



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΙΟΛΟΓΙΑ STEM

ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ STEM: Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΕΜΠΕΙΡΙΩΝ ΤΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

Ιωάννης Λάλλας
Νικόλαος Τάμπας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ

Βασιλική Σπηλιωτοπούλου
Ομότιμη Καθηγήτρια

Λαμία, Φεβρουάριος 2025



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INFORMATICS & TELECOMMUNICATIONS

MASTER OF SCIENCE IN EDUCATIONAL APPLICATIONS WITH STEM
EPISTEMOLOGY

ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS'
PERCEPTIONS OF STEM CAREERS:
THE ROLE OF THEIR EXPERIENCES WITH
ROBOTICS

Ioannis Lallas
Nikolaos Tampas

FINAL THESIS

ADVISOR

Vasiliki Spiliotopoulou
Professor

Lamia, February year 2025

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 06 / 03 / 2025

Ο Δηλών

Λάλλας Ιωάννης

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 06 / 03 / 2025

Ο Δηλών

Τάμπας Νικόλαος

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

Ευχαριστίες

Πρώτα απ' όλα, θα θέλαμε να εκφράσουμε τις ειλικρινείς μας ευχαριστίες στην επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κ. Σπηλιωτοπούλου Βασιλική. Χωρίς την πολύτιμη βοήθειά της η έρευνά μας θα είχε σοβαρά προβλήματα προσανατολισμού.

Δευτερευόντως πρέπει να ευχαριστήσουμε θερμά τη Βίκυ Ζυμάρα, φίλη και εξαιρετική συνάδελφο, που μας διέθεσε το χρόνο της για να μας περιγράψει τις μεθόδους και τα εργαλεία που χρησιμοποιεί στα προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής που σχεδιάζει για τον οργανισμό «Eduact».

Τέλος πρέπει να ευχαριστήσουμε ο ένας τον άλλον. Ο Νίκος τον Γιάννη και ο Γιάννης τον Νίκο, για την υποδειγματική συνεργασία, την απρόσκοπτη συνεννόηση και τη συνεχή προσήλωση στον στόχο.

Περίληψη

Το ενδιαφέρον που επιδεικνύουν οι κυβερνήσεις ανά τον κόσμο, με σκοπό να βελτιώσουν τις γνώσεις STEM των πολιτών, αλλά και η προσπάθεια να πειστεί μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών να ακολουθήσουν κάποιο σχετικό επάγγελμα, δημιουργεί την ανάγκη της διερεύνησης των στοιχείων που επηρεάζουν τις απόψεις των μαθητών σχετικά με αυτά τα επαγγέλματα.

Στην παρούσα έρευνα γίνεται απόπειρα να ερευνηθεί η ενδεχόμενη σχέση ανάμεσα στη συμμετοχή των μαθητών σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής και στην πρόθεσή τους να ασχοληθούν μελλοντικά με κάποιο επάγγελμα STEM. Γι' αυτό τον σκοπό διερευνώνται οι πιθανές εμπειρίες των μαθητών που φοιτούν στις δύο τελευταίες τάξεις του Δημοτικού σχολείου, οι οποίες σχετίζονται με την εκπαιδευτική ρομποτική. Συγκεκριμένα, επιδιώκεται να αναδειχθεί τι μέρος του μαθητικού αυτού πληθυσμού ασχολείται με προγράμματα ρομποτικής και εν μέρει κάτω από ποιες συνθήκες γίνεται η παρακολούθησή τους.

Ταυτόχρονα, διερευνήθηκε η πιθανή συσχέτιση της συμμετοχής σε κάποιο πρόγραμμα ρομποτικής με άλλους παράγοντες που ενδεχομένως επηρεάζουν την προαναφερθείσα πρόθεση, όπως είναι οι αυτοαντιλήψεις STEM αλλά και οι απόψεις για τους επαγγελματίες STEM.

Ένα από τα κύρια ευρήματα της παρούσας μελέτης είναι ότι προέκυψε σημαντική συσχέτιση τόσο ανάμεσα στην παρακολούθηση προγραμμάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής και την πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM, όσο και σε συνάρτηση με τις αυτοαντιλήψεις STEM. Ταυτόχρονα, επιβεβαιώθηκαν ευρήματα άλλων ερευνητών που έχουν καταδείξει την επιρροή που ασκούν οι αυτοαντιλήψεις STEM καθώς και οι απόψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM στην πρόθεσή τους για μελλοντική STEM καριέρα.

Λέξεις – Κλειδιά: STEM επαγγέλματα, εκπαιδευτική ρομποτική, STEM αυτοαντίληψη, επαγγελματίες STEM,

Abstract

The interest shown by governments worldwide in improving citizens' STEM knowledge, as well as their efforts to encourage a greater percentage of students to pursue relevant professions, highlights the need to investigate the factors that influence students' perceptions of these careers.

This study attempts to investigate the possible relationship between students' participation in educational robotics programs and their intention to pursue a STEM career in the future. For this purpose, the possible experiences of students in the last two grades of primary school, which are related to educational robotics, are investigated. Specifically, it seeks to highlight what part of this student population is involved in robotics programs and partly under what conditions their attendance takes place.

At the same time, the possible correlation of participation in a robotics program with other factors that may influence the aforementioned intention, such as STEM self-perceptions and opinions about STEM professionals, was investigated.

One of the main findings of this study is that a significant correlation emerged between attendance at educational robotics programs and the intention to choose a STEM profession, as well as in relation to STEM self-perceptions. At the same time, findings of other researchers who have demonstrated the influence that STEM self-perceptions and students' views of STEM professionals have on their intention for a future STEM career were confirmed.

Keywords: STEM professions, educational robotics, STEM self-concept, STEM professionals

Περιεχόμενα

+	
Abstract	viii
Περίληψη.....	vii
Περιεχόμενα	ix
Λίστα Πινάκων.....	xi
Κατάλογος Συντομογραφιών και Ακρωνυμίων	xiii
1. Εισαγωγή.....	1
2. Βιβλιογραφική επισκόπηση	3
2.1. Ορισμός STEM	3
2.2. Εκπαίδευση STEM.....	4
2.2.1. Εκπαίδευση STEM στην Ελλάδα.....	6
2.2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική.....	8
2.2.3. Εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα.....	10
2.3. STEM επαγγέλματα	12
2.3.1. STEM επαγγέλματα κι εκπαίδευση	14
2.3.2. Αντιλήψεις μαθητών για τα STEM επαγγέλματα	15
2.3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για τα STEM επαγγέλματα.....	18
2.3.3.1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες.....	18
2.3.3.2. Η αυτο-αποτελεσματικότητα STEM.....	21
2.3.3.3. Η αντίληψη για τους STEM επαγγελματίες.....	22
2.3.3.4. Η αντίληψη για τη σταδιοδρομία STEM	22
2.3.4. Πώς η εκπαίδευση STEM επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών για τα STEM επαγγέλματα	23
3. Μεθοδολογία έρευνας	25
3.1. Σκοπός της έρευνας.....	25
3.2. Ερευνητικά ερωτήματα	26
3.3. Ερευνητικός σχεδιασμός.....	26
3.4. Ερευνητική ηθική.....	26
3.5. Πληθυσμός και δείγμα	27
3.6. Ερευνητικό Εργαλείο: Το Ερωτηματολόγιο	29
3.6.1. Σχεδιασμός ερωτηματολογίου	29
3.6.2. Αξιοπιστία κλίμακας Likert	31
3.6.3. Παρατηρήσεις για την κατασκευή του ερωτηματολογίου	31
3.7. Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων	32
4. Ανάλυση.....	33
4.1. Αρχικές αποφάσεις κωδικοποίησης και ερμηνείας μεταβλητών	33
4.2. Ανάλυση Δημογραφικών Στοιχείων	35
4.3. Εμπειρίες μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική.	37
4.4. Δημιουργία και Έλεγχος Κλιμάκων Likert.....	40

4.5.Αποτελέσματα σχετικά με την «πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM»	41
4.6. Αποτελέσματα Σχετικά με τις Αυτοαντιλήψεις STEM.....	47
4.7. Αποτελέσματα Σχετικά με τις Αντιλήψεις για τους Επαγγελματίες STEM	50
4.8. Αναλύσεις για γενικευμένη επίδραση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις 3 υποκατηγορίες.....	54
4.9. Ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης: Ρόλος αυτοαντίληψης & αντιλήψεων για επαγγελματίες STEM στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM	55
4.10. Μελέτη του δείγματος των συμμετεχόντων σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και πρόσθετες αναλύσεις	57
4.10.1 Επίδραση χρόνου εμπειρίας στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM ...	57
4.10.2 Επίδραση kit ρομποτικής στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM.....	58
4.10.3 Επίδραση λογισμικού προγραμματισμού στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM.....	59
5. Συμπεράσματα περιορισμοί και προτάσεις.....	59
5.1.Συνοπτική παρουσίαση της έρευνητικής στρατηγικής	60
5.2. Εμπειρίες των μαθητών γύρω από την εκπαιδευτική ρομποτική.....	60
5.3.Σχέση της ενασχόλησης των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική στην πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM	61
5.4. Επιρροή των STEM αυτοαντιλήψεων και των αντιλήψεων για τους επαγγελματίες στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM	64
5.5.Παράγοντες της εμπειρίας των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική που επηρεάζουν την πρόθεση για μελλοντική επιλογή επαγγέλματος STEM, τις STEM αυτοαντιλήψεις τους και τις αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM.....	65
5.6. Περιορισμοί της έρευνας.....	66
5.7. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	67
6. Συζήτηση.....	69
7. Βιβλιογραφία.....	70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	81

Λίστα Πινάκων και Εικόνων

Πίνακας 1 Το μοντέλο επιλογής της θεωρίας SCCT (Lent, Brown, & Hacket, 1994).....	16
Πίνακας 2 Πλήθος μαθητών που ασχολήθηκαν με kit της LEGO ανάλογα με το πλήθος των kit που χρησιμοποίησαν	37
Πίνακας 3 Πλήθος μαθητών ανά kit ρομποτικής και λογισμικό προγραμματισμού.	38
Πίνακας 4 συγκεντρωτικός πίνακας μαθητών που χρησιμοποίησαν λογισμικά προγραμματισμού, 3D εκτύπωση και Laser κοπή.	40
Πίνακας 5 Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ερωτήσεων για "πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM"	42
Πίνακας 6 Συγκεντρωτικός πίνακας πλήθους και ποσοστού μαθητών ανά απάντηση σε κάθε ερώτηση της πρώτης υποομάδας ερωτήσεων.....	44
Πίνακας 7 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και πρόθεσης επιλογής επαγγέλματος STEM.	44
Πίνακας 8 Ποσοστά απαντήσεων ανά ερώτηση για αυτοαντιλήψεις STEM ανάλογα με τη συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.....	47
Πίνακας 9 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και αυτοαντιλήψεις STEM.....	48
Πίνακας 10 Ποσοστά απαντήσεων για επαγγελματίες STEM ανάλογα με τη συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.	51
Πίνακας 11 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και απόψεις για επαγγελματίες STEM.	51
Πίνακας 12 Συσχέτιση τριών συνδυαστικών μεταβλητών.	55
Πίνακας 13 Ανάλυση παλινδρόμησης	56
Πίνακας 14 Επίδραση συντελεστών παλινδρόμησης.....	56
Εικόνα 1 Ποσοστιαία κατανομή μαθητών βάσει της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.	35
Εικόνα 2 Ποσοστιαία κατανομή μαθητών βάσει της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.	35
Εικόνα 3 Ποσοστιαία κατανομή μαθητών βάσει της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.	35

Εικόνα 4 Εμπειρία συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής.	35
Εικόνα 5 Εμπειρία συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής.	35
Εικόνα 6 Εμπειρία συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής.	35
Εικόνα 7 Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά τάξη. ...	36
Εικόνα 8 Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά τάξη. ...	36
Εικόνα 9 Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά τάξη. ...	36

Κατάλογος Συντομογραφιών και Ακρωνυμίων

STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics

NASA: National Aeronautics and Space Administration

STEMTEC: Science, Technology, Engineering, and Mathematics Tertiary Education Centre

NSF: National Sanitation Foundation

WDTs: Workforce Development for Teachers and Scientists (US Department of Energy)

STEAM: Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics

STEMSE: Science, Technology, Engineering, Mathematics, Societies and Environments

STREAM: Science, Technology, Robotics, Engineering, Art, Mathematics

UNICEF: United Nations International Children's Emergency Fund

STEM+C: Science, Technology, Engineering, Mathematics and Computing

WRO: World Robot Olympiad

ΤΠΕ: Τεχνολογία Πληροφοριών και Επικοινωνίας

ΔΕΠ: Διδακτικό Ερευνητικό Προσωπικό

PISA: Program for International Student Assessment

OECD: Organization for Economic Co-operation and Development

SCCT: Social Cognitive Career Theory

ΣΕΒ: Σύνδεσμος Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών

1. Εισαγωγή

Η έννοια της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής έχει τα τελευταία χρόνια αναδειχθεί ως ένας δυναμικός τρόπος προσέγγισης και εμπέδωσης εννοιών που σχετίζονται με τα πεδία STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Σε μια εποχή όπου η τεχνολογία και η καινοτομία διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στην παγκόσμια ανάπτυξη, η εκπαίδευση καλείται να παρέχει στους μαθητές εκείνες τις δεξιότητες και τα εφόδια που θα τους βοηθήσουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις του 21ου αιώνα (González-Salamanca, Agudelo, & Salinas, 2020). Παράλληλα, η έμφαση σε πρακτικές, βιωματικές δραστηριότητες καθιστά τη ρομποτική μια ελκυστική προσέγγιση, η οποία αξιοποιεί τη «μάθηση μέσω κατασκευής» (constructionist learning), προσφέροντας κίνητρα και ευκαιρίες για δημιουργική έκφραση και επίλυση προβλημάτων.

Στο ελληνικό πλαίσιο, τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να εμφανίζονται όλο και περισσότερες εξωσχολικές δραστηριότητες, εργαστήρια και διαγωνισμοί ρομποτικής. Αν και οι μαθητές σε μεγαλύτερες ηλικίες (π.χ. Γυμνάσιο, Λύκειο) έχουν ήδη αρκετές ευκαιρίες για να συμμετάσχουν σε ομίλους ρομποτικής, πλέον παρατηρείται μια επέκταση τέτοιων δράσεων και στο Δημοτικό (Αντωνίου, 2020). Παρ' όλα αυτά, οι σχετικές μελέτες που καταγράφουν την έκταση, τη μορφή και τον αντίκτυπο της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε νεότερες ηλικίες είναι ακόμη περιορισμένες.

Η παρούσα εργασία εστιάζει ακριβώς σε αυτό το κενό, διερευνώντας πώς η ενασχόληση μαθητών Δημοτικού με την εκπαιδευτική ρομποτική συνδέεται με τις αντιλήψεις τους απέναντι στα STEM και τον επαγγελματικό προσανατολισμό. Με απλά λόγια, η έρευνα εξετάζει αν η συμμετοχή των παιδιών σε προγράμματα ρομποτικής επηρεάζει την πρόθεσή τους να επιλέξουν κάποιο συναφές επάγγελμα (π.χ. μηχανικού, πληροφορικού, επιστήμονα), την αυτοαντίληψή τους για τις δεξιότητες Μαθηματικών, Φυσικής ή Πληροφορικής, καθώς και τις αντιλήψεις που έχουν για τους ίδιους τους επαγγελματίες STEM. Στη διεθνή βιβλιογραφία, η εκπαιδευτική ρομποτική θεωρείται ότι καλλιεργεί μια σειρά «δεξιοτήτων του 21ου αιώνα», όπως η κριτική σκέψη, η συνεργασία και η επίλυση προβλημάτων (Bano et al., 2023). Το ερώτημα που τίθεται, λοιπόν, είναι εάν οι δεξιότητες αυτές με τη σειρά τους, μπορούν να ενισχύσουν την εμπλοκή των μαθητών

σε γνωστικά αντικείμενα STEM, αυξάνοντας ενδεχομένως το ενδιαφέρον τους για σχετικές σπουδές και επαγγέλματα.

Στην Ελλάδα, η ενσωμάτωση τέτοιων δράσεων (επίσημων ή ανεπίσημων) στο Δημοτικό είναι σχετικά πρόσφατο φαινόμενο, ενώ οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση των στάσεων των μαθητών προς τα STEM δεν έχουν διερευνηθεί εκτενώς (Αντωνίου, 2020). Έτσι, η παρούσα μελέτη φιλοδοξεί να συμβάλει στην κατανόηση αυτών των σχέσεων, εξετάζοντας επιπλέον τα ίδια τα χαρακτηριστικά των μαθητών που συμμετέχουν σε ρομποτική (π.χ. χρόνος εμπειρίας, τύπος kit, λογισμικό προγραμματισμού κ.λπ.) και πώς ενδεχομένως αυτά συνδέονται με την πρόθεση επιλογής ενός επαγγέλματος STEM.

Από παιδαγωγική σκοπιά, η ανάλυση των στάσεων των μαθητών παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, διότι πολλοί ερευνητές υπογραμμίζουν ότι η προδιάθεση για STEM αρχίζει να διαμορφώνεται ήδη από τις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού (Χατζημιχάλη, 2022). Επιπλέον, όταν οι μαθητές λαμβάνουν έγκαιρα θετικές εμπειρίες σε δραστηριότητες τεχνολογίας και μηχανικής, αυξάνονται οι πιθανότητες να αισθάνονται αυτοπεποίθηση και κίνητρο για να συνεχίσουν σε πιο απαιτητικές σπουδές. Από την άλλη, η ενασχόληση με πιο σύνθετα ρομποτικά συστήματα ή η βαθύτερη γνωριμία με τον προγραμματισμό μπορεί να προσελκύσει μαθητές ήδη υψηλής επίδοσης ή ενδιαφέροντος, δημιουργώντας έτσι το ερώτημα αν η ρομποτική «δημιουργεί» το ενδιαφέρον ή αν αξιοποιείται πρωτίστως από μαθητές που έχουν ήδη μια φυσική κλίση (Kerimbayev et al., 2020).

2. Βιβλιογραφική επισκόπηση

Στόχος του παρόντος κεφαλαίου είναι η παρουσίαση των βασικών θεωρητικών στοιχείων που διέπουν την παρούσα έρευνα. Ξεκινά από την παρουσίαση του όρου-ομπρέλα STEM, ο οποίος στεγάζει την εκπαιδευτική ρομποτική κι έπειτα παρουσιάζει τις θεωρητικές πτυχές των επαγγελματιών STEM αλλά και τις αντιλήψεις των μαθητών για αυτά.

2.1. Ορισμός STEM

Το ακρωνύμιο STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) εμφανίστηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του '90 σε ένα κοινό πρόγραμμα μεταξύ της NASA και της Society of Hispanic Professional Engineers, καθώς και σε ένα συνεργατικό πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών στο Πανεπιστήμιο Amherst της Μασαχουσέτης (STEMTEC). Ωστόσο, τον όρο ανέσυρε στο προσκήνιο το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των Η.Π.Α. (NSF), το οποίο από κοινού με άλλους οργανισμούς άρχισαν να εξετάζουν τέσσερις ορθολογικά αλληλένδετες περιοχές ενδιαφέροντος, προπαντός όσον αφορά στην ενίσχυση της έρευνας και μετέπειτα για διδασκαλία σε αυτές τις περιοχές. Εικάζεται ότι η πρώτη έκδοση του όρου ήταν SMET, η οποία όμως αργότερα μετατράπηκε σε STEM, έτσι ώστε ο όρος να είναι πιο εύηχος κι ευχάριστος. Μπορεί να μην είναι σαφές σε ποιον πρέπει να πιστωθεί αυτή η αλλαγή, αλλά το πιο πιθανό είναι ότι εισήχθη είτε από την Judith Ramaley (NSF), είτε από τον Peter Faletra (WDTS), το έτος 2001 (McComas & Burgin, 2020).

Εκείνη την περίοδο, ο όρος STEM χρησιμοποιήθηκε ως πολύπλευρος όρος που αναφερόταν σε έναν ή περισσότερους από τους κλάδους που τον αποτελούν, αλλά από τότε έχει εξελιχθεί σε διάφορες εκδοχές που υπερβαίνουν τους επιμέρους κλάδους και άπτονται σε μια σειρά ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών υποδειγμάτων, προσεγγίσεων και πρακτικών (Akerson et al., 2018 ; English, 2016). Παραδείγματος χάριν, στο βιβλίο του Bybee εμφανίζονται εννέα διαφορετικά πρότυπα εκπαίδευσης STEM, εκ των οποίων κάποια παρουσιάζουν το STEM ως συνώνυμο της επιστήμης ή ενός μεμονωμένου επιστημονικού κλάδου (όπως η φυσική ή η βιολογία), ενώ άλλα αναφέρονται σε μια διεπιστημονική προσέγγιση για τον χειρισμό σημανόντων προκλήσεων, όπως η παγκόσμια κλιματική αλλαγή και η διαχείριση των ενεργειακών πόρων (Bybee, 2013).

Επιπροσθέτως, τα τελευταία χρόνια προέκυψαν παραλλαγές των συστατικών κλάδων και δημιουργήθηκαν νέα συναφή ακρωνύμια. Πιο συγκεκριμένα, ο όρος STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) έχει αποκτήσει αξιόλογη δημοτικότητα σε χώρες όπως η Νότια Κορέα, η Ιαπωνία, η Ταϊβάν, η Αυστραλία και φυσικά οι ΗΠΑ (Allina, 2017). Επιπλέον, εμφανίστηκε ο όρος STEMSE (Science, Technology, Engineering, Mathematics, Societies and Environments), ο οποίος βάζει σε πρώτο πλάνο τις γνώσεις των μαθητών που συνδέονται με την κοινωνική δικαιοσύνη και την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, αλλά και την προετοιμασία τους για την αντιμετώπιση των θεμάτων περιβαλλοντικής δικαιοσύνης (Bryan & Tobin, 2015). Τέλος, προσφάτως παρουσιάστηκε ο όρος STREAM, ο οποίος αναφέρεται στην εισαγωγή της ρομποτικής στο STEAM, καθώς κι ο όρος STEM+C ο οποίος σχετίζεται με την ένταξη της πληροφορικής στο STEM (Elkin et al., 2018).

Θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι η ευρεία χρήση του όρου STEM με την ταυτόχρονα μικρή συνοχή που παρουσιάζει ο ορισμός του, διακινδυνεύει να περιορίσει τη δυνητική του αξία για την ενδυνάμωση, τον μετασχηματισμό και την ενημέρωση της έρευνας, της πολιτικής, και των προγραμμάτων στην εκπαίδευση. Ταυτόχρονα με την ύπαρξη διαφορετικών παραλλαγών της έννοιας STEM, η εκπαίδευση STEM εξακολουθεί να έχει σημαίνοντα ρόλο στις μεταρρυθμίσεις που γίνονται σε εθνικό, πολιτειακό, περιφερειακό και σχολικό επίπεδο ανά τον κόσμο. Σύμφωνα με τις Papagiannopoulou & Vaioroulou (2024), καθώς ο όρος STEM βρίσκεται όλο και πιο κοντά στις σχολικές αίθουσες, είναι επιτακτικό αλλά κι εξαιρετικά επείγον να αποκτήσει σαφήνεια και νόημα. Από το να επιδιώκεται ένας ενιαίος ορισμός για τον όρο STEM, είναι προτιμότερο οι ερευνητές, οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι εκπαιδευτικοί και οι λοιποί φορείς να αποφανθούν και να εκφράσουν τη σημασία του όρου STEM και των παραγώγων του στη δική τους εργασία.

2.2. Εκπαίδευση STEM

Η εκπαίδευση STEM μπορεί να θεωρηθεί ως μια εκπαιδευτική φιλοσοφία κατά την οποία η επιστήμη, η τεχνολογία, η μηχανική και τα μαθηματικά χρησιμοποιούνται ως άρτια εργαλεία, με σκοπό την επίλυση προβλημάτων του πραγματικού κόσμου. Μέσω της εφαρμογής των τεσσάρων προαναφερθέντων κλάδων εμφανίζονται προοδευτικά νέες, πρωτοποριακές αντιλήψεις και νεωτερισμοί (Priemer et al., 2019).

Η εν λόγω εκπαίδευση έχει γίνει θέμα ενδιαφέροντος σχεδόν σε όλον τον κόσμο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιείται ως μέσο από την κυβέρνηση των Η.Π.Α. προκειμένου να αυξηθεί ο αριθμός του εργατικού δυναμικού στην επιστήμη και την τεχνολογία, οι οποίες συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της τεχνολογικής προόδου, με τελικό αποτέλεσμα την ευημερία της χώρας (Hira, 2010). Στην Ευρώπη επίσης, η συγκεκριμένη εκπαιδευτική στάση έχει διαδοθεί παντού και πλέον η γνώση της επιστήμης δε θεωρείται ως μελέτη ξεχωριστών θεμάτων φυσικής, χημείας και βιολογίας, αλλά αντιθέτως ως ολοκληρωμένη γνώση που μπορούμε να την εκμεταλλευτούμε, για την κατανόηση του φυσικού κόσμου και τη λύση σύνθετων προβλημάτων εφαρμόζοντας καινοτομίες (Kudenko & Gras-Velazquez, 2015). Παρομοίως, στις περισσότερες χώρες της Ασίας (συμπεριλαμβανομένης της Ιαπωνίας, της Σιγκαπούρης και της Κίνας), η εκπαίδευση STEM θεωρείται κρίσιμος παράγοντας για την προώθηση και την ανάπτυξη ισχυρής οικονομίας, αφού οι μαθητές είναι δυνατόν να έρθουν σε επαφή με την εφαρμογή των τεσσάρων ξεχωριστών γνωστικών αντικειμένων κι έτσι να ενισχυθεί το ενδιαφέρον τους για καριέρες σχετικές με το STEM (Xan & Appelbaum, 2018).

Η εκπαίδευση STEM είναι ένα εργαλείο, μέσω του οποίου είναι δυνατή η κατανόηση του ολοένα εναλλασσόμενου φυσικού κόσμου γύρω μας, αλλά και των γεγονότων που συμβαίνουν στην καθημερινή μας ζωή (Srikoorn et al., 2017). Η επιστήμη είναι γενικά αντιληπτή ως θεμελιώδης κατανόηση που έχει σκοπό να ερμηνεύσει τον τρόπο λειτουργίας των αντικειμένων στη φύση. Στη συνέχεια, έρχεται η χρήση της τεχνολογίας που μπορεί να παρέχει μεγαλύτερη ευχέρεια στη ζωή των ανθρώπων, παραλλάσσοντας κάποιες πτυχές του φυσικού κόσμου, ώστε να καλυφθούν οι καθημερινές ανάγκες. Επιπλέον, προκειμένου να επιτευχθούν τέτοιες πρωτοποριακές εξελίξεις, οι εκπαιδευόμενοι τείνουν να χρησιμοποιούν τόσο τις ‘‘κάθετες’’ όσο και τις ‘‘οριζόντιες’’ δεξιότητες, καθώς και τις διαδικασίες της μηχανικής, ώστε να σχεδιάζουν, να κατασκευάζουν και να ανασχεδιάζουν καινοτόμα προϊόντα και διαδικασίες. Τέλος, οι μαθητές δύνανται να εκμεταλλεύονται μαθηματικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένων των εκτιμήσεων και της λήψης αποφάσεων, για την επίλυση προβλημάτων (Reeve, 2013).

Παρόλο που οι πρακτικές σχετικά με τις δραστηριότητες STEM διαφέρουν από χώρα σε χώρα, είναι εύλογο ότι πέρα από την εννοιολογική κατανόηση της επιστήμης και των μαθηματικών, όλες στοχεύουν στο να καλλιεργήσουν τις δεξιότητες μάθησης του 21^{ου} αιώνα, όπως είναι η επίλυση προβλημάτων, η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η

επικοινωνία και η κριτική σκέψη (Ostler, 2012). Επομένως, είναι κοινός τόπος ότι έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μορφές μάθησης όπως οι project-based learning, problem-based learning, inquiry-based learning κι άλλες, προκειμένου να συμβάλλουν στην ενεργό μάθηση της επιστήμης (Andrini, 2016 ; Mangold & Robinson, 2013). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ομαδική εργασία συνυπολογίζεται στην ενεργό μάθηση, βασικά συστατικά της οποίας είναι η επικοινωνία κι η συνεργασία. Επιπροσθέτως, η κριτική σκέψη και η παραγωγικότητα μπορούν να υποστηριχτούν ικανοποιητικώς μέσω της επίλυσης προβλημάτων ή/και μέσω του σχεδιασμού προϊόντων (Stollberger et al., 2017). Βάση των προαναφερθέντων, αργά ή γρήγορα, η διδασκαλία των φυσικών επιστημών μέσω της παραδοσιακής μάθησης (ο δάσκαλος διδάσκει απευθείας το περιεχόμενο στους μαθητές κι εκείνοι το απομνημονεύουν) θα αντικατασταθεί από την ενεργό μάθηση (Setiawan, 2019).

2.2.1. Εκπαίδευση STEM στην Ελλάδα

Τα προγράμματα σπουδών της χώρα μας μπορεί να χαρακτηρίζονται από αυστηρή και συμπαγή διάρθρωση, ωστόσο, βρίσκονται σε εξέλιξη πρωτοβουλίες για την ενσωμάτωση της έρευνας και της επιστημονικής νοοτροπίας στο εκπαιδευτικό μας σύστημα. Συγκεκριμένα, αυτή η προσέγγιση έχει συμπεριληφθεί στο πρόγραμμα σπουδών τόσο των Γενικών όσο και των Επαγγελματικών Λυκείων. Από την Α' τάξη του Δημοτικού, οι μαθητές διδάσκονται την Πληροφορική και τα Μαθηματικά, ενώ οι Φυσικές Επιστήμες εισάγονται στις μεγαλύτερες τάξεις (Ε' – ΣΤ'). Στο Γυμνάσιο, μαθήματα όπως τα Μαθηματικά, οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία απαρτίζουν αναπόσπαστο μέρος του προγράμματος σπουδών, ενώ η πρώτη σχολική χρονιά επικεντρώνεται στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες. Τέλος, μολονότι τα δύο τελευταία χρόνια του Λυκείου δε μοιράζονται το ίδιο πρόγραμμα σπουδών, είναι προσαρμοσμένα είτε για να προετοιμάσουν τους μαθητές για την εισαγωγή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είτε για να ευθυγραμμιστούν με την τεχνική εκπαίδευση (Γαϊτάνης & Κόσσυβας, 2018).

Επί του παρόντος, η προσέγγιση STEM χρησιμοποιείται κυρίως σε περιβάλλοντα μη τυπικής μάθησης, συμπεριλαμβανομένων των Μουσείων Επιστημών και των Κέντρων Επιστήμης και Τεχνολογίας. Οι παραπάνω χώροι μη τυπικής εκπαίδευσης παρέχουν μια ποικιλία δραστηριοτήτων STEM που έχουν σχεδιαστεί για να ενισχύσουν την ενεργό συμμετοχή των μαθητών και να ενθαρρύνουν τη συνεργασία μεταξύ τους μέσω

πειραμάτων, κατασκευαστικών έργων και εκπαιδευτικών παιχνιδιών (Μποτζάκη, και συν., 2024).

Δυστυχώς, οι προσπάθειες για την εισαγωγή της προσέγγισης STEM σε τυπικά περιβάλλοντα μάθησης είναι στοιχειώδεις και κατά κανόνα συμβαίνουν στο περιθώριο ευρωπαϊκών προγραμμάτων. Η πιο κοντινή εκδοχή της εκπαίδευσης STEM στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα συχνά θεωρείται ότι είναι είτε η «Μέθοδος Project» είτε τα «Εργαστήρια δεξιοτήτων». Ωστόσο, αυτές οι προσεγγίσεις, αν και εμπεριέχουν στοιχεία που μπορούν να αξιοποιηθούν στο πλαίσιο της STEM εκπαίδευσης, δεν συνιστούν από μόνες τους μια ολοκληρωμένη STEM προσέγγιση. Στην πρώτη περίπτωση, η μέθοδος αυτή συγκροτεί κομμάτι του γενικού πλαισίου της «βιωματικής μάθησης», μιας εκπαιδευτικής προσέγγισης που θεωρείται «ανοικτού τύπου», κατά την οποία ομάδες μαθητών αλληλοβοηθούνται για να ολοκληρώσουν εργασίες που προκρίνουν οι ίδιοι ή προκειμένου να αντιμετωπίσουν προβλήματα της καθημερινής ζωής. Στη δεύτερη περίπτωση, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να σχεδιάσουν πλάνα δημιουργίας ικανοτήτων με επίκεντρο τέσσερα συγκεκριμένα θέματα: α) ζω καλύτερα, β) φροντίζω το περιβάλλον, γ) ενδιαφέρομαι, ενεργώ και δημιουργώ, και δ) καινοτομώ. Ωστόσο, είναι επιτακτική ανάγκη η εποικοδομητική ενσωμάτωση των προσεγγίσεων STEM στα επίσημα μαθησιακά περιβάλλοντα να γίνει με πιο οργανωμένο και μεθοδικό τρόπο (Μποτζάκη, και συν., 2024).

Πιο σύγχρονες διδακτικές προσεγγίσεις που σχετίζονται με το STEM είναι αυτές που παράγονται και υλοποιούνται με την αρωγή εκπαιδευτικών οργανισμών, από μελετητές στο πλαίσιο διπλωματικών εργασιών και άλλες από την πρωτοβουλία και το μεράκι των εκπαιδευτικών, οι οποίοι προσπαθούν να κάνουν την παράδοση των μαθημάτων τους ελκυστικότερη για τους διδασκόμενους (Γαϊτάνης & Κόσσυβας, 2018). Αντιπροσωπευτικά δείγματα των προαναφερθέντων δράσεων ήταν τα προγράμματα STEM4Youth (που υποστήριζε τη συνεργασία εκπαιδευτικών διαφορετικών τομέων, ώστε συγχρόνως να διδάσκουν τμήματα της ύλης του μαθήματος τους, τα οποία σχετίζονταν με εφαρμογές της Μηχανικής), Engineer (για μαθητές Ε΄, ΣΤ΄ Δημοτικού και Α΄ Γυμνασίου με σκοπό να ανακαλύψουν οι μαθητές την επιστήμη μέσω ενός προβλήματος κατασκευής μιας πλωτής πλατφόρμας) και Hyratia (το οποίο αφορούσε την παρουσίαση και την εμπλοκή γυναικών σε περιοχές STEM (Γαϊτάνης & Κόσσυβας, 2018).

Επιπροσθέτως, δε θα πρέπει να παραλείψουμε κάποιους διαγωνισμούς ρομποτικής που γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, όπως για παράδειγμα ο WRO-Hellas, και οι

οποίοι βοηθούν τους μαθητές των σχολείων να σχηματίσουν ομάδες με επιδίωξη να κατασκευάσουν εργασίες που σχετίζονται με τον διαγωνισμό. Αυτή η καθορισμένη μορφή υλοποίησης δραστηριοτήτων έχει στον πυρήνα της μια μαθησιακή διαδικασία που σχετίζεται με τη STEM εκπαίδευση, καθώς οι συμμετέχοντες πρέπει να αντεπεξέλθουν σε μια πρόκληση (πρόβλημα) και να παρουσιάσουν την καλύτερη λύση. Θα πρέπει όμως εδώ να τονιστεί ότι η πλειονότητα των σχολείων στην Ελλάδα, είτε πρόκειται για κτίρια που ανήκουν στη Γενική εκπαίδευση, είτε στην Τεχνική, χαρακτηρίζεται τόσο από ανεπάρκεια εργαστηριακών χώρων, όσο κι από ένδεια πόρων, γεγονός που αποτελεί βασικό ανασταλτικό παράγοντα (Γαϊτάνης & Κόσσυβας, 2018).

Τέλος, ένα άλλο ζήτημα που προκύπτει είναι η περιορισμένη επαγγελματική ανάπτυξη και εκπαίδευση των εκπαιδευτικών, αφού δε συνάγεται ότι δίνεται ιδιάζουσα βάση στην μεθοδική εξοικειώσή τους με την STEM προσέγγιση, παρά τη λειτουργία κάποιων μεταπτυχιακών προγραμμάτων στη χώρα μας. Τα εν λόγω μεταπτυχιακά προγράμματα σπουδών δίνουν βάση στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στη STEM προσέγγιση, ιδιαιτέρως μέσα από τη στήριξη για ανάπτυξη υλικού και τη χρήση του σε πραγματικές τάξεις της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Παρόλα αυτά δε δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην εφαρμογή STEM δραστηριοτήτων σε εξ αποστάσεως πλαίσιο (Μποτζάκη, και συν., 2024).

2.2.2 Εκπαιδευτική ρομποτική

Μπορούμε να εκμεταλλευτούμε τα οφέλη της ρομποτικής προκειμένου να διδάξουμε δεξιότητες STEM ήδη από τα πρώτα στάδια της προσχολικής αγωγής (Bers, Flannery et al., 2013), γεγονός που συμβάλλει στο να μπορούν οι μαθητές να μεταβάλλουν αφηρημένες έννοιες STEM σε καθορισμένη κατανόηση του αληθινού κόσμου (Barker & Ansorge, 2007). Οι εκπαιδευόμενοι που έχουν βιώσει την επιτυχία έχοντας εμπλακεί σε κονστρουκτιβιστικές δραστηριότητες του πραγματικού κόσμου (σαν αυτές που παρέχονται από τα προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής), είναι πιθανό ότι ως ενήλικες θα αντιλαμβάνονται τις αξιώσεις του εργατικού δυναμικού του μέλλοντος (National Research Council, 2015). Τα βασιζόμενα στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής επιτρέπουν στους μαθητές να έρθουν σε επαφή με το STEM ενεργώντας, καθώς και να εμπλουτίσουν τις γνώσεις και να καλλιεργήσουν τις δεξιότητες και το ενδιαφέρον τους για STEM θέματα, μέσω της λεπτομερούς σκέψης, της ενεργού εμπλοκής και της φυσικής κατασκευής.

Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να περιλαμβάνει ένα σύνολο από διαφορετικές δραστηριότητες, οι οποίες είναι δυνατόν να καλύψουν τα επιμέρους ενδιαφέροντα των μαθητών, καθώς και τα διάφορα επίπεδα δεξιοτήτων. Βασικό ρόλο σε αυτές τις δραστηριότητες διαδραματίζει η ενσωμάτωση κιτ ρομποτικής, γλωσσών προγραμματισμού και διαφόρων μηχανικών κατασκευαστικών στοιχείων (Fong et al., 2003). Οι συμμετέχοντες στα εν λόγω προγράμματα μπορούν να κατασκευάσουν απλά ρομπότ εκμεταλλευόμενοι το Lego Mindstorms ή να περιηγηθούν σε πιο πολύπλευρες εργασίες που εμπερικλείουν ειδικά μελετημένα ρομποτικά μοντέλα. Τα μαθήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής που παρέχονται κυρίως σε διάφορους συλλόγους, καταδεικνύουν στους διδασκόμενους έναν απτό στόχο και μια πλατφόρμα για να επιδείξουν τις δεξιότητές τους. Συγκεκριμένες δραστηριότητες, όπως αναμετρήσεις ρομπότ, προκλήσεις επίλυσης λαβύρινθων και συνεργατικά καθήκοντα, ενισχύουν την τεχνική επάρκεια και εμφυσούν την εντύπωση της επίτευξης και της αντοχής στους συμμετέχοντες. Τέλος, πέρα από τη συμμετοχή σε διάφορους διαγωνισμούς, μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι δυνατόν οι μαθητές να έρθουν πιο κοντά με την κοινότητα της περιοχής τους και σε συνεργασία μαζί τους να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους, για να ανταπεξέλθουν σε δυσκολίες του πραγματικού κόσμου, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο το αίσθημα της κοινωνικής ευθύνης (Mosley et al., 2016).

Στην εποχή μας, πολλά εκπαιδευτικά ιδρύματα ανά τον κόσμο τείνουν να αυξάνουν τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε δραστηριότητες STEM. Από την προσχολική αγωγή έως και τη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση παρατηρούμε ότι εφαρμόζεται ένα ευρύ φάσμα σχετικών δράσεων και παρεμβάσεων, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στα δυνητικά οφέλη τους. Ως εκ τούτου, η εκπαιδευτική ρομποτική είναι τμήμα του προγράμματος σπουδών, το οποίο ενισχύει τους μαθητές σε πολλά πεδία. Οι ειδικές παρεμβάσεις αποβλέπουν κυρίως στη βελτίωση γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων (Gomoll et al., 2016 ; Arfe et al., 2020).

Η έρευνα έχει καταδείξει τα ενδεχόμενα πλεονεκτήματα της εκπαιδευτικής ρομποτικής, όταν χρησιμοποιείται ως εργαλείο για την ενδυνάμωση των γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων των εκπαιδευόμενων (Ioannou & Makridou, 2018). Οι συγκεκριμένες δεξιότητες δύνανται να περιλαμβάνουν την υπολογιστική σκέψη (computational thinking), την επίλυση προβλημάτων και τη δημιουργικότητα (Nemiro, 2020), οι οποίες στις μέρες μας θεωρούνται από πολλούς οι σπουδαιότερες δεξιότητες του

21^{ου} αιώνα που πρέπει να αποκτούν οι νέοι (Van Laar et al., 2017). Επιπροσθέτως, η χρησιμοποίηση των ρομπότ στην εκπαίδευση θα μπορούσε να κάνει τα μαθήματα πιο ενδιαφέροντα και πιο ευχάριστα (Newton et al., 2020). Επομένως, η εκπαιδευτική ρομποτική θα μπορούσε να εξελιχθεί σε κατάλληλο εφόδιο για την καλλιέργεια θετικών στάσεων, ακόμη και προς μη δημοφιλείς εκπαιδευτικές περιοχές, όπως παραδείγματος χάριν η Άλγεβρα ή η Γεωμετρία (Zhong & Xia, 2018).

Στο σημείο αυτό βέβαια, δε θα πρέπει να παραλείψουμε ότι σε αντίθεση με τα προαναφερθέντα, έχουν αναφερθεί περιπτώσεις κατά τις οποίες οι μαθητές που συμμετείχαν σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής δεν παρουσίασαν πρόοδο όσον αφορά στις γνώσεις, στις δεξιότητες ή στις στάσεις τους, σε σύγκριση με τους συμμαθητές τους που παρακολούθησαν το παραδοσιακό πρόγραμμα σπουδών (Julia & Antoli, 2015; Konijn & Hoorn, 2020). Επομένως, ίσως δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν ασφαλή κι οριστικά συμπεράσματα σχετικά με το πόσο αποτελεσματικές είναι οι παρεμβάσεις με εκπαιδευτική ρομποτική, αλλά και ποιος είναι ο πραγματικός αντίκτυπός τους στην εκπαιδευτική πράξη. Αυτό το ζήτημα ενδεχομένως υφίσταται λόγω του διευρυμένου φάσματος περιοχών και διαφορετικών ηλικιών στις οποίες εφαρμόζονται τα προγράμματα αυτά, γεγονός που καθιστά επιτακτική την περαιτέρω αλλά και πιο εστιασμένη διερεύνηση των δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής και STEM.

