχθεί στην τάξη με διαφορετικούς τρόπους και εργαλεία, ανάλογα με το είδος των δεξιοτήτων που οι εκπαιδευτικοί θέλουν να διδάξουν, πόσο βαθιά θέλουν και μπορούν να εισχωρήσουν στη μελέτη και κατανόηση αυτών των δεξιοτήτων και, φυσικά, ποιος είναι ο διαθέσιμος προϋπολογισμός που έχουν τη δυνατότητα να διαθέσουν για την εκάστοτε ρομποτική εργασία. Σήμερα διατίθενται πολλές αγοραστικές δυνατότητες όπως ρομπότ έτοιμο για χρήση και ρομποτικό κιτ, μέχρι τη δυνατότητα δημιουργίας ενός ρομπότ από το μηδέν με λίγα εξαρτήματα. Οι διαφορές εστιάζουν περισσότερο στις δυνατότητες και στις ανάγκες που εξυπηρετεί η κάθε επιλογή. Μια σωστή επιλογή περιλαμβάνει απαντήσεις σε ερωτήσεις που προσδιορίζουν το χρονικό διάστημα που απαιτεί η άσκηση, το διαθέσιμο οικονομικό εύρος και ποιες δεξιότητες και ικανότητες απαιτούνται να αναπτυχθούν. Ένα ρομπότ έτοιμο προς χρήση μπορεί να είναι ακριβό, αλλά πρόκειται για μια λύση εξοικονόμησης χρόνου. Συχνά δεν είναι μια επεκτάσιμη λύση, επομένως μπορεί να επιτρέψει την εργασία σε συγκεκριμένες απαιτήσεις, αλλά είναι πιο δύσκολη η εφαρμογή της σε μια διεπιστημονική εργασία. Ένα κιτ για την κατασκευή ενός ρομπότ είναι μια ορθή λύση εάν πρόκειται να πραγματοποιηθεί ένα εργαστήριο με προσέγγιση κατασκευής. Η συναρμολόγηση ενός ρομπότ επιτρέπει στους μαθητές να εφαρμόζουν πρακτική εργασία, αλλά και να συμμετέχουν σε δεξιότητες όπως η κατανόηση ανάγνωσης τεχνικού εγγράφου και η επικοινωνία. Πρόκειται για μια εξαιρετική πρακτική άσκηση με προσιτό κόστος και πολύπλευρες αποδόσεις μάθησης. Από την άλλη η κατασκευή ενός ρομπότ από την

αρχή μπορεί να είναι μια οικονομική αλλά παράλληλα αποτελεί μια χρονοβόρα λύση. Όμως, το να μαθαίνουν οι μαθητές πώς να κατασκευάζουν ένα ρομπότ είναι μια πρόκληση που περιλαμβάνει αρκετές δεξιότητες, μια ξεκάθαρη διαδικασία επιλογής όλων των στοιχείων, σχεδίασης του ρομπότ και κωδικοποίησης του κύριου προγράμματος. Θεωρείται επίσης μια εξαιρετική εμπειρία αν ακολουθείται μια παιδαγωγική προσέγγιση που βασίζεται σε δοκιμές και λάθη(Castro et al, 2018; Chou, 2018; Moran et al, 2017).

Για ένα βασικό εισαγωγικό έργο ρομποτικής οι κύριοι στόχοι είναι η εστίαση στην υπολογιστική σκέψη, στη δημιουργικότητα και στη κατασκευή του ρομπότ. Ένα ευέλικτο ρομποτικό πλαίσιο που να μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί σε άλλα πιο προηγμένα έργα είναι επίσης μια συνιστώσα για την επιλογή μια εκπαιδευτικής ρομποτικής πλατφόρμας όπου σε αυτή την περίπτωση μια λύση ανοιχτού κώδικα είναι μια βέλτιστη επιλογή. Στον αντίποδα εάν η συνιστώσα της σπατάλης χρόνου και της συγκέντρωσης σε μια συγκεκριμένη πτυχή της υπολογιστικής σκέψης αποτελεί οδηγό στο ρομποτικό έργο χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επεκτασιμότητα, τότε το ενδιαφέρον θα στραφεί προς τις λύσεις που προσφέρουν αντίστοιχες ιδιωτικές εταιρείες. Με λίγες εξαιρέσεις, φαίνεται ότι δεν υπάρχει εντελώς σαφής διαχωρισμός των ρομποτικών εργαλείων σύμφωνα με τις εκπαιδευτικές ανάγκες κάθε ηλικιακής ομάδας. Είναι χαρακτηριστικό ότι αρκετά συστήματα δεν κάνουν ιδιαίτερη αναφορά στην ηλικία που απευθύνονται παρόλο που οι εκπαιδευτικές ανάγκες διαφόρων ηλικιακών ομάδων διαφέρουν. Παράλληλα το κόστος αγοράς συστημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας που πρέπει να συνυπολογιστεί. Ακόμη και στα καλύτερα εκπαιδευτικά συστήματα, όπου υπάρχουν διαφορετικά εργαλεία για διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, διακρίνεται μια έλλειψη στη διαλειτουργικότητα. Έτσι, τα παιδιά πρέπει να χρησιμοποιούν συνεχώς και να μαθαίνουν νέα συστήματα που δεν επικοινωνούν με τα προηγούμενα. Ως εκ τούτου, διαφορετικές ηλικιακές ομάδες δεν μπορούν να συνεργαστούν και να ανταλλάξουν, για παράδειγμα, ένα κομμάτι κώδικα προγραμματισμού. Η πρόκληση για τις πλατφόρμες ρομποτικής, όπως οι δημοφιλείς πλακέτες Arduino, είναι πώς να τις μετασχηματίσουν ή να τις προσαρμόσουν ώστε να γίνουν βολικές στη χρήση για τους νεότερους μαθητές, με ουσιαστικό τρόπο και να εξυπηρετήσουν τους μαθησιακούς σκοπούς(Chou, 2018; Pan et al, 2018; Sierra, 2019).

Πρόκειται για έναν αφαιρετικό μετασχηματισμό που αφαιρεί ή κρατά μακριά από το οπτικό πεδίο τα περιττά στοιχεία των ρομποτικών κιτ, ενώ τονίζει τα χρήσιμα μέρη τους, ώστε να γίνουν

ξεκάθαρα και εύχρηστα από νεότερους μαθητές. Παράδειγμα είναι η πλακέτα η οποία προσθέτει στην εγγενή πλακέτα Arduino μερικές εύχρηστες ηλεκτρονικές μονάδες, ακίδες και καλώδια. Έτσι η πλακέτα γίνεται πιο φιλική για τα μικρότερα παιδιά ενώ οι μεγαλύτεροι μαθητές μπορούν να επιλέξουν να χρησιμοποιήσουν τις ακίδες και καλώδια όταν αισθάνονται άνετα και εξοικειωμένα. Ένα άλλο παράδειγμα είναι το Arduino Education Shield, μια εξατομικευμένη ασπίδα ειδικά προσαρμοσμένη για εκπαιδευτικούς σκοπούς για να επιτρέπει τη γρήγορη και εύκολη εκμάθηση κατά την κατασκευή ρομποτικών εργασιών. Έτσι, μια λύση που θα μπορούσε να γεφυρώσει όλες τις παραπάνω απαιτήσεις είναι η ανάπτυξη υλικού ανοιχτού κώδικα που παρέχει ευέλικτους και εναλλακτικούς τρόπους χρήσης και υβριδικές διεπαφές ανοιχτού κώδικα που συνδυάζουν απτές και γραφικές διεπαφές χρήστη για τις εργασίες προγραμματισμού. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατό να εμπλακούν ομάδες ηλικιών που δεν μπορούν επί του παρόντος να ασχοληθούν με δραστηριότητες ρομποτικής μειώνοντας το όριο ηλικίας. Παράλληλα μπορούν να δημιουργηθούν εκπαιδευτικές τεχνολογίες που επιτρέπουν τόσο στα μικρότερα όσο και στα μεγαλύτερα παιδιά να χρησιμοποιούν τα ίδια εργαλεία με αποτέλεσμα να εργάζονται μαζί ή ακόμα και να συνεργάζονται στις ίδιες εργασίες χρησιμοποιώντας μια κατάλληλη έκδοση (που ταιριάζει στην ηλικία τους) του ίδιου συστήματος. Επίσης η λύση αυτή συνεισφέρει τα μέγιστα στη μείωση του κόστους αγοράς διαφορετικών συστημάτων για κάθε ηλικιακή ομάδα (Pan et al, 2018; Sierra, 2019).

Οι πιο χρησιμοποιούμενες πλατφόρμες ανοιχτού και κλειστού κώδικα φαίνεται να είναι το Arduino και το Lego αντίστοιχα. Παρόλο που και τα δύο συστήματα φαίνεται να έχουν παρόμοιες δυνατότητες στην εκπαίδευση της ρομποτικής, το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πιο ποικίλες εφαρμογές όπως ασύρματος έλεγχος, οικιακούς αυτοματισμούς και άλλα. Όσον αφορά τον προγραμματισμό, όταν οι μαθητές χρησιμοποιούν ρομποτική Lego, πρέπει να μάθουν τη γλώσσα προγραμματισμού Lego και πρόσφατα το Scratch. Ομοίως, στην περίπτωση του Arduino, μπορούν να χρησιμοποιήσουν Arduino IDE και επίσης περιβάλλοντα παρόμοια με το Scratch, όπως το Scratch for Arduino, Snap4Arduino, Ardublock, Mblock ή μπλοκ Tinkercad. Σε κάθε περίπτωση, η συμβατότητα με εργαλεία Scratch ή τύπου Scratch είναι πολύ σημαντική επειδή το Scratch χρησιμοποιείται συνήθως στα σχολεία παγκοσμίως. Επιπλέον, το χαμηλό κόστος της ρομποτικής Arduino επιτρέπει στους δασκάλους να υιοθετήσουν μια προσέγγιση έναν προς έναν στην οποία κάθε μαθητής έχει ένα ρομπότ για να εργαστεί. Ιδιαίτερα, η εμφάνιση ανοιχτού λογισμικού και ανοιχτού υλικού χαμηλού κόστους επιτρέπει σε πολλούς ειδικευμένους

δασκάλους και εμπλεκόμενους να αναπτύξουν ρομπότ χαμηλού κόστους για την εκπαίδευση (Castro et al, 2018; Moran et al, 2017).

Παρατηρείται όμως ότι το υλικό/λογισμικό ανοιχτού κώδικα για τη ρομποτική εκπαίδευση θα πρέπει να εμπλουτιστεί με ακόμα καλύτερη και πιο κατάλληλη υποστήριξη τεκμηρίωσης ώστε να γίνει ακόμα πιο απλή η χρήση του για τους δασκάλους και τους μαθητές. Γενικά, για δημιουργίες εκπαιδευτικής ρομποτικής ανοιχτού κώδικα, υπάρχει περιορισμός στην ανεύρεση λεπτομερών εκπαιδευτικών προγραμμάτων και καλά οργανωμένων λεπτομερειών και οδηγιών χρήστη. Το ίδιο υφίσταται για σενάρια συνεργασίας για τις ασκήσεις και λεπτομερείς οδηγίες για τους καθηγητές για το πώς να καθοδηγούν την εργασία των μαθητών, τόσο για εργαλεία ανοιχτού όσο και για κλειστού κώδικα. Σημειώνεται ότι υπάρχουν ορισμένα γενικά προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής με στόχο την ενίσχυση της διδασκαλίας των μαθηματικών - φυσικής ή άλλων επιστημονικών θεμάτων για μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ωστόσο, αυτές οι προσπάθειες είναι αρκετά περιορισμένες και βασίζονται σε ορισμένες πλατφόρμες ρομποτικής εκπαίδευσης με περιορισμένη εφαρμογή σε άλλου τύπου πλατφόρμες (Moran et al, 2017; Pan et al, 2018; Sierra, 2019).

Είναι όμως γεγονός ότι τόσο οι σπουδαστές, αλλά κατά κύριο λόγο οι δάσκαλοι, θα πρέπει πρώτα να γνωρίζουν και να έχουν κατανοήσει τα πιθανά οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής ώστε να παρακινήσουν, να συμμετάσχουν και να εμπλέξουν και τους διπλανούς τους. Ταυτόχρονα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να μάθουν να κάνουν κατάλληλη χρήση της τεκμηρίωσης και οι ειδικά αυτοί χωρίς τεχνικό υπόβαθρο, θα πρέπει να μάθουν να χρησιμοποιούν τα εργαλεία και τις διαθέσιμες κατευθυντήριες γραμμές. Επίσης θα πρέπει να μάθουν να χρησιμοποιούν σενάρια συνεργασίας, να χωρίζουν τα παιδιά σε αποτελεσματικές ομάδες, προκειμένου να επιτύχουν την καλύτερη μάθηση και τα αναμενόμενα σύμφωνα με την άσκηση αποτελέσματα. Παράλληλα θα πρέπει να γνωρίζουν τις κατάλληλες μεθόδους κατασκευής, προκειμένου να επιτρέψουν στους μαθητές να προχωρήσουν ταχύτερα χωρίς να κουραστούν και να χάσουν το ενδιαφέρον τους (Chou, 2018; Pan et al, 2018; Sierra, 2019).

Τα οφέλη της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Είναι πολύ σημαντικό να σημειωθεί ότι, πριν από τις τεχνικές πτυχές, τον διεπιστημονικό χαρακτήρα της ρομποτικής επιστήμης και τη χρήση των ρομπότ στα σχολεία, η μελέτη της επιστήμης της ρομποτικής είναι μια πλούσια εμπειρία για τα παιδιά. Η δημιουργία και ο

προγραμματισμός ενός ρομπότ απαιτεί αρκετές δεξιότητες και ικανότητες που προέρχονται από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους. Τα πολλαπλά οφέλη από την οργανωμένη και αυξητικά βελτιωμένη μελέτη της ρομποτικής στο σχολείο λειτουργούν προοδευτικά ως προς το μαθητή και το πιο προφανές περιλαμβάνει την ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τον κόσμο των ΤΠΕ και την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης. Η εκπαιδευτική προσέγγιση στους κλάδους STEM επιτρέπει τη χρήση της ρομποτικής στο σχολείο ως πρακτική δραστηριότητα για να ενθαρρύνει τους μαθητές να μάθουν και να εφαρμόσουν θεωρητικά τη γνώση στην επιστήμη, τη τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά. Ένας συνδυασμός ρομποτικής που χρησιμοποιεί προσεγγίσεις STEM μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματικός για να βοηθήσει τους μαθητές να βελτιώσουν βασικές δεξιότητες όπως η λογική και η επικοινωνία. Παράλληλα μπορεί να δημιουργηθεί μια εποικοδομητική συνοχή με τα κλασσικά μαθήματα που διδάσκονται στην τάξη, αυξάνοντας την κατανόηση των διαφορετικών θεμάτων με ταυτόχρονη μείωση του χρόνου εκμάθησης. Η εξάσκηση της υπολογιστικής σκέψης δημιουργεί μια σημαντική βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη του μαθητή καθώς δεν πρόκειται για μια ακόμα δεξιότητα, αλλά για μια σειρά από έννοιες, εφαρμογές, εργαλεία και στρατηγικές σκέψης που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων πέρα από την χρήση ενός υπολογιστή. Η υπολογιστική σκέψη χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα διάσπασης ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη καθώς εύρεσης ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ διαφορετικών τμημάτων, ώστε ο μαθητής να είναι σε θέση να κάνει πιο δομημένες σκέψεις. Επίσης χαρακτηρίζεται από την ικανότητα να βρίσκουμε τις γενικές αρχές πίσω από τα μέρη και τα μοτίβα στα προβλήματα καθώς και από την ανάπτυξη των οδηγιών βήμα προς βήμα για την επίλυση διαφορετικών προβλημάτων (Bazler et al, 2017; Eguchi, 2017; Romero et al, 2015).

Καθώς η τεχνολογία συνεχίζει να αλλάζει τη σύγχρονη κοινωνία, είναι επιτακτική ανάγκη για τους μαθητές να μάθουν να σκέφτονται κριτικά καθώς και να μπορούν να ελέγχουν και να δημιουργούν τη δική τους ψηφιακή εμπειρία. Αντί να είναι καταναλωτές ψηφιακών τεχνολογιών, οι μαθητές μπορούν να βρεθούν στην πλεονεκτική θέση και να γίνουν οι παραγωγοί της με τη βοήθεια της ρομποτικής εκπαιδευτικής. Και αυτό αποτελεί ένα μεγάλο αγαθό που οδηγεί στην εκπαίδευση των μαθητών στην υπολογιστική σκέψη ώστε να έχουν την δυνατότητα να κατανοήσουν πώς λειτουργούν οι ψηφιακές τεχνολογίες, διασφαλίζοντας ότι μπορούν να ενδυναμωθούν από τις ψηφιακές τεχνολογίες και όχι απλώς να είναι χρήστες αυτών. Επίσης η πρώιμη επαφή με προκλήσεις υπολογιστικής σκέψης μπορεί να εμπνεύσει τους μαθητές να

επιλέξουν περισσότερους τομείς σπουδών που σχετίζονται με το STEM. Ωστόσο, σημειώνεται ότι δεν θα γίνουν όλα τα παιδιά προγραμματιστές, μηχανικοί, αρχιτέκτονες ή ειδικοί σε άλλους τομείς όπου υποθέτουμε ότι χρειάζεται υπολογιστική σκέψη. Είναι σημαντικό να υποστηριχθεί η ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης για να διδαχθούν πώς είναι κατασκευασμένος ο κόσμος και πώς λειτουργούν οι ψηφιακές τεχνολογίες. Η εκπαιδευτική ρομποτική συνδυάζει την υπολογιστική σκέψη και την δημιουργικότητα, μέσα από το την κωδικοποίηση διεγείροντας τις ικανότητές να εντοπίζουν, να εστιάζουν και να δημιουργούν σχέδια και λύσεις. Οι μαθητές που μαθαίνουν να κωδικοποιούν έχουν μια αυξημένη κατανόηση των συστημάτων και του τρόπου σχεδιασμού τους. Αναλύουν συνεχώς προβλήματα και καταλήγουν σε νέες λύσεις χρησιμοποιώντας εργαλεία και τεχνικές για να αρχίσουν να δημιουργούν μόνοι τους. Έτσι μέσα από τη ρομποτική εκπαίδευση οι μαθητές μετασχηματίζονται από παρατηρητές της τεχνολογίας σε δημιουργούς. Η ρομποτική ενσωματώνει μια σειρά από δεξιότητες και έτσι προωθεί ένα περιβάλλον μάθησης για άτομα με διαφορετικά ταλέντα. Εάν αξιοποιηθεί σωστά, προωθεί επίσης μια κουλτούρα ομαδικής εργασίας και μπορεί ακόμη και να χρησιμοποιηθεί για να βοηθήσει μαθητές που μπορεί να δυσκολεύονται να μάθουν σε παραδοσιακά περιβάλλοντα στην τάξη. Για παράδειγμα, έχουν αναπτυχθεί ρομπότ προκειμένου να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες μαθητών με αυτισμό. Ο κύριος στόχος είναι να εμπλακούν άπαντες μέσα στις σύγχρονες εκπαιδευτικές-τεχνολογικές προσεγγίσεις στον ακαδημαϊκό χώρο. Σε ένα εκπαιδευτικό σύστημα χωρίς αποκλεισμούς, η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να βοηθήσει στην καλύτερη εκπαίδευση για όλους τους μαθητές (Angel-Fernandez et al, 2018; Freeman et al, 2019; Kee,2016; Romero et al, 2015).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Αυτή η μελέτη έχει σκοπό να καθορίσει τον αντίκτυπο της χρήσης ρομπότ ως εκπαιδευτικού εργαλείου στη στάση των μαθητών απέναντι στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (STEM). Η παρούσα εργασία εξετάζει δεδομένα από ένα ιδιωτικό σχολείο που εφάρμοσε εκπαιδευτική ρομποτική στο πρόγραμμα σπουδών της έκτης τάξης δημοτικού και την επόμενη χρονιά, στη πρώτη τάξη γυμνασίου, εισήχθη μάθημα επιλογής σχετικό με το πεδίο STEM. Με το πέρας της έκτης δημοτικού και πριν την έναρξη της πρώτης γυμνασίου υλοποιήθηκε καλοκαιρινό σετ μαθημάτων ρομποτικής όπου οι μαθητές μπορούσαν να παρακολουθήσουν προαιρετικά.

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, συντελείτε για την επισκόπηση της σημασίας του STEM στην εκπαίδευση και την χρήση της ρομποτικής ως μέσω για την κατανόηση και την αποδοχή του αντικειμένου από τους μαθητές. Καθώς η φύση της εργασίας αλλάζει και η αυτοματοποίηση, η υπολογιστική νοημοσύνη και οι ανατρεπτικές τεχνολογίες συνεχίζουν να αναπτύσσονται, καθίσταται απαραίτητο οι μαθητές να προετοιμάζονται για τη μελλοντική εργασία, μεγάλο μέρος της οποίας θα απαιτήσει υπόβαθρο STEM (Romero et al, 2015; Sierra, 2019).

Σήμερα, η ρομποτική είναι ένα από τα πιο σύγχρονα συστήματα που εισάγονται σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Παρατηρείται ότι πολλοί ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στα οφέλη της εκπαίδευσης στη ρομποτική για παιδιά μέχρι της τάξεις του δημοτικού. Οι μελέτες επικεντρώνονται στον ορισμό της εκπαιδευτικής ρομποτικής, στη σχέση της ρομποτικής με την εκπαίδευση καθώς και με την διεπιστημονική φύση της ρομποτικής με σχέση με τον κλάδο STEM. Επεξεργάζονται διδακτικούς στόχους, περιεχόμενο διδασκαλίας ή μεθόδους διδασκαλίας της ρομποτικής στην εκπαίδευση και σε σχέση με την εκπαίδευση STEM, μέσα από τον διαμοιρασμό κοινών διδακτικών περιεχομένων και αντικειμενικών σκοπών της εκπαιδευτικής ρομποτικής με το συγκεκριμένο κλάδο (Castro et al, 2018; Chou, 2018; Moran et al, 2017).

Σε σύγκριση με άλλους τύπους εκπαιδευτικής τεχνολογίας και κινητών παιχνιδιών, τα εκπαιδευτικά ρομπότ έχουν ξεχωριστές λειτουργίες που πλησιάζουν τα ανθρώπινα χαρακτηριστικά ενώ, οι κινούμενες συμπεριφορές των ρομπότ ελέγχονται από μηχανολογικά και μηχανικά συστήματα που βασίζονται σε κανόνες. Ενώ παρατηρούνται τα ξεχωριστά

χαρακτηριστικά των ρομπότ, το απτό υλικό και το αόρατο λογισμικό, ορισμένες μελέτες υπέθεσαν ότι ο συλλογισμός σχετικά με τις συμπεριφορές και τα συστήματα των ρομπότ είναι σημαντικές πτυχές του τεχνολογικού γραμματισμού. Γι' αυτόν τον λόγο, παρατηρώντας τις συναντήσεις των μικρών παιδιών με ρομπότ, σκιαγραφούνται οι συλλογιστικές προοπτικές των μαθητών σχετικά με τα ρομποτικά εκπαιδευτικά συστήματα, το πεδίο STEM και οι τρόποι που αντιλήφθηκαν τα συστήματα. (Pan et al, 2018; Strawhacker et al, 2015).