2.2.3. Εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα

Μπορεί να υποστηριχθεί ότι το ενδιαφέρον που διακρίνεται ανά τον κόσμο τα τελευταία χρόνια, όσον αφορά στα οφέλη της εκπαιδευτικής ρομποτικής και των πρακτικών STEM, παρατηρείται και στη χώρα μας. Βέβαια, εδώ, προσεγγίζουμε τη ρομποτική περισσότερο ως γνωστικό αντικείμενο, παρά ως εργαλείο μάθησης. Την ίδια στιγμή, μπορεί η ρομποτική να είναι ενταγμένη στο πρόγραμμα σπουδών, αυτό όμως δε σημαίνει ότι είναι και υποχρεωτική η διδασκαλία της, αφού λειτουργεί ως μια πρόταση διδασκαλίας που έχει επικουρικό ρόλο στο υπάρχον αναλυτικό πρόγραμμα. Η εκπαιδευτική ρομποτική εμφανίζεται στα ελληνικά σχολεία, προς το παρόν, ως εργαλείο μάθησης κι ως κομμάτι των ομάδων δραστηριοτήτων. Τέτοιες ομάδες υπάρχουν σε ορισμένα ιδιωτικά και πειραματικά σχολεία (Γκριζιώτη, και συν., 2016) και συχνά χρησιμοποιούν καινοτόμες μεθόδους κι εργαλεία διδασκαλίας, όπως είναι η ρομποτική ή οι πρακτικές STEM, με απώτερο σκοπό την ανάπτυξη των απαιτούμενων δεξιοτήτων στους μαθητές, ώστε να είναι ικανοί να

ανταπεξέλθουν τόσο στις απαιτήσεις της κοινωνίας του 21ου αιώνα, όσο και στη μελλοντική αγορά εργασίας.

Με την ίδια λογική φαίνεται ότι λειτουργούν και οι ιδιωτικοί φορείς της εκπαιδευτικής ρομποτικής, που στις μέρες μας γνωρίζουν ιδιαίτερη άνθιση, κι έτσι τα παιδιά στις περισσότερες πόλεις της χώρας μπορούν να ασχοληθούν με τη ρομποτική εκτός σχολικού πλαισίου. Ταυτόχρονα, η ύπαρξη της μη κερδοσκοπικής εταιρείας WRO Hellas ενθαρρύνει την εξάπλωση εφαρμογών επιστήμης και ΤΠΕ (Information and Communications Technology) και πιο συγκεκριμένα μεθόδων αυτοματισμού και ρομποτικής στην εκπαίδευση. Βασικός άξονας της προσπάθειας της εν λόγω εταιρείας είναι η εισαγωγή του STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία, αλλά και η καλλιέργεια δεξιοτήτων του 21ου αιώνα σε μαθητές, υποστηρίζοντας την πρωτοτυπία και την εμπλοκή τεχνολογικών πρωτοβουλιών στους νέους. Οι ομάδες που προκύπτουν από την WRO Hellas λαμβάνουν μέρος στη διεθνή Ολυμπιάδα, έναν διαγωνισμό με συμμετοχή ομάδων απ' όλον τον κόσμο. Αξίζει να τονιστεί ότι οι συμμετοχές των ελληνικών ομάδων στους συγκεκριμένους αγώνες συνδυάζονται με σημαντικές διακρίσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα, γεγονός που καταδεικνύει το ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον και τις σημαντικές ευκαιρίες που υπάρχουν στην Ελλάδα, για την ακμή της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Το αυξημένο ενδιαφέρον για την εκπαιδευτική ρομποτική στην Ελλάδα (όπως και στον υπόλοιπο κόσμο) δεν είναι τυχαίο, αλλά πηγάζει από τη διάχυτη ανησυχία ότι η σχολική εκπαίδευση δεν είναι σε θέση να προετοιμάσει ικανό αριθμό επιστημόνων στον τομέα του STEM. Ένα είδος εκπαίδευσης που αποτελεί σημείο αναφοράς για τα σχολικά συστήματα παγκοσμίως και το οποίο έχει εφαρμοστεί από άλλες χώρες (π.χ. Αμερική) σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης (Koukosia, 2021).

Τέλος, αξίζει να αναφερθούν κάποιες πρωτοβουλίες που έχουν παρθεί από ελληνικά πανεπιστήμια κι ιδιωτικούς οργανισμούς. Αρχικά, η Ακαδημία Ρομποτικής του πανεπιστημίου της Μακεδονίας, η οποία αναπτύσσει εφαρμογές, υπηρεσίες και τεχνολογίες, τόσο για κοινωνικά ρομπότ όσο και για γνωστικά αντικείμενα, εκμεταλλευόμενη τη βιωματική μάθηση. Η τεχνογνωσία της εν λόγω ομάδας κατευθύνει τις δραστηριότητες εκπαιδευτικής και κοινωνικής ρομποτικής, από την έρευνα έως τις εφαρμογές μεγάλης κλίμακας, και αποτελεί έργο του Τμήματος Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Ένα άλλο παράδειγμα είναι ο οργανισμός Eduact, ο οποίος υποστηρίζει την καινοτομία στην εκπαίδευση από το 2013,

δίνοντας βάση στις νέες τεχνολογίες, τον προγραμματισμό και την εκπαιδευτική ρομποτική. Στόχος του οργανισμού είναι να εμφυσήσει στη νεολαία ηγετικές δεξιότητες και κοινωνική ευαισθησία, ενώ ταυτόχρονα έχει οργανώσει κινήσεις, όπως εργαστήρια ρομποτικής, πρωταθλήματα και προγράμματα STEAM, με τη συμμετοχή εθελοντών, εκπαιδευτικών και επιχειρηματιών σε όλο τον κόσμο. Τέλος, η ομάδα TALOS του πανεπιστημίου Θεσσαλίας, η οποία δραστηριοποιείται ήδη από το 2016 και η φιλοσοφία της βασίζεται στην ενεργή εμπλοκή των παιδιών σε παιγνιώδη μαθησιακά σενάρια, με στόχο την ολόπλευρη ανάπτυξη, τη βιωματική μάθηση και την απόκτηση πολυτροπικών δεξιοτήτων, μέσα από εργαστήρια STEAM και κατασκευών με παιδιά. Πρόκειται για μια διεπιστημονική ομάδα εκπαιδευτών και ερευνητών που υποστηρίζεται ενεργά από την Εταιρεία Αξιοποίησης και Διαχείρισης Περιουσίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και μια επιστημονική ομάδα μελών ΔΕΠ με αξιόλογη εμπειρία στον τομέα (Koukosia, 2021).

2.3. STEM επαγγέλματα

Ο αριθμός των STEM επαγγελμάτων είναι πράγματι εντυπωσιακός κι εύλογα μπορεί κάποιος να αναρωτηθεί αν οι νέοι είναι σε θέση να καλύψουν αυτό το ευρύ φάσμα εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, μπορούμε να αναφερθούμε στα επαγγέλματα που ανήκουν στις επιστήμες Υπολογιστών και Πληροφορικής (αρχιτέκτονες υπολογιστικών συστημάτων πληροφοριών, αρχιτέκτονες δικτύου υπολογιστών, ειδικοί υποστήριξης δικτύων υπολογιστών, προγραμματιστές υπολογιστών, αναλυτές συστημάτων πληροφορικής, διαχειριστές βάσεων δεδομένων, αναλυτές ασφάλειας πληροφοριών, τεχνικοί ανάπτυξης λογισμικού, σχεδιαστές ιστοσελίδων, μηχανικοί ηλεκτρονικών υπολογιστών), σε αυτά που είναι κάτω απ' την ομπρέλα της Μηχανικής (μηχανικοί αεροδιαστημικής, μηχανικοί περιβάλλοντος, μηχανικοί υγείας και ασφάλειας, βιομηχανικοί μηχανικοί, θαλάσσιοι μηχανικοί, ναυπηγοί, μηχανικοί υλικών, μηχανολόγοι μηχανικοί, μηχανικοί μεταλλείων, πυρηνικοί μηχανικοί, μηχανικοί πετρελαίου, χημικοί μηχανικοί, ηλεκτρολόγοι μηχανικοί, ηλεκτρονικοί μηχανικοί), σε εκείνα που ανήκουν στον τομέα των Μαθηματικών και Στατιστικής (μαθηματικοί, στατιστικολόγοι, αναλυτές ερευνητικών δραστηριοτήτων), σε αυτά του τομέα των Φυσικών Επιστημών (φυσικοί, αστρονόμοι, επιστήμονες της ατμόσφαιρας, βιοχημικοί, βιοφυσικοί, χημικοί, γεωλόγοι, υδρολόγοι), σε όσα είναι κάτω απ' την ομπρέλα των Βιολογικών Επιστημών και Επιστημών Υγείας (βιολογικοί μηχανικοί, επιδημιολόγοι, ιατροδικαστές, δασολόγοι, ζωολόγοι, μικροβιολόγοι, ιατρικοί επιστήμονες),

σε εκείνα που ανήκουν στις Γεωπονικές Επιστήμες (γεωπόνοι, τεχνικοί γεωπονίας, τεχνικοί γεωργίας και επιστήμης των τροφίμων), σε αυτά των τομέων της Γεωγραφίας και Χαρτογράφησης (γεωγράφοι, τεχνικοί χαρτογράφησης) και τέλος σε εκείνα του τομέα της Εκπαίδευσης και Διοίκησης (εκπαιδευτικοί, μηχανικοί πωλήσεων, τεχνικοί επιχειρήσεων) (Ρούγγος, 2020).

Τα επαγγέλματα στους τομείς STEM έχουν εξελιχθεί αξιόλογα με την πάροδο του χρόνου, ώστε συνεχώς να ανταποκρίνονται στις ανάγκες της κοινωνίας και της οικονομίας. Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι τα θεμέλια για τα επαγγέλματα STEM τέθηκαν κατά την αρχαιότητα, με φιλοσόφους και επιστήμονες όπως ο Αρχιμήδης και ο Ευκλείδης να συμβάλλουν στην ανάπτυξη των μαθηματικών και της μηχανικής. Αργότερα και κατά τη διάρκεια του 18^{ου} – 19^{ου} αιώνα, η εξάπλωση της βιομηχανίας και η ανάγκη για τεχνολογική πρωτοτυπία οδήγησαν στην παρουσίαση νέων επαγγελμάτων, όπως οι μηχανικοί και οι τεχνικοί, έτσι ώστε να υποστηριχθεί η μαζική παραγωγή και οι νέες τεχνολογίες. Αναπόφευκτα, η ταχεία πρόοδος στην επιστήμη και την τεχνολογία, προπάντων μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, είχαν ως επακόλουθο την εισαγωγή καινούργιων επαγγελμάτων, όπως οι προγραμματιστές ηλεκτρονικών υπολογιστών και οι ειδικοί πληροφορικής, για να ανταπεξέλθουν στις ανάγκες της ψηφιακής εποχής (Deming & Noray, 2018).

Μία από τις ανάγκες που οδήγησαν στη δημιουργία των ανωτέρω επαγγελμάτων ήταν η τεχνολογική καινοτομία και συγκεκριμένα η αδιάκοπη επιδίωξη νέων τεχνολογιών και βελτιώσεων στους τομείς της παραγωγής και των υπηρεσιών, η οποία απαιτούσε εξειδικευμένους επαγγελματίες στους τομείς της μηχανικής και της τεχνολογίας. Επιπλέον, σημαίνοντα ρόλο διαδραμάτισε κι η οικονομική ανάπτυξη, αφού η οικονομία πλέον βασίζεται όλο και περισσότερο στον τομέα της υψηλής τεχνολογίας, δημιουργώντας ζήτηση για επαγγελματίες με δεξιότητες STEM, ώστε να υποστηρίξουν τη βιομηχανία και την καινοτομία. Τέλος, δε θα πρέπει να υποτιμηθεί ο ρόλος των εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών που πάρθηκαν, καθώς η αναγνώριση της σημασίας των κλάδων STEM στην εκπαίδευση έχει οδηγήσει σε προγράμματα που ενθαρρύνουν τους μαθητές να ακολουθήσουν σταδιοδρομία σε αυτούς τους τομείς, με απώτερο στόχο την κάλυψη μελλοντικών κοινωνικών αναγκών (Blustein et al., 2020).

2.3.1. STEM επαγγέλματα κι εκπαίδευση

Το εργατικό δυναμικό του μέλλοντος θα πρέπει να είναι προσανατολισμένο προς τα επαγγέλματα STEM, τα οποία με τη σειρά τους θα στελεχώνονται από εργαζόμενους που χαρακτηρίζονται από καινοτομία και δημιουργικότητα. Επίσης, οι άνθρωποι αυτοί θα πρέπει να έχουν την ικανότητα να λύνουν προβλήματα, να κατανοούν τις επιστημονικές και μαθηματικές αρχές αλλά και το υλικό – λογισμικό των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Carnevale et al., 2011). Δεδομένου ότι τα μαθήματα STEM εκτιμάται ότι θα έχουν μεγάλη ζήτηση στο μελλοντικό εργατικό δυναμικό, είναι ζωτικής σημασίας να προετοιμαστούν κατάλληλα οι μαθητές γι' αυτή τη μελλοντική πραγματικότητα. Η εκπαίδευση φυσικά, μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην επιλογή και την προετοιμασία ενός επαγγέλματος στον τομέα STEM.

Πιο συγκεκριμένα, η εισαγωγή δραστηριοτήτων STEM, ήδη από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην αύξηση του ενδιαφέροντος για τους συγκεκριμένους τομείς. Τα πειράματα φυσικής, τα μαθηματικά παιχνίδια, η εισαγωγή στον προγραμματισμό και η χρήση τεχνολογιών, όπως η ρομποτική και η εικονική πραγματικότητα, ενισχύουν τη μαθησιακή εμπειρία (National Center for Science and Engineering Statistics, 2018). Επίσης, η εκπαίδευση είναι δυνατόν να συμβάλλει στη δημιουργία προτύπων, καθώς η παρουσία μεντόρων ή εκπαιδευτικών που προέρχονται από τομείς STEM λειτουργεί ως κινητήριο μοχλός για τους μαθητές. Ιδιαίτερως οι γυναίκες ή εκπρόσωποι μειονοτήτων σε θέσεις STEM λειτουργούν ως έμπνευση για μαθητές που παραδοσιακά έχουν χαμηλή εκπροσώπηση. Έτσι, αυτή η αλληλεπίδραση με πρότυπα αυξάνει την αυτοπεποίθηση των μαθητών και ελαττώνει την εντύπωση ότι η επιστήμη είναι δύσκολη ή δυσκολονόητη (Carlone & Johnson, 2007).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο η εκπαίδευση μπορεί να επηρεάσει την επιλογή μιας καριέρας STEM είναι η στοχευμένη καθοδήγηση. Ο σχολικός επαγγελματικός προσανατολισμός έχει σημαντικό ρόλο στην απόφαση επιλογής καριέρας. Δηλαδή, προβάλλοντας στους μαθητές ευκαιρίες και προοπτικές σταδιοδρομίας STEM μέσω πρακτικών εργαστηρίων και εταιρικών συνεργασιών, τους παρέχει ταυτόχρονα τη δυνατότητα να συνδέσουν τις προσωπικές τους ικανότητες με τη μελλοντική τους σταδιοδρομία. Ακόμα, τους παρέχεται καθοδήγηση για τη σωστή επιλογή μαθημάτων και πανεπιστημιακών σπουδών (Savickas, 2013). Τέλος, καίριο ρόλο μπορεί να διαδραματίσει η εκπαίδευση δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση σε δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση

προβλημάτων και η συνεργασία. Οι προαναφερθείσες δεξιότητες θα βοηθήσουν τους μαθητές να προετοιμαστούν για τις απαιτήσεις της αγοράς εργασίας, ενώ σύμφωνα με έρευνες θεωρούνται θεμελιώδεις για επιτυχή καριέρα στους τομείς STEM, ειδικά σε έναν περίγυρο που αλλάζει από την τεχνολογία (PISA, 2019).

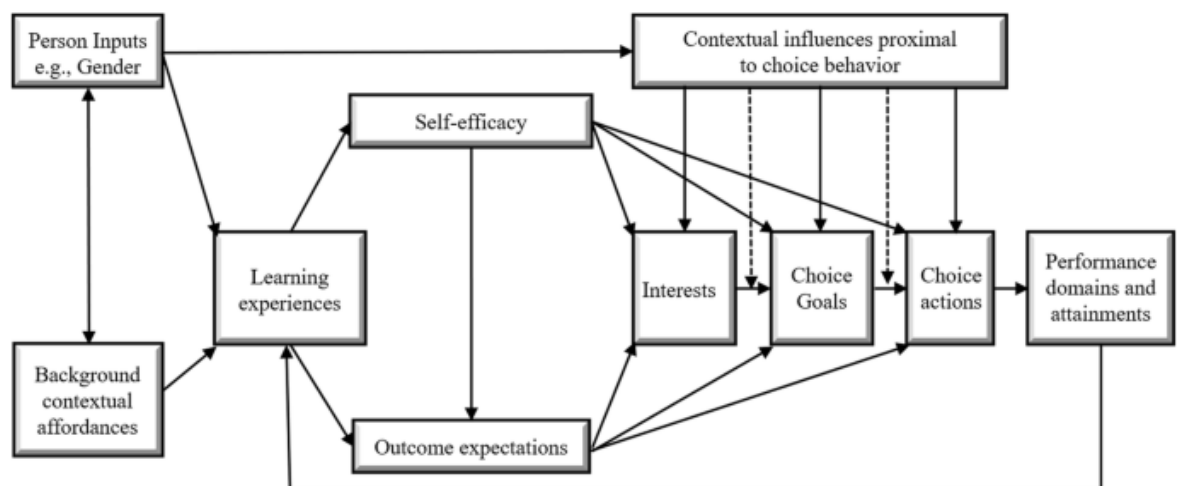
Στις μέρες μας, εφαρμόζονται πολιτικές για την υποστήριξη των επαγγελματιών STEM σε όλον τον κόσμο. Αρχικά, οι Ηνωμένες Πολιτείες επενδύουν σε πολιτικές για την εισαγωγή του STEM σε όλα τα κλιμάκια της εκπαίδευσης. Το "STEM Education Act" προσδιορίζει τη δημιουργία νέων μαθημάτων που συνδέονται με τη ρομποτική, την πληροφορική και τη βιοτεχνολογία. Ταυτόχρονα, τα "Next Generation Science Standards" υποστηρίζουν τη διδασκαλία, η οποία συντελείται μέσω πρακτικών δραστηριοτήτων και πειραματισμών. Ξεχωριστή επιμέλεια δίνεται στην υποστήριξη των γυναικών και των μειονοτήτων, μέσω υποτροφιών και καθοδήγησης (U.S. Department of Education, 2020). Στα μέρη μας, η Ευρωπαϊκή Ένωση, με το σχέδιο "Horizon Europe" χρηματοδοτεί μελέτες και έργα καινοτομίας στους τομείς STEM. Επιπροσθέτως, το "STEM Alliance" δίνει έμφαση στη συνεργατικότητα μεταξύ σχολείων, πανεπιστημίων και βιομηχανιών, ενώ αρκετές χώρες έχουν καθιερώσει πολιτικές για την εκπαίδευση STEM, με βαρύτητα στην εισαγωγή των ψηφιακών δεξιοτήτων (McLoughlin et al., 2020). Σημαντικές πρωτοβουλίες έχουν παρθεί, επίσης, στην Ασία. Συγκεκριμένα, στη Σιγκαπούρη, το "Smart Nation Initiative" έχει ως σκοπό να καλλιεργήσει ψηφιακές δεξιότητες μέσω προγραμμάτων πληροφορικής και τεχνολογίας, ενώ στην Ιαπωνία, η ρομποτική και η τεχνητή νοημοσύνη συγκροτούν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι του σχολικού πλάνου, με σκοπό τη δημιουργία επαγγελματιών ανώτερης εξειδίκευσης (OECD, 2022). Τέλος, η Αυστραλία δίνει βάση στη σύνδεση των σχολείων με τη βιομηχανία, μέσω του πλάνου "STEM Partnerships". Μαθητές και εκπαιδευτικοί συμμετέχουν σε εργαστήρια και εργασίες που συνδέονται με την επιστήμη και την τεχνολογία, ενισχύοντας τη μετάβαση από το σχολείο στον εργασιακό χώρο (OECD, 2022).

2.3.2. Αντιλήψεις μαθητών για τα STEM επαγγέλματα

Υπάρχει μια ευρέως αποδεκτή θεωρία εξέλιξης σταδιοδρομίας, η «κοινωνικό-γνωστική θεωρία καριέρας» (Social Cognitive Career Theory), η οποία έχει διερευνήσει τις στενές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ της αυτό-αποτελεσματικότητας, του προσδοκώμενου αποτελέσματος και του ενδιαφέροντος για τη μελλοντική καριέρα (Lent & Brown, 1994). Η αυτό-αποτελεσματικότητα είναι μια έννοια στην οποία πρώτος αναφέρθηκε ο Bandura

(1977), κι η οποία αναφέρεται ‘‘στις πεποιθήσεις του ατόμου σχετικά με την ικανότητά του να παράγει αποτελέσματα’’. Σύμφωνα με έρευνα, η αυτό-αποτελεσματικότητα φαίνεται ότι εκτιμά τα επίπεδα της προσπάθειας, των επιλογών και της επιμονής των μαθητών στη μάθησή τους (Zimmerman, 2000). Αν μιλήσουμε πιο συγκεκριμένα για αυτό-αποτελεσματικότητα STEM, αναφερόμαστε στις πεποιθήσεις των μαθητών σχετικά με τις ικανότητές τους να εκτελούν δραστηριότητες μάθησης STEM. Τα προσδοκώμενα αποτελέσματα μπορούν να οριστούν ως ‘‘τα αναμενόμενα αποτελέσματα μιας συγκεκριμένης ενέργειας’’ (Larasati & Menaldi, 1977 ; Lent et al., 1994). Για την παρούσα έρευνα, ορίζεται το «ενδιαφέρον STEM σταδιοδρομίας» ως το γενικό ενδιαφέρον των προσώπων να επιλέξουν μελλοντικά επαγγέλματα που σχετίζονται με το STEM (βλ. παρ. 2.2).

Οι στόχοι που τίθενται κι αφορούν τη μελλοντική καριέρα επηρεάζονται σαφώς από την αυτό-αποτελεσματικότητα κι από τα προσδοκώμενα αποτελέσματα, ενώ τα τελευταία είναι αναμενόμενα επίσης από την αυτό-αποτελεσματικότητα στην SCCT (Lent et al., 2014). Όπως διαφαίνεται στον Πίνακα 1, οι συνδέσεις μεταξύ αυτών των διαρθρώσεων, προτάθηκαν με βάση την κοινωνικό-γνωστική θεωρία που αναπτύχθηκε από τον Bandura (1977) και αναπτύχθηκαν περαιτέρω από τους Lent et al. (2014). Το μοντέλο SCCT είναι κοινά αποδεκτό κι εφαρμόσιμο στους τομείς των κοινωνικών επιστημών, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης STEM (Lin & Deemer, 2019). Επίσης, το συγκεκριμένο μοντέλο εφαρμόστηκε και στη διεπιστημονική εκπαίδευση STEM, όπου η συσχέτιση μεταξύ της αυτό-αποτελεσματικότητας, του προσδοκώμενου αποτελέσματος και του ενδιαφέροντος για τη μελλοντική καριέρα έτυχε γενικής αποδοχής (Lent et al., 2018).



Πίνακας 1 Το μοντέλο επιλογής της θεωρίας SCCT (Lent, Brown, & Hackett, 1994)

Η ταυτότητα STEM ενός μαθητή επηρεάζεται σε σημαντικό βαθμό από την ανάπτυξή του (παιδική έως εφηβική ηλικία) και σχετίζεται άμεσα με την επιλογή του να ακολουθήσει ένα επάγγελμα σχετικό με το STEM. Ακολούθως, η ανάπτυξη της ταυτότητας STEM ενός μαθητή συνδέεται άμεσα με το στενό περιβάλλον του μαθητή και τις αντιλήψεις που έχει για το εάν πληροί ή όχι τα κριτήρια προκειμένου να γίνει μέλος της κοινότητας STEM (Kim et al., 2018). Καθώς η διαδικασία αυτή ξεκινά με τις πρώιμες αλληλεπιδράσεις STEM ενός παιδιού, οι οποίες πραγματοποιούνται μέσω των γονιών του, έχει βρεθεί ότι αυτές οι πρώτες εμπειρίες μπορούν να βοηθήσουν ή να παρακωλύσουν σε μεγάλο βαθμό την επιμονή των μαθητών για εμπλοκή με το STEM (Dasgupta & Stout, 2014). Αξίζει να τονιστεί ότι οι γονείς μπορούν να επιδράσουν αξιολόγα στις διαθέσεις ενός παιδιού προς τα πεδία STEM, προτού αυτό εισέλθει στο εκπαιδευτικό σύστημα. Συμπληρωματικά προς τους γονείς, οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι η έκθεση στο STEM, (ειδικά στη μηχανική), μέσω παιχνιδιών σε μικρή ηλικία, επέδρασε άμεσα στο ενδιαφέρον των μαθητών για τους τομείς STEM (Fantz et al., 2011).

Οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς εισέρχονται για πρώτη φορά στο εκπαιδευτικό σύστημα, εκφράζουν περιορισμένο ενδιαφέρον για τα επαγγέλματα STEM, λόγω της ηλικίας τους και της ελάχιστης επαφής με αυτόν τον τομέα. Παρόλα αυτά, αρχίζουν να επηρεάζονται από το περιβάλλον και τις δραστηριότητές τους στην τάξη και συνειδητοποιούν σταδιακά τη σπουδαιότητα της εκμάθησης θεμάτων STEM, για μια μελλοντική καριέρα (Christensen et al., 2014). Επιπλέον, οι μαθητές συχνά αντιλαμβάνονται τα επαγγέλματα STEM μέσα από το πρίσμα στερεοτύπων, συσχετίζοντάς τα κυρίως με επιστήμονες ή προγραμματιστές. Είναι εύλογο ότι αυτές οι αντιλήψεις τους προέρχονται από το περιβάλλον, όπως για παράδειγμα η προβολή των επαγγελματιών στα μέσα μαζικής ενημέρωσης και η ενθάρρυνση από γονείς ή εκπαιδευτικούς. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχει έλλειμμα στην πρόσβαση άμεσων πληροφοριών για την ποικιλομορφία και τις ευκαιρίες σταδιοδρομίας, γεγονός που περιορίζει την εν γένει κατανόησή τους (Luo et al., 2021).

Κατά τη μετάβασή τους από την πρωτοβάθμια στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, οι μαθητές φαίνεται ότι ενδιαφέρονται πολύ περισσότερο για την επιστήμη, αλλά όχι και τόσο πολύ να γίνουν οι ίδιοι επιστήμονες (Kitts, 2009). Το ενδιαφέρον αυτό βρέθηκε ότι επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό τόσο από την αίσθηση αυτοπεποίθησης που έχουν οι

μαθητές, όσο κι από τη θετική εικόνα που ενδέχεται να σχηματίζουν για τον εαυτό τους ως μελλοντικοί επιστήμονες (Luo et al., 2021). Επιπροσθέτως, υποστηρίζεται ότι η σταδιοδρομία σε ένα STEM επάγγελμα δε θεωρείται τόσο ελκυστική για μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (ιδιαίτερα δε για τις μαθήτριες), εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο προβάλλονται αυτά τα επαγγέλματα (για παράδειγμα, αποκλειστικά ανδροκρατούμενο περιβάλλον ή πολλές ώρες απασχόλησης που δεν θα ήταν ευνοϊκό για μια οικογένεια). Τέλος, το μειούμενο ενδιαφέρον των μαθητών για σταδιοδρομία σχετική με το STEM είναι επακόλουθο της περιορισμένης επαφής τους με ηγήτορες, με πρακτικές εμπειρίες και πρότυπα επιτυχημένων επαγγελματιών (Chen et al., 2024).

2.3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για τα STEM επαγγέλματα

Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι με βάση τη βιβλιογραφία τρεις είναι οι καθοριστικής σημασίας παράγοντες, οι οποίοι δύνανται να επηρεάσουν την πιθανή σταδιοδρομία σε ένα STEM επάγγελμα, και συγκεκριμένα περιβαλλοντικοί παράγοντες, η αυτό-αποτελεσματικότητα STEM και η αντίληψη για τη σταδιοδρομία STEM.

2.3.3.1. Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες θα μπορούσαν να κατηγοριοποιηθούν σε τέσσερις υποκατηγορίες, δηλαδή στις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εντός τάξης, σε αυτές που διαδραματίζονται εκτός σχολικών αιθουσών, στις κοινωνικές επιδράσεις και στις επιρροές από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. Πιο συγκεκριμένα, η ενεργός συμμετοχή μαθητών σε επιστημονικές δραστηριότητες και STEM που πραγματοποιούνται μέσα στην τάξη, ενισχύει το ενδιαφέρον για αντίστοιχες καριέρες (Archer, et al., 2012). Καθοριστικές στρατηγικές μάθησης περιλαμβάνουν πρακτικές ασκήσεις, επίλυση προβλημάτων, συνεργατική εργασία και τη σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινότητα (Buschor et al., 2014). Από την πλευρά της, η άτυπη STEM εκπαίδευση λειτουργεί συμπληρωματικά ως προς τη σχολική εκπαίδευση, ενθαρρύνοντας τη συμμετοχή μαθητών στους STEM τομείς. Έρευνες δείχνουν ότι δραστηριότητες όπως οι επιστημονικές κατασκευές, τα καλοκαιρινά προγράμματα, οι επισκέψεις σε μουσεία και οι διαγωνισμοί ρομποτικής ενισχύουν τη γνώση, τη θετική στάση και το ενδιαφέρον για καριέρα στο STEM (Archer et al., 2012 ; Ayar, 2015).

Η κοινωνική επιρροή από γονείς, δασκάλους, φίλους και την κοινότητα εν γένει επηρεάζει τις επαγγελματικές επιλογές των μαθητών και ενισχύει τη θετική αντίληψη για αυτές (Buday et al., 2011). Σύμφωνα και με τη θεωρία κοινωνικής γνωστικής μάθησης του Bandura (1977), οι προαναφερθέντες παράγοντες συμβάλλουν επίσης στην ανάπτυξη της αυτό-αποτελεσματικότητας. Έρευνες έχουν καταδείξει ότι η πίστη των μαθητών στις ικανότητές τους στα STEM ενισχύεται, όταν το περιβάλλον τους υπογραμμίζει τη σημασία των σχετικών δεξιοτήτων (Nugent et al., 2015 ; Rice et al., 2013). Σε σύγκριση με όλους τους άλλους, οι γονείς αποτελούν την πιο σημαντική κοινωνική επιρροή στις επαγγελματικές επιλογές των μαθητών στους τομείς STEM (Nugent et al., 2015). Παρέχοντας πληροφορίες και καθοδήγηση από μικρή ηλικία, οι γονείς επηρεάζουν τις φιλοδοξίες των παιδιών τους και την ακαδημαϊκή τους πορεία (Hall et al., 2011). Ήδη από την ηλικία των 4 ετών, τα παιδιά αποκτούν επίγνωση των επαγγελμάτων των γονιών τους και διαμορφώνουν θετικές ή αρνητικές εντυπώσεις γι' αυτά (Cridge & Cridge, 2015). Επιπροσθέτως, οι γονείς στηρίζουν την πρόοδο των παιδιών τους, προωθώντας την ανάπτυξη δεξιοτήτων και τη βελτίωση στις επιστήμες και τα μαθηματικά μέσω ενισχυτικής διδασκαλίας. Ακόμη, πρέπει να αναφερθούν τα υπόλοιπα μέλη της οικογένειας, όπως τα αδέρφια και οι συγγενείς, οι οποίοι μπορούν επίσης να επηρεάσουν το ενδιαφέρον των μαθητών για καριέρα στους τομείς STEM. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μαθητές μπορούν να αντλήσουν πληροφορίες και να παρατηρήσουν από κοντά τη ζωή των μελών της οικογένειας που ασχολούνται με καριέρα STEM. Επιπλέον, η στάση των μελών της οικογένειας απέναντι στην επιστήμη ή το STEM επηρεάζει τις επαγγελματικές επιλογές στους τομείς αυτούς (Archer et al., 2012).

Δε θα πρέπει επίσης να παραβλέψουμε τον ρόλο των εκπαιδευτικών οι οποίοι είναι δυνατόν να λειτουργήσουν ως πρότυπα ή μέντορες, ενισχύοντας έτσι το ενδιαφέρον και την αυτοπεποίθηση των μαθητών στους τομείς STEM. Στοιχεία όπως το υπόβαθρο και η εκπαίδευση των δασκάλων, οι κοινωνικές τους σχέσεις αλλά και οι προσδοκίες τους επιδρούν αξιόλογα στην επικοινωνία τους με τους μαθητές και τις προτιμήσεις των τελευταίων όσον αφορά την τριτοβάθμια εκπαίδευση (Cridge & Cridge, 2015). Επιπλέον, ένας αποτελεσματικός εκπαιδευτικός εκμεταλλεύεται τα σύγχρονα μέσα διδασκαλίας, έχει άμεση επικοινωνία, παρέχει ποιοτική εκπαίδευση και ενθαρρύνει τους μαθητές. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά επηρεάζουν την απόδοση των μαθητών πιο πολύ από κοινωνικούς παράγοντες, όπως η φτώχεια ή η μειονοτική κατάσταση (Nugent et al., 2015).

Ένας επιπλέον παράγοντας είναι η ενίσχυση από φίλους, η οποία επηρεάζει τον τρόπο σκέψης και διαδραματίζει καίριο ρόλο στην ανάπτυξη ισχυρών προσδοκιών για καριέρες στους τομείς STEM (Buday et al., 2011). Όταν υπάρχουν φίλοι με κοινό ενδιαφέρον για το STEM, τότε ο ένας ενισχύει τον άλλον να σχηματίσει το όραμά του ως μελλοντικός επιστήμονας. Η στάση των φίλων, τα επιτεύγματά τους και οι αξίες τους ασκούν αξιολογή επιρροή στα κίνητρα και στην επιλογή σπουδών (Nugent et al., 2015). Παλαιότερες μελέτες έχουν καταδείξει ότι οι συνομήλικοι που έχουν προτίμηση στα επιστημονικά μαθήματα είναι πιο οξύνοες αλλά και παρακινημένοι, όταν τίθενται σε σύγκριση με εκείνους που προτιμούν τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Το γεγονός αυτό είναι μια επιβεβαίωση ότι οι φίλοι μπορούν να επηρεάσουν τις επαγγελματικές επιλογές των μαθητών στους STEM τομείς (Taconis & Kessels, 2008).

Ιδιαίτερο ρόλο παίζουν και οι σύμβουλοι επαγγελματικού προσανατολισμού οι οποίοι ενθαρρύνουν τους μαθητές να διερευνήσουν τις επαγγελματικές επιλογές τους. Ωστόσο, δυστυχώς, ένα ποσοστό μικρότερο από το 10% εξ' αυτών φέρει επιστημονικό υπόβαθρο, κάτι που σίγουρα μετριάζει την ικανότητά τους να καθοδηγούν ορθά τους μαθητές προς μία καριέρα STEM. (Hall et al., 2011). Μπορεί οι σύμβουλοι να επιδρούν ιδιαιτέρως στις επαγγελματικές επιλογές των γυναικών, αλλά από την άλλη, η απουσία ενημέρωσης και κατάρτισης για αμέτοχη ως προς το φύλο καθοδήγηση συνεργεί στη διατήρηση της ανισότητας των φύλων στους τομείς STEM, που συχνά λογίζονται ως ανδροκρατούμενοι. Γενικά, η γνώση και οι δεξιότητες των συμβούλων επηρεάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών για επαγγέλματα STEM, επηρεάζοντας τη σωστή καθοδήγηση και τη διαμόρφωση κινήτρων (Toglia, 2013). Τέλος, τον δικό της ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει και η τοπική κοινότητα, που μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος μέσω προγραμμάτων προσέγγισης και άτυπων κέντρων μάθησης. Αυτά τα κέντρα προάγουν την επαφή του κοινού με τα STEM, ενώ οι περιβαλλοντικοί παράγοντες που αναδεικνύουν τη σημασία τους ενημερώνουν για την ανάγκη εξειδίκευσης στους τομείς αυτούς, ενθαρρύνοντας έτσι τους μαθητές για σχετική καριέρα.

Ο τελευταίος απ' τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, που μπορεί να επηρεάσει τις αντιλήψεις των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM είναι η επίδραση από τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης. Οι πηγές οι οποίες μας παρέχουν πληροφόρηση (έντυπες ή ηλεκτρονικές) έχουν τη δυνατότητα να επηρεάζουν τη διάδοση της γνώσης. Μελέτες έχουν επιβεβαιώσει το παραπάνω γεγονός, αφού διάφορα μέσα όπως το διαδίκτυο, οι εφημερίδες,

τα επιστημονικά περιοδικά, τα βιβλία, οι ταινίες και τα επιστημονικά προγράμματα στην τηλεόραση έχουν σημαντική συμβολή στο να τονώσουν το ενδιαφέρον για σπουδές ή μια σταδιοδρομία με κατεύθυνση STEM (Cavas et al., 2011 ; Venville et al., 2013). Τα μέσα αυτά διευκολύνουν τη γρήγορη μετάδοση πληροφοριών, σχετικών με το STEM, με διασκεδαστικό τρόπο, κάνοντας με αυτόν τον τρόπο την εξερεύνηση της γνώσης STEM πιο ευχάριστη για τους μαθητές. Οι Wyss et al. (2012) μετά από σχετική έρευνα υποστήριξαν ότι οι βίντεο-συνεντεύξεις με επαγγελματίες του STEM, ως μέσο ενημέρωσης για επαγγελματικό προσανατολισμό, επηρέασαν θετικά το ενδιαφέρον των μαθητών για καριέρα στον συγκεκριμένο τομέα.

2.3.3.2. Η αυτο-αποτελεσματικότητα STEM

Ένας άλλος σπουδαίος παράγοντας που διαδραματίζει ρόλο στις αντιλήψεις των μαθητών είναι, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι η αυτό-αποτελεσματικότητα STEM. Αναφερόμαστε δηλαδή στις πεποιθήσεις που φέρει ένα άτομο για το αν πληρεί τις απαιτήσεις για να κάνει καριέρα σε ένα συγκεκριμένο επάγγελμα. Δύο είναι οι βασικές πεποιθήσεις που μπορούν να είναι κρίσιμες, όσον αφορά την ανάπτυξη αυτοπεποίθησης κάποιου σχετικά με την επιλογή STEM επαγγέλματος: η πρώτη να θεωρεί ότι κάποιος δεν έχει τη δυνατότητα να πετύχει σε συγκεκριμένη καριέρα κι η δεύτερη να πιστεύει ότι ο συνδυασμός καριέρας – προσωπικής ζωής είναι ανέφικτος (Buday et al., 2011). Η αυτό-αποτελεσματικότητα έχει ερευνηθεί επαρκώς κι έχει βρεθεί ότι έχει θετική επίδραση στην αποδοτικότητα των μαθητών σε όλες τις βαθμίδες και σε όλους τους κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της επιστήμης. Η αυτό-αποτελεσματικότητα που έχει κάποιος σχετικά με την επιστήμη επηρεάζει αποδεδειγμένα τις επιλογές του σε δραστηριότητες, τη γνωστική προσπάθεια που θα καταβάλει για να φέρει εις πέρας τις δραστηριότητες αυτές, αλλά και την τελική έκβασή τους. Σύμφωνα με την κοινωνικό-γνωστική θεωρία, είναι πιθανότερο οι μαθητές να ακολουθήσουν επάγγελμα για το οποίο πιστεύουν στις δυνατότητές τους, παρά κάποια σταδιοδρομία για την οποία θεωρούν ότι δεν κατέχουν τις κατάλληλες δεξιότητες κι επιδόσεις (Nugent et al., 2015). Σύμφωνα με τους Chen et al., (2024) όσον αφορά τους τομείς STEM, αν οι μαθητές πιστεύουν ότι τα πηγαίνουν καλά στην εκμάθηση είτε μαθηματικών, είτε φυσικής, είτε πληροφορικής, τότε μπορεί να αναφερθεί πως διαθέτουν υψηλότερη αυτο-αντίληψη σε αυτούς τους τομείς.

2.3.3.3. Η αντίληψη για τους STEM επαγγελματίες

Είναι γεγονός ότι οι ευμενείς αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM δύνανται να διαδραματίσουν αποφασιστικό ρόλο στη διαμόρφωση των επαγγελματικών τους φιλοδοξιών. Σύμφωνα με μελέτες, όταν οι μαθητές θεωρούν τους μηχανικούς ως ευφυείς, επιδέξιους και καινοτόμους, τότε το ενδιαφέρον τους για σταδιοδρομία στη μηχανική είναι ιδιαιτέρως αυξημένο (Chan, Yeung, & Kutnick, 2019) (Scholes & Stahl, 2020). Επιπροσθέτως, όταν στα μάτια των μαθητών οι επαγγελματίες STEM προβάλλουν ως επιτυχημένοι και άξιοι σεβασμού, τότε, ενισχύεται η βούλησή τους να ακολουθήσουν παρεμφερείς εργασίες. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η έρευνα των Scholes και Stahl (2020) επιδεικνύει ότι τα στερεότυπα των μαθητών που αφορούν τους επιστήμονες επιδρούν στις θέσεις τους απέναντι στις σταδιοδρομίες STEM. Δηλαδή, όταν οι μαθητές ταυτίζονται με θετικές παραστάσεις επιστημόνων, έχουν περισσότερες πιθανότητες να εξερευνήσουν επαγγελματικές επιλογές στον εν λόγω τομέα. Συνεπώς, η προβολή θετικών προτύπων STEM μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στα αντίστοιχα επαγγέλματα.

Βέβαια, δε θα πρέπει να παραλείψουμε ότι παρόλο που οι θετικές αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM συχνά θεωρούνται ως συντελεστής που ενισχύει τις επαγγελματικές τους φιλοδοξίες, ορισμένες έρευνες υποδηλώνουν ότι αυτή η σχέση δεν είναι απόλυτη. Για παράδειγμα, η έρευνα των Scholes και Stahl (2020) παρουσιάζει ότι πολλοί μαθητές, παρότι παραδέχονται τους επιστήμονες ως ευφυείς και άξιους, δεν επιθυμούν να ακολουθήσουν παρόμοια σταδιοδρομία στον χώρο του STEM. Αυτό ίσως να οφείλεται σε στερεότυπα τα οποία παρουσιάζουν τους επιστήμονες ως απομονωμένους ή σε αντίληψη ασυμβατότητας με τις προσωπικές τους αξίες. Επιπλέον, οι (Carobianco et al., 2018) επισημαίνουν ότι η σύνδεση μεταξύ των αντιλήψεων για τους επαγγελματίες STEM και των επαγγελματικών φιλοδοξιών δεν είναι πάντα σαφής, καθώς συντελεστές όπως η αυτοαντίληψη των μαθητών και οι προσωπικές τους εμπειρίες μάθησης επιδρούν σημαντικά στις επιλογές σταδιοδρομίας. Ως εκ τούτου, η έρευνα συνεχίζεται για να αποσαφηνίσει τους μηχανισμούς που διαμορφώνουν αυτές τις σχέσεις.