Οι Sullivan et al. (2017) εφάρμοσαν ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα ρομποτικής για μαθητές 7 ετών χρησιμοποιώντας ένα εκπαιδευτικό ρομπότ. Σε αυτή τη μελέτη, τα παιδιά ασχολήθηκαν με τον προγραμματισμό και την κατασκευή του ρομπότ. Μέσω της πρακτικής προγραμματισμού, τα παιδιά μπόρεσαν να μάθουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης όπως δημιουργία αλγορίθμων. Στην περίπτωση αυτή, το εκπαιδευτικό πρόγραμμα ρομποτικής παρείχε στα παιδιά την ευκαιρία να αποκτήσουν ψηφιακό γραμματισμό, κάτι που τονίζεται στην εκπαίδευση STEM και αναφέρθηκε εκτενέστερα στο προηγούμενο κεφάλαιο. Επιπλέον, τα παιδιά ασχολήθηκαν με τη διακριτή πρακτική της εκπαίδευσης στη ρομποτική (π.χ. κατανόηση των μηχανικών και συστηματικών δομών των ρομπότ, σχεδίαση ρομπότ και κατασκευή ρομπότ) κατασκευάζοντας ρομπότ. Έτσι, σε αυτή τη μελέτη, η εκπαίδευση στη ρομποτική ως μέσο για τη διδασκαλία του STEM και ως αρχή για την εκμάθηση της ρομποτικής δεν ήταν αντίθετες αλλά συμβατές.

Η μελέτη των McDonald et al. 2016 έδειξε ότι ένα έργο ρομποτικής επηρέασε θετικά την ανάπτυξη του γραμματισμού και τις αριθμητικές δεξιότητες των μαθητών στις πρώτες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ενώ οι μαθητές συμμετείχαν σε δραστηριότητες ρομποτικής, επέκτειναν την ορολογία τους και χρησιμοποίησαν πιο σύνθετες δομές προτάσεων για να εξηγήσουν τις συμπεριφορές των ρομπότ ή να εξηγήσουν τις ιδέες τους. Ο Julia et al. (2015) παρατήρησαν μαθητές της έκτης τάξης που συμμετείχαν σε ένα μάθημα ρομποτικής διάρκειας 10 εβδομάδων και τους συγκρίναν με εκείνους που δεν συμμετείχαν στο μάθημα. Η μελέτη τους έδειξε ότι οι μαθητές που συμμετείχαν ανέπτυξαν στατιστικά πιο προχωρημένες χωρικές ικανότητες από τους συμμαθητές τους που δεν συμμετείχαν. Με ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, η πιλοτική μελέτη των Eck et al. (2013) και των συνεργατών του έδειξε ότι οι δραστηριότητες ρομποτικής είχαν επίδραση στην απόδοση των εκτελεστικών λειτουργιών των παιδιών στο δημοτικό σχολείο. Τα αποτελέσματα παρουσίασαν τη βελτίωση του σχολείου ως προς την

ικανότητά του να εστιάσουν και να οργανώνουν την ανάπτυξη προγραμματισμού και γνωστικής ευελιξίας ώστε να εφαρμόζουν στους μαθητές αφηρημένες έννοιες και κανόνες.

O Bers, et al.(2014) παρουσίασαν ποσοτικές αποδείξεις ότι οι μαθητές στην προσχολική ηλικία ήταν σε θέση να μάθουν σε υψηλότερα επίπεδα υπολογιστικής σκέψης όπως πχ με αριθμητικές παραμέτρους. Ειδικότερα, αυτή η μελέτη προσδιόρισε το επίπεδο υπολογιστικής σκέψης μέσω βρόχου με αριθμητικές παραμέτρους έναντι συνθηκών υπό όρους με παραμέτρους αισθητήρων, για τη σύγκριση των επιτευγμάτων των παιδιών. Τα αποτελέσματά τους τόνισαν ότι ακόμη και τα μικρά παιδιά του σχολείου ήταν σε θέση να κατανοήσουν και να εκτελέσουν βρόχους και αριθμητικές παραμέτρους. Ωστόσο, χρειάζονταν περισσότερη υποστήριξη από ενήλικες και χρόνο για να μάθουν συνθήκες υπό όρους και παραμέτρους αισθητήρων.

Επιπλέον, μια μελέτη των Sullivan et al. (2016) συνέκρινε ποσοτικά τα επιτεύγματα τριών διαφορετικών ηλικιακών ομάδων παιδιών του δημοτικού σχολείου στις γνώσεις ρομποτικής όπως για παράδειγμα τα διαφορετικά μέρη του ρομπότ, οι λειτουργίες του και γνώσεις προγραμματισμού όπως εύκολη ή δύσκολη αλληλουχία, βρόχοι εύκολης επανάληψης με παραμέτρους, προηγμένοι βρόχοι επανάληψης με παραμέτρους, εύκολη αλληλουχία με διαφορετικές εντολές υπό όρους, εύκολες επαναλήψεις βρόχων με παραμέτρους αισθητήρα, βρόχοι σκληρής επανάληψης με παραμέτρους αισθητήρα, και υπό όρους διακλαδώσεις. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι όλες οι ηλικίες των παιδιών είχαν εξίσου καλές επιδόσεις ακόμη και στις προχωρημένες εργασίες προγραμματισμού. Ωστόσο, ανέφεραν ότι τα μικρότερα παιδιά έπρεπε να μάθουν με πιο αργό ρυθμό, με επαναλαμβανόμενες εμπειρίες και με τη βοήθεια ενός προς έναν ενήλικα.

Στη μελέτη των Mioduser et al. (2012), μαθητές των πρώτων τάξεων συμμετείχαν στην κατασκευή και τον προγραμματισμό ρομπότ με σκοπό τον προσδιορισμό της προοπτικής της μηχανικής μέσα από τη χρήση της τεχνολογικής γλώσσας για μαθητές. Η μελέτη σκόπευε να προσδιορίσει και την ψυχολογική προοπτική δηλαδή οι μαθητές που χρησιμοποιούν ανθρωπόμορφη γλώσσα για να περιγράψουν τις συμπεριφορές των ρομπότ, ως πλαίσιο για την ανάλυση των λεκτικών δηλώσεών τους. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η γλώσσα των μαθητών αντανακλούσε κυρίως την προοπτική της μηχανικής. Ωστόσο, κατά τη διάρκεια εργασιών που βασίζονται σε ιστορίες ή σε φυσικές καταστάσεις όπως συνομιλίες με ρομπότ, οι μαθητές έτειναν να χρησιμοποιούν περισσότερο ανθρωπόμορφη γλώσσα σε σχέση με την

αντίστοιχη τεχνολογική, περιγράφοντας τις συμπεριφορές των ρομπότ ως ανθρώπινες προθέσεις και συναισθήματα. Αναδείχτηκε έτσι ότι οι ανθρωπόμορφες προοπτικές των μαθητών άλλαξαν σε τεχνολογικές προοπτικές. Οι συγγραφείς ισχυρίστηκαν ότι η αντιληπτική εστίαση των παιδιών των πρώτων τάξεων στις συμπεριφορές των ρομπότ, εξελίχθηκε από την παρατήρηση των συμπεριφορών των ρομπότ στην κατανόηση των αιτιών των συμπεριφορών. Ωστόσο οι Levy et al. (2018) διεξήγαγαν μια μελέτη που είχε παρόμοιο θέμα αλλά διαφορετικά ευρήματα. Αυτή η μελέτη αποτύπωσε επίσης τις διαφορετικές οπτικές γωνίες μαθητών αντίστοιχης ηλικιακή ομάδας σχετικά με τις προοπτικές της μηχανικής και της ψυχολογίας. Σε αυτή τη μελέτη, οι συγγραφείς παρουσίασαν ενδιαφέροντα σημεία σχετικά με τους μαθητές που συμμετείχαν στη κατασκευή και το προγραμματισμό εργασιών. Πιο συγκεκριμένα τα παιδιά αντιλήφθηκαν τα αυτορρυθμιζόμενα ρομπότ σαν έναν τρόπο ενοποίησης δύο διαφορετικών πλαισίων, αυτό της τεχνολογίας και της ψυχολογίας. Παρατηρήθηκε ότι ο βαθμός δυσκολίας των εργασιών επηρέασε την αντίληψη των παιδιών ως προς τα πλαίσια αυτά. Έτσι η μελέτη έδειξε ότι τα παιδιά χρησιμοποίησαν τεχνολογικές προοπτικές στις πιο εύκολες εργασίες όπως για παράδειγμα μια προϋπόθεση και μια ενέργεια, ωστόσο όσο πιο δύσκολες ήταν οι εργασίες, τόσο περισσότερο οι τεχνολογικές προοπτικές των μαθητών μετασηματιζόντουσαν σε ψυχολογικές προοπτικές. Οι ανωτέρω συγγραφείς σε επόμενη ερευνά τους μετά από παρατήρηση μαθητών ίδιας ηλικία με την ανωτέρω εργασία, κατά την ασχολία τους με εργασίες προγραμματισμού διαπίστωσαν ότι οι μαθητές είχαν τη τάση να απολαμβάνουν τις άμεσες σωματικές αλληλεπιδράσεις με τα ρομπότ κατά την διαδικασία προγραμματισμού. Οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι η σωματική δέσμευση μέσω του παιχνιδιού επέτρεπε στα παιδιά να βιώσουν άμεσα το προσομοιωμένο σύστημα. Έτσι, αυτή η πρώτη λειτουργία λειτούργησε ως αποτελεσματική στρατηγική για την κατανόηση του προγραμματισμού. Ταυτόχρονα οι μαθητές παρουσίασαν προκαταρκτικές κατασκευαστικές στρατηγικές και ενώ αλληλοεπιδρούσαν με τα ρομπότ, έτειναν να οραματίζονται πώς θα κινούνταν τα ρομπότ εκ των προτέρων. Οι συγγραφείς ερμήνευσαν ότι αυτή η στρατηγική υποστήριξε την ιδέα ότι τα παιδιά πρέπει να σχεδιάζουν την ολοκλήρωση των εργασιών προγραμματισμού πριν προγραμματίσουν αυθαίρετα τα ρομπότ. Οι ερευνητές ονόμασαν αυτές τις δύο παρατηρήσεις των αποτελεσμάτων τις έρευνας τους ως συμμετοχικές έρευνες και προληπτικές κατασκευές.

Ο Yuen et al. (2014) και οι συνεργάτες του εξέτασαν τη διαδικασία συνεργασίας μαθητών δημοτικού σχολείου σε μια καλοκαιρινή κατασκήνωση ρομποτικής. Τα ποσοτικά αποτελέσματα

παρείχαν τρεις συγκεκριμένες γνώσεις σχετικά με τη συνεργατική φύση της εκμάθησης της ρομποτικής. Αναδείχτηκε ότι δεν υπήρχε σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατασκευής ρομπότ και των ομαδικών αλληλεπιδράσεων. Το εύρημα αυτό χαρακτήριζε έμμεσα ότι η κατασκευή ρομπότ δεν ήταν μέρος της διαδικασίας συνεργασίας των παιδιών. Αντίθετα, προτίμησαν να έχουν ατομικούς ή εκτός εργασίας χρόνους για την κατασκευή και τον προγραμματισμό. Στη συνέχεια παρατηρήθηκε ότι κατά την αναμονή της σειρά τους, τα παιδιά όχι μόνο μπορούσαν να περιμένουν υπομονετικά αλλά χρησιμοποίησαν και τον χρόνο αναμονής για να παρατηρήσουν τους άλλους. Οι συγγραφείς ισχυρίστηκαν ότι η παρατήρηση άλλων μελών της ομάδας επηρέασε θετικά την τελική λήψη αποφάσεων των παιδιών για την ολοκλήρωση των εργασιών. Τέλος, η μελέτη τόνισε ότι η προσέγγιση που βασίζεται στον ανταγωνισμό ήταν αποτελεσματική στο να παρακινήσει τα παιδιά να ολοκληρώσουν ομαδικές εργασίες, επιτρέποντας στα παιδιά να έχουν μια ισχυρή αίσθηση της ομαδικής εργασίας.

Οι Savard et al. (2016) ξεκίνησαν την έρευνα τους επισημαίνοντας ότι οι αξιολογήσεις της μάθησης της ρομποτικής των παιδιών ήταν εγγενώς πολύ περίπλοκες, επειδή οι επιδόσεις των παιδιών στην ολοκλήρωση των εργασιών περιλάμβαναν διαφορετικά πλαίσια. Οι συγγραφείς αξιολόγησαν και ανέλυσαν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά της πέμπτης και της έκτης τάξης εκτελούσαν εργασίες με ρομπότ χρησιμοποιώντας τρία διαφορετικά πλαίσια: μαθηματικά, ψηφιακά και κοινωνικό-πολιτιστικά. Η ανάλυσή τους έδειξε ότι οι επιδόσεις των μαθητών ήταν διαφορετικές ανάλογα με το ποια τα είδη ανατροφοδότησης αναγνώριζαν τα παιδιά μεταξύ των ανατροφοδοτήσεων από τα μαθηματικά, τα ψηφιακά ή τα κοινωνικοπολιτισμικά πλαίσια και με το πώς ερμήνευσαν την ανατροφοδότηση και την εφάρμοσαν στις εργασίες τους. Αν και αυτή η μελέτη επικεντρώθηκε στην πτυχή της αξιολόγησης της ρομποτικής στην εκπαίδευση διαπιστώνεται ότι αφορούσε κάτι περισσότερο από την απλή αξιολόγηση αφού υποστήριξε ότι η επιτυχία ή η αποτυχία στην εκτέλεση εργασιών δεν μπορεί να είναι επαρκή κριτήρια. Αντίθετα, πρότεινε ότι χρειαζόταν η συνειρμική προοπτική, λαμβάνοντας υπόψη σαν ένα ενιαίο σύστημα αξιολόγησης το τι είδους έννοιες και δεξιότητες χρησιμοποίησαν οι μαθητές αλλά και σε ποια πλαίσια τις χρησιμοποίησαν. Αυτό το επιχείρημα εστίασε την προσοχή στη σημασία του πλαισίου για την κατανόηση της μάθησης της ρομποτικής των παιδιών. Σύμφωνα με την συνειρμική οπτική των συγγραφέων για τη μάθηση της ρομποτικής, το γεγονός ότι τα παιδιά χρησιμοποιούσαν υλικά ρομποτικής και εκτελούσαν με επιτυχία εργασίες, ήταν εξίσου σημαντικό και από μόνο του ήταν ένας δείκτης επιτυχίας.

Οι Sullivan et al. (2013) ασχολήθηκαν με τις διαφορές των φύλων στη μάθηση της ρομποτικής των μικρών παιδιών. Τα ποσοτικά αποτελέσματά τους έδειξαν ότι τα αγόρια είχαν υψηλότερη μέση βαθμολογία από τα κορίτσια σε περισσότερες από τις μισές εργασίες. Ωστόσο, πολύ λίγες από αυτές τις διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές. Ως εκ τούτου, οι συγγραφείς ισχυρίστηκαν ότι τόσο τα κορίτσια όσο και τα αγόρια ήταν σε θέση να έχουν επιτυχημένες μαθησιακές εμπειρίες, ιδιαίτερα όταν είχαν εκτεθεί στη ρομποτική και τον προγραμματισμό από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Οι Karp και Maloney (2013) ανακάλυψαν μέσω των ερευνών συμπεριφοράς των συμμετεχόντων τους ότι οι περισσότερες από τις θετικές αλλαγές στις στάσεις προήλθαν από ορισμένες υποομάδες, ιδίως που συνήθως δεν εξυπηρετούνται σε υποκείμενα STEM. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους έδειξαν αύξηση στην επίλυση προβλημάτων, αύξηση των επιπέδων εμπιστοσύνης στην επίλυση εργασιών ρομποτικής και μεγαλύτερη εκτίμηση για την επιστημονική μέθοδο έρευνας. Τα κορίτσια και οι μαθητές με χαμηλότερο οικονομικό επίπεδο έδειξαν ιδιαίτερα αυξημένη εμπιστοσύνη στην επίλυση εργασιών ρομποτικής καθώς και υψηλότερη εκτίμηση για την επιστημονική μέθοδο έρευνας ενώ οι Ισπανόφωνοι μαθητές έδειξαν αυξημένες ικανότητες επίλυσης προβλημάτων μαζί με αυξημένη εμπιστοσύνη στην επίλυση εργασιών ρομποτικής. Οι Atmatzidou et al. (2016) διεξήγαγαν μια μελέτη για την προώθηση των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης μέσω της χρήσης εκπαιδευτικής ρομποτικής. Οι συγγραφείς εργάστηκαν με μαθητές σε δύο διαφορετικές βαθμίδες σε δημόσια σχολεία στην Ελλάδα για περίπου δέκα συνεδρίες. Διαπίστωσαν ότι ενώ τα κορίτσια και στις δύο ομάδες έφτασαν τα ίδια επίπεδα δεξιοτήτων κριτικής σκέψης με τα αγόρια μέχρι το τέλος της εργασίας, συνολικά χρειάζονταν περισσότερο χρόνο για να επιτύχουν αυτές τις δεξιότητες. Βρήκαν επίσης ότι τα κορίτσια φαίνεται να έχουν μια ισχυρότερη τάση προς την αλγοριθμική σκέψη από τα αγόρια, αλλά αυτό το εύρημα χρειάζεται περαιτέρω μελέτη για να διαπιστωθεί εάν αυτό είναι αποτέλεσμα των αλγοριθμικών ικανοτήτων των κοριτσιών ή της ισχυρότερης ικανότητας και ενδιαφέροντος τους να εκφράζονται γραπτώς.

Οι Elkin et al. (2014) έδωσαν προσοχή στα χαρακτηριστικά της πρώτης τάξης του δημοτικού. Η μελέτη αποκάλυψε ότι η άνεση των δασκάλων με kit ρομποτικής και περιεχόμενα ρομποτικής, καθώς και η εκπαιδευτική φιλοσοφία περι ελευθερίας των μαθητών να εξερευνούν τα προσωπικά τους ενδιαφέροντα με αναπτυξιακά κατάλληλο υλικό και ελάχιστες παρεμβάσεις από τους δασκάλους, αύξησαν τις δυνατότητες ενσωμάτωσης της ρομποτικής στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Σε μια άλλη μελέτη, οι Strawhacker et al. (2015) συνέκριναν τρεις διαφορετικές συνθήκες ρομποτικής διεπαφής, την απτή διεπαφή έναντι της γραφικής διεπαφής και έναντι της υβριδικής διεπαφής. Ως προσέγγιση μεικτής μεθόδου, οι συγγραφείς παρουσίασαν αριθμητικά ότι οι τύποι διεπαφών που χρησιμοποιήθηκαν είχαν μικρή επίδραση στην κατανόηση του προγραμματισμού των μαθητών στην προσχολική ηλικία. Ωστόσο, η μελέτη έδειξε ότι η σειρά με την οποία εισήχθησαν διαφορετικές διεπαφές επηρέασε την εκμάθηση προγραμματισμού. Οι συγγραφείς υποστήριξαν ότι η διδασκαλία του προγραμματισμού με μία μόνο διεπαφή αρχικά, ήταν καλύτερη από δύο ταυτόχρονα. Επίσης επεσήμαναν τους περιορισμούς τους στην καταγραφή των παραγόντων που έκαναν τη διαφορά στην εκμάθηση προγραμματισμού από τα παιδιά. Έτσι, πρότειναν ότι η επίδραση των διαφορετικών διεπαφών θα πρέπει να διερευνηθεί με συλλογικό τρόπο. Με απλά λόγια, αυτή η μελέτη έδειξε την αναγκαιότητα περαιτέρω μελέτης για να καθοριστεί ποιες συγκεκριμένες διαδικασίες, προοπτικές και μαθησιακά πρότυπα θα επηρέαζαν την εκμάθηση του προγραμματισμού από τα παιδιά. Οι Liu et al. (2013) της ανέλυσαν τα πρότυπα αλληλεπίδρασης των δασκάλων με μαθητές στις πρώτες τάξεις του δημοτικού. Έδειξαν ότι οι ερωτήσεις των δασκάλων ήταν ζωτικής σημασίας για να υποστηρίξουν τα παιδιά στο προβληματισμό που αναπτυσσόταν σχετικά με τα προβλήματα και τον εντοπισμό λύσεων. Βασιζόμενοι στα εμπειρικά τους δεδομένα, υποστήριξαν ότι οι μαθητές χρειάζονταν την ατομική υποστήριξη των δασκάλων για να μάθουν προγραμματισμό.

Η μελέτη του Janak (2018) έδωσε προσοχή στην ελκυστικότητα και την καταλληλότητα των ρομπότ. Ανέδειξε ότι η ελκυστικότητα του ρομπότ δεν αποτέλεσε κίνητρο ούτε διατήρησε την προσοχή των παιδιών προσχολικής ηλικίας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αντίθετα, η προσέγγιση βασισμένη στην ανάπτυξη της εργασίας με θέμα το ρομπότ βοήθησε τα παιδιά να ασχοληθούν με τη μάθηση της ρομποτικής. Έτσι, ο συγγραφέας τόνισε ότι το ίδιο το κιτ ρομποτικής δεν μπορεί να εγγυηθεί ουσιαστικές εμπειρίες για τα μικρά παιδιά, αλλά η φιλοσοφία της δημιουργικότητας μπορεί να αποτελέσει κίνητρο ενασχόλησης με την ρομποτική. Οι Freeman et al. (2014) παρήγαγε μια εκτενή ποσοτική ανάλυση για την ενεργητική μαθησιακή έρευνα σε μαθήματα STEM. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές σε τάξεις που διδάσκονται με παραδοσιακές μεθόδους είχαν 1,5 φορές περισσότερες πιθανότητες να αποτύχουν από τους μαθητές που διδάσκονταν σε τάξεις ενεργητικής μάθησης με τη συμμετοχή της ρομποτικής. Κατά την ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν και την εξέταση του είδους και του επιπέδου του προσφερόμενου μαθήματος, δεν

υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά στο τρόπο με τον οποίο η ενεργός μάθηση επηρέασε τους μαθητές σε οποιοδήποτε από τα μαθήματα (Freeman et al., 2104).

Σε μια μελέτη μάθησης βασισμένης στην έρευνα και στη ρομποτική, οι Kogan et al. (2014) ανέφεραν αλλαγή όταν συνέκριναν τους βαθμούς σε επόμενες τάξεις μαθητών που παρακολούθησαν μαθήματα STEM. Σε μια μεγάλης κλίμακας μελέτη μικτών μεθόδων, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν ακαδημαϊκά αρχεία, παρατηρήσεις, συνεντεύξεις, έρευνες και δεδομένα δοκιμών των μαθητών για να αξιολογήσουν τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις των μαθημάτων μάθησης βασισμένης στην έρευνα. Από τη μελέτη παρατήρησης, οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μαθητές στα μαθήματα αυτά έκαναν περισσότερες ερωτήσεις και ανέλαβαν περισσότερους ηγετικούς ρόλους στην τάξη. Στα μαθήματα με βάση την έρευνα, το 60% του χρόνου της τάξης αφιερώθηκε σε δραστηριότητες με επίκεντρο τους μαθητές, ενώ στα υπόλοιπα μαθήματα, που δεν ήταν πάνω από το 85% του χρόνου της τάξης, αφιερώθηκε στη διάλεξη του καθηγητή. Τα μαθήματα που επιλέχθηκαν είχαν επαρκή αριθμό μαθητών εγγεγραμμένων και στα δύο τμήματα, τόσο με τα μαθήματα βασισμένα στην έρευνα όσο και σε αυτά που δεν περιέχε καθόλου τη ρομποτική εμπλοκή στη μάθηση.

Οι Cronhjort, et al. (2017) διεξήγαγαν μια μελέτη στην οποία ορισμένα τμήματα μιας τάξης διδάσκονταν μαθήματα STEM χρησιμοποιώντας την παραδοσιακή μέθοδο διάλεξης και άλλες ενότητες του μαθήματος διδάσκονταν χρησιμοποιώντας κυρίως την εκπαιδευτική ρομποτική. Όλοι οι συμμετέχοντες έλαβαν το ίδιο τεστ βάσης υπολογισμού που περιελάμβανε 15 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Αυτό το τεστ δόθηκε ως προ-τεστ στην αρχή της χρονιάς και ως μετα-τεστ στο τέλος της. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι η μικτή μέθοδος ωφέλησε τους μαθητές στη μάθηση και στη συνολική εμπειρία στη τάξη. Το ποσοστό αποτυχίας μειώθηκε περισσότερο και ο υψηλότερος βαθμός αυξήθηκε. Αυτό δείχνει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική ωφέλησε μαθητές με χαμηλές και υψηλές επιδόσεις. Με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας, οι μαθητές που εγγράφηκαν στα μαθήματα μικτής μάθησης με ρομποτική ένιωσαν περισσότερο αφοσιωμένοι και πίστευαν ότι ήταν μέρος μιας μαθησιακής κοινότητας στην οποία συμμετείχαν πλήρως και συνέβαλαν στη μαθησιακή εμπειρία, αντί να αισθάνονται απομονωμένοι ανεξάρτητοι μαθητές.

Μέσα από τις ερευνητικές εργασίες αναδύεται η άποψη ότι η εκπαίδευση στη ρομποτική μπορεί να είναι ο καλύτερος κλάδος για την πρόσβαση στην εκπαίδευση STEM. Αρκετές μελέτες έδειξαν κυρίως ποια είδη γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων πέτυχαν οι μαθητές και παρατηρήθηκε ότι τα

επιτεύγματα αναφέρθηκαν με τρόπο που τα συνέδεε με γνώσεις και δεξιότητες διαφορετικών θεματικών τομέων όπως ο αλφαριθμητισμός. Οι μελέτες επικεντρώθηκαν κυρίως στις ηλικίες των συμμετεχόντων μαθητών και έδωσαν προσοχή στον βαθμό στον οποίο οι μαθητές του δημοτικού ήταν σε θέση να διερευνήσουν τμήματα του κλάδου STEM μέσα από την εκπαιδευτική ρομποτική. Αναδύεται έτσι ένα πλαίσιο εργασιών που εστιάζει στο αποτέλεσμα των μικρών μαθητών μέσα από την συσχέτιση της ρομποτικής με την περιοχή STEM. Οι μελέτες εστιασμένες στο αποτέλεσμα μπορούν να συμβάλουν στην αύξηση των προσδοκιών των πνευματικών δυνατοτήτων των μικρών μαθητών και η βιβλιογραφία μπορεί να είναι χρήσιμη για την αποσαφήνιση των κατάλληλων προσδοκιών για τη μάθηση της ρομποτικής και του STEM, παρέχοντας πρόσθετα δεδομένα. Ωστόσο, η βιβλιογραφία που εστιάζεται στο αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί ως προκατειλημμένη που εστιάζει στην ανάδειξη των πλεονεκτημάτων της ρομποτικής εκπαίδευσης περισσότερο από τις ανάγκες των μικρών παιδιών να μάθουν ρομποτική (Eguchi, 2017; Elkin et al, 2014).

Σχετικά με τη στάση των μικρών παιδιών απέναντι στα ρομπότ διαφαίνεται ότι οι δραστηριότητες ρομποτικής είναι ένα είδος εκπαιδευτικής στρατηγικής που περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα γνώσεων και δεξιοτήτων μεταξύ των διαφόρων τομέων. Ωστόσο, από τη σκοπιά ενός μαθητή, μια δραστηριότητα ρομποτικής μπορεί πρώτα να είναι μια πρωτόγνωρη συνάντηση με έναν άγνωστο τύπο τεχνολογίας, πριν καταφέρει να μετασχηματιστεί σε μαθησιακή δραστηριότητα. Μέσα από αυτό το πρίσμα οι μελέτες που πραγματοποιήθηκαν για την κατανόηση του συλλογισμού των παιδιών και των δικών τους πλαισίων αποτελούν ένα σοβαρό θεμέλιο της έρευνας στη ρομποτική εκπαίδευση που συσχετίζεται με την περιοχή STEM, πόσο μάλλον όταν μελετώνται πλαίσια που οδηγούν στη κατανόηση των διακριτών τάσεων των μαθητών. Για παράδειγμα, οι μελέτες εκτίμησαν τις ξεχωριστές προοπτικές των μαθητών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (όπως μια λειτουργία γεφύρωσης ή εναλλαγή μεταξύ ανθρωπόμορφων και τεχνολογικών πλαισίων) ως μια πιο ώριμη άποψη και όχι ως έλλειψη ικανότητας ορθολογικής σκέψης. Συνολικά, παρατηρείται ότι οι μελέτες επικεντρώθηκαν στη διαδικασία των μαθητών με πρακτικό τρόπο, παρουσιάζοντας αποτελέσματα που εξυπηρετούν πιο προσιτές παιδαγωγικές παρεμβάσεις για τη μαθητική διδασκαλία. Η εστίαση στις διαδικασίες της εκπαιδευτικής ρομποτικής μέσα στη τάξη εξυπηρετούν στην αποσαφήνιση της προσέγγισης της περιοχής STEM από τους μαθητές και παρέχουν παιδαγωγικές προεκτάσεις σχετικές με τα ενδιαφέροντα, τις τάσεις και τις ανάγκες των εκπαιδευόμενων. Η ανασκόπησή έδειξε ότι ερευνητική κοινότητα έχει

επικεντρωθεί στα οφέλη της ρομποτικής εκπαίδευσης για μάθηση STEM και στα πλεονεκτήματα που θα μπορούσαν να αποκτήσουν γενικά οι μαθητές μέσω της ενασχόλησης με δραστηριότητες ρομποτικής, όπως η κατασκευή και ο προγραμματισμός ρομπότ.

Επίσης παρατηρήθηκε ότι σημαντικά κοινωνικά θέματα προσεγγίζονται μέσα από την εκπαιδευτική ρομποτική με γνώμονα την περιοχή STEM και αντικρούονται με τα στερεότυπα των φύλων στη μάθηση. Το φύλο των παιδιών παρουσιάζεται απλώς ως βιολογική διάκριση (αγόρια έναντι κοριτσιών) και ως βασικές δημογραφικές πληροφορίες. Ωστόσο, πιθανόν να χρειάζεται περισσότερη ερευνητική προσέγγιση για τα πρότυπα συμπεριφοράς αγοριών και κοριτσιών και για τα κοινωνικά και πολιτισμικά πλαίσια που συνοδεύουν αυτά τα πρότυπα. Σύμφωνα με τους Kanny et al. (2014) δεδομένης της ανδρικής εικόνας που πλαισιώνει τα επαγγέλματα STEM και των παρανοήσεων σχετικά με το χάσμα επιδόσεων μεταξύ κοριτσιών και αγοριών, το φύλο θα πρέπει να θεωρείται ως ένα ζήτημα κοινωνικά κατασκευασμένο. Η έννοια των επιδόσεων του φύλου και η συνεχής διερεύνηση της μπορεί να οδηγήσει στην κατανόηση της εμπλοκής των κοριτσιών στην εκπαιδευτική ρομποτική ως απόδοση για την κατασκευή της υποκειμενικότητας του φύλου. Συνολικά, χρειάζεται περισσότερη έρευνα για τη διερεύνηση της ρομποτικής μάθησης των μαθητών σε σχέση με τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους. Λαμβάνοντας υπόψη τον αυξανόμενο διαπολιτισμικό αριθμό μαθητών που περιέχουν διαφορετικές κουλτούρες, θρησκείες και πολιτισμούς παρουσιάζεται η ανάγκη για πιο ουσιαστική έρευνα, ώστε να αποδοθούν αποτελέσματα ως προς την συμπεριφορά προς την ρομποτική εκπαίδευση σε σχέση και με τις προηγούμενες εμπειρίες των μαθητών. Διαπιστώνεται λοιπόν ότι η καταγραφή του ερευνητικών αποτελεσμάτων πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική και το συσχετισμό με την περιοχή STEM δεν είναι ένα μονοδιάστατο ζήτημα που εξαρτάται από ένα παράγοντα, άλλα πρόκειται για ένα πολύπλευρο θέμα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη περισσότερα από ένα χαρακτηριστικά. Ως εκ τούτου οι διαφορετικοί παράγοντες και συνθήκες που εμπλέκονται στη διαδικασία εκπαίδευσης των παιδιών με τη συμμετοχή της ρομποτικής πρέπει να γίνονται κατανοητοί με συλλογικούς και αλληλένδετους τρόπους.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα για την εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαίδευση, που κυμαίνονται από τη βελτιωμένη δέσμευση, την ανάπτυξη λεπτών κινητικών δεξιοτήτων, τον συντονισμό των ματιών των χεριών, τη συνεργασία και την ομαδική εργασία. Οι μαθητές μαθαίνουν για ισχυρές ιδέες μηχανικής, τεχνολογίας και προγραμματισμού υπολογιστών ενώ

παράλληλα χτίζει δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης και βοηθά στην καταπολέμηση των στερεοτύπων φύλου σε τεχνικούς τομείς. Πράγματι, η έρευνα δείχνει ότι τα παιδιά που εκτίθενται σε πρόγραμμα σπουδών και προγραμματισμό STEM σε νεαρή ηλικία επιδεικνύουν λιγότερα στερεότυπα σχετικά με τις σταδιοδρομίες STEM (Sullivan et al, 2019).

Από την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Jung et al., (2018) διαπιστώνεται πλέον ότι ενώ η ρομποτική χρησιμοποιήθηκε κάποτε κυρίως για τη διδασκαλία της ρομποτικής, πρόσφατα επεκτάθηκε και σε άλλα μαθήματα. Η έρευνα των Daniela et al., (2019), καταλήγει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική συνδέεται σήμερα με την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM), αλλά παρά τη συσχέτιση διαπιστώνεται ότι η εκπαίδευση STEM στα σχολεία φαίνεται να είναι ανεπαρκής αφού νέα τεχνολογικά και σύγχρονα εργαλεία λείπουν από τις αίθουσες διδασκαλίας. Πράγματι, στη συστηματική τους ανασκόπηση γύρω από την εκπαιδευτική ρομποτική στο STEM, οι Benitti et al. (2017) διαπίστωσαν ότι οι περισσότερες από τις επιλεγμένες εργασίες σε αυτό το τομέα εμπίπτουν στην εξωσχολική ή υβριδική κατηγορία με μόνο το ένα μικρό μέρος από αυτές να αναφέρει επίσημες αιτήσεις πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική. Πρόσφατα η μελέτη των Angeli et al. (2020) χρησιμοποίησε την εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο για τη διδασκαλία των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης ενώ οι Chevalier et al. (2020) ανέπτυξαν ένα μοντέλο δημιουργικών δεξιοτήτων υπολογιστικής επίλυσης προβλημάτων για την αξιολόγηση της διαδικασίας σκέψης των μαθητών που ασχολούνται με δραστηριότητες της ρομποτικής εκπαίδευσης. Ο στόχος του μοντέλου ήταν να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να σχεδιάσουν, να εφαρμόσουν και να αξιολογήσουν δραστηριότητες τέτοιου τύπου προκειμένου να προωθήσουν σχετικές υπολογιστικές δεξιότητες δημιουργικής επίλυσης προβλημάτων, ενώ παράλληλα καταδεικνύει αποτελεσματικά τα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής για τον τομέα STEM.

Πέρα από τα ανωτέρω, σημαντικός είναι και ο ρόλος των καθηγητών πάνω στο θέμα της εκπαιδευτικής ρομποτικής και της περιοχής STEM.

Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, λίγες χώρες περιλαμβάνουν την εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο για τη βελτίωση της εκμάθησης των εννοιών που σχετίζονται με STEM στο πρόγραμμα σπουδών τους και ακόμη λιγότερο σε επίπεδο δημόσιου δημοτικού σχολείου. Σύμφωνα με την έρευνα των Balanskat et al. (2018) μόνο 5 από τις 21 ευρωπαϊκές χώρες που ερευνήθηκαν ενσωματώνουν τη ρομποτική στα προγράμματα σπουδών τους και μόνο η Σλοβακία ανέφερε ότι χρησιμοποιεί

εκπαιδευτική ρομποτική σε επίπεδο δημοτικού σχολείου για να μάθουν οι μαθητές πώς να προγραμματίζουν και να ελέγχουν ρομπότ. Επιπλέον, ο τρόπος με τον οποίο ενσωματώνεται η ρομποτική στο πρόγραμμα σπουδών ποικίλει πολύ, όχι μόνο λόγω του τρόπου με τον οποίο ορίζεται το πεδίο εφαρμογής της ρομποτικής εκπαίδευσης, αλλά και λόγω του τρόπου με τον οποίο το πρόγραμμα σπουδών ενισχύεται στις διάφορες χώρες, δίνοντας μερικές φορές περισσότερη ή λιγότερη ελευθερία και ευελιξία σε επιμέρους ιδρύματα και εκπαιδευτικούς στην υλοποίηση του προγράμματος σπουδών. Γενικά, στο ρόλο της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο δημοτικό σχολείο δίνεται λιγότερη αξία από ό,τι στο γυμνάσιο, κυρίως επειδή τα υπολογιστικά συστήματα και η ψηφιακή εκπαίδευση είναι παγκοσμίως λιγότερο ενεργά στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (European Union & Education, A. a. C. E. A., 2019).

Με τα οφέλη μιας πρώιμης εισαγωγής στην εκπαιδευτική ρομποτική και παρά τις πολυάριθμες συνεχιζόμενες μεταρρυθμίσεις στην ψηφιακή εκπαίδευση, λίγες χώρες φαίνεται να κεφαλαιοποιούν αυτή τη γνώση και να εισάγουν τη ρομποτική ως μέσο διδασκαλίας βασικών εννοιών υπολογιστικών συστημάτων στο δημοτικό σχολείο. Μαζί με την υψηλή μεταβλητότητα σε αυτά τα προγράμματα σπουδών που εισάγονται διεθνώς και τους διαφορετικούς βαθμούς ελευθερίας των εκπαιδευτικών, είναι απαραίτητο να σκιαγραφηθεί μια εικόνα του ρόλου που μπορεί να παίξει η μάθηση της ρομποτικής στη εκπαίδευση της υπολογιστικής επιστήμης και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους. Η ανάλυση πρέπει να τοποθετεί τους εκπαιδευτικούς στο επίκεντρο, καθώς αποτελούν τον βασικό άξονα σε κάθε προσπάθεια υλοποίησης ή αλλαγής στην υπολογιστική και ρομποτική εκπαίδευση και να λαμβάνει υπόψη τόσο την αντίληψή τους όσο και τι εφαρμόζουν πραγματικά στις τάξεις. Η αξιοποίηση αυτής της γνώσης θα βοηθήσει στην καθοδήγηση των μελλοντικών προσπαθειών και θα παράσχει στους εκπαιδευτικούς επαρκείς γνώσεις παιδαγωγικού περιεχομένου και πόρους για να εισαγάγουν τόσο την ρομποτική όσο και την ευρύτερη περιοχή του τομέα STEM στην επίσημη εκπαίδευση. Ως εκ τούτου, η ανάλυση της αλληλεπίδρασης μεταξύ ρομποτικής, εκπαίδευσης και STEM είναι έγκαιρη και σχετική για τη διαμόρφωση του μέλλοντος της περιοχής STEM μέσω της επίσημης εκπαίδευσης, ιδίως όταν εξετάζεται η ενσωμάτωση στο επίπεδο του δημοτικού σχολείου (Blikstein et al, 2019; Sullivan et al, 2019).

Παρόλα αυτά, σύμφωνα με την έρευνα των Castro et al., (2018), διαπιστώνεται ένας περιορισμός σχετικά με την κατάρτιση των εκπαιδευτικών στην ρομποτική εκπαίδευση παρά το γεγονός ότι οι

εκπαιδευτικοί ενδιαφέρονται για την εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις τάξεις και την ανάδειξη της συσχέτισής της με τα μαθήματα STEM. Στη μελέτη των Chevalier et al., (2020) ερωτήθηκαν 44 δάσκαλοι (συμπεριλαμβανομένων 24 δασκάλων πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης) που είχαν συμμετάσχει σε τουλάχιστον μία εκπαιδευτική συνεδρία ρομποτικής. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι οι δάσκαλοι αντιλήφθηκαν τα ρομπότ ως ωφέλιμα για την προώθηση του προβληματισμού και της συνεργασίας, παράλληλα με άλλες εγκάρσιες δεξιότητες όπως η επικοινωνία, οι στρατηγικές μάθησης και η δημιουργική σκέψη. Ομοίως, ο Khanlari (2019) ερεύνησε τους 58 συμμετέχοντες μιας δωρης εκπαιδευτικής ρομποτικής συνεδρίας για δασκάλους πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Οι δάσκαλοι έδειξαν βελτιωμένη αντίληψη για τη ρομποτική, τονίζοντας τη σημασία της μάθησης για τη ρομποτική και την ενασχόληση με πρακτικές δραστηριότητες για να βελτιωθεί η αντίληψη μιας τάξης στα μαθήματα STEM. Τέλος, οι Scaradozzi et al. (2019) εισήγαγαν 184 καθηγητές στην εκπαιδευτική ρομποτική, την κωδικοποίηση και την επεξεργασία. Αξιολόγησαν τις βασικές γνώσεις και την αυτό-αποτελεσματικότητα και ανέφεραν σημαντικές βελτιώσεις και στους δύο τομείς. Αυτά τα ευρήματα επιβεβαιώνουν σε μεγαλύτερη κλίμακα τα αντίστοιχα των Jaipal-Jamani et al., (2017) που διαπίστωσαν ότι 21 εκπαιδευτικοί αύξησαν σημαντικά τη γνώση περιεχομένου και την αυτό-αποτελεσματικότητά τους με τη ρομποτική μετά από μια εκπαίδευση 6 ωρών, εστιάζοντας στην διάθεση και το ενδιαφέρον τους για την τεχνολογία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Εμπειρική μελέτη

Η εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, η εκπαιδευτική ρομποτική παρουσιάζει έναν περιορισμό ο οποίος διαφοροποιείται κυρίως από την πρωτοβουλία ορισμένων δασκάλων και ατόμων στη δημόσια εκπαίδευση και από τις ανταγωνιστικές συνθήκες που ωθούν την ιδιωτική εκπαίδευση για χάραξη στρατηγικής. Η εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις κατώτερες τάξεις των γενικών σχολείων είναι κυρίως περιστασιακή, δεδομένης της έλλειψης συγκεκριμένη εκπαιδευτικής πολιτικής και αντίστοιχων προγραμμάτων ενημέρωσης και κατάρτισης για εκπαιδευτικούς σχετικά με αυτό το θέμα. Παρόλα ταύτα υπάρχουν αξιοσημείωτες προσπάθειες αυτόνομων έργων με πρωτοβουλία μεμονωμένων εκπαιδευτικών της δημόσιας εκπαίδευσης καθώς και της ιδιωτικής εκπαιδευτικής πρωτοβουλίας, που έχουν συμμετάσχει με επιτυχία σε διεθνείς και εγχώριους διαγωνισμούς. Εξαιρετικά σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του κλάδου της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Ελλάδα διαδραματίζουν μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί οι οποίοι διοργανώνουν πανελλήνιους διαγωνισμούς ρομποτικής και έχουν ως στόχο την ανάπτυξη της εκπαίδευσης STEM στα ελληνικά σχολεία. Δεδομένου ότι η εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα υπάρχει για περίπου δέκα χρόνια, λίγα είναι γνωστά για τον τρόπο χρήσης του, τα οφέλη του και πώς γίνεται αντιληπτή από τους μαθητές όσον αφορά την ώθηση προς το πεδίο STEM στην εκπαιδευτική ρομποτική διαδικασία, συμπεριλαμβανομένων των αντίστοιχων φραγμών. Σκοπός της παρούσας έρευνας στο μέτρο που της αναλογεί, είναι να προσπαθήσει ερευνητικά να καλύψει μέρος του κενού παρουσιάζοντας και αναλύοντας δεδομένα που συλλέχθηκαν ερευνητικά από ένα αρκετά σοβαρό δείγμα μαθητών από σχολείο της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης της Ελλάδας (Chaldi et al., 2021; Mantzanidou, 2019; Papadakis et al, 2019).

Επιλογή μεθόδου έρευνας

Υπάρχουν δύο κύριες προσεγγίσεις στην επιλογή της ερευνητικής μεθόδου, η ποσοτική και ποιοτική έρευνα. Οι ποσοτικές και ποιοτικές μέθοδοι απαντούν σε διαφορετικά είδη ερωτημάτων σχετικά με τον κόσμο και έτσι παράγουν διαφορετικά είδη γνώσης. Η ποσοτική έρευνα είναι μια μορφή έρευνας που βασίζεται στις μεθόδους των φυσικών επιστημών, η οποία παράγει αριθμητικά δεδομένα. Στοχεύει στη δημιουργία σχέσης αιτίας-αποτελέσματος μεταξύ δύο μεταβλητών

χρησιμοποιώντας μαθηματικές και στατιστικές μεθόδους. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τον ερευνητή μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες, να ταξινομηθούν και να μετρηθούν με ακρίβεια. Με τη βοήθεια ποσοτικής έρευνας μπορούν να κατασκευαστούν γραφήματα και πίνακες πρωτογενών δεδομένων, διευκολύνοντας τον ερευνητή να αναλύσει τα αποτελέσματα. Η ποιοτική μέθοδος είναι κατάλληλη για να αποκτηθεί εικόνα για τις εμπειρίες, τις σκέψεις και τα συναισθήματα του ερωτώμενου. Μια ποιοτική μελέτη περιλαμβάνει περισσότερα από την απλή διεξαγωγή έρευνας σε ένα άτομο ή κατάσταση. Επιτρέπει στον ερευνητή να απαντήσει στις ερωτήσεις «πώς» και «γιατί», λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το πώς ένα φαινόμενο επηρεάζεται από το πλαίσιο μέσα στο οποίο βρίσκεται. Επιπλέον, ο σκοπός μιας ποιοτικής προσέγγισης είναι η αναζήτηση κατανόησης του άγνωστου και του απροσδόκητου πηγαινόντας από την ανάλυση του εμπειρικού υλικού σε μια θεωρητική κατανόηση. Στην ποιοτική ανάλυση, η γνώση αναπτύσσεται από εμπειρίες ερμηνεύοντας και συνοψίζοντας τα οργανωμένα εμπειρικά δεδομένα (Ahmad et al, 2019; Neumann and Neumann, 2012; Ormston et al, 2003; Silverman, 2011).