2.3.3.4. Η αντίληψη για τη σταδιοδρομία STEM

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθούμε στην αντίληψη για μια καριέρα STEM, ως έναν κομβικό παράγοντα που επηρεάζει τους μαθητές. Συγκεκριμένα, η αντίληψη που

έχουν για το περιβάλλον εργασίας και τις επαγγελματικές προοπτικές σε ένα επάγγελμα STEM επηρεάζει το ενδιαφέρον τους για τους αντίστοιχους τομείς (Kier et al., 2013). Στην παραπάνω μελέτη, η αντίληψη για τις σταδιοδρομίες STEM προτιμήθηκε ως δείκτης ενδιαφέροντος, αντί της επικειμένης έκβασης, σύμφωνα με το κοινωνικό-γνωστικό μοντέλο. Η αντίληψη αυτή συμπεριλαμβάνει διάφορες προοπτικές μιας εργασίας, όπως είναι η ασφάλεια, η ικανοποίηση, το κύρος, οι ευκαιρίες απασχόλησης, το εισόδημα και η συνεισφορά στην κοινωνία (Kier et al., 2013). Ακόμα, είναι σχετική με τις βασικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες, όπως η κριτική σκέψη, η γόνιμη επίλυση προβλημάτων, η ομαδική εργασία, αλλά και η ικανότητα δημιουργίας, σχεδιασμού και επιδιόρθωσης.

2.3.4. Πώς η εκπαίδευση STEM επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών για τα STEM επαγγέλματα

Την τελευταία δεκαετία υπάρχουν διάφορες μελέτες, τόσο στο εξωτερικό όσο και στη χώρα μας, που δείχνουν ότι η εκπαίδευση STEM έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει θετικά τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τα επαγγέλματα στους αντίστοιχους τομείς. Πιο συγκεκριμένα, κι όσον αφορά το εξωτερικό, μελέτη έδειξε ότι η εφαρμογή διάφορων δραστηριοτήτων STEM, οι οποίες βασίζονταν σε προβλήματα, βελτίωσε αξιολόγα τις αντιλήψεις των μαθητών προς τις επιστήμες STEM, αλλά και ενίσχυσε το ενδιαφέρον τους για καριέρα στους τομείς αυτούς (Sari et al., 2018). Επίσης, έρευνα του 2024 διαπίστωσε ότι η ευαισθητοποίηση των μαθητών σχετικά με τις σταδιοδρομίες STEM, σε συνδυασμό με την ενίσχυση της αυτό-αποτελεσματικότητας και των προσδοκιών απόδοσης, μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον τους για επαγγέλματα στους σχετικούς τομείς (Jiang et al., 2024). Επιπροσθέτως, ιδιαίτερα κρίσιμο ρόλο μπορούν να έχουν και τα προγράμματα STEM που πραγματοποιούνται εκτός σχολικού ωραρίου. Έχει αποδειχθεί ότι αυτά μπορούν να ενισχύσουν τις θετικές στάσεις των εκπαιδευόμενων προς τις επιστήμες STEM, αυξάνοντας ταυτόχρονα το ενδιαφέρον τους για σχετικές επαγγελματικές σταδιοδρομίες (Baran et al., 2019).

Είναι γεγονός ότι οι ευμενείς αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM δύνανται να διαδραματίσουν αποφασιστικό ρόλο στη διαμόρφωση των επαγγελματικών τους φιλοδοξιών. Σύμφωνα με μελέτες, όταν οι μαθητές θεωρούν τους μηχανικούς ως ευφυείς, επιδέξιους και καινοτόμους, τότε το ενδιαφέρον τους για σταδιοδρομία στη μηχανική είναι ιδιαίτερος αυξημένο (Chan et al., 2019 ; Scholes & Stahl, 2020). Επιπροσθέτως, όταν στα μάτια των μαθητών οι επαγγελματίες STEM προβάλλουν

ως επιτυχημένοι και άξιοι σεβασμού, τότε, ενισχύεται η βούλησή τους να ακολουθήσουν παρεμφερείς εργασίες. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι η έρευνα των Scholes και Stahl (2020) επιδεικνύει ότι τα στερεότυπα των μαθητών που αφορούν τους επιστήμονες επιδρούν στις θέσεις τους απέναντι στις σταδιοδρομίες STEM. Δηλαδή, όταν οι μαθητές ταυτίζονται με θετικές παραστάσεις επιστημόνων, έχουν περισσότερες πιθανότητες να εξερευνήσουν επαγγελματικές επιλογές στον εν λόγω τομέα. Συνεπώς, η προβολή θετικών προτύπων STEM μπορεί να συμβάλει στην αύξηση της συμμετοχής των μαθητών στα αντίστοιχα επαγγέλματα.

Βέβαια, δε θα πρέπει να παραλείψουμε ότι παρόλο που οι θετικές αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM συχνά θεωρούνται ως συντελεστής που ενισχύει τις επαγγελματικές τους φιλοδοξίες, ορισμένες έρευνες υποδηλώνουν ότι αυτή η σχέση δεν είναι απόλυτη. Για παράδειγμα, η έρευνα των Scholes και Stahl (2020) παρουσιάζει ότι πολλοί μαθητές, παρότι παραδέχονται τους επιστήμονες ως ευφυείς και άξιους, δεν επιθυμούν να ακολουθήσουν παρόμοια σταδιοδρομία στον χώρο του STEM. Αυτό ίσως να οφείλεται σε στερεότυπα τα οποία παρουσιάζουν τους επιστήμονες ως απομονωμένους ή σε αντίληψη ασυμβατότητας με τις προσωπικές τους αξίες. Επιπλέον, οι (Carobianco et al., 2018) επισημαίνουν ότι η σύνδεση μεταξύ των αντιλήψεων για τους επαγγελματίες STEM και των επαγγελματικών φιλοδοξιών δεν είναι πάντα σαφής, καθώς συντελεστές όπως η αυτοαντίληψη των μαθητών και οι προσωπικές τους εμπειρίες μάθησης επιδρούν σημαντικά στις επιλογές σταδιοδρομίας. Ως εκ τούτου, η έρευνα συνεχίζεται για να αποσαφηνίσει τους μηχανισμούς που διαμορφώνουν αυτές τις σχέσεις.

Ασφαλώς και στη χώρα μας, αντίστοιχα, διάφορες μελέτες έχουν καταδείξει τον καθοριστικό ρόλο της εκπαίδευσης STEM. Πιο συγκεκριμένα και σύμφωνα με έρευνα του 2019, η ενσωμάτωση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, αλλά και να προάγει τη συνεργατική μάθηση, οδηγώντας έτσι σε θετικότερες αντιλήψεις για τα επαγγέλματα STEM (Μούμου, 2023). Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι ακόμα και η πρόωγη έκθεση των μαθητών σε δραστηριότητες STEM μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη θετικών προτύπων και στη διαμόρφωση προσωπικού οράματος σταδιοδρομίας. Η επαφή δηλαδή με τα επαγγέλματα STEM ήδη από τη νεαρή ηλικία ενισχύει το ενδιαφέρον και την αυτοπεποίθηση των μαθητών, προετοιμάζοντάς τους για αντίστοιχες μελλοντικές επαγγελματικές επιλογές στους τομείς αυτούς (ΣΕΒ, 2021). Τέλος, η εκπαίδευση STEM δύναται να προωθήσει τη

διασύνδεση γνώσεων και δεξιοτήτων μεταξύ διαφορετικών τομέων θετικών επιστημών, ενισχύοντας με αυτόν τον τρόπο την κριτική σκέψη και την καινοτομία. Η συγκεκριμένη διεπιστημονική προσέγγιση δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αντιλαμβάνονται τη σταδιοδρομία σε επαγγέλματα STEM ως δυναμική και πολυδιάστατη, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ελκυστικότητά τους (Νιτυράκης, 2023).

3. Μεθοδολογία έρευνας

Το παρόν κεφάλαιο περιγράφει αναλυτικά το πλαίσιο της έρευνας, τον τρόπο συλλογής των δεδομένων, τα εργαλεία που αξιοποιήθηκαν, καθώς και τις διαδικασίες ανάλυσης. Στοχεύει να αποδώσει με σαφήνεια το πώς διεξήχθη η μελέτη, ώστε να διασφαλίζονται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία των ευρημάτων. Γενικότερα, θα γίνει μια προσπάθεια να εξηγηθεί η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας.

3.1. Σκοπός της έρευνας

Η συγκεκριμένη έρευνα επιδιώκει να ερευνήσει τον ρόλο που παίζει η συμμετοχή αλλά και οι εμπειρίες των μαθητών του Δημοτικού σχολείου με την εκπαιδευτική ρομποτική στις αντιλήψεις τους για τα επαγγέλματα STEM. Σύμφωνα με τον Tytler (2020), οι κυβερνήσεις παγκοσμίως ενδιαφέρονται να βελτιώσουν τις STEM ικανότητες των πολιτών τους. Συνεπώς, επιδιώκουν συνεχώς την ενίσχυση του εγγραμματισμού των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών ιδιαίτερα για τους μαθητές της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Μάλιστα είναι ιδιαίτερα επιθυμητό να πείσουν όλους τους μαθητές να παρακολουθούν STEM προγράμματα και ακόμα περισσότερο να ακολουθούν καριέρα σε κάποιο STEM επάγγελμα (Tytler, 2020). Είναι ξεκάθαρο πως υπάρχει σημαντική ανάγκη για διασαφήνιση των στοιχείων που επηρεάζουν την άποψη των μαθητών σχετικά με τα επαγγέλματα STEM αλλά και φυσικά την πρόθεσή τους να ακολουθήσουν κάποιο επάγγελμα STEM.

Εφόσον υπάρχει σημαντικό ενδιαφέρον για ενίσχυση των επαγγελματιών STEM θα πρέπει να αξιοποιηθούν όλοι οι διαθέσιμοι τρόποι επίτευξης αυτού του στόχου. Ασφαλώς, η προετοιμασία μαθητών, ήδη από τις μικρότερες ηλικίες, με αυτόν τον προσανατολισμό είναι η καλύτερη πρακτική. Μέσα από την παρούσα έρευνα επιδιώχθηκε να φανεί η επίδραση της συμμετοχής σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής, που ιδιαίτερα στην Ελλάδα, συναντούν μεγάλη άνθιση τα τελευταία χρόνια σε εξωσχολικό επίπεδο.

3.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Κατά τον σχεδιασμό της έρευνας τέθηκαν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα:

E1: Ποιες είναι οι εμπειρίες των μαθητών των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού με την εκπαιδευτική ρομποτική;

E2: Επηρεάζει η ενασχόληση των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική την πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM;

E3: Πόσο επηρεάζουν η αυτοαντίληψη STEM και οι αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM τη πρόθεση των μαθητών να ακολουθήσουν επάγγελμα STEM;

E4: Ποιοι παράγοντες από την εμπειρία των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική επηρεάζουν την πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM;

3.3. Ερευνητικός σχεδιασμός

Η συγκεκριμένη έρευνα είναι μια ποσοτική, επισκοπική έρευνα (Cohen, Manion, & Morrison, 2008). Δεδομένου ότι επιδιώκεται να συλλεχθούν δεδομένα για την εμπειρία των μαθητών που αφορούν τις εμπειρίες τους με την εκπαιδευτική ρομποτική, αλλά και τις απόψεις τους για τα επαγγέλματα STEM μέσα από πολλαπλούς άξονες, είναι αναγκαίο να παρατηρηθούν τάσεις με τη χρήση ερωτηματολογίου, το οποίο θα συλλέγει ποσοτικά δεδομένα, μέσα από κλειστές και κλιμακωτές (Likert) ερωτήσεις (Cohen et al. 2008). Τα ερωτηματολόγια έχουν αποδέκτες μαθητές δημόσιων Δημοτικών σχολείων, με τη σύμφωνη γνώμη του διευθυντή του σχολείου, του συμβούλου ΠΕ-70 και των δασκάλων της τάξης.

Για την ανάλυση των δεδομένων θα επιστρατευτούν περιγραφικές στατιστικές, που θα αποδίδουν τις τάσεις των απαντήσεων των μαθητών. Παράλληλα, και δεδομένου ότι πρέπει να παρατηρηθούν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών, πραγματοποιούνται αναλύσεις συσχετίσεων (Hyatt & Roberts, 2024), για να αποκαλύψουν τις σχέσεις μεταξύ των αντιλήψεων και των προθέσεων των μαθητών.

3.4. Ερευνητική ηθική

Δεδομένου ότι η έρευνα πραγματοποιείται πάνω σε έμψυχα όντα, είναι ανάγκη να διασφαλιστούν όλες οι κύριες ηθικές αρχές κατά τη διενέργεια μιας έρευνας, σύμφωνα με

το «γραφείο για την προστασία των ερευνών που διεξάγονται με ανθρώπους» (Hyatt & Roberts, 2024).

Αρχικώς, η έρευνα διασφαλίζει τον σεβασμό του ατόμου (Hyatt & Roberts, 2024). Οι μαθητές συμμετέχουν στην έρευνα με τη συναίνεσή τους. Ενημερώθηκαν προφορικά για τους στόχους της έρευνας, την ταυτότητα, αλλά και την ιδιότητα των ερευνητών. Ενημερώθηκαν, επίσης, πως αν δεν επιθυμούν να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο ή κάποια από τις ερωτήσεις του, μπορούν απλά να το δηλώσουν ρητώς, χωρίς κανένα περιορισμό ή ποινή. Παράλληλα ενημερώθηκαν οι γονείς των μαθητών, χωρίς βέβαια να ζητηθεί έγγραφη συγκατάθεση, καθώς οι προσωπικές σχέσεις των δασκάλων διευκόλυναν τη διαδικασία. Ταυτόχρονα, οι μαθητές διαβεβαιώθηκαν ότι υπάρχει απόλυτη ιδιωτικότητα και εμπιστευτικότητα στις απαντήσεις τους. Γι' αυτό τους ζητήθηκε ρητά να μη συμπληρώσουν τα ονόματά τους στα ερωτηματολόγια και να αποφύγουν σημειώσεις που θα έδιναν οποιοδήποτε στοιχείο για την ταυτότητά τους (όπως προσωπικά μηνύματα για τον δάσκαλό τους ή κάποια ζωγραφιά).

Μαζί με την εξήγηση των σκοπών της έρευνας, έγινε αναφορά, στην προσφορά της έρευνας στην κοινωνία (Hyatt & Roberts, 2024). Εξηγήθηκε ότι ο χρόνος που θα διαθέσουν, για να μας δώσουν αυτά τα δεδομένα θα αποδειχθεί ιδιαίτερα πολύτιμος, μέσα από την εξαγωγή συμπερασμάτων. Ο τρόπος μάλιστα που διεξάγεται, αποκλείει οποιοδήποτε ρίσκο για διακρίσεις ή για οποιαδήποτε κακή χρήση των αποτελεσμάτων.

Τέλος, διασφαλίστηκε η δικαιοσύνη (Hyatt & Roberts, 2024). Η παρούσα έρευνα διασφαλίζει ότι η ευθύνη των απαντήσεων βαραίνει ισόποσα όλη την κοινωνία που εκπροσωπεί το δείγμα. Παράλληλα δεν υπάρχουν άτομα που να αποκλείονται ή γίνεται εκμετάλλευση των αδυναμιών τους για την εξαγωγή συμπερασμάτων.

3.5. Πληθυσμός και δείγμα

Η παρούσα έρευνα απευθύνεται στον μαθητικό πληθυσμό των μαθητών της Ε' και της Στ' τάξης, δηλαδή σε αγόρια και κορίτσια ηλικίας 10-12 ετών, της χώρας μας. Για να καταστρωθεί η στρατηγική δειγματοληψίας της παρούσας έρευνας πάρθηκαν αποφάσεις σε τέσσερις τομείς (Cohen et al., 2008):

1. Το μέγεθος του δείγματος.
2. Η αντιπροσωπευτικότητα και οι διάφορες παράμετροι του δείγματος.
3. Η πρόσβαση στο δείγμα.

4. Η στρατηγική δειγματοληψίας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Ως προς το μέγεθος του δείγματος, λόγω της φύσης της έρευνας χρειάστηκε ένα δείγμα μεγαλύτερο των 100 μαθητών, με στόχο την αντιπροσωπευτικότητα. Το βασικό σενάριο στην παρούσα ανάγκη ήταν να υπάρχουν μέσα σε αυτό το δείγμα από 20 με 50 περιπτώσεις μαθητών που έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα ρομποτικής. Με αυτό τον τρόπο οι συσχετίσεις θα είχαν μεγαλύτερες πιθανότητες να παρουσιάσουν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Δεδομένου ότι η δειγματοληψία δεν ήταν τυχαία και οι ερευνητές γνώριζαν τις τάξεις στις οποίες θα μοιραστούν τα ερωτηματολόγια, φαινόταν πως αυτή η συνθήκη θα εξυπηρετηθεί. Πραγματικά, συλλέχθηκαν 115 ερωτηματολόγια μαθητών Ε' και Στ' Δημοτικού, από σχολεία της Αθήνας και του Πειραιά, εκ των οποίων 48 από αυτά συμπληρώθηκαν από μαθητές που έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Όσον αφορά την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος, έχουν εξυπηρετηθεί αρκετές παράμετροι. Δεδομένου ότι η μελέτη αφορά στις διαφορές ανάμεσα σε μαθητές που κάνουν ρομποτική με αυτούς που δεν κάνουν, το βασικότερο ζήτημα ήταν να υπάρχουν ικανοί μαθητές και στις δύο υποομάδες. Τα σχολεία στα οποία μοιράστηκαν τα ερωτηματολόγια είναι από δύο πολύ διαφορετικές περιοχές της Αττικής, με ποικιλία κοινωνικών στρωμάτων στο δυναμικό των μαθητών τους. Επίσης, το γεγονός ότι δεν ήταν πειραματικά σχολεία ή σχολεία με ομολογουμένως υψηλό επίπεδο επιδόσεων δημιουργούν μια αντιπροσωπευτική βάση στο δείγμα της παρούσας έρευνας.

Επιπλέον, η πρόσβαση στο δείγμα είναι μια ιδιαίτερα σημαντική υπόθεση για μια έρευνα που απευθύνεται σε μαθητές. Λόγω της επαγγελματικής ιδιότητας των ερευνητών της παρούσας έρευνας, ήταν ευκολότερη η προσέγγιση σε δείγμα μέσα από τα σχολεία υπηρετήσης. Ενώ έγινε σημαντική προσπάθεια για λήψη ερωτηματολογίων κατευθείαν από κέντρα εκπαιδευτικής ρομποτικής, η απάντηση ήταν διστακτικά αρνητική, εξαιτίας της ανάγκης έγγραφης συγκατάθεσης των γονέων, που δεν θα ήταν εξασφαλισμένη, λόγω της απουσίας εμπιστοσύνης προς τους ερευνητές.

Λόγω της περιορισμένης πρόσβασης σε δείγμα και κατ' επέκταση στη δυνατότητα τυχαίας δειγματοληψίας επιλέχθηκε ένα δείγμα σκοπιμότητας, το οποίο αναγκαστικά είναι ένα δείγμα επιλεκτικό και προκατειλημμένο. (Cohen et al. 2008). Βέβαια, θα μπορούσε κανείς να χαρακτηρίσει τη δειγματοληψία της παρούσας έρευνας και ως δειγματοληψία χιονοστιβάδας (Cohen et al. 2008) καθώς έγινε πρώτα μια πρώιμη άτυπη έρευνα, ώστε να

φανεί αν τα σχολεία στα οποία θα μοιραστούν τα ερωτηματολόγια, έχουν έναν ικανό αριθμό μαθητών που έχουν ασχοληθεί με την εκπαιδευτική ρομποτική.

3.6. Ερευνητικό Εργαλείο: Το Ερωτηματολόγιο

3.6.1. Σχεδιασμός ερωτηματολογίου

Για τη συλλογή δεδομένων στην παρούσα ποσοτική έρευνα χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο κατασκευάστηκε από τους ερευνητές. Χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις κλειστού τύπου με διχοτομικές ερωτήσεις, ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής αλλά και ερωτήσεις που διατυπώθηκαν σε πεντάβαθμη κλίμακα ιεράρχησης Likert: 1 = «Διαφωνώ απόλυτα», 2 = «Διαφωνώ», 3 = «Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ», 4 = «Συμφωνώ», 5 = «Συμφωνώ απόλυτα». Ενίοτε ο κώδικας αντιστράφηκε ή ομαδοποιήθηκαν οι απαντήσεις (π.χ. σε τριχοτομία) για τις ανάγκες περαιτέρω ανάλυσης (Cohen et al., 2008). Παράλληλα επιλέχθηκε και η χρήση δύο ερωτήσεων ανοιχτού τύπου, οι οποίες εξυπηρετούσαν την καλύτερη ερμηνεία των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής.

Στην αρχή του ερωτηματολογίου καταγράφηκε μια παράγραφος ως συνοδευτική επιστολή (Cohen et al. 2008) που παρουσιάζει:

1. τον τίτλο της έρευνας και τα ονόματα των ερευνητών,
2. τους στόχους της έρευνας,
3. τα ωφέλη της,
4. διαβεβαιώσεις εμπιστευτικότητας, ανωνυμίας και μη ανιχνευσιμότητας,
5. ευχαριστίες για τις απαντήσεις.

Οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου χωρίζονται σε τρία ξεχωριστά μέρη. Το πρώτο μέρος περιλαμβάνει αυτές που αφορούν στα δημογραφικά στοιχεία του δείγματος. Οι μαθητές ρωτήθηκαν για το φύλο τους, την τάξη φοίτησης και για τη συμμετοχή τους ή όχι σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Επιπλέον, ζητήθηκε από τους μαθητές να καταγράψουν το επάγγελμα του πατέρα ή της μητέρας τους. Θεωρήθηκε σημαντικό να εξηγηθεί με κάποιον τρόπο η τάση των απαντήσεων κάποιων μαθητών, που δεν συμμετέχουν σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου συμπληρώνεται μόνο από όσους έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ένα προειδοποιητικό μήνυμα ευκρινώς γραμμένο σε μαυρισμένο πλαίσιο, ειδοποιεί τους μαθητές που απάντησαν «ΟΧΙ» στη συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής, να αγνοήσουν κάποιες ερωτήσεις

και να περάσουν κατευθείαν στην ερώτηση 14, όπου ξεκινά το τρίτο μέρος, οι ερωτήσεις ιεράρχησης. Το συγκεκριμένο μέρος περιλαμβάνει ερωτήσεις που αποσκοπούν στο να εξάγουν πληροφορίες για τις εμπειρίες των μαθητών κατά τη συμμετοχή τους σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Ερωτώνται για το διάστημα ενασχόλησης, τα kit ρομποτικής που χρησιμοποίησαν, τα λογισμικά προγραμματισμού αλλά και τη χρήση τρισδιάστατου εκτυπωτή και τις κοπές με laser. Οι ερωτήσεις για τα kit και τα λογισμικά συνοδεύτηκαν από μία ερώτηση ανοιχτού τύπου, όπου ζητούνταν από τους μαθητές να κατονομάσουν το kit ή το λογισμικό που χρησιμοποίησαν και δεν αναφέρεται στην παρεχόμενη λίστα ή να το περιγράψουν σε περίπτωση που δε θυμούνται το όνομα.

Για να δημιουργηθούν οι ερωτήσεις που αφορούσαν τα kit ρομποτικής που χρησιμοποιούν οι μαθητές αλλά και τα λογισμικά προγραμματισμού, διενεργήθηκε μια άτυπη έρευνα σε πολλές ιστοσελίδες εργαστηρίων εκπαιδευτικής ρομποτικής, τόσο της Αττικής όσο και της Θεσσαλονίκης. Παράλληλα, η υπεύθυνη ανάπτυξης του αναλυτικού προγράμματος εκπαιδευτικής ρομποτικής ενός μεγάλου εργαστηρίου της Θεσσαλονίκης (Eduact) παραχώρησε μια μακροσκελή άτυπη συνέντευξη, για να βοηθήσει στον καλύτερο προσανατολισμό της έρευνας πάνω στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται.

Στο τρίτο μέρος του ερωτηματολογίου παρουσιάζονται ερωτήσεις ιεράρχησης με κλίμακα τύπου Likert (Cohen et al., 2008). Μέσα από τη μελέτη της βιβλιογραφίας προέκυψε μία βάση ερωτήσεων, με σκοπό την επιλογή ερωτήσεων που εξυπηρετούν το δικό μας θεωρητικό πλαίσιο και τις ανάγκες της παρούσας έρευνας.

Οι ερωτήσεις που επιλέχθηκαν αποτελούν έναν συνδυασμό ερωτήσεων χωρισμένο σε τρεις υποομάδες, οι οποίες μεταφράστηκαν από ξένα ερωτηματολόγια και εξυπηρετούσαν την μελέτη συγκεκριμένων μεταβλητών (Kier et al., 2013, ; Chen et al. 2024 ; Friday Institute for Educational Innovation 2012) και κάποιες που δημιουργήθηκαν από τους ερευνητές της παρούσας έρευνας με σκοπό να μετρήσουν αντίστοιχες μεταβλητές σε άλλα επαγγέλματα. Στην πρώτη υποομάδα υποβάλλονται 5 ερωτήσεις που αφορούν στην «πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM». Στη δεύτερη υποομάδα τέθηκαν 6 ερωτήσεις που αφορούν στις «STEM αυτοαντιλήψεις» των μαθητών. Πρόκειται για ερωτήσεις που διερευνούν την αυτοαποτελεσματικότητα και τις πρότερες εμπειρίες των μαθητών πάνω σε θέματα STEM. Τέτοιοι παράγοντες φαίνεται πως επηρεάζουν το ενδιαφέρον των μαθητών για καριέρα σε επαγγέλματα STEM, σύμφωνα και με τη θεωρία των Lent et al. (Kier et al.,

2013). Η τελευταία υποομάδα ερωτήσεων περιλαμβάνει 6 ερωτήσεις, οι οποίες αφορούν στις «αντιλήψεις για τους STEM επαγγελματίες».

Μετά την κατασκευή του ερωτηματολογίου έγινε μικρής έκτασης πιλοτική έρευνα με παιδιά του οικογενειακού περιβάλλοντος. Προέκυψαν μικρές αλλαγές ως προς τη διατύπωση των ερωτήσεων αλλά και την οργάνωση των ομάδων ερωτήσεων, με τρόπο που να μην μπερδεύει τους μαθητές.

3.6.2. Αξιοπιστία κλίμακας Likert

Αν και δεν έγινε πιλοτική έρευνα πριν από την απόδοση των ερωτηματολογίων με σκοπό την εξέταση της εσωτερικής συνοχής της κλίμακας που δημιουργήθηκε, η κυρίως έρευνα απέδειξε ικανό βαθμό εσωτερικής συνοχής των υποομάδων.

- «Πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM»: Cronbach's $\alpha = 0,857$.
- «Αυτοαντίληψεις STEM»: Cronbach's $\alpha = 0,690$.
- «Αντιλήψεις για τους STEM επαγγελματίες»: Cronbach's $\alpha = 0,655$.

Σε ορισμένες περιπτώσεις αφαιρέθηκε κάποια ερώτηση (π.χ. «Έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM»), αφού μείωνε την εσωτερική συνοχή (χωρίς την ερώτηση ο Cronbach's $\alpha = 0,688$).

3.6.3. Παρατηρήσεις για την κατασκευή του ερωτηματολογίου

Για την κατασκευή του ερωτηματολογίου λήφθηκαν κάποιες αποφάσεις, αλλά προέκυψαν και κάποιες διορθώσεις, κατόπιν εφαρμογής του στο δείγμα της έρευνας.

Αρχικά, ως προς τον χρόνο συμμετοχής στα προγράμματα ρομποτικής, έγινε ένας διαχωρισμός με βάση την ηλικία των μαθητών και τη χρονική περίοδο που μοιράστηκε το ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους μαθητές στα τέλη του Δεκέμβρη του 2024. Η επιλογή «λιγότερο από έναν μήνα» αφορά σε μαθητές λιγότερο έμπειρους στην εκπαιδευτική ρομποτική, οι οποίοι είναι πιθανό να έχουν παρακολουθήσει απλά κάποια ή κάποιες ημερίδες εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η επιλογή «1-4 μηνές» αφορά στη συμμετοχή μαθητών σε προγράμματα ρομποτικής κατά τη διάρκεια της τρέχουσας σχολικής χρονιάς. Κι αυτή η δεύτερη κατηγορία μαθητών δεν μπορεί να θεωρηθεί αρκετά έμπειρη σε θέματα εκπαιδευτικής ρομποτικής, όμως δηλώνει ότι ξεκίνησαν κάποια στιγμή να παρακολουθούν συστηματικά τα μαθήματα. Σε μια πιθανή επανάληψη της έρευνας, θα μπορούσε να προκύψει μια διαφορετική διάρθρωση των πιθανών απαντήσεων.

Κατόπιν της συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων καταγράφηκαν μια σειρά από παρατηρήσεις που θα μπορούσαν να κάνουν το ερωτηματολόγιο πιο λειτουργικό. Αρχικά, ως προς τον χρόνο συμμετοχής σε προγράμματα ρομποτικής, θα ήταν χρήσιμο να προστεθεί ο όρος «συνολικά». Μια από τις ερωτήσεις που τέθηκαν συχνότερα από τους μαθητές προς τους ερευνητές ήταν: «αν έχω κάνει ρομποτική παλιά, στη συνέχεια σταμάτησα και μετά άρχισα ξανά, τι να βάλω;». Επίσης, υπήρχαν μαθητές που συμμετείχαν περιστασιακά σε δράσεις ρομποτικής σε βάθος χρόνου, οι οποίοι θα ήθελαν να γνωρίζουν πώς να απαντήσουν ακριβέστερα στην ερώτηση.

Ως προς την τρισδιάστατη εκτύπωση και την κοπή με laser θα ήταν σημαντικό να προστεθεί και ο παράγοντας της παρατήρησης. Πιθανόν μια επιπλέον ερώτηση που να διαχωρίζει την εκτέλεση της διαδικασίας από τα παιδιά από την απλή παρατήρηση της διαδικασίας, ίσως έριχνε περισσότερο φως στις εμπειρίες των μαθητών.

Τέλος, το πιο σημαντικό ζήτημα του ερωτηματολογίου, αφορούσε στην ομαδοποίηση των kit ρομποτικής και των λογισμικών. Επιλέχθηκε η παράθεση μιας λίστας, οχτώ επιλογών σε κάθε περίπτωση, στην οποία έγινε προσπάθεια να ιεραρχηθούν από το πιο απλό κι εύκολο (είτε kit είτε λογισμικό) προς το πιο περίπλοκο και σύνθετο. Η επιλογή αυτή ενέχει τον σοβαρό κίνδυνο η ιεράρχηση που έγινε να μην είναι σωστή. Θα ήταν καλύτερο, ενδεχομένως, να δημιουργηθούν ομάδες kit ανάλογα με τους στόχους, τη δυσκολία ή τον τύπο κατασκευών. Από την άλλη, θα μπορούσαν τα λογισμικά να ομαδοποιηθούν ανάλογα με το αν είναι block-based ή text-based (Weintrop & Wilensky, 2017) και τον βαθμό αυτονομίας τους. Πάντως από τη βιβλιογραφία δεν προκύπτει κάποια ξεκάθαρη κωδικοποίηση των διαθέσιμων kit (Sapounidis & Alimisis, 2020).

3.7. Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό λογισμικό SPSS και πραγματοποιήθηκαν οι εξής αναλύσεις:

1. Περιγραφική Στατιστική

- i. Συχνότητες (Frequencies): Δημιουργήθηκαν πίνακες συχνοτήτων για δημογραφικά στοιχεία (π.χ. φύλο, ηλικία) και για τις μεταβλητές συμμετοχής σε ρομποτική.
- ii. Κεντρικές Τάσεις: Υπολογίστηκε ο μέσος όρος και η τυπική απόκλιση για κάθε ομάδα ερωτήσεων (Likert).

2. Συγκριτική Ανάλυση

- i. Crosstabs (Chi-Square): Για να εξεταστεί η κατανομή των κατηγοριών (π.χ. 1,2,3) μεταξύ ομάδων (NAI/OXI ρομποτική).
- ii. Independent Samples T-Test: Για τη σύγκριση συνδυαστικών μεταβλητών (mean) μεταξύ δύο ομάδων (NAI/OXI ρομποτική).
- iii. One-Way ANOVA: Για τον έλεγχο διαφορών σε περίπτωση που ο χρόνος εμπειρίας ρομποτικής είχε περισσότερες από δύο κατηγορίες (<1 μήνα, 1-4 μήνες κ.λπ.).

3. Πολυμεταβλητή Ανάλυση

- i. Multiple Regression: Με εξαρτημένη μεταβλητή την πρόθεση για επάγγελμα STEM (STEM_career_mean_var) και ανεξάρτητες τις αυτοαντιλήψεις STEM (STEM_selfconcept_mean_var), τις αντιλήψεις για επαγγελματίες STEM (STEM_professionals_mean_var).

4. Ανάλυση

Στο παρόν κεφάλαιο παρατίθενται οι στατιστικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να φανούν οι εμπειρίες των μαθητών σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική, αλλά και για να φανεί αν οι μαθητές που έχουν συμμετάσχει σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής παρουσιάζουν διαφορετικές αντιλήψεις και προτιμήσεις από τους μαθητές που δεν έχουν έρθει σε επαφή με «ρομποτάκια».

4.1. Αρχικές αποφάσεις κωδικοποίησης και ερμηνείας μεταβλητών

Στα πλαίσια της ποσοτικής ανάλυσης με το πρόγραμμα SPSS λήφθηκαν κάποιες αποφάσεις που εξυπηρετούν την καλύτερη και πιο γενικευμένη ερμηνεία των δεδομένων.

Δημιουργήθηκε μία μεταβλητή για κάθε ερώτηση, ακόμα και για τις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Οι μεταβλητές ανοιχτού τύπου έλαβαν τιμές 0-1 που αφορούν στον αν ο κάθε ένας από τους γονείς ασχολείται ή όχι με επάγγελμα STEM.

Κατά δεύτερον, δεδομένου ότι σε κάποιες ερωτήσεις υπήρχαν πολλαπλές απαντήσεις, έγινε διαχείριση αυτών των απαντήσεων με λίγο διαφορετικό τρόπο. Στην ερώτηση 7 του ερωτηματολογίου (για τα kit ρομποτικής) δημιουργήθηκε μια ιεραρχική παρουσίαση των διαθέσιμων kit ώστε το kit της επιλογής Α να υποδηλώνει λιγότερο προηγμένη γνώση σε θέματα ρομποτικής. Έτσι θεωρήθηκε πως κάποιος που επέλεγε την απάντηση «Η» ότι είναι «πάρα πολύ έμπειρος». Παρά ταύτα, επειδή υπήρχε ενδιαφέρον και

για κάποια ενδεχόμενη περιγραφική στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, δημιουργήθηκαν και επιμέρους μεταβλητές για την κάθε μία επιλογή των ερωτήσεων. Με αυτό τον τρόπο αναλύθηκαν οι ερωτήσεις 7 και 10.

Ως προς τα missing values χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικοί κωδικοί για να παρουσιάσουν διαφορετικούς λόγους έλλειψης τιμών. Χρησιμοποιήθηκε ο κωδικός «-9» στις ερωτήσεις που δεν δόθηκε απάντηση σκόπιμα (π.χ. ερωτήσεις για τις εμπειρίες εκπαιδευτικής ρομποτικής σε μαθητές που δήλωσαν πως δεν παρακολούθησαν ποτέ σχετικά μαθήματα). Ο κωδικός 9 δόθηκε σε ερωτήσεις που δεν δόθηκε απάντηση γιατί αντλούμε την απάντηση από άλλη ερώτηση. Τέλος ο κωδικός 99 δόθηκε για περιπτώσεις που ο απαντώμενος δεν απάντησε αναιτίως.

Στην ανοιχτή ερώτηση θεωρήσαμε ως γονείς που ασχολούνται με STEM επάγγελμα μόνο τα επαγγέλματα που περιγράφηκαν στη βιβλιογραφική επισκόπηση της παρούσας έρευνας. Με αυτό τον τρόπο αποκλείστηκαν επαγγέλματα όπως του οικοδόμου και διάφορων τεχνιτών που όμως είναι πιθανό να συνδυάζουν κάποιες επιστήμες STEM.

Οι ανοιχτές ερωτήσεις που αφορούν τα διαφορετικά προγράμματα δεν καταγράφηκαν στο πρόγραμμα ανάλυσης με κάποιο κωδικό, όμως βοήθησαν στην ερμηνεία των απαντήσεων πολλαπλής επιλογής.

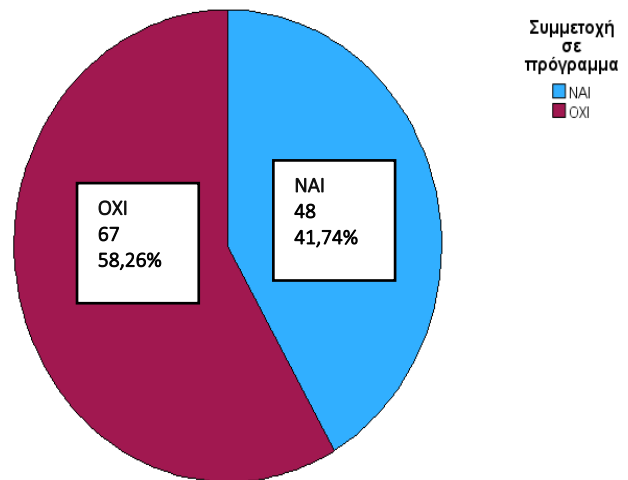
Προκειμένου να εξαχθούν πιο γενικευμένα συμπεράσματα, δημιουργήθηκαν τρεις συγκεντρωτικές μεταβλητές, μία για κάθε υποκατηγορία ερωτήσεων τύπου Likert, που παρουσιάζουν συνολικούς μέσους όρους. Οι δείκτες εσωτερικής συνοχής Cronbach's A επιτρέπουν αυτή τη συνολική θεώρηση. Μονάχα στην τρίτη υποκατηγορία που αφορά τις αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM αφαιρέθηκε η τελευταία διατύπωση που αναφέρεται στο πρότυπο ενός επαγγελματία STEM με σκοπό να ενισχυθεί η εσωτερική συνοχή της υποκατηγορίας.

Για την εξαγωγή πιο συγκεκριμένων συμπερασμάτων στις δύο υποομάδες ερωτήσεων που αφορούν τις αυτοαντιλήψεις STEM και τις απόψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM δημιουργήθηκαν μεταβλητές με επανακωδικοποίηση των απαντήσεων. Συγκεντρώθηκαν οι δύο αρνητικές απαντήσεις και οι δύο θετικές απαντήσεις σε μία αντίστοιχα αρνητική ή θετική απάντηση. Έτσι η ιεράρχηση της Likert αντί για 5 επίπεδα μετατράπηκε σε τριών επιπέδων. Αυτό κατέστη εφικτό καθώς δεν ήταν απαραίτητος ο διαχωρισμός της ακραίας θετικής και ακραίας αρνητικής απάντησης από την απλά θετική ή αρνητική απάντηση αντίστοιχα.

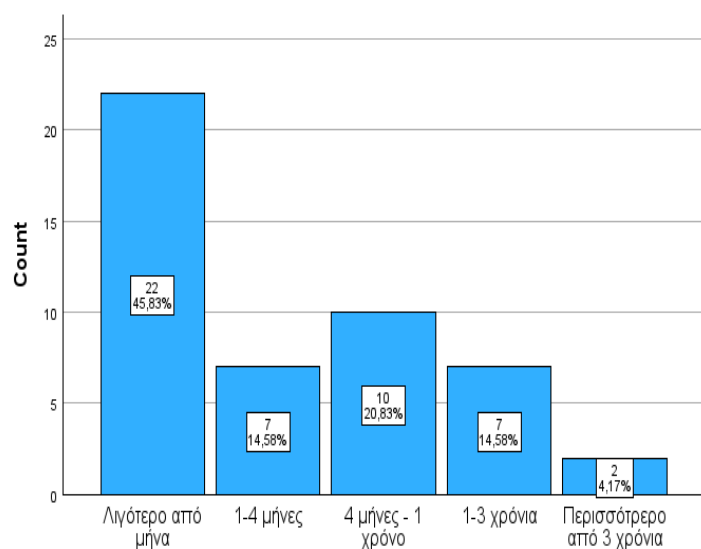
4.2. Ανάλυση Δημογραφικών Στοιχείων

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν συνολικά 115 μαθητές της Ε' (50 μαθητές) και της Στ' Δημοτικού (65 μαθητές) από δύο διαφορετικά σχολεία της Αθήνας και του Πειραιά.

Από το σύνολο των ερωτηθέντων μαθητών το 41,74% συμμετείχαν σε κάποιο πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής (Εικόνα 3). Από αυτούς τους 48 μαθητές οι περισσότεροι (22) έχουν συμμετάσχει σε προγράμματα ρομποτικής για λιγότερο από 1 μήνα. Οι 7 από αυτούς συμμετείχαν σε προγράμματα από 1 – 4 μήνες. Οι υπόλοιποι 19 μαθητές παρακολουθούν προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής από 4 μήνες έως και πάνω από 3 χρόνια. Πιο συγκεκριμένα 10 μαθητές παρακολουθούν 4-10 μήνες ρομποτική, 7 μαθητές από 1-3 χρόνια και 2 παρακολουθούν περισσότερα από 3 χρόνια ρομποτική (Εικόνα 2).



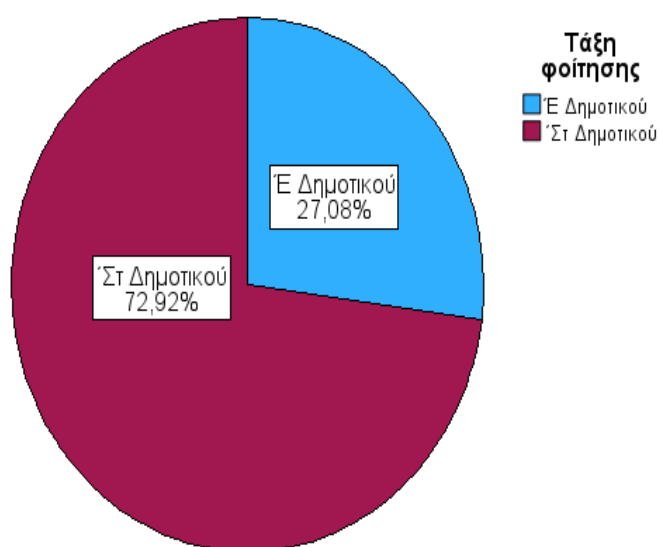
Εικόνα 1 Ποσοστιαία κατανομή μαθητών βάσει της συμμετοχής τους σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.