Προκειμένου να ικανοποιηθούν οι στόχοι της συγκεκριμένης διατριβής λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες που έχουν διαμορφωθεί λόγω του κορονοϊού COVID-19, πραγματοποιήθηκε ποιοτική έρευνα. Το κύριο χαρακτηριστικό της ποιοτικής έρευνας είναι ότι είναι κατάλληλο για μικρά δείγματα. Το βασικό της πλεονέκτημα, το οποίο αποτελεί επίσης τη βασική της διαφορά με την ποσοτική έρευνα, είναι ότι προσφέρει μια πλήρη περιγραφή και ανάλυση ενός ερευνητικού θέματος, χωρίς να περιορίζει το πεδίο της έρευνας και τη φύση των απαντήσεων των συμμετεχόντων (Collis & Hussey, 2003).

Επιλογή ερευνητικού εργαλείου

Οι μεθοδολογίες συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιούνται συνήθως στην ποιοτική έρευνα είναι η συνέντευξη, η ομάδα εστίασης, η παρατήρηση, ανάλυση εγγράφων και αρχείων (Denzin and Lincoln 1994).

Συνέντευξη

Με δεδομένο ότι σκοπός της διατριβής είναι να αντλήσει σε βάθος πληροφορίες, χρησιμοποιείται η τεχνική της προσωπικής συνέντευξης. Επίσης, οι συνεντεύξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο μιας θεωρίας. Υπάρχουν τρεις προσεγγίσεις, δηλαδή δομημένες, ημι-δομημένες και μη δομημένες συνεντεύξεις. Σε μια δομημένη συνέντευξη, οι ερευνητές κάνουν τις ίδιες

ερωτήσεις με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, συμπεριλαμβανομένου και του τόνου της φωνής. Η δομημένη συνέντευξη είναι κάπως παρόμοια με το ερωτηματολόγιο, καθώς δεν υπάρχει χώρος για απόκλιση ή εξερεύνηση θεμάτων εκτός των ερωτήσεων. Σε αντίθεση, οι μη δομημένες συνεντεύξεις είναι συζητήσεις ελεύθερης ροής χωρίς προκαθορισμένες ερωτήσεις. Μια ημιδομημένη συνέντευξη είναι μια συγχώνευση των δύο προηγούμενων τύπων- οι ερωτήσεις έχουν μορφοποιηθεί, αλλά το ερωτηματολόγιο μπορεί να παρεκκλίνει από τις προγραμματισμένες ερωτήσεις εάν ένα άγνωστο σημείο συζήτησης αποδειχθεί απαραίτητο (Bell, 1999; Cohen et al. 2001).

Στη συγκεκριμένη εργασία, επιλέγεται η χρήση ημιδομημένων προσωπικών συνεντεύξεων προκειμένου να διαφωτιστεί αν η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να χαρακτηριστεί ως μέσο ώθησης για την εμπλοκή του μαθητή με τις θετικές επιστήμες και να εντοπιστούν καταστάσεις, συμπεριφορές και συναισθήματα που συντελούν στην επίδραση αυτή μέσα από τις απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με το συγκεκριμένο ερευνητικό θέμα. Τα δεδομένα που μπορούν να δημιουργηθούν είναι σημαντικά και παρέχουν βαθύτερη εκτίμηση ενός θέματος. Το κύριο πλεονέκτημα των προσωπικών συνεντεύξεων είναι ότι περιλαμβάνουν προσωπική και άμεση επαφή μεταξύ του ερευνητή και των ερωτηθέντων, καθώς και την εξάλειψη των ποσοστών μη απόκρισης. Επιπλέον, οι ημιδομημένες συνεντεύξεις προσφέρουν ευελιξία όσον αφορά τη ροή της συνέντευξης, αφήνοντας έτσι χώρο για τη δημιουργία συμπερασμάτων τα οποία αρχικά δεν προορίζονταν να εξαχθούν σχετικά με ένα ερευνητικό θέμα. Ωστόσο, υπάρχει ο κίνδυνος η συνέντευξη να αποκλίνει από τους προκαθορισμένους ερευνητικούς σκοπούς. Είναι αναγκαίο οι ερευνητές να έχουν αναπτύξει τις απαραίτητες δεξιότητες για να πραγματοποιήσουν επιτυχώς μια συνέντευξη (Bell, 1999; Gill & Johnson, 2002; Langkos, 2014).

Δεοντολογικά και ηθικά ζητήματα της έρευνας

Η προστασία των δικαιωμάτων του συνεντευξιζόμενου είναι μια θεμελιώδης αρχή για την διεξαγωγή της έρευνας και ηθικά ζητήματα όπως η συγκατάθεση, η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα είναι υψίστης σημασίας (Ryan, et al., 2009).

Συγκατάθεση και εθελοντική συμμετοχή

Στους συμμετέχοντες στην έρευνα πρέπει να δοθούν κατάλληλες πληροφορίες σχετικά με το σκοπό, την μέθοδο και χρήση της έρευνας. Οι συμμετέχοντες πρέπει να δώσουν τη συγκατάθεσή

τους χωρίς εξαναγκασμό ή αδικαιολόγητη πίεση. Πρέπει να ενημερωθούν για το δικαίωμά τους να αρνηθούν τη συμμετοχή τους και για όποιο λόγο επιθυμούν, χωρίς φόβο τιμωρίας. Επιπλέον, θα πρέπει να ενημερωθούν για το πώς τα δεδομένα τους θα αποθηκευτούν και θα αντιμετωπιστούν (Crow et al. 2006; Webster et al. 2014).

Ανωνυμία και εμπιστευτικότητα

Η ταυτότητα των συμμετεχόντων στην έρευνα θα πρέπει να προστατεύεται συνεχώς μέσω ανωνυμίας ή εμπιστευτικότητας, εκτός εάν οι συμμετέχοντες στην έρευνα συμφωνούν ρητά τη δημοσίευση των προσωπικών τους πληροφοριών. Ανωνυμία σημαίνει ότι δεν υπάρχει τρόπος αναγνώρισης ενός ατόμου από τις πληροφορίες που παρέχει (διασφαλίζεται, για παράδειγμα, διατηρώντας τα προσωπικά στοιχεία ξεχωριστά από τις απαντήσεις της έρευνας). Η εμπιστευτικότητα σημαίνει ότι μόνο οι ερευνητές συλλέγουν ή αναλύουν τα δεδομένα και έχουν πρόσβαση στα προσωπικά στοιχεία των ερωτηθέντων και αυτές οι πληροφορίες δεν κοινοποιούνται με τέτοιο τρόπο που θα επέτρεπε στα άτομα να ταυτοποιηθούν από τρίτους. Τυχόν εμπιστευτικά προσωπικά στοιχεία όπως ονόματα, τίτλοι εργασίας, εργοδότες κ.λπ. πρέπει να αποθηκεύονται με ασφάλεια, να προστατεύονται με κωδικό πρόσβασης και πιθανώς κρυπτογραφημένα (Giordano et al. 2007).

Ανεξαρτησία της έρευνας

Η ανεξαρτησία της έρευνας πρέπει να διατηρείται και οποιαδήποτε σύγκρουση συμφερόντων ή μεροληψία εκ μέρους των ερευνητών, χρηματοδότηση, όργανο ανάθεσης πρέπει να είναι σαφή πριν και / ή κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου ερευνητικού έργου (Carpenter 2017).

Επιλογή δείγματος

Προκειμένου να απαντηθούν οι ερευνητικές ερωτήσεις, οι ερευνητές δεν έχουν χρόνο ούτε πόρους για την ανάλυση ολόκληρου του πληθυσμού. Επομένως, υπάρχει η ανάγκη επιλογής δείγματος και εφαρμόζονται διάφορες τεχνικές (Hamed, 2016).

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε η σκόπιμη μέθοδος δειγματοληψίας για την ανάπτυξη του δείγματος της υπό συζήτηση έρευνας. Η σκόπιμη δειγματοληψία είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται ευρέως στην ποιοτική έρευνα για τον εντοπισμό και την επιλογή περιπτώσεων πλούσιων σε πληροφορίες με αποτελεσματικότερη χρήση των περιορισμένων πόρων. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, η οποία ανήκει στην κατηγορία των τεχνικών δειγματοληψίας χωρίς

πιθανότητα, τα μέλη του δείγματος επιλέγονται με βάση τις γνώσεις, τις σχέσεις και την εμπειρογνωμοσύνη τους σχετικά με το ερευνητικό θέμα. Είναι κατάλληλη μέθοδος για μικρά δείγματα και προορίζεται για την εξέταση ενός πραγματικού φαινομένου της ζωής (Freedman et al., 2007; Patton, 2002; Yin, 2003).

Στην τρέχουσα μελέτη, τα μέλη του δείγματος που επιλέχθηκαν είχαν σχέση με το υπό εξέταση φαινόμενο και επαρκή εμπειρία. Οι συνεντεύξεις λόγω των περιοριστικών μέτρων της πανδημίας δεν μπορούσαν να λάβουν μέρος στον ιδιωτικό χώρο και πραγματοποιήθηκαν τηλεφωνικά εξ αποστάσεως, ο χρόνος διάρκειας ήταν 15-25 λεπτά και προστατεύεται η ανωνυμία των ερωτηθέντων.

Αξιοπιστία και εγκυρότητα της έρευνας

Η αξιοπιστία μιας ποιοτικής έρευνας αναφέρεται στην αλήθεια των δεδομένων και των απόψεων των συμμετεχόντων καθώς και στην ερμηνεία και παρουσίαση τους από τον ερευνητή (Polit & Beck, 2012).

Μια ποιοτική μελέτη θεωρείται αξιόπιστη όταν πραγματοποιείται έλεγχος των αποτελεσμάτων από τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Με την ολοκλήρωση της ανάλυσης δεδομένων, ο ερευνητής ενημερώνει με μια περίληψη των θεμάτων που προέκυψαν και ζητά τον σχολιασμό από τους συμμετέχοντες. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι ερωτώμενοι θα πρέπει να είναι σε θέση να επικυρώσουν τα συμπεράσματα και αν ο ερευνητής έχει ερμηνεύσει με ακρίβεια τα δεδομένα. Επιπλέον, η αξιοπιστία ενισχύεται από τον ίδιο τον ερευνητή που περιγράφει τις εμπειρίες του (Birt, et al , 2016; Sandelowski, 1986).

Επομένως, μόλις προέκυψαν τα πρώτα συμπεράσματα, ενημερώθηκαν όλοι οι συνεντευξιαζόμενοι για αυτά. Η ενημέρωση είχε σκοπό την επαλήθευση των ευρημάτων της έρευνας από τους συμμετέχοντες αλλά και τον σχολιασμό τους.

Στην παρούσα εργασία, ο ερευνητής έχει εμπειρία και επαφή με το ερευνητικό πεδίο μέσα από την παρακολούθηση και την συλλογή δεδομένων από τη διεθνή επιστημονική και ερευνητική κοινότητα για την τελευταία δεκαετία. Αυτό τον οδήγησε να έχει εμπειριστατωμένη γνώση του ερευνητικού θέματος, των διαδικασιών και αποτελεσμάτων.

Η αξιοπιστία της συγκεκριμένης έρευνας στηρίζεται και στη μέθοδο της τριγωνοποίησης (triangulation). Αυτό σημαίνει τη χρήση πολλαπλών αναφορών για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

Περιλαμβάνει αποδεικτικά στοιχεία με μεθόδους συλλογής από διάφορες πηγές σε μια προσπάθεια να αποκτήσει μια κατανοητή και περιεκτική εικόνα του φαινομένου που μελετά. Οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων μπορούν να περιλαμβάνουν συνεντεύξεις, παρατηρήσεις και σημειώσεις και περιοδικά που καταγράφηκαν καθ' όλη τη διάρκεια της ερευνητικής διαδικασίας. Για παράδειγμα, ο ερευνητής θα πρέπει να πραγματοποιήσει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για να εξοικειωθεί με το περιεχόμενο του υπό έρευνα φαινομένου και να συλλέξει δεδομένα μέσω μιας συνέντευξης για να λάβει σε βάθος πληροφορίες. Αυτός είναι ένας τρόπος τριγωνισμού μέσω πηγών δεδομένων (Casey & Murphy, 2009; Lincoln & Guba, 1985).

Μεθοδολογία

Αυτή η έρευνα εστιάζει στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της ρομποτικής εκπαίδευσης μέσω ενός ρομπότ ιδιωτικής εταιρείας για τεχνολογικής φύσεως μάθημα και σε έναν τρόπο αλλαγής της στάσης των μαθητών απέναντι στο STEM. Με ένα τόσο ευρύ ερευνητικό ερώτημα προς αξιολόγηση, το ερευνητικό ερώτημα χωρίστηκε σε διαφορετικά θέματα που σχετίζονται άμεσα με αυτό που προσπαθεί να επιτύχει το μάθημα που ανήκει στην περιοχή STEM. Η αποτελεσματικότητα αξιολογήθηκε με τη μέτρηση της επίδρασης της έκθεσης στο ρομπότ και των σεμιναρίων του, στο ενδιαφέρον των μαθητών, την ικανοποίηση, τις γνώσεις ή/και τα κίνητρα για να ακολουθήσουν το πεδίο STEM. Οι μαθητές πρώτης τάξης ιδιωτικού γυμνασίου με μάθημα επιλογής STEM έλαβαν τηλεφωνικές ερωτήσεις για τον αντίκτυπο της ρομποτικής που διδάχτηκε ως υποχρεωτικό μάθημα στη τελευταία τάξη του Δημοτικού του ίδιου σχολείου, στην επιλογή του μαθήματος STEM στην πρώτη γυμνασίου.

Στο ιδιωτικό σχολείο διεξήχθη έρευνα στο μάθημα επιλογής τεχνολογία και επιστήμη που διδάσκεται πιλοτικά στην πρώτη γυμνασίου ως μάθημα STEM. Αυτή είναι η πρώτη χρονιά που διδάσκεται αυτό το μάθημα επιλογής και ήταν η δεύτερη χρονιά που ενσωμάτωσε τη ρομποτική στο πρόγραμμα σπουδών της τελευταίας τάξης του δημοτικού. Κατά τη διάρκεια του μαθήματος στο δημοτικό, οι μαθητές εργάστηκαν σε ζευγάρια με κιτ ρομποτικής που χρησιμοποιούν εξαρτήματα για τη συναρμολόγηση του τελικού ρομπότ και όλων των κυκλωμάτων του. Οι μαθητές έμαθαν για τη ρομποτική στην τελευταία τάξη του δημοτικού μέσω σεμιναρίου από αντιπροσώπους της εταιρείας για το ρομπότ και των οδηγίων από τη δασκάλα τους. Το σεμινάριο που έλαβε χώρα περιελάβανε πολλά μέρη, τα οποία εξηγούσαν τον τρόπο κατασκευής, προγραμματισμού και ρύθμισης των κυκλωμάτων για τον έλεγχο του ρομπότ. Το σεμινάριο

έδειχνε και εξηγούσε πώς να χρησιμοποιηθεί κάθε εξάρτημα που παρέχεται από το κιτ ρομποτικής και δίδασκε στους μαθητές πώς να χρησιμοποιούν τον οπτικό προγραμματισμό μέσω του Scratch. Το Scratch, επιτρέπει στους χρήστες να συνδέουν διαφορετικά διαμορφώσιμα μπλοκ μεταξύ τους, σύροντας και αποθέτοντας κάθε μπλοκ για να δημιουργήσουν ένα πρόγραμμα. Πρόκειται για μια γλώσσα οπτικού προγραμματισμού που επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργήσουν τις δικές τους διαδραστικές εφαρμογές και σχεδιασμούς. Καθώς οι μαθητές σχεδιάζουν έργα Scratch, μαθαίνουν να σκέφτονται δημιουργικά, να συλλογίζονται συστηματικά και να εργάζονται ομαδικά. Η δυνατότητα διαμόρφωσης επέτρεπε στους χρήστες να δημιουργούν προγράμματα δηλαδή οι μαθητές μπορούσαν να διαμορφώσουν το μπλοκ βρόχου για να ελέγχουν τον αριθμό των επαναλήψεων.

Το ερευνητικό πλαίσιο που δημιουργήθηκε περιείχε ποικίλες ερευνητικές ερωτήσεις που τις ακολούθησε η αξιολόγηση προκειμένου να σκιαγραφηθεί η τάση των μαθητών, η συμμετοχή, η αλλαγή της στάσης, η γνώση και άλλα σχετικά με το μάθημα ρομποτικής και το συσχετισμό της με το πεδίο STEM. Σε αυτή την έρευνα συνυπολογίστηκαν και ερωτήσεις για την συλλογή γενικών δημογραφικών δεδομένων των μαθητών. Τόσο λόγω της πανδημίας όσο και της καχυποψίας των συμμετεχόντων οι έρευνες έλαβαν χώρα τηλεφωνικά διότι υπήρχε σθεναρή άρνηση ως προς την συμπλήρωση της οποιαδήποτε εξ αποστάσεως ή δια ζώσης ηλεκτρονικής φόρμας. Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι γονείς των μαθητών δεν ήθελαν να αποκαλυφθεί κανένα στοιχείο σχετικά με το ιδιωτικό σχολείο και την χρήση του ρομποτικού εξοπλισμού. Παράλληλα σε επικοινωνία με το σχολείο σχετικά με την έρευνα, υπήρχε αρχικά επίσης μια άρνηση λόγω της όποιας δημοσιοποίησης στοιχείων για το σχολείο πρακτικών και προσωπικών δεδομένων καθηγητών, μαθητών και οικογενειών. Η αρνητική αυτή στάση παρακάμφθηκε μετά από ενυπόγραφη δήλωση σχετικά με την μη δημοσιοποίηση οποιασδήποτε πληροφορίας για το ιδιωτικό σχολείο, τις πρακτικές του σε συμβατική και σύγχρονη εκπαίδευση και τα ευαίσθητα προσωπικά δεδομένα των μαθητών και των οικογενειών τους. Μετά από ενημέρωση των οικογενειών για την ανωτέρω δήλωση, η έρευνα διεξήχθη ομαλά. Πριν από κάθε έρευνα, οι γονείς και οι μαθητές έδιναν τη προφορική τους συγκατάθεση. Έτσι αυτή η εργασία με αίσθημα ευθύνης απέναντι στην ιδιωτικότητα του σχολείου και των εκπαιδευτικών μεθόδων που χρησιμοποιεί, απέναντι στους γονείς και κυρίως απέναντι στους μαθητές διατήρησε την ανωνυμία και την προστασία των προσωπικών δεδομένων σύμφωνα με την τρέχουσα εφαρμοστέα νομοθεσία (Regulation (EU) 2016).

Ερωτήσεις Έρευνας

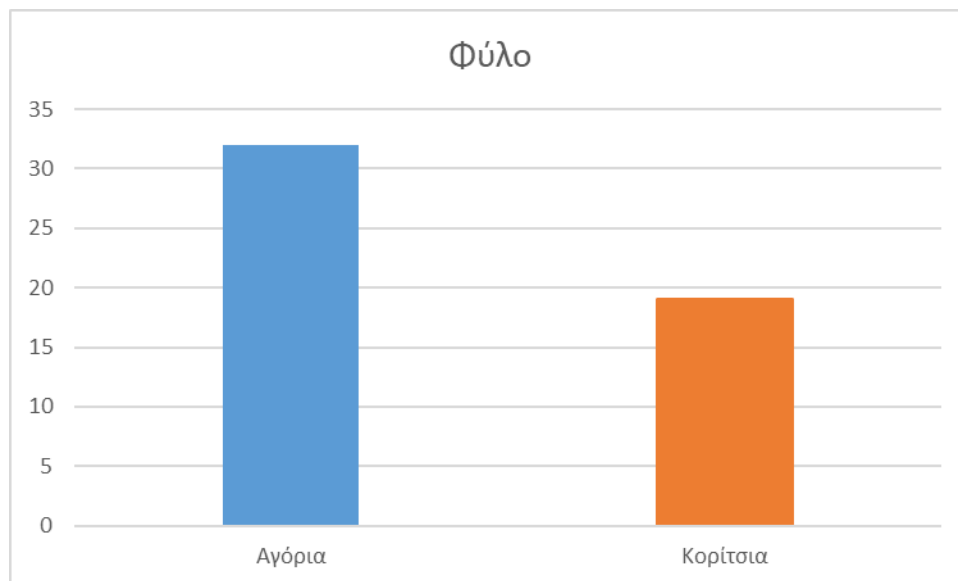
Οι έρευνες σχεδιάστηκαν για τη συλλογή δημογραφικών δεδομένων, απόψεων και στάσεων μαθητών για τη χρήση του ρομποτικού kit και για την μετέπειτα συμπεριφορά τους ως προς την ελεύθερη επιλογή μαθήματος STEM. Οι μαθητές συμπλήρωναν τηλεφωνικά ένα κουίζ για να καθορίσουν τις γνώσεις και τις αποφάσεις τους μετά την παρέμβαση του μαθήματος της ρομποτικής. Ζητήθηκαν ερωτήσεις για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το ενδιαφέρον και το υπόβαθρο των μαθητών, μαζί με τη συλλογή παραδοσιακών δημογραφικών δεδομένων, όπως το φύλο, την εθνικότητα, το αν κάνουν μαθήματα δεύτερης γλώσσας και σε ποια οικονομική κατάσταση βρίσκονται. Οι δυο τελευταίες ερωτήσεις συμπεριελήφθησαν προκειμένου να υπάρξει μια βάση ως προς το επίπεδο των μαθητών τόσο το μορφωτικό όσο και το κοινωνικό.