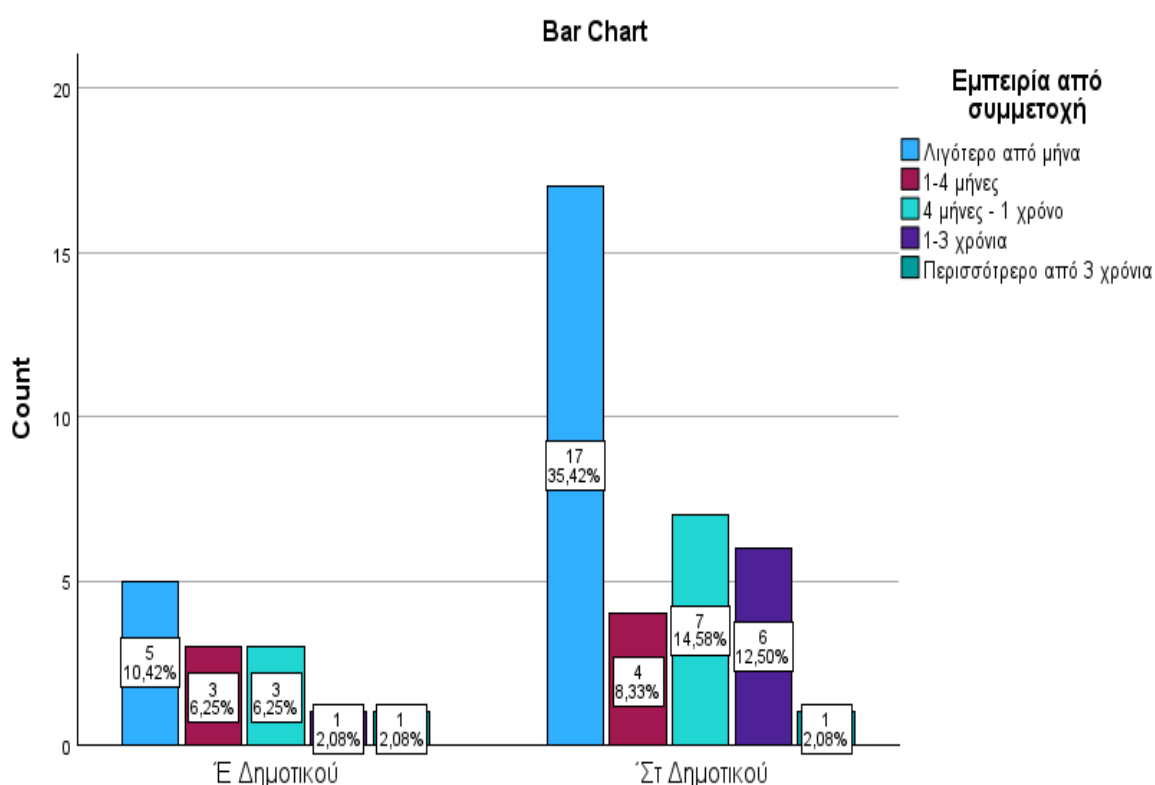
Εικόνα 2 Εμπειρία συμμετεχόντων σε πρόγραμμα

Στην έρευνα συμμετείχαν 65 μαθητές της Στ' Δημοτικού (56,5% του συνολικού δείγματος) και 50 μαθητές Ε' δημοτικού (43,5% του δείγματος). Σε γενικές γραμμές όπως είναι αναμενόμενο περισσότεροι μαθητές της Στ' δημοτικού συμμετέχουν σε προγράμματα

εκπαιδευτικής ρομποτικής (Εικόνα 3) αλλά και περισσότεροι από αυτούς έχουν αρκετό καιρό εμπειρίας. Βέβαια ο σημαντικά μεγαλύτερος αριθμός παιδιών της Στ' Δημοτικού που συμμετείχαν σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής δεν μας δίνει και σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό ερωτηματολογίων που απαντήθηκαν από έμπειρους μαθητές. Αυτό



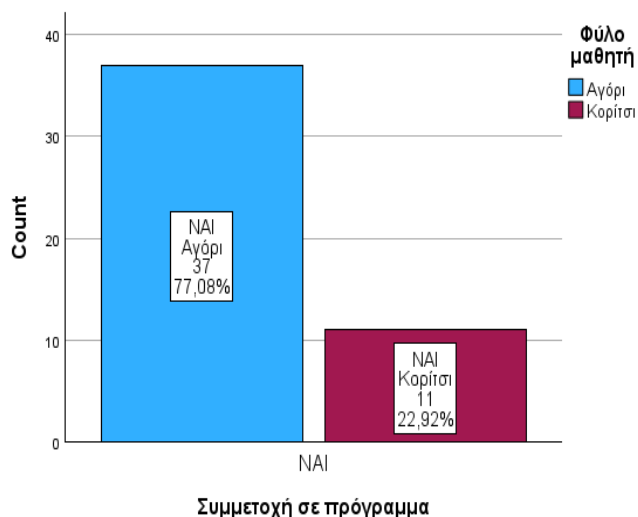
Εικόνα 3 Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά τάξη.



Εικόνα 4 Χρόνος συμμετοχής μαθητών σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά τάξη, ανά τάξη.

μπορούμε να το δούμε από την Εικόνα 4 όπου φαίνεται πως η μεγάλη αριθμητική διαφορά προκύπτει από τους μαθητές με λιγότερο από 1 μήνα εμπειρίας.

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν 59 κορίτσια και 56 αγόρια, υπήρχε δηλαδή ένα μοιρασμένο δείγμα ως προς το φύλο. Το εντυπωσιακό εύρημα είναι ότι σημαντικά περισσότερα αγόρια ασχολούνται με τη ρομποτική έναντι των κοριτσιών. Παρατηρείται (Εικόνα 5) ότι τα αγόρια έχουν τριπλάσια συμμετοχή σε προγράμματα ρομποτικής από τα κορίτσια



Εικόνα 5 Ποσοστιαία και αριθμητική κατανομή συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής ανά φύλο.

(77,08% έναντι 22,92%), αν και συνολικά στην έρευνα συμμετείχαν τρία αγόρια λιγότερα από τα κορίτσια.

4.3. Εμπειρίες μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική.

Όπως προαναφέρθηκε από το συνολικό δείγμα των 115 μαθητών 48 μαθητές έχουν παρακολουθήσει κάποιο πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Από αυτούς τους μαθητές δύο μονάχα δεν χρησιμοποίησαν κάποιο λογισμικό προγραμματισμού, αν και δεδομένου ότι και αυτοί χρησιμοποίησαν τα kit της LEGO, ίσως χρησιμοποίησαν λογισμικό χωρίς να το αναφέρουν.

Έγινε προσπάθεια να καταγραφούν μια πληθώρα απαντήσεως τόσο για τα kit όσο και για τα λογισμικά. Γι' αυτόν τον σκοπό δόθηκαν αρκετές πιθανές απαντήσεις στους μαθητές με δυνατότητα πολλαπλής επιλογής.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	4	3,5	8,5	8,5
	Ενασχόληση με 1 kit Lego	32	27,8	68,1	76,6
	Ενασχόληση με 2 kit Lego	7	6,1	14,9	91,5
	Ενασχόληση με 3 kit Lego	3	2,6	6,4	97,9
	Ενασχόληση με 4 kit Lego	1	,9	2,1	100,0
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Δεν ασχολήθηκε με kit LEGO	4	3,5	8,5	8,5
	Ασχολήθηκε με τουλάχιστον 1 kit LEGO	43	37,4	91,5	100,0
	Total	47	40,9	100,0	
Missing	System	68	59,1		
Total		115	100,0		

Πίνακας 2 Ρομποτική με kit της LEGO

Μάλιστα οι ερωτήσεις για την επιλογή kit ή λογισμικού συνοδεύτηκε από μία ανοιχτού τύπου ερώτηση που αποσκοπούσε στο να δοθούν απαντήσεις που δεν προβλέφθηκαν από τους ερευνητές ή για να γίνει καλύτερη ερμηνεία των απαντήσεων όταν οι μαθητές δεν θυμούνταν τα ονόματα. Οι περισσότεροι μαθητές βρήκαν τα λογισμικά που χρησιμοποίησαν στα προγράμματά τους μέσα στη λίστα. Κανένας από αυτούς δεν πρόσθεσε κάτι επιπλέον. Βέβαια δεν ήταν λίγες οι φορές που οι ανοιχτού τύπου ερωτήσεις χρησίμευσαν, για να περιγράψουν οι μαθητές κάποιο από τα kit ή τα λογισμικά που ήδη παρατίθενται στις διαθέσιμες επιλογές, όμως δεν θυμούνταν το όνομα. Πιο συγκεκριμένα, οι περισσότεροι μαθητές εκπαιδεύτηκαν πάνω σε λογισμικά και kit της LEGO (Πίνακας 2). Παρατηρήθηκε ότι μόλις 4 μαθητές, δηλαδή το 8,5% από τους 48 (ένας δεν παρουσίασε kit) μαθητές που ασχολήθηκαν με την εκπαιδευτική ρομποτική δεν εκπαιδεύτηκαν με κανένα kit της LEGO. Το υπόλοιπο 91,5% εκπαιδεύτηκαν πάνω στα kit της LEGO και μάλιστα οι 34 από αυτούς εκπαιδεύτηκαν αποκλειστικά με αυτά. Οι περισσότεροι από τους εκπαιδευμένους με LEGO (32 στους 34) έχουν χρησιμοποιήσει τουλάχιστον ένα από τα kit της, ενώ ένας μαθητής έχει χρησιμοποιήσει 4 από τα kit που παρουσιάστηκαν (Πίνακας 2). Τα kit «LEGO spike essential», «LEGO WeDo» και «LEGO spike prime», έχουν χρησιμοποιηθεί περισσότερο από τους εκπαιδευόμενους ενώ το «LEGO Mindstorms EV3» που απευθύνεται σε πιο έμπειρους εκπαιδευόμενους χρησιμοποιήθηκε μόνο από 4 μαθητές.

Kit Ρομποτικής	Μαθητές	Λογισμικό προγραμματισμού	Μαθητές
LEGO Spike Essential	21	Scratch Junior	6
LEGO WeDo 2.0 ή παλιότερο LEGO WeDo	16	Scratch	24
LEGO Spike Prime	17	Γλώσσες προγραμματισμού της LEGO	25
LEGO Mindstorms EV3	4	Pictoblox	1
Edison	1	Makecode	1
Maqueen	1	Word Blocks	2
Microbit και αισθητήρες Easy Plug	11	App-Inventor	0
Arduino και αισθητήρες Easy Plug	4	Python	3

Πίνακας 3 Πλήθος μαθητών ανά kit ρομποτικής και λογισμικό προγραμματισμού.

Παράλληλα μια σημαντική μερίδα του δείγματος ασχολήθηκε με microbit και αισθητήρες Easy-Plug που ουσιαστικά περιλαμβάνουν εύκολες διασυνδέσεις, κατάλληλες

για το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών στους οποίους απευθύνονται. Η πλακέτα microbit είναι το δεύτερο πιο διαδεδομένο εργαλείο εκπαιδευτικής ρομποτικής μετά τα kit της LEGO (Πίνακας 3). Στην ίδια μερίδα μαθητών θα κατατάσσαμε και έναν μαθητή που έχει ασχοληθεί με Maqueen, ένα ρομποτάκι που χρησιμοποιεί πλακέτα microbit. Πρέπει επίσης, να δοθεί έμφαση σε 4 μαθητές που έχουν ασχοληθεί με πιο περίπλοκες πλακέτες, όπως είναι το Arduino.

Ως προς τα λογισμικά που χρησιμοποιούν οι μαθητές για να προγραμματίσουν τις ρομποτικές κατασκευές τους, στην πλειοψηφία τους έχουν χρησιμοποιήσει τα λογισμικά της LEGO (25 μαθητές) και το Scratch (24 μαθητές). 3 μαθητές έχουν ασχοληθεί με python, 2 με Word Blocks και από 1 με Pictoblox και Makecode. 6 από τους μαθητές ξεκίνησαν τα πρώτα τους προγραμματιστικά βήματα με Scratch Junior (Πίνακας 3). Είναι ενδιαφέρον το γεγονός, ότι κανένας μαθητής δεν έχει ασχοληθεί με App-Inventor.

Θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί, επίσης με πιο λογισμικό προγραμματίζεται συχνότερα η πλακέτα microbit μια και το makecode που είναι το ενδεδειγμένο λογισμικό για τον προγραμματισμό του, έχει χρησιμοποιηθεί μόνο από έναν εκπαιδευόμενο. Χωρίς να μπορούν να απομονωθούν πλήρως οι τιμές παρατηρήθηκε ότι οι 8 από τους 11 εκπαιδευόμενους με microbit έχουν προγραμματίσει με Scratch, 7 με λογισμικά της LEGO, 1 με Pictoblox, 1 με Makecode, 1 με Word Blocks και 3 με Python. Ο μαθητής που ασχολήθηκε με το ρομποτάκι Maqueen που φέρει πλακέτα microbit έχει χρησιμοποιήσει, επίσης, μόνο λογισμικά LEGO.

Είναι εντυπωσιακό το γεγονός πως υπάρχουν μαθητές δημοτικού που ασχολούνται με γλώσσα προγραμματισμού python. Τρία παιδιά από τους 48 μαθητές που παρακολούθησαν εκπαιδευτική ρομποτική έχουν εκπαιδευτεί πάνω στη γλώσσα python (Πίνακας 3). Ο πρώτος είναι ένα αγόρι της Ε' δημοτικού που έχει προγραμματίσει microbit (δεν έχει προγραμματίσει Arduino) και κάνει ρομποτική λιγότερο από 1 χρόνο. Οι άλλοι δύο είναι ένα αγόρι και ένα κορίτσι της Στ' Δημοτικού με εμπειρία από 1-3 χρόνια και περισσότερο από 3 χρόνια αντίστοιχα. Και οι δύο έχουν προγραμματίσει μικροελεγκτή Arduino. Είναι σημαντικό να επισημάνουμε πως δεν ρωτήθηκε με ποιο από τα λογισμικά προγραμμάτισαν το ρομπότ τους, αλλά ποιο από τα παραπάνω έχουν χρησιμοποιήσει. Συνεπώς δεν αποκλείεται ο μαθητής που προγραμμάτισε μονάχα microbit και χρησιμοποίησε python, να μην χρησιμοποίησε αυτή τη γλώσσα για να το προγραμματίσει. Ενδεχομένως να έχει κάνει κάποιο εισαγωγικό μάθημα στη γλώσσα.

Έγινε επίσης προσπάθεια να διερευνηθούν επιπλέον εμπειρίες των μαθητών που διαδραματίζονται στα εργαστήρια εκπαιδευτικής ρομποτικής της Ελλάδας, όπως είναι η 3D εκτύπωση και η κοπή με laser. Παρατηρήθηκε ότι μόνο το 25% των μαθητών έχουν κάνει 3D εκτύπωση (Πίνακας 4). Παράλληλα μόλις 7 εφτά παιδιά ανέφεραν ότι έχουν πραγματοποιήσει κοπή με laser (Πίνακας 4). Παρατηρήθηκε επίσης ότι ο χρόνος εμπειρίας των μαθητών πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική δεν παρουσιάζει κάποια πρόβλεψη για ενασχόληση με 3D εκτύπωση και laser κοπές.

	Χρήστη Κώδικα		3D Εκτύπωση		Laser κοπή	
	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό	Συχνότητα	Ποσοστό
NAI	46	95,8%	12	25%	7	14,6%
OXI	2	4,2%	36	75%	40	83,3%
Missing Value	0	0	0	0	1	2,1%

Πίνακας 4 συγκεντρωτικός πίνακας μαθητών που χρησιμοποίησαν λογισμικά προγραμματισμού, 3D εκτύπωση και Laser κοπή.

Φάνηκε πως ο καιρός που ασχολούνται με την εκπαιδευτική ρομποτική δεν μας δίνει κάποια σαφή πρόβλεψη για το αν θα ασχοληθούν με επιπλέον δραστηριότητες πέρα του προγραμματισμού κάποιου ρομπότ.

4.4. Δημιουργία και Έλεγχος Κλιμάκων Likert

Ως προς την κλίμακα Likert που δημιουργήθηκε για να μετρηθεί η άποψη των μαθητών σχετικά με τις απόψεις τους για τα επαγγέλματα STEM δημιουργήθηκαν τρεις ομάδες ερωτήσεων. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει ερωτήσεις για την πρόθεση επιλογής μελλοντικής καριέρας σε κάποιο επάγγελμα STEM. Η δεύτερη ομάδα περιλαμβάνει ερωτήσεις για τις αυτοαντιλήψεις των μαθητών πάνω σε θέματα STEM και η τρίτη περιλαμβάνει ερωτήσεις για την άποψη των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM.

Αρχικά έγιναν τεστ εσωτερικής συνοχής μεταξύ των ομάδων. Για την πρώτη ομάδα ο δείκτης Cronbach's α βρέθηκε ίσος με 0,857, γεγονός που υποδηλώνει υψηλή εσωτερική συνοχή για τις συγκεκριμένες ερωτήσεις. Στα επιμέρους δεδομένα που προέκυψαν από την ανάλυση παρατηρήθηκαν τα εξής: Στη στήλη «Corrected Item-Total Correlation» που δείχνει πόσο ισχυρά σχετίζεται κάθε ερώτηση με το συνολικό άθροισμα της κλίμακας, οι

τιμές γύρω στο 0,4 υποδηλώνουν ότι κάθε ερώτηση συμβάλλει ικανοποιητικά στη συνολική μέτρηση και τέλος στη στήλη «Cronbach's Alpha if Item Deleted» που παρουσιάζεται πόσο θα άλλαζε το Cronbach's α αν αφαιρούσαμε την ερώτηση, φαίνεται πως επειδή όλες οι τιμές είναι μικρότερες ή κοντά στο αρχικό 0,857, καμία ερώτηση δεν φαίνεται να υποβαθμίζει δραστικά την αξιοπιστία ή να την ανεβάζει σημαντικά εάν αφαιρεθεί.

Στη δεύτερη ομάδα ερωτήσεων, η οποία αφορά τις STEM αυτοαντιλήψεις, προέκυψε Cronbach's $\alpha=0,690$. Αυτό υποδηλώνει οριακά αποδεκτή εσωτερική συνοχή για την κλίμακα, ωστόσο κρίνεται αρκετά ικανοποιητική για τους σκοπούς της έρευνας. Στον πίνακα Item-Total Statistics, οι τιμές Corrected Item-Total Correlation κυμαίνονται από 0,332 έως 0,549, υποδεικνύοντας ότι καθεμιά από τις ερωτήσεις συνεισφέρει σε κάποιο βαθμό στη συνοχή της κλίμακας. Επιπλέον, οι τιμές του Cronbach's Alpha if Item Deleted (0,595–0,677) δείχνουν ότι καμία ερώτηση δεν επιβαρύνει σημαντικά την κλίμακα, αφού η α δεν αυξάνεται πολύ εάν κάποια αφαιρεθεί.

Παρατηρούμε ότι για την τρίτη ομάδα, η οποία αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM, ο δείκτης Cronbach's α είναι 0,655. Πρόκειται για μια οριακά αποδεκτή τιμή εσωτερικής συνοχής, που υποδηλώνει ότι οι συγκεκριμένες ερωτήσεις μετρούν παρόμοιες αντιλήψεις, αλλά όχι τόσο συνεκτικά όσο στις άλλες δύο ομάδες. Οι τιμές «Corrected Item-Total Correlation» κυμαίνονται από 0,171 έως 0,486. Οι υψηλότερες τιμές (π.χ. 0,486) δείχνουν ότι τα αντίστοιχα ερωτήματα ταιριάζουν αρκετά καλά με την υπόλοιπη κλίμακα. Αντίθετα, η ερώτηση «Έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM» έχει τη χαμηλότερη συσχέτιση (0,171), γεγονός που σημαίνει ότι συνεισφέρει λιγότερο στη συνολική κλίμακα. Έτσι προκύπτει και από τη στήλη «Cronbach's Alpha if Item Deleted» ότι, εάν αφαιρεθεί το ερώτημα αυτό, η τιμή του α θα αυξηθεί (π.χ. από 0,655 σε 0,688). Αυτό υποδηλώνει ότι η αφαίρεσή του ίσως βελτίωνε τη συνοχή της κλίμακας.

4.5.Αποτελέσματα σχετικά με την «πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM»

Για να φανεί η πρόθεση των μαθητών για επιλογή επαγγελμάτων STEM έγινε μια σειρά αναλύσεων πάνω σε πέντε ιεραρχημένες ερωτήσεις σε μία πεντάβαθμη κλίμακα Likert. Αυτές οι ερωτήσεις αποτελούν την πρώτη υποομάδα ερωτήσεων της συνολικής

κλίμακας μέτρησης των απόψεων των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM. Έγινε μέτρηση, τόσο των ερωτήσεων της υποκλίμακας ξεχωριστά, όσο και σε συγκεντρωτική μεταβλητή.

Ερώτηση	Mean	Std. Deviation
Επάγγελμα με μαθηματικά	2.98	1.076
Επάγγελμα με φυσικές επιστήμες	2.71	1.049
Επάγγελμα με πληροφορική	2.50	1.165
Επάγγελμα με μηχανική	2.58	1.263
Επίλυση καθημερινών προβλημάτων με μηχανική	2.96	1.046

Πίνακας 5 Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις ερωτήσεων για "πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM"

Παρατηρώντας τις ερωτήσεις της ομάδας συνολικά (Πίνακας 5) βλέπουμε τους μέσους όρους να βρίσκονται κάπου στη μέση με μια ελαφριά τάση προς τα πάνω. Επίσης είναι ξεκάθαρο πως δεν παρατηρήθηκαν πολύ μεγάλες διασπορές των απαντήσεων. Η μικρή τυπική απόκλιση στην επιλογή ενός επαγγέλματος που περιλαμβάνει μαθηματικά δείχνει πως οι περισσότεροι μαθητές είναι συγκεντρωμένοι προς μια πιο θετική στάση. Το ίδιο συμβαίνει και ως προς το γεγονός ότι αν γνωρίσουν αρχές της Μηχανικής θα μπορούν να δουλεύουν και να αντιμετωπίζουν ανθρώπινα προβλήματα της καθημερινότητας. Αυτό όμως δεν σημαίνει πως οι περισσότεροι μαθητές είναι θετικά προσκείμενοι στην επιλογή ενός επαγγέλματος που χρησιμοποιεί μαθηματικά. Τον μέσο όρο ανεβάζει σημαντικά η μερίδα των μη προσανατολισμένων μαθητών που απάντησαν «ούτε συμφωνώ/ούτε διαφωνώ».