Άλλες ερωτήσεις, όπως σχετικά με το προαιρετικό μάθημα STEM ή με την επιπρόσθετη γνώση που έχουν από άλλες δράσεις και σχετίζεται με την εκπαίδευση, χρησιμοποιήθηκαν για να διακρίνουν εάν οι μαθητές επιδιώκουν ενεργά την περιοχή STEM ή όχι καθώς και να αποτυπωθεί ο βαθμός που επηρεάστηκαν από την ρομποτική. Επίσης η έρευνα περιελάμβανε ερωτήσεις παρακολούθησης που ζητούσε από τους μαθητές να δηλώσουν γιατί επέλεξαν αυτό το μάθημα επιλογής STEM και τους λόγους που δεν επέλεξαν το συγκεκριμένο μάθημα. Προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η έκθεση των μαθητών στο STEM, ζητήθηκε από τους μαθητές να κατατάξουν το ενδιαφέρον τους σχετικά με τι τους άρεσε ή δεν τους άρεσε ως προς τη ρομποτική, τον προγραμματισμό, την επιστήμη των υπολογιστών, τα μαθηματικά μέσα από την μηχανική μάθηση, την κατασκευή κτιρίων κ.α. Τέλος, ζητήθηκε από τους μαθητές να αναφέρουν εάν μέλη στην οικογένεια που εργάζονται σε τομείς STEM. Χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις για την αξιολόγηση των στάσεων των μαθητών και πώς αυτές οι στάσεις απέναντι στα θέματα STEM άλλαξαν μετά την παρέμβαση του μαθήματος της ρομποτικής. Παράλληλα εξετάστηκε και η επίδραση του καλοκαιρινού σετ μαθημάτων πάνω στην ρομποτική και το STEM, πριν από την έναρξη της επόμενης σχολικής χρονιάς. Σε ένα σύνολο ερωτήσεων, ζητήθηκε από τους μαθητές να αποτυπώσουν την αίσθηση που είχαν σχετικά με την ρομποτική τόσο σε θετικό όσο και σε αρνητικό επίπεδο ώστε να συσχετιστούν οι απαντήσεις με τους μαθητές που επέλεξαν ή δεν επέλεξαν το μάθημα STEM. Η τελευταία ερώτηση που απευθύνθηκε τους μαθητές αφορούσε το αν σκέφτονταν / σκέφτονται ή όχι να ακολουθήσουν σε επίπεδο σπουδών πεδίο STEM. Εάν η απάντηση ήταν πολύ θετική τότε ακολουθούσε μια ερώτηση για να διαπιστωθεί ποιο κλάδο του

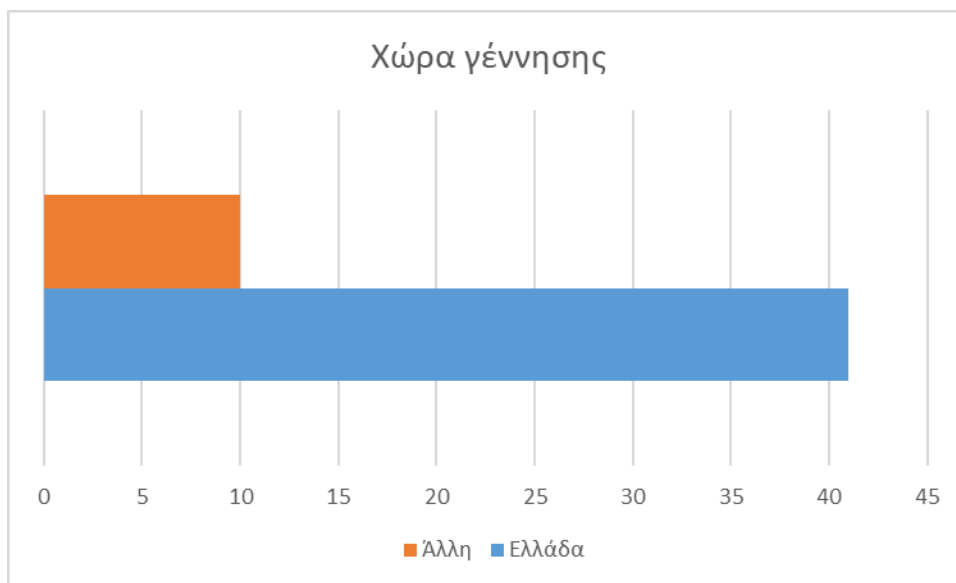
STEM ενδιαφέρονται να ακολουθήσουν περισσότερο. Στο ερευνητικό πλαίσιο της εργασίας ακολούθησε επιπλέον ερωτήσεις γενικού τύπου σε σχέση με την άποψη των μαθητών και τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν και λειτούργησαν σαν κίνητρο για αλλάζουν τις απόψεις τους. Αρχικά οι μαθητές προσκλήθηκαν να κατατάξουν την ικανοποίησή τους για σχετικά θέματα που περιστρέφονταν γύρω από το πεδίο STEM. Τα θέματα ήταν ο προγραμματισμός μέσω scratch, η κατασκευή του ρομπότ, η πλοήγηση ρομπότ και η δραστηριότητα με τους αισθητήρες. Στη συνέχεια τους ζητήθηκε να κατατάξουν τα κίνητρά τους για την επίλυση προβλημάτων, όταν προκύπταν προβλήματα, για τα ίδια θέματα. Η τελευταία ερώτηση ρώτησε τους μαθητές εάν ήταν σε θέση να λύσουν τα περισσότερα από τα προβλήματα που αντιμετώπισαν με το ρομπότ.

Αποτελέσματα

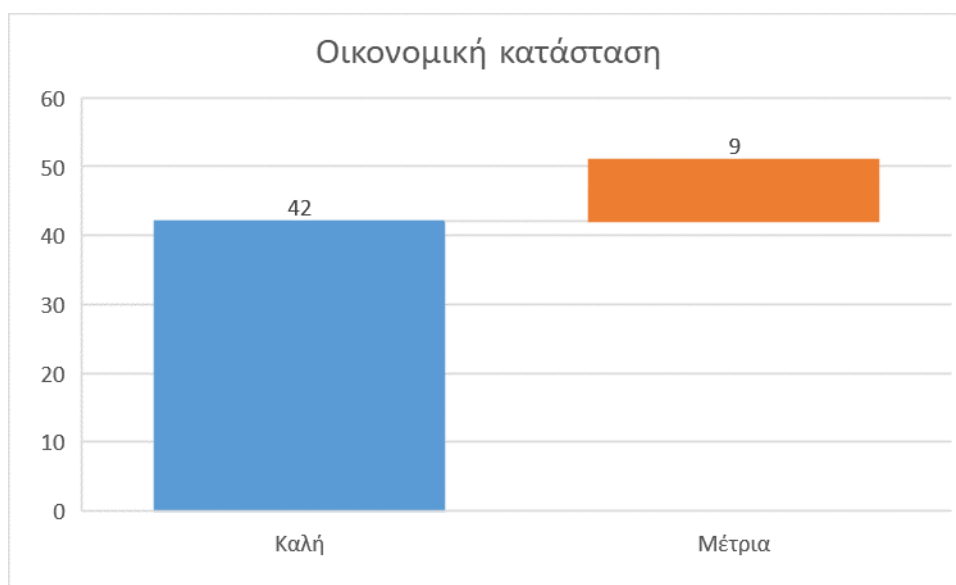
Όσον αφορά τους 51 μαθητές του ιδιωτικού σχολείου που συμμετείχαν τόσο στην έρευνα, οι 32 ήταν αγόρια και οι 19 ήταν κορίτσια.



Από τους 51 μαθητές οι 41 γεννήθηκαν στην Ελλάδα ενώ οι υπόλοιποι 10 γεννήθηκαν σε κάποια άλλη χώρα.



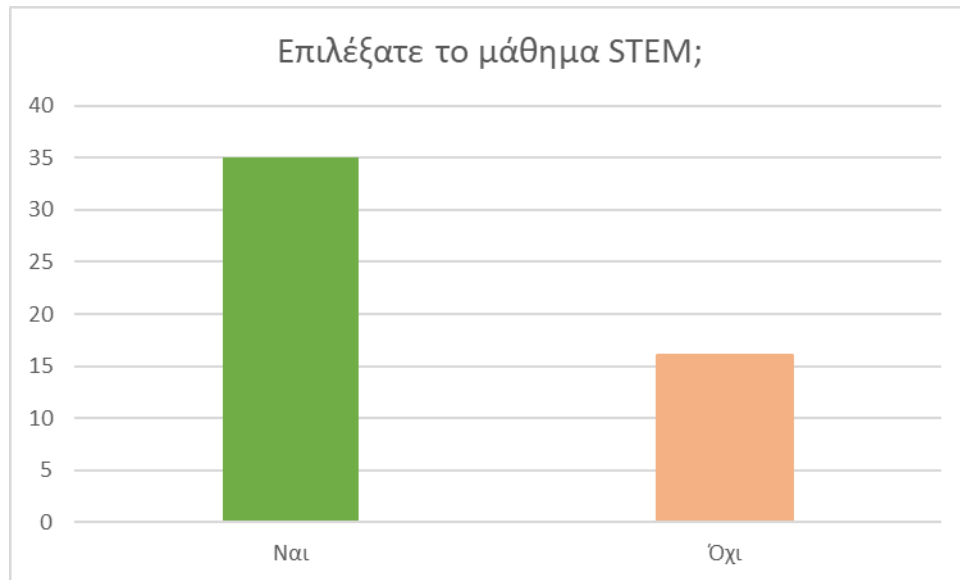
Από τους 51 μαθητές οι 42 ισχυρίστηκαν ότι βρίσκονται σε καλή οικονομική κατάσταση ενώ οι 9 ισχυρίστηκαν ότι βρίσκονται σε μέτρια.



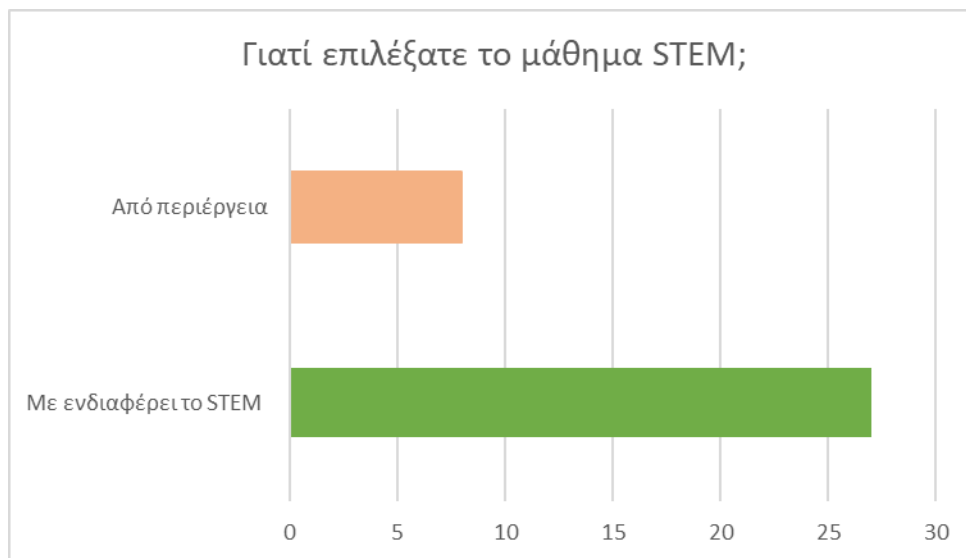
Τέλος από τους 51 μαθητές οι 45 παρακολουθούσαν μαθήματα δεύτερης γλώσσας ενώ οι 6 μαθητές όχι.



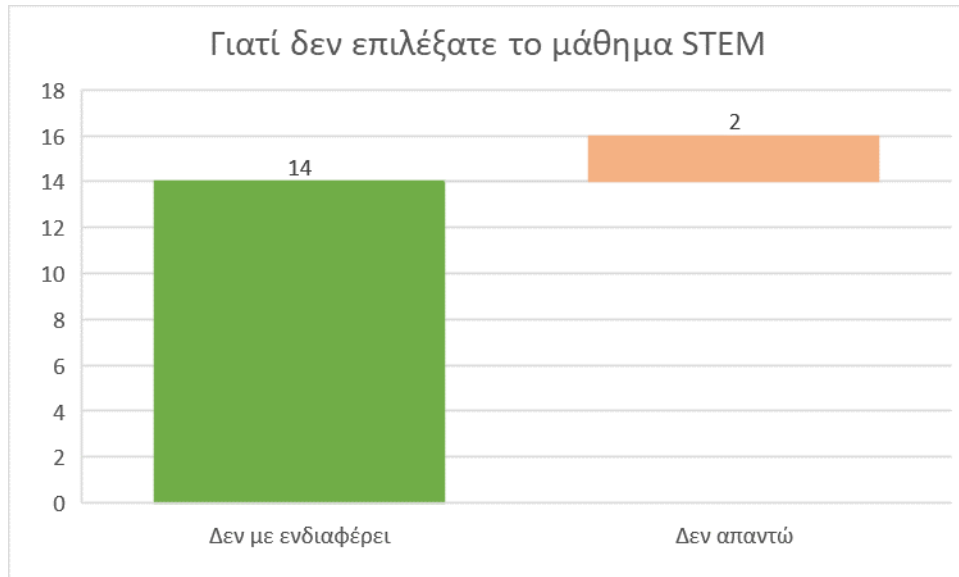
Σχετικά με την ερώτηση αν οι μαθητές επέλεξαν το μάθημα επιλογής STEM, από τους 51 μαθητές οι 35 απάντησαν θετικά και οι 16 απάντησαν αρνητικά



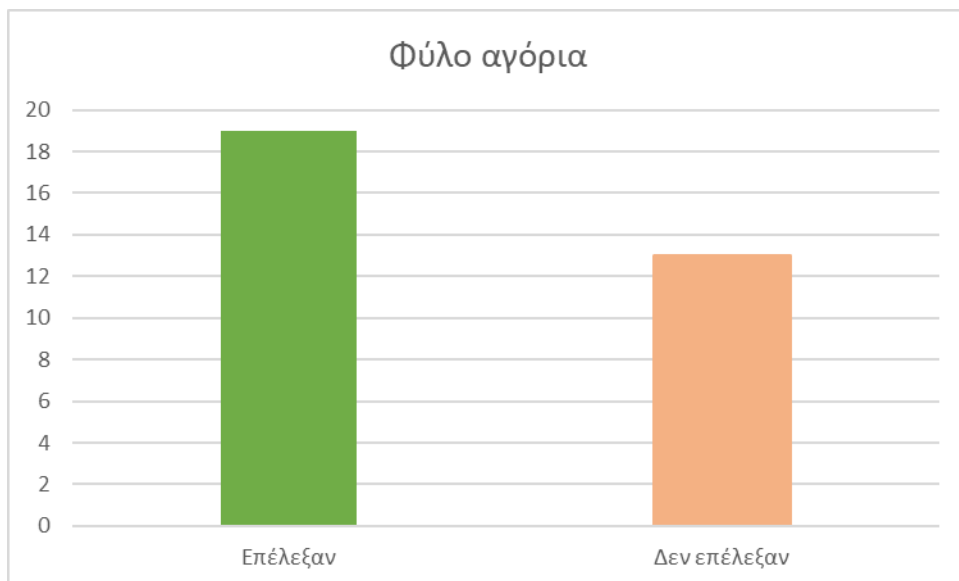
Οι μαθητές που απάντησαν θετικά κλήθηκαν να απαντήσουν για πιο λόγο επέλεξαν το μάθημα αυτό. Η απάντηση των 27 μαθητών ήταν γιατί το βρίσκουν ενδιαφέρον το συγκεκριμένο μάθημα ενώ οι 8 απάντησαν ότι τους κινεί την περιέργεια.

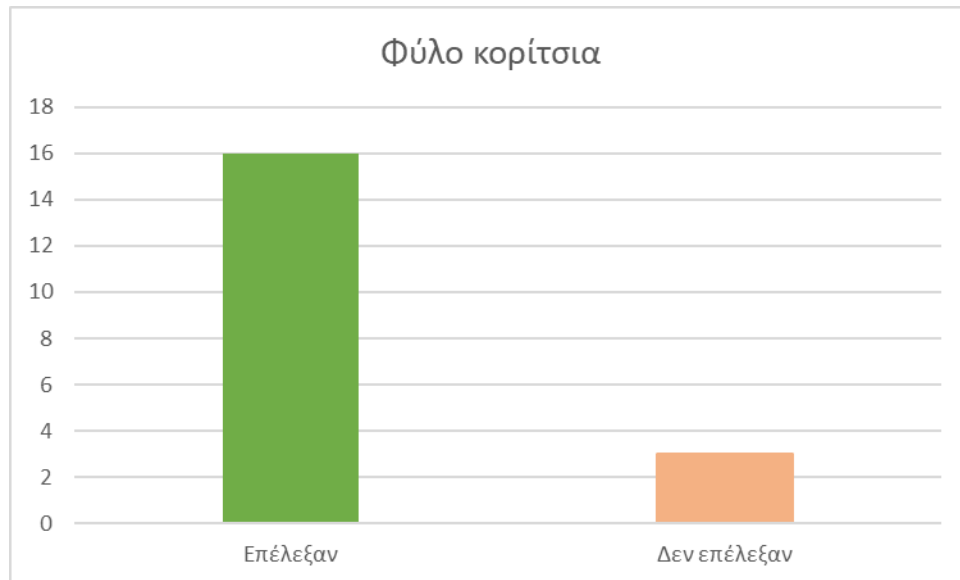


Οι μαθητές που απάντησαν αρνητικά κλήθηκαν να αιτιολογήσουν το λόγο της άρνησης τους στο να ακολουθήσουν το μάθημα. Οι 14 μαθητές απάντησαν ότι δεν το επέλεξαν γιατί δεν τους ενδιαφέρει ενώ οι 2 μαθητές προτίμησαν να μην δώσουν απάντηση.

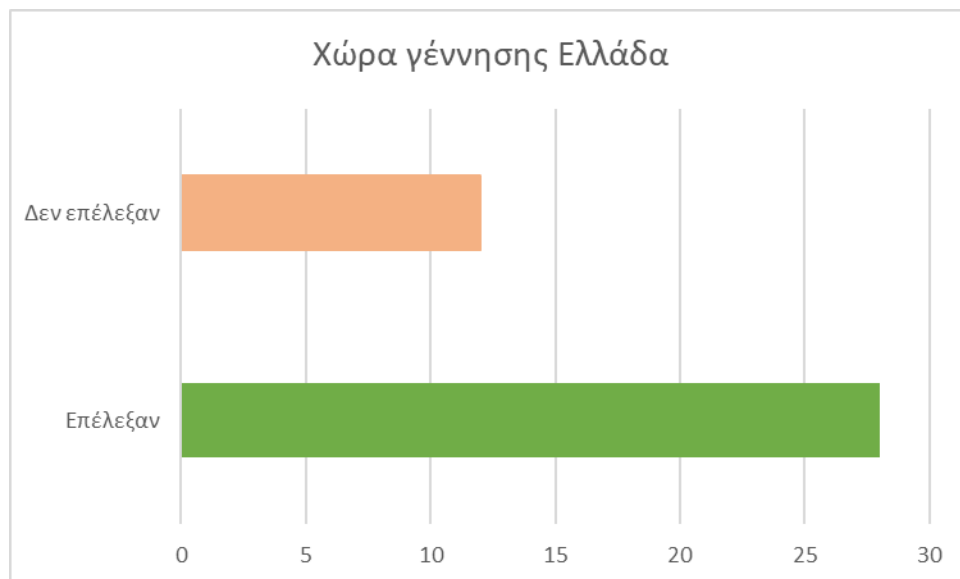


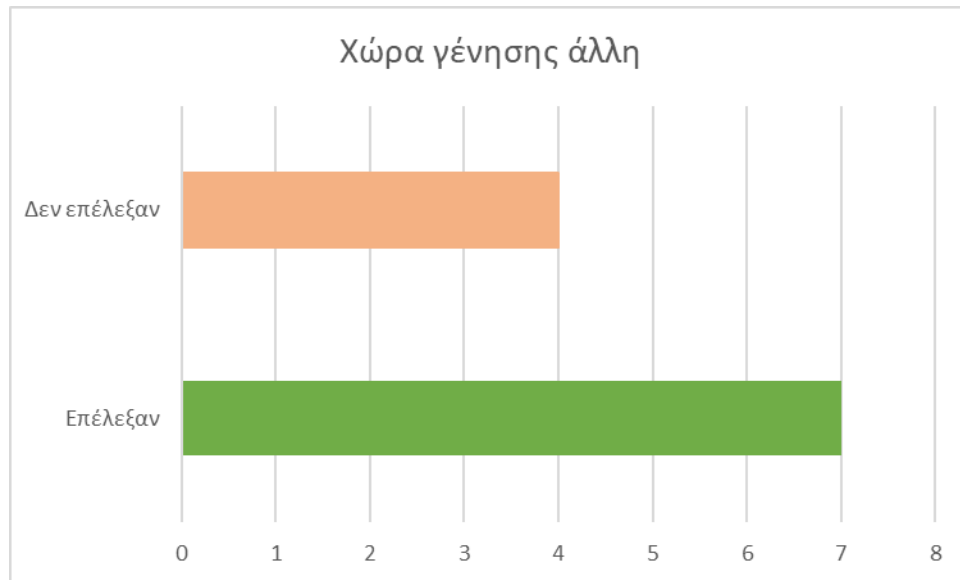
Από τα άτομα που επέλεξαν το μάθημα STEM, τα 19 ήταν αγόρια και τα 16 ήταν κορίτσια ενώ από τους μαθητές που δεν επέλεξαν το μάθημα τα 13 ήταν αγόρια και τα 3 ήταν κορίτσια.





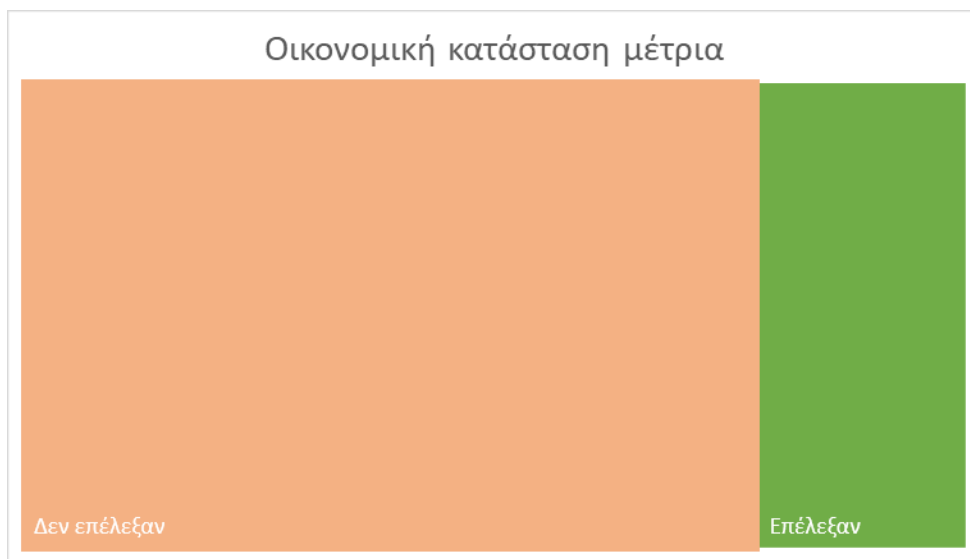
Από τους μαθητές που επέλεξαν το μάθημα STEM, οι 28 γεννήθηκαν στην Ελλάδα ενώ οι 7 γεννήθηκαν σε άλλη χώρα. Για τους μαθητές που δεν επέλεξαν το μάθημα, οι 12 γεννήθηκαν Ελλάδα ενώ οι 4 γεννήθηκαν σε άλλη χώρα.





Οι 33 μαθητές που επέλεξαν το μάθημα STEM ήταν σε καλή οικονομική κατάσταση έναντι των 9 που ενώ ήταν σε καλή οικονομική κατάσταση δεν το επέλεξαν ως μάθημα. Από τους 9 μαθητές που ήταν σε μέτρια οικονομική κατάσταση μόνο οι 2 επέλεξαν το μάθημα, ενώ οι υπόλοιποι 7 δεν το επέλεξαν.



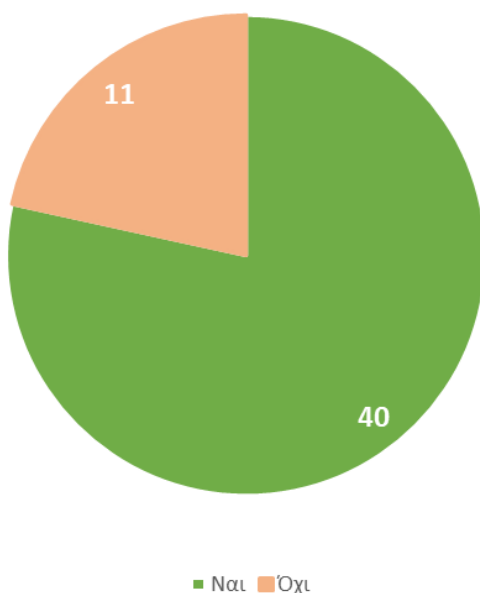


Όλοι οι μαθητές που έκαναν ξένη γλώσσα επέλεξαν το μάθημα STEM στην πρώτη Γυμνασίου.

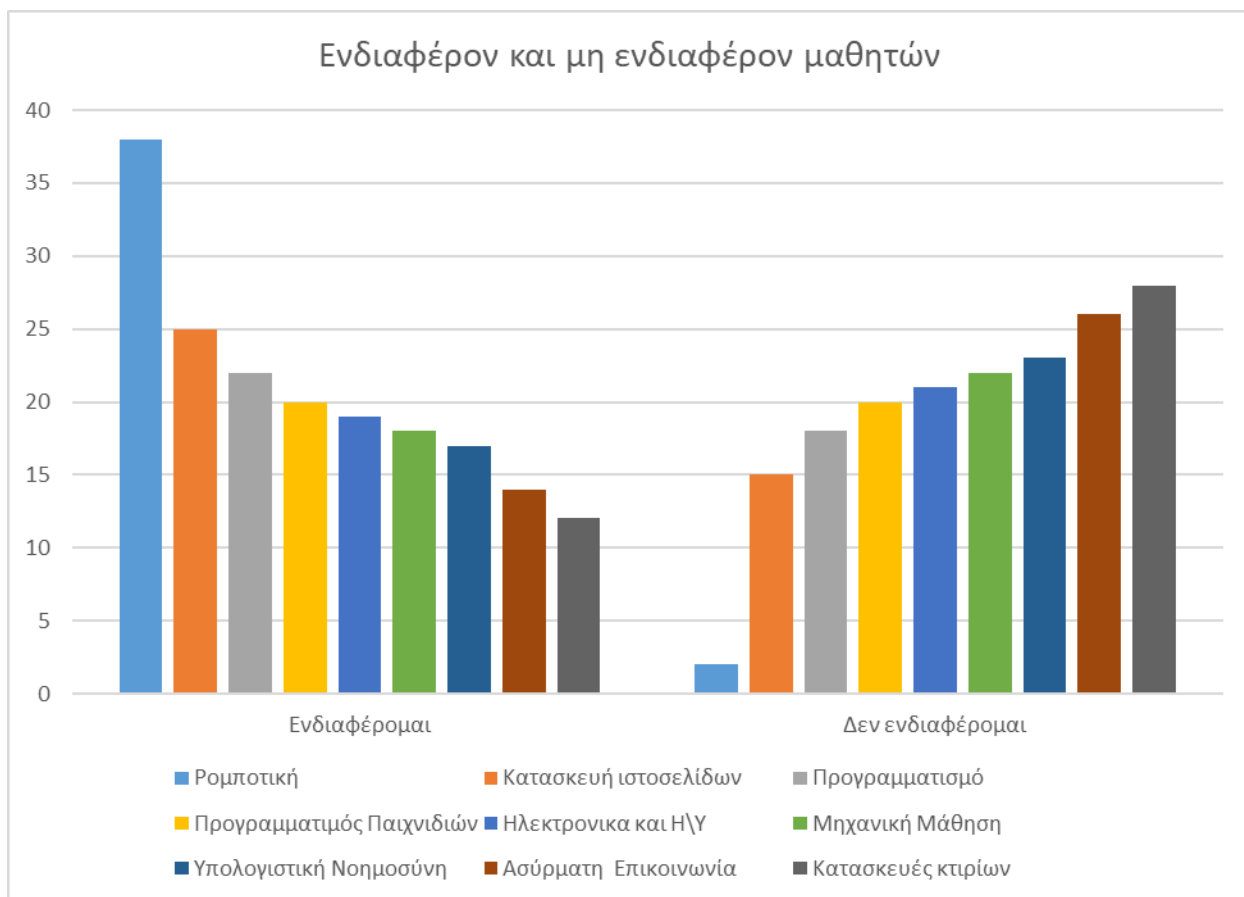
Στην ερώτηση αν έχουν παρακολουθήσει άλλη δραστηριότητα που να σχετίζεται με την εκπαίδευση στο μάθημα STEM, οι 40 μαθητές απάντησαν θετικά ενώ οι 11 απάντησαν αρνητικά. Το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών που απάντησε θετικά παρακολούθησε δραστηριότητες που έλαβαν χώρα σε ένα καλοκαιρινό σετ τεσσάρων μαθημάτων διάρκειας 2 εβδομάδων (δυο δίωρα ανά εβδομάδα) που διοργάνωσε το ιδιωτικό σχολείο. Το καλοκαιρινό αυτό πρόγραμμα είχε ως σκοπό να λειτουργήσει σαν γέφυρα μάθησης και κατανόησης της ρομποτικής που παρακολούθησαν οι μαθητές στην τελευταία τάξη του δημοτικού προκειμένου να αποσαφηνιστούν έννοιες και να κατανοήσουν πλήρως την συσχέτιση με την περιοχή STEM. Έτσι στη νέα σχολική χρονιά οι μαθητές πλέον της πρώτης τάξης του Γυμνασίου θα ήταν περισσότερο ώριμοι σχετικά με το πεδίο STEM ώστε πιο συνειδητά να παρακολουθήσουν το αντίστοιχο μάθημα επιλογής. Κανένας μαθητής από αυτούς που απάντησαν θετικά δεν παρακολούθησε κάποια άλλη δραστηριότητα πλην της ανωτέρω. Οι δραστηριότητες των τεσσάρων δίωρων μαθημάτων περιλάμβαναν, ρομποτική κατασκευή, προγραμματισμό, ηλεκτρονική, μαθηματικά, παρουσιάσεις και βίντεο εφαρμογών ρομποτικής και STEM στην καθημερινή ζωή. Οι σαράντα μαθητές χωρίστηκαν σε δυο γκρουπ των είκοσι ατόμων και το κάθε γκρουπ διασπάστηκε σε

τέσσερις ομάδες των πέντε ατόμων. Στο τέλος του σετ μαθημάτων το κάθε γκρουπ έκανε μια παρουσίαση σχετικά με την ρομποτική και την περιοχή του STEM.

Έχετε παρακολουθήσει άλλη δραστηριότητα που σχετίζεται με εκπαίδευση STEM;

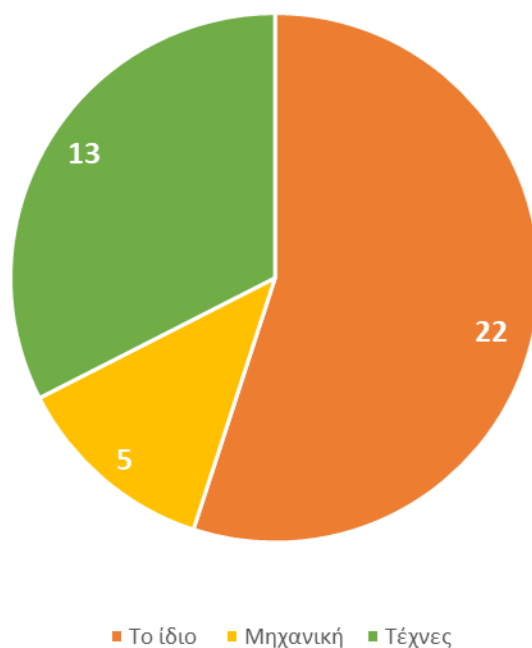


Επίσης ζητήθηκε από τους μαθητές που παρακολούθησαν το πρόγραμμα να βαθμολογήσουν το ενδιαφέρον τους και το μη ενδιαφέρον τους για διάφορα θέματα. Οι μαθητές ενδιαφέρθηκαν περισσότερο για τη ρομποτική, ενώ ακολούθησε η κατασκευή ιστοσελίδων, ο προγραμματισμός και ο προγραμματισμός παιχνιδιών όπου στη τελευταία επιλογή υπήρχε ισοψηφία απαντήσεων για το ενδιαφέρον και το μη ενδιαφέρον των φοιτητών. Όσο περισσότερο αυξανόταν ο βαθμός δυσκολίας των εννοιών που είναι σήμερα άμεσα συνδεδεμένες με την ουσιαστική τεχνολογική ανάπτυξη όπως η μηχανική μάθηση και η υπολογιστική νοημοσύνη το ενδιαφέρον των μαθητών μειωνόταν μεν ελάχιστα δε. Την χαμηλότερη βαθμολογία ως προς το ενδιαφέρον έλαβε το πεδίο της ασύρματης επικοινωνίας, παρά την μεγάλη ανάπτυξη ως προς το 5G και οι κατασκευές κτιρίων.



Στην ελεύθερη επιλογή απάντησης από τους μαθητές στην ερώτηση που τους τέθηκε σχετικά με τι άλλα θέματα επιλογής STEM μπορεί να τους ενδιαφέρουν οι 22 μαθητές απάντησαν το ίδιο θέμα σύμφωνα με την απάντηση που έδωσαν στην προηγούμενη ερώτηση, πέντε απάντησαν ότι τους ενδιαφέρει και η μηχανική ενώ 22 άτομα έδειξαν ενδιαφέρον για την τέχνη στο STEM, δηλαδή την περιοχή STEAM.

Σας ενδιαφέρουν άλλα θέματα στη περιοχή STEM;

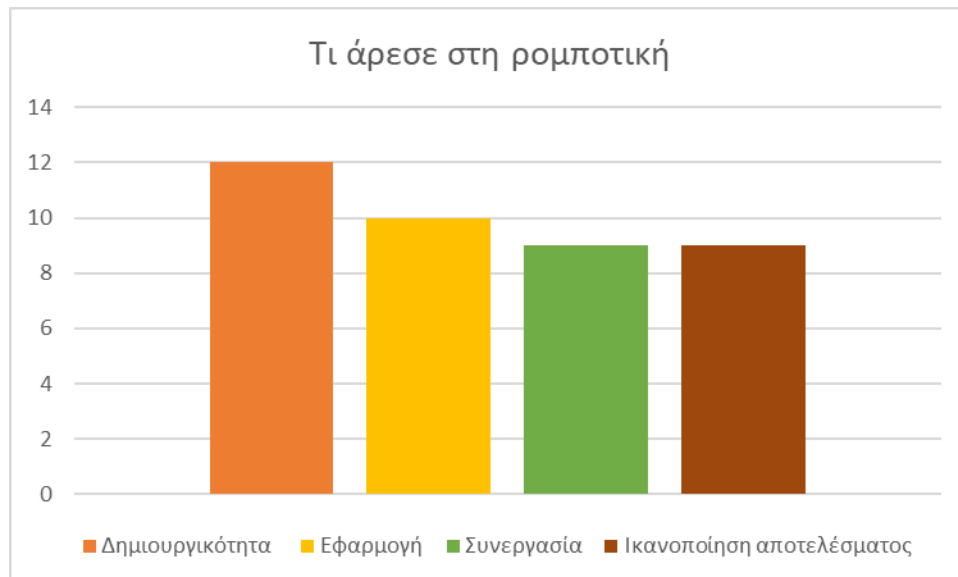


Η διεπιστημονική φύση του STEM (επιστήμη, τεχνολογία, μηχανική και μαθηματικά), βασίζεται στην ενοποίηση των τεσσάρων επιστημονικών τομέων, και έχει ως σκοπό να βοηθήσει τους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους από διαφορετικές οπτικές γωνίες για να δημιουργήσουν μια λύση σε σύνθετα θέματα. Με αυτόν τον τρόπο, η εκπαίδευση STEM στοχεύει σε επαρκείς δυνατότητες για να αναπτύξει τη δημιουργικότητα του μαθητή. Ωστόσο, η εκπαίδευση STEAM περιλαμβάνει ένα Α για τις τέχνες στη διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης και οι κύριες ιδέες του STEAM είναι να διδάξει τις δεξιότητες του 21ου αιώνα τοποθετώντας τη μάθηση σε ένα πλαίσιο ευκαιριών για καινοτομία, διδασκαλία ευελιξίας στη σκέψη χρησιμοποιώντας τις τέχνες. Έτσι οι μαθητές θα διδαχθούν την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου συνδυάζοντας την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική, την τέχνη και τα μαθηματικά. Η ενσωμάτωση της γνώσης και των δεξιοτήτων STEM με τη δημιουργικότητα απαιτείται για την επιτυχία στο πεδίο STEM. Για να καλυφθεί αυτή η ανάγκη, οι τέχνες ενσωματώνονται στην εκπαίδευση STEM ώστε να δημιουργήσουν αυτό που αναφέρεται ως εκπαίδευση STEAM. Η τέχνη επιτρέπει σε ένα άτομο να ακολουθήσει τη φαντασία του και να εξερευνήσει σε έναν λιγότερο περιορισμένο χώρο, κάτι που

κάνει τον συνδυασμό τέχνης και STEM ευεργετικό για την καινοτομία. Συγκεντρώνει συγκλίνοντες και αποκλίνοντες στοχαστές συνδυάζοντας την τέχνη, την τεχνολογία και το σχέδιο χρησιμοποιώντας τη δημιουργικότητα για έναν σκοπό ή λειτουργία. Η τέχνη βοηθάει να αποτυπωθούν οι σκέψεις και οι ιδέες μέσω γραφικών μέσων, και δίνει σε ένα άτομο τη δυνατότητα να ακολουθήσει άλλες εμπειρίες με έναν ιδιαίτερα εστιασμένο τρόπο. (Daugherty, 2013; Oner et. al, 2016).

Παρατηρείται λοιπόν ότι μια ομάδα μαθητών έχει εμβαθύνει τις γνώσεις την πάνω στο τόσο καίριο θέμα των STEAM επιζητώντας να μάθει περισσότερα για την τέχνη και τις θετικές επιστήμες. Όσο αφορά τις δυο άλλες επιλογές διαπιστώνουμε την τάση των μαθητών αυτών προς την μηχανική γενικότερα, όπως με μηχανική Η/Υ, που εμπλέκεται ενεργά στις θετικές επιστήμες. Από τους 40 μαθητές που παρακολούθησαν το καλοκαιρινό κύκλο μαθημάτων οι 35 επέλεξαν το μάθημα STEM κατά την έναρξη της σχολικής χρονιάς στην πρώτη τάξη Γυμνασίου. Ενώ κανένας από τους 11 που δεν παρακολούθησαν τα καλοκαιρινά μαθήματα δεν διάλεξε το μάθημα επιλογής STEM. Επίσης κανένας από τους 11 μαθητές δεν έδειξε ενδιαφέρον ως προς τις ερωτήσεις πάνω στο μάθημα STEM.

Ως προς την ερώτηση τι άρεσε στο μάθημα της ρομποτικής, παρατηρήθηκε ότι ισόποσα κατανεμήθηκαν οι 40 μαθητές ως προς τις απαντήσεις τους με πρώτη την αίσθηση της δημιουργικότητας και τελευταία την συνεργασία και την ικανοποίηση του αποτελέσματος.

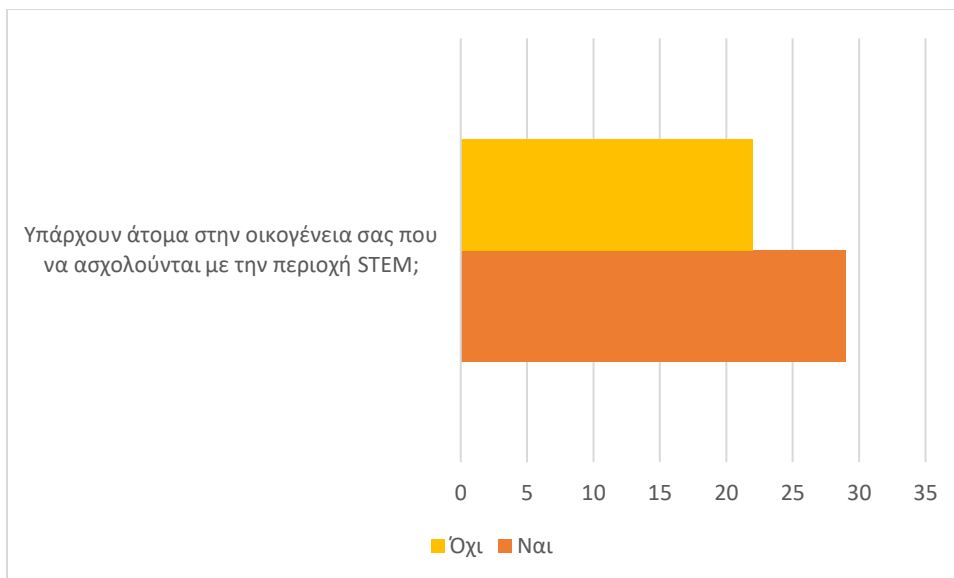


Οι απαντήσεις και των 51 μαθητών ως προς τι δεν άρεσε στο μάθημα ρομποτικής κατά την παρακολούθηση του, εστίασαν στην έλλειψη ποικιλίας υλικών, στο πλήθος των ατόμων στις ομάδες εργασίας και στην πολυπλοκότητα του μαθήματος.

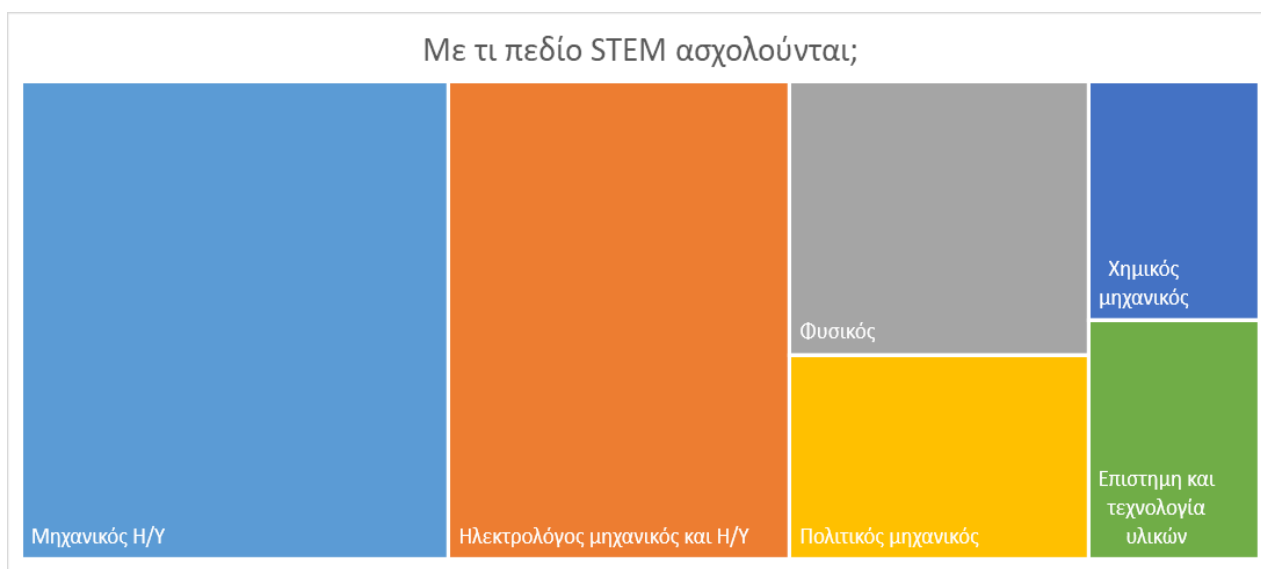
Παρατηρείται ότι οι θετικές εντυπώσεις από το μάθημα της ρομποτικής επισκιάζονται από τις υποδομές με αποτέλεσμα να είναι πιθανόν να δημιουργείται μια άρνηση που μπορεί να επηρεάσει όχι μόνο τον τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος αλλά και την διάθεση για μάθηση κατά την πορεία της διδασκαλίας λόγω συμφόρησης των μαθητών σε ομάδες ή μη ικανοποιητικό αριθμό ρομποτικών υλικών για ισόποση ασχολία από τους μαθητές κατά την διάρκεια του μαθήματος.



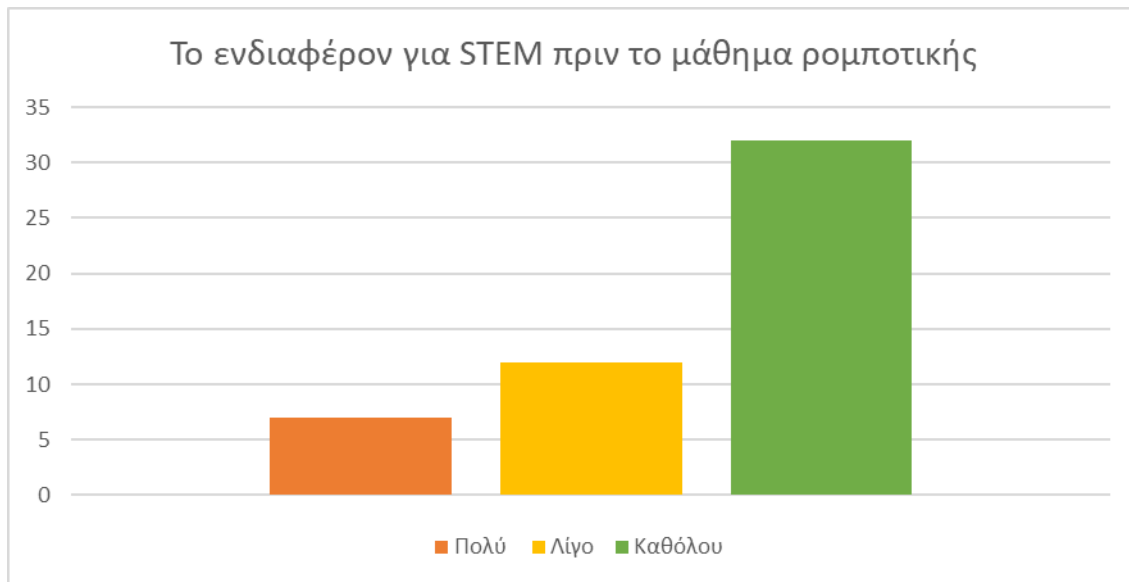
Στην ερώτηση αν υπάρχουν άτομα στην οικογένεια σας που να ασχολούνται με την περιοχή της επιστήμης, τεχνολογίας, μηχανικής και των μαθηματικών η απάντηση των 29 μαθητών ήταν θετική και των 22 αρνητική.



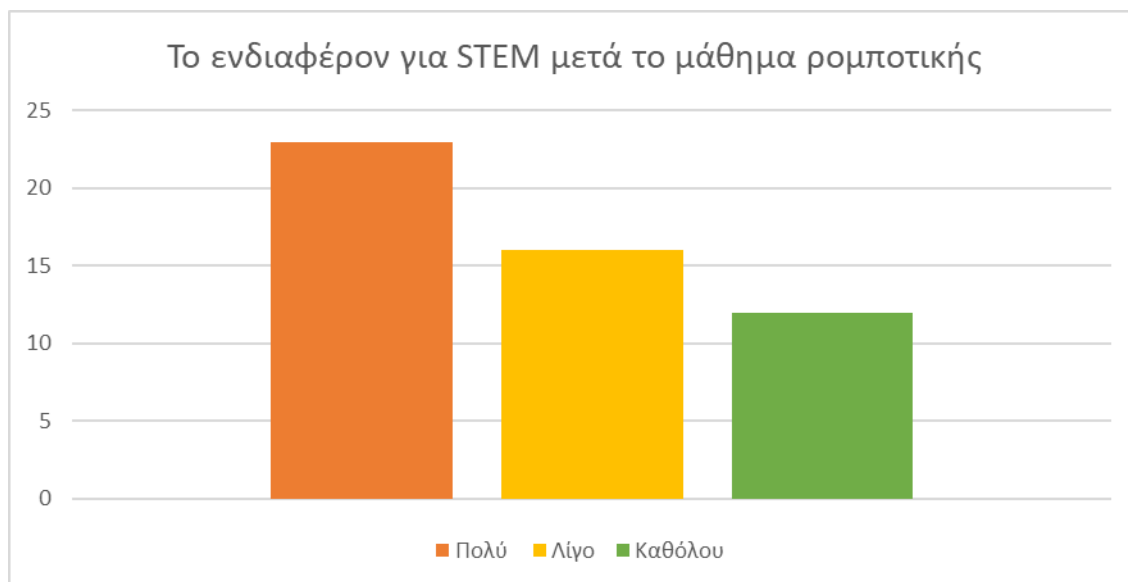
Σε συνέχεια της ανωτέρω ερώτησης ακολούθησε ερώτηση ακριβού προσδιορισμού της περιοχής STEM με την οποία ασχολούνται οι οικογένειες των 29 μαθητών. Οι 10 οικογένειες είχαν τουλάχιστον ένα μέλος που ήταν μηχανικός Η/Υ, οι 8 οικογένειες είχαν ένα μέλος που το επάγγελμά του ήταν ηλεκτρολόγος μηχανικός και τεχνολογίας υπολογιστών, οι 4 οικογένειες είχαν ένα φυσικό, οι 3 οικογένειες είχαν πολιτικό μηχανικό, οι 2 οικογένειες είχαν χημικό μηχανικό και οι τελευταίες 2 είχαν τουλάχιστον ένα μέλος στο πεδίο της επιστήμης και τεχνολογίας υλικών.



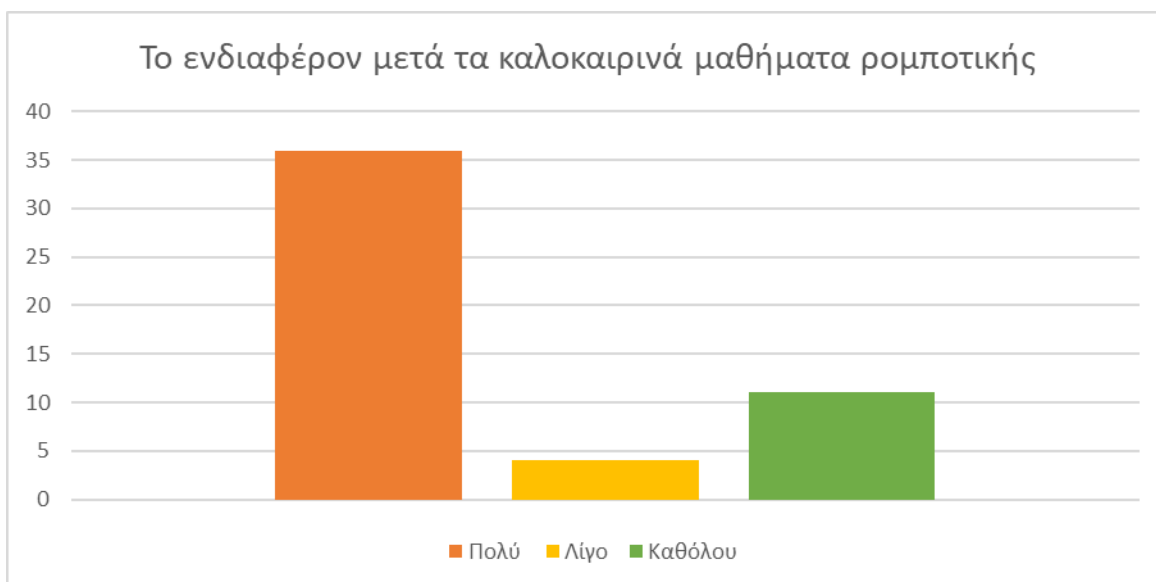
Στην ερώτηση αν το μάθημα ρομποτικής στην έκτη δημοτικού άλλαξε το ενδιαφέρον των μαθητών για STEM η ερεύνα εστίασε αρχικά στην ερώτηση σχετικά με πόσο ήταν το ενδιαφέρον για STEM πριν το μάθημα ρομποτικής στην έκτη δημοτικού.



Οι απαντήσεις 32 μαθητών ήταν ότι δεν υπήρχε καθόλου ενδιαφέρον, 12 μαθητές απάντησαν ότι το ενδιαφέρον ήταν λίγο ενώ 7 απάντησαν ότι το ενδιαφέρον ήταν πολύ. Επίσης οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να απαντήσουν σχετικά με το πόσο ήταν το ενδιαφέρον για STEM μετά το μάθημα την ρομποτικής, όπου 23 μαθητές απάντησαν ότι το ενδιαφέρον τους αυξήθηκε κατά πολύ, 16 μαθητές απάντησαν ότι το ενδιαφέρον τους αυξήθηκε λίγο ενώ σε 12 μαθητές δεν άλλαξε καθόλου το ενδιαφέρον τους.



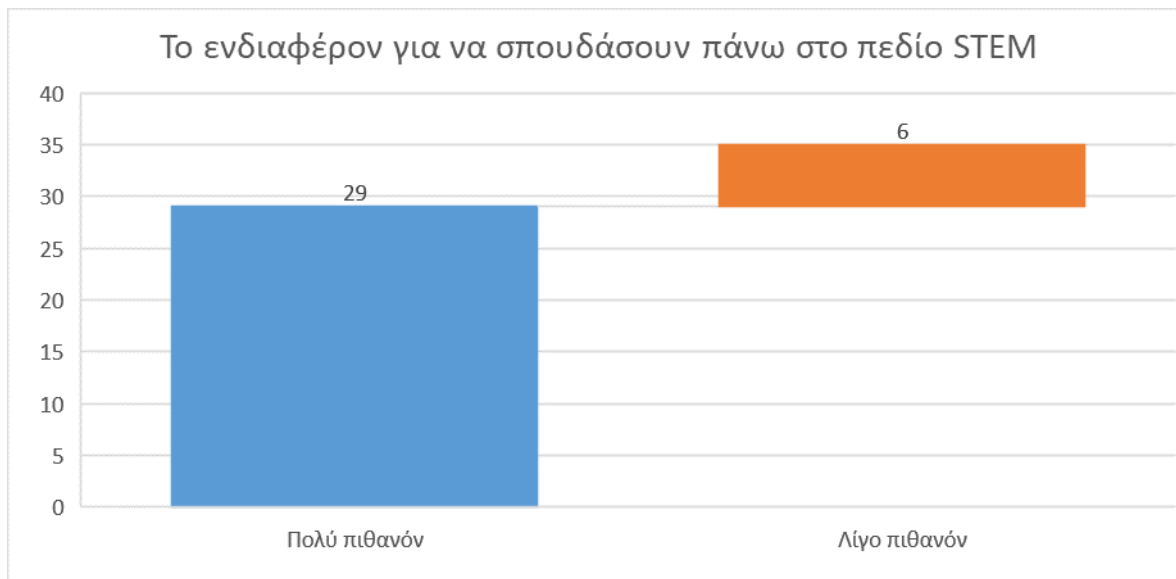
Στη συνέχεια οι μαθητές ρωτήθηκαν σχετικά με το πόσο ήταν το ενδιαφέρον τους για STEM μετά τα καλοκαιρινά μαθήματα ρομποτικής όπου 36 μαθητές απάντησαν πολύ, 4 μαθητές απάντησαν λίγο και 11 μαθητές απάντησαν καθόλου.



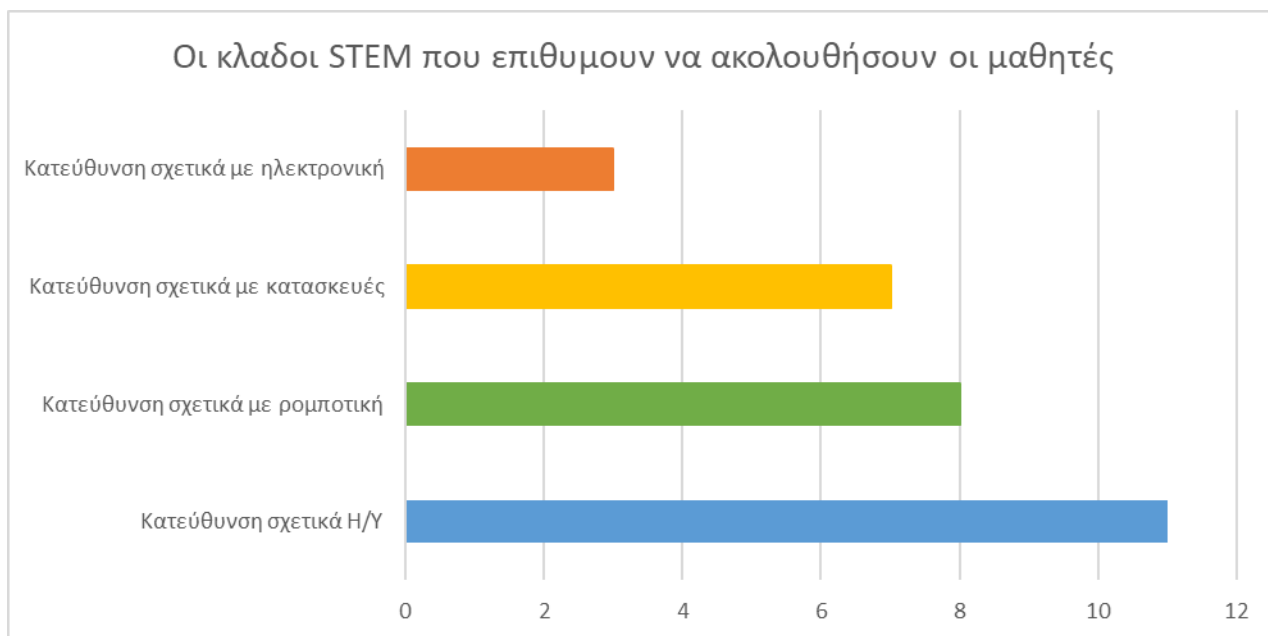
Οι τελευταίοι 11 μαθητές ήταν οι περισσότεροι μαθητές που τελικά δεν παρακολούθησαν το μάθημα της επιλογής STEM στην πρώτη τάξη του γυμνασίου και αυτοί (εκτός από έναν) που δεν επηρεάστηκαν καθόλου από το μάθημα ρομποτικής της έκτης δημοτικού. Παρατηρείται επίσης ότι το μάθημα ρομποτικής της έκτης δημοτικού επηρέασε κατά πολύ την άποψη των μαθητών σχετικά με τα STEM ενώ τα καλοκαιρινά μαθήματα επηρέασε κατά πολύ την επιλογή των

μαθητών για να επιλέξουν το μάθημα STEM στην πρώτη Γυμνασίου μιας και είναι ο ίδιος αριθμός μαθητών που επηρεάστηκε από το καλοκαιρινοί σετ μαθημάτων και που τελικά επέλεξε το μάθημα STEM με την έναρξη της σχολικής χρονιάς.

Οι μαθητές που παρακολούθησαν τελικά το μάθημα STEM καλέστηκαν να απαντήσουν κατά πόσο είναι πιθανόν να σπουδάσουν πάνω στο πεδίο STEM, με τους 29 από τους 35 μαθητές να απαντούν ότι είναι πολύ πιθανόν



Σε συνέχεια των παραπάνω απαντήσεων οι μαθητές που είναι πολύ πιθανόν να ακολουθήσουν κάποιο κλάδο της περιοχής STEM κλήθηκαν να απαντήσουν πιο συγκεκριμένα και έτσι 11 μαθητές απάντησαν ότι θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση σχετικά με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, 8 επιθυμούν να ακολουθήσουν την κατεύθυνση σχετικά με τη ρομποτική, 7 μαθητές θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση σχετικά με τις κατασκευές και 3 θα ακολουθήσουν την κατεύθυνση σχετικά με την ηλεκτρονική.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή εξέτασε 51 μαθητές ενός ιδιωτικού σχολείου που ήρθαν για πρώτη φορά σε επαφή με την ρομποτική στην έκτη τάξη του δημοτικού. Στη συνέχεια είχαν την επιλογή να παρακολουθήσουν ένα καλοκαιρινό σετ μαθημάτων σχετικά με την ρομποτική και το πεδίο STEM, ενώ με την έναρξη της νέας σχολικής χρονιάς στην πρώτη πλέον γυμνασίου τους δόθηκε η επιλογή να επιλέξουν ένα μάθημα STEM. Η έρευνα της εργασίας είχε σαν στόχο να αποτυπώσει την επίδραση της ρομποτικής στην εξοικείωση και εκμάθηση σχετικά με την περιοχή του STEM. Για το λόγο αυτό οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε 25 ερωτήσεις που περιελάμβανε αρχικά την συλλογή δεδομένων σχετικά με το φύλο, τη χώρα που γεννήθηκαν, την οικονομική τους κατάσταση και την παρακολούθηση δεύτερης ξένης γλώσσας. Παρατηρήθηκε ότι οι περισσότεροι μαθητές επέλεξαν το μάθημα STEM στο γυμνάσιο και το μεγαλύτερο μέρος αυτών το επέλεξε επειδή τους ενδιαφέρει η περιοχή STEM. Όσοι δεν το επέλεξαν ξεκαθάρισαν ότι δεν τους ενδιαφέρει ο κλάδος αυτός. Σε αντιστοιχία αναλογίας μεταξύ αυτών που επέλεξαν και αυτών που δεν επέλεξαν το συγκεκριμένο μάθημα, οι περισσότεροι μαθητές που το επέλεξαν ήταν περίπου βαθμολογικά ίσια τόσο για τα κορίτσια όσο και για τα αγόρια, ενώ ήταν περισσότερα αγόρια που δεν το επέλεξαν σε σχέση με τα αντίστοιχα κορίτσια. Παρατηρήθηκε ότι η χώρα που γεννήθηκαν

δεν έπαιξε ρόλο στην επιλογή ή όχι του μαθήματος σε αντίθεση με τον χαρακτηρισμό της καλής οικονομικής κατάστασης και της δεύτερης ξένης γλώσσας των μαθητών που τελικά επέλεξαν το μάθημα

Το καλοκαιρινό σετ μαθημάτων μετά το μάθημα ρομποτικής στην έκτη Δημοτικού και πριν την έναρξη της πρώτης γυμνασίου είχε αρκετά μεγάλη συμμετοχή ενώ ένα μεγάλο ποσοστό που δεν το παρακολούθησε τελικά δεν επέλεξε και το μάθημα STEM της πρώτης γυμνασίου. Ενώ σε αντίθεση το μεγαλύτερο ποσοστό που παρακολούθησε τα καλοκαιρινά μαθήματα επέλεξε το μάθημα STEM. Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον των μαθητών που παρακολούθησαν τα καλοκαιρινά μαθήματα είναι πάνω στην ρομποτική, την κατασκευή ιστοσελίδων, τον προγραμματισμό και γενικά την μηχανική ενώ το μικρότερο ενδιαφέρον τους είναι πάνω στην κατασκευή κτιρίων, την ασύρματη επικοινωνία και την μηχανική μάθηση. Η ρομποτική τους προξένησε το ενδιαφέρον λόγω της δημιουργικότητας, της εφαρμογής, της συνεργασίας και της αίσθησης της ικανοποίησης του αποτελέσματος. Στον αντίποδα όμως η έλλειψη ποικιλίας υλικών και οι μεγάλες ομάδες εργασίας λειτουργούσαν αρνητικά στην αίσθηση των μαθητών για την ρομποτική.

Η έρευνα αποτυπώνει και την σχέση της οικογένειας ως προς την επιλογή του μαθήματος STEM, πέρα από την επιρροή της ρομποτικής. Το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών που επέλεξαν το μάθημα STEM είχαν τουλάχιστον ένα μέλος στην οικογένεια που εργαζόταν στον κλάδο STEM. Το ενδιαφέρον για STEM πριν το μάθημα της ρομποτικής ήταν κυρίως μηδαμινό, ενώ μετά το μάθημα ρομποτικής, κυριάρχησε. Σπουδαίο ρόλο στην επιλογή του μαθήματος STEM παρατηρείται ότι έπαιξε και το καλοκαιρινό σετ μαθημάτων. Οι μαθητές που επέλεξαν το μάθημα STEM σε ένα πολύ μεγάλο ποσοστό θα ακολουθήσουν τον κλάδο αυτόν και ως φοιτητές κυρίως στην κατεύθυνση της επιστήμης των υπολογιστών και της ρομποτικής

Η εργασία συνέλεξε δεδομένα χρησιμοποιώντας τις προσωπικές εμπειρίες, παρατηρήσεις, περιγραφές και απόψεις των μαθητών. Οι λεκτικές περιγραφές των μαθητών επιβεβαιώθηκαν από το ιδιωτικό σχολείο ως προς τον αριθμό των μαθητών που παρακολούθησε το μάθημα ρομποτικής στην έκτη δημοτικού, επέλεξε ή όχι το προαιρετικό καλοκαιρινό σετ μαθημάτων ρομποτικής και τέλος παρακολούθησε ή όχι το μάθημα επιλογής STEM στην πρώτη γυμνασίου. Από την επιβεβαίωση αυτή και μόνο προκύπτει ότι το μάθημα ρομποτικής υποχρεωτικής παρακολούθησης στην έκτη δημοτικού ενίσχυσε το ενδιαφέρον του μεγαλύτερου μέρους της τάξης για να παρακολουθήσουν καθ' επιλογή τα καλοκαιρινά μαθήματα προαιρετικής παρακολούθησης με

αποτέλεσμα σχεδόν όλοι οι μαθητές αυτοί να αποφασίσουν τελικά να επιλέξουν το μη υποχρεωτικό εκπαιδευτικό μάθημα STEM στη πρώτη γυμνασίου. Από το σύνολο των απαντήσεων όλων των μαθητών διαπιστώνεται μια συνοχή τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική που επιβεβαιώνει την ανωτέρω διαπίστωση. Παράλληλα με την ολοκλήρωση της ανάλυσης δεδομένων, ενημερώθηκαν όλοι οι συμμετέχοντες για τα αποτελέσματα, ζητήθηκε ο σχολιασμός των ερωτηθέντων ως μέσο επαλήθευσης των ευρημάτων και της ακρίβειας των ερμηνειών αυτών ενισχύοντας το σύνολο των αποτελεσμάτων. Διαπιστώνεται ότι ο βραχυπρόθεσμος και μακροπρόθεσμος αντίκτυπος της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην περιοχή STEM υφίσταται και είναι θετικός, γεγονός που παραλληλίζεται με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας.

Μέσα από την εργασία αυτή αναδύεται επίσης το γεγονός ότι η επίδραση που παρουσιάζει να έχει η ρομποτική στη προσέγγιση των μαθητών προς το κλάδο STEM είναι ένα πολύπλευρο θέμα που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Η ικανοποιητική ισόποση πρόσβαση των μαθητών σε εκπαιδευτικό ρομποτικό υλικό, οι μη πολυπληθείς μαθητικές ομάδες ώστε να υπάρχει εξατομικευμένη μάθηση και αποδοτική συνεργατικότητα καθώς και άλλοι παράγοντες όπως το κοινωνικό και μορφωτικό επίπεδο και η επίδραση της οικογένειας συμβάλουν στις επιλογές του μαθητή για το πεδίο STEM.

Το γεγονός ότι τα δεδομένα που συλλέχθηκαν βασίστηκαν κυρίως σε λεκτικές περιγραφές και επιτεύγματα απόδοσης των παιδιών θα πρέπει να λειτουργήσει ως κίνητρο για μελλοντική εργασία. Πιο συγκεκριμένα τα παιδιά τείνουν να αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον τους μέσω διαφορετικών μορφών επικοινωνίας όπως σωματικές κινήσεις, χειρονομίες, εκφράσεις του προσώπου και χαρακτηριστικές συμπεριφορές τόσο απέναντι στους δάσκαλους όσο και απέναντι στους συμμαθητές τους. Δεδομένου επίσης ότι η διαδικασία εκμάθησης ρομποτικής είναι βασικά μια αλληλεπίδραση με kit ρομποτικής και τεχνολογικά περιβάλλοντα, θα πρέπει να αναγνωρίζονται και να μετρούνται επιπρόσθετες και με μεγαλύτερη ποικιλία διαφορετικές μορφές δεδομένων. Κάτι τέτοιο θα παρείχε πιο λεπτομερείς και σε βάθος πληροφορίες για την κατανόηση της ενασχόλησης των παιδιών με τη ρομποτική και την επίδρασή στη περιοχή STEM.

Βιβλιογραφία

- Ahmed, H. and La, H. M. (2019). 'Education-Robotics Symbiosis: An Evaluation of Challenges and Proposed Recommendations', in 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), pp. 222–229.
- Ahmad, S., Sultana, N., Jamil, S. (2020). 'Behaviorism vs Constructivism: A Paradigm Shift from Traditional to Alternative Assessment Techniques'. *J. Appl. Linguist. Lang. Res.*, 7, 19–33.
- Ahmad, S., Wasim, S., Irfan, S. & Gogoi, S., Srivastava, A. & Farheen, Zarina. (2019). Qualitative v/s Quantitative Research, *Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare* 6(43):2828-2832.
- Alexander, P. A. (2006). 'Evolution of a learning theory: A case study', *Educational Psychologist*, 41(4), 257-264.
- Alexander, P. A., Schallert, D. L., & Reynolds, R. E. (2009). 'What is learning anyway? A topographical perspective considered', *Educational Psychologist*, 44(3), 176-192.
- Angel-Fernandez, J. M., & Vincze, M. (2018). 'Introducing storytelling to educational robotic activities', *IEEE Global Engineering Education Conference*, pp. 608–615.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2020). 'Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy', *Computers in Human Behavior*, 105.
- Anwar, S., Bascou, N.A., Menekse, M., Kardgar, A. (2019). 'A systematic review of studies on educational robotics. *J. Pre-College Eng. Edu. Res. (J-PEER)* 9(2), 2.
- Arnold, K. E., & Pistilli, M. D. (2012). 'Course signals at Purdue: Using learning analytics to increase student success', In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge*, 267-270.
- Aschbacher, P.R., Ing, M., Tsai, S.M. (2014). 'Is science me? Exploring middle school students STEM career aspirations', *Journal of Science Education and Technology*, 2014;23:735-743.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). 'Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences', *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670

- Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2018). 'Computer programming and coding priorities, school curricula and initiatives across Europe', Technical report, European Schoolnet.
- Barraket, J. (2005). 'Teaching research method using a student centered approach? Critical reflections on practice'. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 2(2), 3.
- Bazler, J., & Van Sickle, M. (2017). 'Cases on STEAM education in practice'. IGI Global.
- Bell, J.(1999). 'Doing your research project: A guide for first-time researchers in education and social science', 3rd Ed., Oxford University Press, U.K.
- Benitti, F. B. V., & Spolaor, N. (2017). 'How have robots supported STEM teaching?', In M. S.
- Bratzel, B. (2014). 'STEM by design: Teaching with LEGO Mindstorms EV3', Knoxville, TN: College House Enterprises LLC.
- Brown, R., Brown, J., Reardon, K., Merrill, C., (2011). 'Understanding STEM. Current perceptions', *Technology and Engineering Teacher*, 70, 5-9.
- Khine (Ed.), *Robotics in STEM Education* (pp. 103–129). Springer.
- Bers, M.U.; Flannery, L.; Kazakoff, E.R.; Sullivan, A.(2014). 'Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum', *Comput. Educ.* 2014, 72, 145–157.
- Blikstein, P., & Moghadam, S. H. (2019). 'Computing education: Literature review and voices from the field', In S. A. Fincher, & A. V. Robins (Eds), *The Cambridge Handbook of Computing Education Research*, (1st ed.,pp. 56–78). Cambridge University Press.
- Birt, L., Scott, S., Cavers, D., Campbell, C., & Walter, F. (2016). 'A Tool to Enhance Trustworthiness or Merely a Nod to Validation', *Qualitative Health Research*, 26(13), 1802–1811.
- Bui, V. H., & Nguyen, T. T. X. (2020). 'Teaching technical subject of class 5 primary level following STEM education orientation. *Magazine of Educational Equipment*, 44 – 47.
- Canek, R., Chicas, Y. and Rodas, O. (2019). 'Fomenting STEM Careers through Robotics Competitions: A Work in Progress', in 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC). 2019 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC), pp. 270–273. doi: 10.1109/ISECon.2019.8882058.

- Caride, J. A. (2017). 'Social education, human rights and sustainability in community development', *Teoría de la Educación. Revista Interuniversitaria*, 29(1), 245-272.
- Carpenter, D. (2017), 'The quest for generic ethics principles in social research, finding common ground: consensus in research ethics across the social sciences', *Advances in research ethics and integrity*, Bingley: Emerald Publishing Limited, 1, 3–17.
- Casey, D., & Murphy, K. (2009). 'Issues in using methodological triangulation in research', *Nurse Researcher*, 16(4), 40–55.
- Castro, E., Cecchi, F., Salvini, P., Valente, M., Buselli, E., Menichetti, L., Calvani, A., & Dario, P. (2018). 'Design and Impact of a teacher training course, and attitude change concerning educational robotics', *International Journal of Social Robotics*, 10(5), 669–685
- Chaldi, D., & Castro, E., Cecchi, F., Valentem M., Buselli, E., Salvini, P., and Dario, P. (2018). 'Can educational robotics introduce young children to robotics and how can we measure it?', *Journal of Computer Assisted Learning* 34(6), 970-77.
- Chambers N., Kashefpakdel T., Rehill J. and Percy C. (2018). 'Exploring the career aspirations of primary school children from around the world', 4,21-32
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A., & Mondada, F. (2020). 'Fostering computational thinking through educational robotics: A model for creative computational problem solving', *International Journal of STEM Education*, 7(1), 39.
- Chou, Pao-Nan. (2018). 'Skill development and knowledge acquisition cultivated by maker education: evidence from arduino-based educational robotics', *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 14(10):1-15.
- Clark K. (2018). 'Learning theories: constructivism', *Radiol Technol.* 2018, 90(2), 180–2.
- Cohen, B. (2018). 'Teaching STEM after school: Correlates of instructional comfort', *The Journal of Educational Research*, 111(2), 246–255.
- Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2001). 'Research Methods in Education', 5th Ed, Routledge, USA.

Collis, J., and Hussey, R., (2003). 'Business Research, a Practical Guide for Undergraduate and Postgraduate Students', 2nd edition, New York: Pulgrave MacMillan.

Cook, K. L., & Bush, S. B. (2018). 'Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades', *School Science and Mathematics*, 118, 93–103.

Cope, D. (2014). 'Methods and Meanings: Credibility and Trustworthiness of Qualitative Research', *Oncology Nursing Forum*, Vol. 41, No. 1, January.

Cronhjort, M., Filipsson, L., & Weurlander, M. (2017). 'Improved engagement and learning in flipped-classroom calculus'. *Teaching Mathematics and its Applications: An International Journal of the Institute of Mathematics and its Applications*, 5, 121-136.

Crow, G., Wiles, R., Heath, S. and Charles, V. (2006). 'Research ethics and data quality: the implications of informed consent', *International Journal of Social Research Methodology* Vol. 9(2): pp. 83–95.

Daniela, L., & Lytras, M. D. (2019). 'Educational robotics for inclusive education', *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 219–225

Dailey, D., Cotabish, A., & Jackson, N. (2018). 'Increasing early opportunities in engineering for advanced learners in elementary classrooms: A review of recent literature', *Journal for the Education of the Gifted*, 41(1), 93–105.

Daugherty, M. K. (2013). 'The Prospect of an "A" in STEM Education', *Journal of STEM Education*, 14(2), april-june, 10-14.

Daugherty, M. K., Carter, V., & Swagerty, L. (2014). 'Elementary STEM education: The future for technology and engineering education?', *Journal of STEM Teacher Education*, 49(1), 45–55.

Denzin, N., & Lincoln. Y. (1994). 'Handbook of Qualitative Research. Thousand Oaks', CA, US: Sage Publications Inc.

DeCoito I, Steele A, Goodnough K. (2019). 'Introduction to the special issue on science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education', *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*. 2019;16:109-113.

Eck, H.; Hirschmugl-Gaisch, S.; Hofmann, A.; Kandlhofer, M.; Rubenzer, S.; Steinbauer, G. (2013), 'Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in Austria', In Proceedings of the Austrian Robotics Workshop, Vienna, Austria, 23–24 May, pp. 10–12.

Eguchi, A. (2017). 'Bringing Robotics in Classrooms. In M. Khine (Ed.), Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience (pp. 3–31). Springer.

Elkin, M.; Sullivan, A.; Bers, M.U. (2014), 'Implementing a Robotics Curriculum in an Early Childhood Montessori Classroom', J. Inf. Technol. Educ. Innov. Pract., 13, 153–169.

English, L.D., King, D., Smeed, J. (2017). 'Advancing integrated STEM learning through engineering design: Sixth-grade students' design and construction of earthquake resistant buildings', The Journal of Educational Research. 2017; 110:255-271.

Ertmer, P.A. & Newby, T.J. (2013). 'Behaviorism, Cognitivism, Constructivism: Comparing Critical Features From an Instructional Design Perspective', Performance Improvement Quarterly,. Volume 26. International Society for Performance Improvement Published online in Wiley Online Library. p. 55.

European Commission (2015). 'Science education for responsible citizenship", Luxembourg: Publications office of the European Union, p. 15.

European Commission/EACEA/Eurydice, 2019. Digital Education at School in Europe. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

European Union & Education, A. a. C. E. A. (2019). 'Digital education at school in Europe'. Publications Office of the European Union, Brussels. OCLC: 1130783000.

Fayer, S., Lacey, A., & Watson, A. (2017). Nearly 8.6 million STEM jobs in 2017. <https://www.bls.gov/spotlight/2017/science-technology-engineering-and-mathematicsstem-occupations-past-present-and-future/home.htm>

Forbes Magazine. (2018). Jobs for the future. www.forbes.com

Foster, B. (2019). H.R.4623 - 116th Congress (2019-2020): Keep STEM Talent Act of 2019. Congress.gov. <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-bill/>

- Fox, R. (2001). 'Constructivism examined', *Oxford review of education*, 27(1), 23-35.
- Freeman B., Marginson S. and Tytler R. (2019). 'An International View of STEM Education', *STEM Education 2.0 Brill | Sense*.
- Freedman, D. A., Pisani, R., and Purves, R. A. (2007). 'Statistics', 4th edn. New York: W. W. Norton & Company.
- Freeman S., Eddy S., McDonough M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). 'Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23).
- Hamed, T. (2016). 'Sampling Methods in Research Methodology; How to Choose a Sampling Technique for Research', *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)* Vol. 5, No. 2, 2016, Page: 18-27.
- Gadanidis, G., Cendros, R., Floyd, L., & Namukasa, I. (2017). 'Computational thinking in mathematics teacher education', *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 17(4), 458–477.
- Gill, J. and Johnson, P., (2002). 'Research Methods for Managers, 3rd edition, London: Sage Publications.
- Giordano, J., O'Reilly, M. and Taylor, H. (2007). 'Confidentiality and autonomy: the challenge(s) of offering researcher participants a choice of disclosing their identity. *Qualitative Health Research* 17: pp. 264–275.
- Heintz, F., & Mannila, L. (2018). 'Computational Thinking for all – an experience report on scaling up teaching Computational Thinking to all students in a major city in Sweden'. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE' 18)*. pp. 137–142. February 21–24, Baltimore, USA.
- Huff, K. L. (2016). 'Addressing three common myths about the Next Generation Science Standards', *Science and Children*, 53(5), 30–33.

- Ioannou, A., Makridou, E. (2018). 'Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work Education and Information Technologies', Addison-Wesley.
- Janka, P. (2008). 'Using a programmable toy at preschool age: Why and how', Proc. SIMPAR, 112–121.
- Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). 'Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking', *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175–192.
- Jung, S., & Won, E.-S. (2018). 'Systematic review of research trends in robotics education for young children', *Sustainability*, 10(4), 905.
- Julia, C.; Antolí, J. (2015), 'Spatial ability learning through educational robotics', *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 185–203.
- Kanny, M.A., Sax, L.J., Riggers-Piehl, T.A. (2014). 'Investigating forty years of STEM research: How explanations for the gender gap have evolved over time', *J. Women Minor. Sci. Eng.*, 20.
- Karp, T., & Maloney, P. (2013). 'Exciting young students in grades K-8 about STEM through an afterschool robotics challenge'. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 39.
- Kee, D. (2016). 'Classroom activities for the busy teacher: VEX IQ with ROBOTC Graphical', CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Keenan, K. and Fontaine, D. (2012). 'Listening to our students: understanding how they learn research methods in geography', *Journal of Geography*, 111(6): 224-235.
- Khalil, N. M., & Osman, K. (2017). 'STEM-21CS module: Fostering 21st century skills through integrated STEM', *K-12 STEM Education*, 3(3), 225–233.
- Khanlari, A. (2019). 'The Use of Robotics for STEM Education in Primary Schools: Teachers' Perceptions', In *Smart Learning with Educational Robotics* (pp. 267–278). Springer, Cham.
- Kilburn, D., Nind, M., and Wiles, R. (2014). 'Learning as Researchers and Teachers: The Development of a Pedagogical Culture for Social Science Research Methods?', *British Journal of Educational Studies*, 62(2): 191-207.

- Kogan, M., & Laursen, S. (2014). 'Assessing long-term effects of inquiry-based learning: a case study from college mathematics', *Innovative Higher Education*, 39, 183–199.
- Kubilinskiene, S., Zilinskiene, I., Dagiene, V., Sinkevicius, V. (2017). 'Applying robotics in school education: A systematic review', *Baltic J. Modern Comput.* 5(1), 50 (2017).
- Lacey TA, Wright B.(2018). 'Employment outlook: 2008–18: Occupational employment projections to 2018', *Monthly Labor Review*, ;132:82-123
- Langkos, Spyros. (2014). 'Research Methodology: Data collection method and Research tools', chapter 3.
- Levy, S.T.; Mioduser, D. (2018). 'Does it “want” or “was it programmed to...”? Kindergarten children’s explanations of an autonomous robot’s adaptive functioning', *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 18, 337–359.
- Levy, S.T.; Mioduser, D. (2019), 'Approaching Complexity Through Playful Play: Kindergarten Children’s Strategies in Constructing an Autonomous Robot’s Behavior', *Int. J. Comput. Math. Learn.*, 21–43.
- Liu, E.Z.F.; Lin, C.H.; Liou, P.Y.; Feng, H.C.; Hou, H.T. (2013). 'An analysis of teacher-student interaction patterns in a robotics course for kindergarten children: A pilot study'. *Turk. Online J. Educ. Technol.*, 12, 9–18.
- Lincoln, Y.S., & Guba, E.G. (1985). 'Naturalistic inquiry', Newbury Park, CA: Sage.
- Lleris, K (2000). 'Learning Theory and Adult Education', *Adult Education Research Conference*, Vancouver, Canada.
- Lund, S., Manyika, J., Segel, L. H., Dua, A., Hancock, B., Rutherford, S., & Macon, B. (2019, July). *The future of work in America: People and places, today and tomorrow*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/the-future-ofwork-in-america-People-and-places-today-and-tomorrow>
- Mann, K. V. (2011). 'Theoretical perspectives in medical education: past experience and future possibilities', *Medical Education*, 45(1): 60-68.

- Mantzanidou, G. (2021). 'Educational robotics and STEAM in early childhood education', *Advances in Mobile Learning Educational Research*,1(2): 72-81
- Mantzanidou, G. (2019). 'Educational Robotics in Kindergarten, a Case Study', *Robotics in Education - Current Research and Innovations*, 52-58. Springer.
- Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R., & Sanghri, S. (2017, November). Jobs lost, jobs gained: What the future of work will mean for jobs, skills, and wages. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-ofwork/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>
- Marques, M. M., Loureiro, M. J., & Marques, L. (2016). 'The dynamics of an online community of practice involving teachers and researchers', *Professional Development in Education*, 42(2), 235-257. <http://dx.doi.org/10.1080/19415257.2014.997396>
- Martínez, G., Naranjo, F.L., Mateos M, Sánchez, J. (2018). 'Recreational experiences for teaching basic scientific concepts in primary education: The case of density and pressure', *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14:1-16.
- McDonald, S., Howell, J. (2016), 'Watching, creating and achieving: Creative technologies as a conduit for learning in the early years', *Br. J. Educ. Technol.* 43, 641–651.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V.L., Lynch, S.J. (2016). 'STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs', *Journal of Research in Science Teaching*. 2016; 53:709-736.
- Mioduser, D.; Kuperman, A. (2012), ' Kindergarten Children's Perceptions of "Anthropomorphic Artifacts" with Adaptive Behaviour', *Interdiscip. J. E-Learn. Learn. Objects* 2012, 8.
- Mocinic, S. N. (2012). 'Active teaching strategies in higher education', *Metodicki obzori: casopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 7(15): 97-105.
- Morales A., D. & Perales Palacios, F.J. (2018). 'What Effects Do Didactic Interventions Have on Students' Attitudes Towards Science?', *A Meta-Analysis. Research in Science Education*, 1-25.
- Moran, Ricardo, Matías Teragni, and Gonzalo Zabala. (2017). 'A concurrent programming language for arduino and educational robotics', In *Proceedings of the XXIII congreso argentino*

de ciencias de la computación, edited by Armando De Giusti, and Patricia Pesado, 237-246. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Moro, M., Agatolio, F., & Menegatti, E. (2018). 'The RoboESL Project. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 48–60.

Muhajirah, M. (2020). 'Basic of Learning Theory:(Behaviorism, Cognitivism, Constructivism, and Humanism). *Int. J. Asian Educ.* 2020, 1, 37–42.

National Science Foundation. (2019). *Science and engineering indicators: Higher education in science and engineering - undergraduate education, enrollment, and degrees in the United States.* <https://www.nsf.gov/statistics/seind14/index.cfm/chapter-2/c2s2.htm>

Nemiro, J. E. (2020). 'Building Collaboration Skills in 4th- to 6th-Grade Students Through Robotics', *Journal of Research in Childhood Education*, 1–22.

Neumann, C. B. & Neumann I. B. (2012). 'The researcher in the research process. A book on the method of situation', Oslo, Norway: Cappelen Damm Akademiske

Nzesei, M. M. (2015). 'A Correlation Study between Learning Styles and Academic Achievement among Secondary School Students in Kenya'. University of Nairobi.

Olszewska, J.I., Houghtaling, M., Goncalves, P.J.S., Fabiano, N., Haidegger, T., Carbonera, J.L., Patterson, W.R., Ragavan, S.V., Fiorini, S.R., Prestes, E. (2020). 'Robotic standard development life cycle in action', *J. Intell. Robot. Syst.* 98(4), 119–131.

Oner, A.T., Nite, S.N., Capraro R.M., & Capraro M.M. (2016), 'From STEM to STEAM: Students' beliefs about the use of their creativity', *The STEAM Journal*, 2(2), Article 6.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 'Encouraging Student interest in Science and Technology Studies', Paris 2008.

Ormston, R., D. Snape, M. Barnard & L. Spencer. (2003). 'The foundations of qualitative research', Pp. 1-23, Chapter 1 in J. Ritchie, C.M., Nicholls, R. Ormston & J. Lewis (eds.). *Qualitative Research Practice. A Guide for Social Science Students and Researchers.* London, UK: Sage Publications.

Osborne, J. & Dillon, J. (2008). 'Science education in Europe: Critical reflections', London: King's College.

Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2019). 'Evaluating the effectiveness of a game-based learning approach in modifying students' behavioural outcomes and competence, in an introductory programming course. A case study in Greece', *International Journal of Teaching and Case Studies*, 10(3), 235-250.

Pan, T., and Zhu, Y., (2018). 'Getting started with arduino', In *Designing embedded systems with arduino*, edited by Tianhong Pan, and Yi Zhu, 3-16. Singapore: Springer Singapore.

Patino-Escarcina, R.E., Barrios-Aranibar, D., Bernedo-Flores, L.S., Javier Alsina, P., Garcia Goncalves, L.M. (2019). 'Eduroskids: An educational robotics standard curriculum for kids'. In: 2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE), vol. 1, pp. 471– 476. <https://doi.org/10.1109/LARS-SBR-WRE48964.2019.00089> (2019)

Patton MQ. (2002). 'Qualitative research and evaluation methods', 3rd Sage Publications, Thousand Oaks, CA.

Pena, J. V., Inda, M., Rodríguez, C. & Fernández, C. M. (2016). 'Perceived Supports and Barriers for Career Development for Second-Year STEM Students', *Journal of Engineering Education*, 105, 341-365.

Ramadhan, N., & Surya, E. (2017), 'The Implementation of Demonstration Method to Increase Students, Ability in Operating Multiple Numbers by Using Concrete Object', *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 34(02), 62–68.

Regulation (EU). (2016). 'Regulation (EU) 2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC', *General Data Protection Regulation*, Text with EEA relevance.

Rich, P. J., Jones, B. L., Belikov, O., Yoshikawa, E., & Perkins, M. (2017). *Computing and engineering in elementary school: The effect of year-long training on elementary teacher self-*

efficacy and beliefs about teaching computing and engineering. *Journal of Engineering Education*, 3, 44-52.

Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Castro, M., Blazquez, M. (2018). 'Multiplatform educational robotics course to introduce children in robotics', *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). 'Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe', European Commission. Brussels: European Commission. Information and Communication Unit.

Rodriguez-Siu, K.C., Apaza, L.F.I., Tejada-Begazo, M.F., Patino-Escarcina, R.E. (2016). 'Development and adaptation of an assessment rubric for educational robotics on competition-based projects', In: *Proceedings of Workshop of Robotics in Education* vol. 1, pp. 95 –100.

Romero, M., Usart, M., & Ott, M. (2015). 'Can Serious Games Contribute to Developing and Sustaining 21st Century Skills?', *Games and Culture*, 10(2), 148–177.

Ryan, F., Coughlan, M., Cronin, P. (2009). 'Interviewing in qualitative research: The one-to –one interview', *International Journal of Therapy and Rehabilitation*.

Santiago, D. A. (2017). Science, technology, engineering, and math (STEM). *Excelencia in Education*. <https://www.edexcelencia.org/research/issue-briefs/science-technologyengineering-and-math-stem>

Savard, A.; Freiman, V.(2016). 'Investigating Complexity to Assess Student Learning from a Robotics-Based Task', *Digit. Exp. Math. Educ.* 2016, 2, 93–114.

Scaradozzi, D., Screpanti, L., Cesaretti, L., Storti, M., & Mazzieri, E. (2019). 'Implementation and assessment methodologies of teachers' training courses for STEM activities', *Technology, Knowledge and Learning*, 24(2), 247–268.

Shah, A.M., Wylie, C., Gitomerm D., Noam, G. (2018). 'Improving STEM program quality in out-of-school-time: Tool development and validation'. *Science Education*, 102:238-259.

Sierra R., A. (2019). 'How can we teach educational robotics to foster 21st learning skills through PBL, arduino and S4A?', In *Robotics in education*, edited by Wilfried Lepuschitz, Munir Merdan,

Gottfried Koppensteiner, Richard Balogh, David Obdrzalek, 149-161. Cham, Switzerland: Springer.

Silverman, D. (2011). 'Interpreting Qualitative Data', 4th edition. London, UK. Sage publications.

Singh, N. K., & Yadav, A. K. (2017). 'Inductive and Deductive Methods in Mathematics Teaching. South East Asian Journal of Mathematics and Mathematical Sciences, 14(1), pp. 151–158.

Strawhacker, A.; Bers, M.U. (2015). 'I want my robot to look for food: Comparing Kindergartner's programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces', *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 25, 293–319.

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2019). 'Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school', *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1033–1051.

Sullivan, A.A.; Bers, U.M.; Mihm, C. *Imagining*, (2017). 'Playing, and Coding with KIBO: Using Robotics to Foster Computational Thinking in Young Children', Siu-cheung KONG The Education University of Hong Kong: Hong Kong, China, ISBN 9789887703440.

Sullivan, A.; Bers, M.U. (2013). 'Gender differences in kindergarteners' robotics and programming achievement', *Int. J. Technol. Des. Educ*, 23, 691–702.

Talbot, D. & Hayes, D. (2016). 'Teachers' experiences of re-engaging disenfranchised young people in learning through inquiry-based pedagogies: a phenomenographic study', *International Journal of Child, Youth and Family Studies*, 7(2), 257-274.

Tighe T., (1982). 'Modern Learning Theory Hardcover', Oxford Univ Pr.

United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, Resolution 70/1.

Warthen, S. (2017). 'Instructional Strategies of Effective Mathematics Teachers of African American Upper Elementary Students. *Journal of Engineering Education*, 5, 73-82.

Webster, S., Lewis, J. and Brown, A. (2014). 'Ethical considerations in qualitative research in: J Ritchie, J Lewis, C Nicholls McNaughton and R Ormston (Eds) *Qualitative research in practice: a guide for social science students and researchers*', London: Sage, pp. 77–110

Yadav, A., Gretter, S., Hambrusch, S., & Sands, P. (2016). 'Expanding computer science education in schools: understanding teacher experiences and challenges', *Computer Science Education*, 26(4), 235–254.

Yamaner, M. (2018). Full-time graduate enrollment in science and engineering continues to grow in 2016 due to increased enrollment by foreign students on temporary visas (NSF 18-307). National Science Foundation. <https://www.nsf.gov/statistics/>

Yang, Y., Long, Y., Sun, D., Van Aalst, J., & Cheng, S. (2020). 'Fostering students' creativity via educational robotics: An investigation of teachers' pedagogical practices based on teacher interviews', *British Journal of Educational Technology*, 51(5), 1826–1842.

Yin, R. K. (2003). 'Case study research, design and methods', Newbury Park, CA, SAGE.

Yuen, T.T.; Boecking, M.; Tiger, E.P.; Gomez, A.; Guillen, A.; Arreguin, A.; Stone, J. (2014), 'Group Tasks, Activities, Dynamics, and Interactions in Collaborative Robotics Projects with Elementary and Middle School Children', *J. STEM Educ. Innov. Res.*, 15, 39–46.