Στη συνέχεια, διενεργήθηκαν στατιστικές αναλύσεις για να φανεί η επίδραση της συμμετοχής των μαθητών σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής στην τάση τους να επιλέξουν επάγγελμα STEM Αρχικά, πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις t-test μελετώντας τους μέσους όρους των απαντήσεων. Αναδείχθηκε στατιστική σημαντικότητα σε τρεις τομείς που αφορούν την μελλοντική επιλογή επαγγέλματος και φαίνεται πως επηρεάζονται από τη συμμετοχή σε προγράμματα ρομποτικής.

Αρχικά ως προς την επιλογή επαγγέλματος που χρησιμοποιεί μαθηματικά βλέπουμε πως με p (Two-Sided) $< 0,05$ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Βέβαια, μεγαλύτερη στατιστικά σημαντική διαφορά ($p \approx 0,013$ άρα $<0,05$) παρακολουθούμε και ως προς την αντίληψη ότι με τη γνώση αρχών της μηχανικής οι μαθητές θα μπορούν να δουλεύουν και να δίνουν λύσεις σε καθημερινά προβλήματα. Τέλος την πιο σημαντική στατιστική διαφορά ($p<0,001$) τη συναντούμε ως προς την επιλογή ενός επαγγέλματος μηχανικού. Είναι ξεκάθαρο πως οι μαθητές με εμπειρία πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική δείχνουν μεγαλύτερη προδιάθεση να επιλέξουν επάγγελμα που σχετίζεται με τη μηχανική.

Παρατηρώντας τους μέσους όρους παρατηρείται μια σημαντική συγκέντρωση μαθητών στην μεσαία απάντηση (ούτε συμφωνώ/ούτε διαφωνώ). Αυτή η απάντηση από τη φύση της παρουσιάζει μία έλλειψη προσανατολισμού. Ήδη από τη σύλληψη της πρώτης ιδέας της έρευνας, ήταν αναμενόμενο από μαθητές που δεν έχουν ασχοληθεί με εκπαιδευτική ρομποτική μην έχουν γνώμη για επαγγέλματα μηχανικού, πληροφορικού ή επαγγελματία των φυσικών επιστημών, αλλά ούτε και να γνωρίζουν την αξία της μηχανικής για την καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Συνεπώς μια μελέτη που βασίζεται στους μέσους όρους των απαντήσεων δεν θα απέδιδε ξεκάθαρα την επίδραση της ρομποτικής. Έτσι έγινε μια επιπλέον μελέτη χρησιμοποιώντας την ανάλυση crosstabs και Chi-square. Έτσι δίνεται μία καλύτερη ματιά ως προς την διασπορά των μαθητών στις ακραίες απαντήσεις.

Πιο συγκεκριμένα μέσα από τον Πίνακα 6 φαίνεται σαφώς ότι όσοι μαθητές συμμετείχαν σε πρόγραμμα ρομποτικής τείνουν να δηλώνουν συμφωνία ή έντονη συμφωνία (συμφωνώ/συμφωνώ απόλυτα) για την επιλογή επαγγέλματος με μαθηματικά σε υψηλότερο ποσοστό ($13 + 9 = 22$ περιπτώσεις ή 45,9% όσων έκαναν ρομποτική) σε σχέση με τους μαθητές που δεν συμμετείχαν, οι οποίοι καταγράφουν μόλις $5 + 3 = 8$ αντίστοιχες απαντήσεις. Αντίθετα, οι μαθητές χωρίς ρομποτική φαίνεται να μένουν ουδέτεροι («ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ») πολύ συχνότερα ($v=38$ ή 56,7% έναντι $v=14$ ή 29,2%).

Συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής	Διαφωνώ απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ απόλυτα
Επιλογή επαγγέλματος που χρησιμοποιεί μαθηματικά					
Ναι	6 (12,5%)	6 (12,5%)	14 (29,2%)	13 (27,1%)	9 (18,8%)
Όχι	5 (7,5%)	16 (23,9%)	38 (56,7%)	5 (7,5%)	3 (4,5%)
Επιλογή επαγγέλματος σχετικό με φυσικές επιστήμες					

Ναι	8 (16,7%)	14 (29,2%)	12 (25%)	10 (20,8%)	4 (8,3%)
Όχι	8 (11,9%)	17 (25,4%)	31 (46,3%)	10 (14,9%)	1 (1,5%)
Επιλογή επαγγέλματος που χρησιμοποιεί πληροφορική					
Ναι	14 (29,2%)	9 (18,8%)	10 (20,8%)	7 (14,6%)	8 (16,7%)
Όχι	9 (13,4%)	33 (49,3%)	18 (26,9%)	6 (9%)	1 (1,5%)
Επιλογή επαγγέλματος μηχανικού					
Ναι	10 (20,8%)	10 (20,8%)	7 (14,6%)	11 (22,9%)	10 (20,8%)
Όχι	16 (23,9%)	26 (40,6%)	17 (25,4%)	7 (10,4%)	1 (1,5%)
Λύση καθημερινών προβλημάτων με αρχές μηχανικής					
Ναι	3 (6,3%)	10 (20,8%)	13 (27%)	16 (33,3%)	6 (12,5%)
Όχι	5 (7,5%)	22 (32,8%)	28 (41,8%)	9 (13,4%)	3 (4,5%)

Πίνακας 6 Συγκεντρωτικός πίνακας πλήθους και ποσοστού μαθητών ανά απάντηση σε κάθε ερώτηση της πρώτης υποομάδας ερωτήσεων.

Αυτό υποστηρίζεται και από τον έλεγχο Chi-Square, όπου το $\chi^2(4)=19,667$, $p < ,001$ (Πίνακας 7) δείχνει ότι η διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των δύο ομάδων είναι στατιστικά σημαντική. Με άλλα λόγια, οι μαθητές με εμπειρία ρομποτικής εμφανίζουν περισσότερο ενδιαφέρον ή θετική στάση προς ένα επάγγελμα με μαθηματικά, ενώ εκείνοι χωρίς εμπειρία ρομποτικής συγκεντρώνονται πιο πολύ στην ουδέτερη επιλογή.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	Pearson Chi-Square	Asymptotic Significance
Επιλογή επαγγέλματος που χρησιμοποιεί μαθηματικά	19,667	.001
Επιλογή επαγγέλματος σχετικό με φυσικές επιστήμες	7,553	.109
Επιλογή επαγγέλματος που χρησιμοποιεί πληροφορική	20,016	.001
Επιλογή επαγγέλματος μηχανικού	18,275	.001
Λύση καθημερινών προβλημάτων με αρχές μηχανικής	10,598	,031

Πίνακας 7 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και πρόθεσης επιλογής επαγγέλματος STEM.

Ως προς την επιλογή ενός επαγγέλματος σχετικού με φυσικές επιστήμες,, οι μαθητές που έκαναν ρομποτική δεν εμφανίζονται ξεκάθαρα περισσότερο ή λιγότερο θετικοί προς

την επιλογή επαγγέλματος με φυσικές επιστήμες, συγκριτικά με όσους δεν έκαναν. Το Chi-Square $\chi^2(4)=7,553$, $p=.109$ δείχνει ότι η διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p > 0,05$) (Πίνακας 7). Ενώ παρατηρείται ότι όσοι δεν έκαναν ρομποτική τείνουν να δίνουν ουδέτερες απαντήσεις («ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ») συχνότερα (31 ή 46,3% όσων δεν κάνουν ρομποτική) από όσους έκαναν (12 ή 25%) (Πίνακας 6), αυτή η απόκλιση δεν επαρκεί για να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική. Σε αντίθεση με τα μαθηματικά, εδώ δεν υπάρχει ένδειξη ότι η συμμετοχή στη ρομποτική επηρεάζει τις απόψεις των μαθητών για ένα πιθανό επάγγελμα στις φυσικές επιστήμες.

Έπειτα, όπως φαίνεται στον πίνακα 6 όσον αφορά την επιλογή επαγγέλματος με πληροφορική, οι μαθητές που έκαναν ρομποτική εμφανίζουν πιο κατανεμημένες απόψεις, με 14 μαθητές (29,2%) να επιλέγουν «Διαφωνώ απόλυτα» αλλά και 8 (16,7%) να επιλέγουν «Συμφωνώ απόλυτα». Αντίθετα, οι μαθητές που δεν έκαναν ρομποτική συγκεντρώνονται σε μεγάλο ποσοστό στο «Διαφωνώ» (33 μαθητές, 49,3%) και μόνο 1 μαθητής (1,5%) επιλέγει «Συμφωνώ απόλυτα». Η επιλογή «Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ» παραμένει υψηλότερη στους «ΟΧΙ» (26,9% έναντι 20,8% στους «ΝΑΙ»), υποδηλώνοντας λιγότερη θετική στάση απέναντι στην προοπτική επιλογής επαγγέλματος με πληροφορική.

Ο έλεγχος Chi-Square $\chi^2(4)=20,016$, $p<,001$ επιβεβαιώνει ότι η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική (Πίνακας 7). Με άλλα λόγια, υπάρχει σαφής απόκλιση στην κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των δύο ομάδων, με τους μαθητές που έκαναν ρομποτική να παρουσιάζουν λιγότερες ουδέτερες και περισσότερες ακραίες (θετικές ή αρνητικές) απαντήσεις, ενώ όσοι δεν έκαναν ρομποτική τείνουν σε έντονη άρνηση ή ουδετερότητα.

Στον Πίνακα 6, όσον αφορά την επιλογή ενός επαγγέλματος μηχανικού, παρατηρείται ότι οι μαθητές που έκαναν ρομποτική έχουν ισχυρότερη κλίση προς την επιλογή «Συμφωνώ» (11 άτομα ή 22,9%) και «Συμφωνώ απόλυτα» (10 άτομα ή 20,8%) σχετικά με ένα πιθανό επάγγελμα μηχανικού, σε σύγκριση με την ομάδα που δεν έκανε ρομποτική, όπου τα αντίστοιχα ποσοστά είναι χαμηλά (10,4% και 1,5% αντίστοιχα). Αντίθετα, οι μαθητές χωρίς εμπειρία στη ρομποτική εμφανίζουν υψηλότερα ποσοστά στη «Διαφωνώ» (38,8%) και «Ούτε συμφωνώ/ούτε διαφωνώ» (25,4%). Το Chi-Square $\chi^2(4)=18,275$, $p=.001$ (Πίνακας 7) φανερώνει ότι η διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων είναι στατιστικά σημαντική. Επομένως, οι μαθητές με εμπειρία ρομποτικής

είναι σαφώς πιο θετικοί στο ενδεχόμενο να ασχοληθούν με επάγγελμα μηχανικού, ενώ οι μαθητές χωρίς εμπειρία τείνουν στην αρνητική ή ουδέτερη στάση.

Στην ερώτηση «Αν μάθω αρχές της Μηχανικής, τότε θα μπορώ να δουλεύω και να λύνω προβλήματα που οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους», οι μαθητές που έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα ρομποτικής ($n=48$) τείνουν πιο συχνά να συμφωνούν (16 μαθητές ή 33,3%) ή ακόμα και να συμφωνούν απόλυτα (6 μαθητές ή 12,5%). Αντίθετα, στην ομάδα των μαθητών που δεν συμμετείχαν ($n=67$), σχεδόν οι μισοί βρίσκονται στην περιοχή της διαφωνίας (32,8%) ή της ουδέτερης επιλογής (41,8%), ενώ μόνο 13,4% συμφωνεί και μόλις 4,5% συμφωνεί απόλυτα (Πίνακας 6). Ο έλεγχος Chi-Square $\chi^2(4)=10,598, p=.031$ (Πίνακας 7) δείχνει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των δύο ομάδων. Με άλλα λόγια, όσοι έκαναν ρομποτική εμφανίζονται πιο πεπεισμένοι ότι οι γνώσεις μηχανικής μπορούν να αξιοποιηθούν στην επίλυση καθημερινών προβλημάτων, σε σύγκριση με τους μαθητές που δεν είχαν τέτοια εμπειρία.

Τέλος μία ανάλυση One-Way ANOVA πραγματοποιήθηκε για να διερευνηθεί κατά πόσο διαφέρει η πρόθεση των μαθητών να ακολουθήσουν επαγγέλματα STEM ανάλογα με το πόσο καιρό ασχολούνται με τη ρομποτική (5 κατηγορίες: <1 μήνα, 1–4 μήνες, 4 μήνες–1 χρόνο, 1–3 χρόνια, >3 χρόνια). Για τη συγκεκριμένη ανάλυση εκτιμήθηκε ότι θα ήταν καλύτερο ένα πιο συνοπτικό αποτέλεσμα μέσα από τη χρήση μιας συνδυαστικής μεταβλητής που περιλαμβάνει το σύνολο των μέσων όρων.

Τα συνολικά αποτελέσματα του πίνακα ANOVA που προέκυψε από την ανάλυση ($F(4,43) = 3,608, p = ,013$) υποδηλώνουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων. Επιπλέον, ο δείκτης Eta-Squared ($\sim,25$) υποδεικνύει ότι περίπου το 25% της διακύμανσης του δείκτη STEM_career_index (αφορά σε μία συνδυαστική μεταβλητή που δημιουργήθηκε με το άθροισμα των απαντήσεων στη υποομάδα «πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM») μπορεί να αποδοθεί στη διάρκεια συμμετοχής στη ρομποτική – ένδειξη σχετικά ισχυρού μεγέθους επίδρασης. Ωστόσο, οι ατομικές συγκρίσεις (Tukey HSD) δεν ανέδειξαν κάποια ζεύγη ομάδων με σημαντική διαφορά στο επίπεδο $p < ,05$. Η βασικότερη αιτία του συγκεκριμένου στατιστικού δεδομένου αφορά στο μικρό δείγμα συμμετεχόντων σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Σε κάθε περίπτωση φάνηκε πως όσο αυξάνεται ο χρόνος εμπειρίας στη ρομποτική, τόσο εντονότερη είναι η τάση των μαθητών να επιλέξουν μελλοντικά ένα επάγγελμα σε πεδίο STEM.

4.6. Αποτελέσματα Σχετικά με τις Αυτοαντιλήψεις STEM

Μελετώντας τη δεύτερη υποομάδα που αφορά τις «STEM αυτοαντιλήψεις» διενεργήθηκαν ξανά τεστ Chi-square με σκοπό να φανεί αν υπάρχει διαφορετική αυτοαντίληψη ανάλογα με τη συμμετοχή ή όχι στα προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής. Δημιουργήθηκαν νέες επανακωδικοποιημένες μεταβλητές για τις έξι ερωτήσεις της υποομάδας. Οι αρνητικές απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν με τον αριθμό 1, η ουδέτερη / μη προσανατολισμένη απάντηση («ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ») κωδικοποιήθηκε με τον αριθμό 2 και οι θετικές απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν με τον αριθμό 3. Έτσι παρουσιάζεται πιο ξεκάθαρα αν οι μαθητές που συμμετείχαν σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής παρουσιάζουν πιο θετική ή ακόμα και πιο προσανατολισμένη άποψη έναντι αυτών που δεν συμμετείχαν.

Συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής	Αρνητική στάση	Ουδέτερη στάση	Θετική Στάση
«Τα καταφέρνω στις περισσότερες δραστηριότητες των Μαθηματικών»			
Ναι	12,5%	16,7%	70,8%
Όχι	19,4%	23,9%	56,7%
«Μπορώ και καταλαβαίνω και επιλύω τα περισσότερα ζητήματα των φυσικών επιστημών»			
Ναι	29,2%	22,9%	47,9%
Όχι	25,8%	54,5%	19,7%
«Είναι εύκολο για μένα να δουλέψω σε δραστηριότητες Πληροφορικής»			
Ναι	22,9%	22,9%	54,2%
Όχι	26,9%	44,8%	28,4%
«Μπορώ και επιλύω προβλήματα που συνδυάζουν μαθηματικά, φυσική και πληροφορική»			
Ναι	29,2%	29,2%	41,7%
Όχι	35,8%	38,8%	25,4%
«Μου αρέσει να δημιουργώ νέα προϊόντα/κατασκευές»			
Ναι	14,6%	8,3%	77,1%
Όχι	13,6%	19,7%	66,7%
«Με ενδιαφέρει το τι κάνει μια μηχανή να δουλεύει»			
Ναι	20,0%	8,9%	71,1%
Όχι	43,3%	25,4%	31,3%

Πίνακας 8 Ποσοστά απαντήσεων ανά ερώτηση για αυτοαντιλήψεις STEM ανάλογα με τη συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	Pearson Chi-Square	Asymptotic Significance
«Τα καταφέρνω στις περισσότερες δραστηριότητες των Μαθηματικών»	2,394	.302
«Μπορώ και καταλαβαίνω και επιλύω τα περισσότερα ζητήματα των φυσικών επιστημών»	13,870	.001
«Είναι εύκολο για μένα να δουλεύω σε δραστηριότητες Πληροφορικής»	8,681	.013
«Μπορώ και επιλύω προβλήματα που συνδυάζουν μαθηματικά, φυσική και πληροφορική»	3,429	.180
«Μου αρέσει να δημιουργώ νέα προϊόντα/κατασκευές»	2,849	,241
«Με ενδιαφέρει το τι κάνει μια μηχανή να δουλεύει»	17,199	,001

Πίνακας 9 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και αυτοαντιλήψεις STEM.

Ως προς τη διατύπωση «τα καταφέρνω στις περισσότερες δραστηριότητες των Μαθηματικών», 72 μαθητές παρουσιάζονται να έχουν θετική στάση. Παρότι οι μαθητές που έκαναν ρομποτική εμφανίζουν οριακά μεγαλύτερο ποσοστό θετικών απαντήσεων (70,8% έναντι 56,7%) (Πίνακας 8), ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=2,394$, $p=.302$) υποδεικνύει ότι η κατανομή των απαντήσεων δεν διαφέρει στατιστικά σημαντικά μεταξύ των δύο ομάδων ($p > ,05$) (Πίνακας 9). Συνεπώς, δεν μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η συμμετοχή στη ρομποτική σχετίζεται με διαφορετική αυτοαντίληψη στις δραστηριότητες των Μαθηματικών, με βάση αυτά τα δεδομένα.

Ως προς τη δεύτερη διατύπωση της υποομάδας «μπορώ και καταλαβαίνω και επιλύω τα περισσότερα ζητήματα των φυσικών επιστημών» από το σύνολο των 114 μαθητών που απάντησαν, όσοι έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα ρομποτικής (NAI) παρουσιάζουν: 29,2% αρνητικές απαντήσεις (έναντι 25,8% στην ομάδα ΟΧΙ), 22,9% ουδέτερες (έναντι 54,5% στην ομάδα ΟΧΙ), 47,9% θετικές (έναντι 19,7% στην ομάδα ΟΧΙ) (Πίνακας 8). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=13,870$, $p<,001$) έδειξε στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανομή απαντήσεων μεταξύ των δύο ομάδων (Πίνακας 9). Συγκεκριμένα, οι μαθητές που έλαβαν μέρος σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής εμφανίζονται σαφώς πιο θετικοί (47,9% έναντι 19,7%) και λιγότερο ουδέτεροι (22,9% έναντι 54,5%) ως προς την ικανότητά τους να κατανοούν και να επιλύουν ζητήματα φυσικών επιστημών.

Στην Τρίτη διατύπωση όπου οι μαθητές δηλώνουν πως «είναι εύκολο για μένα να δουλεύω σε δραστηριότητες Πληροφορικής» στην ομάδα των μαθητών που έχουν κάνει εκπαιδευτική ρομποτική: 22,9% έχουν αρνητική απάντηση (έναντι 26,9% στη σύγκριση με την ομάδα που δεν συμμετείχε σε πρόγραμμα ρομποτικής), 22,9% ουδέτερη (έναντι 44,8%), 54,2% θετική (έναντι 28,4%) (Πίνακας 8). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=8,681, p=.013$) (Πίνακας 9) υποδηλώνει ότι η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική. Συγκριτικά με τους μαθητές που δεν έκαναν ρομποτική, οι μαθητές που έλαβαν μέρος σε πρόγραμμα ρομποτικής τείνουν περισσότερο σε θετικές δηλώσεις για την ικανότητά τους να ασχοληθούν με δραστηριότητες πληροφορικής, ενώ η ομάδα «ΟΧΙ» παρουσιάζει σαφώς υψηλότερα ποσοστά ουδετερότητας ή αρνητικής πρόθεσης.

Από την ανάλυση της διατύπωσης «Μπορώ και επιλύω προβλήματα που συνδυάζουν μαθηματικά, φυσική και πληροφορική» από τον πίνακα 8 παρατηρείται ότι: στην ομάδα ΝΑΙ ($n=48$), οι αρνητικές απαντήσεις ανέρχονται σε 29,2%, οι ουδέτερες σε 29,2%, και οι θετικές σε 41,7%. Στην ομάδα ΟΧΙ ($n=67$), οι αντίστοιχες τιμές είναι 35,8% (αρνητικές), 38,8% (ουδέτερες), και 25,4% (θετικές) (Πίνακας 8). Παρότι οι μαθητές που έκαναν ρομποτική εμφανίζονται ελαφρώς πιο συχνά στην θετική πλευρά των απαντήσεων (41,7% έναντι 25,4%), ο έλεγχος Chi-Square $\chi^2(2)=3,429, p=.180$ καταδεικνύει ότι η συγκεκριμένη διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p > .05$) (Πίνακας 9). Επομένως, δεν μπορεί να υποστηριχθεί, με βάση αυτά τα δεδομένα, ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε ρομποτική διαφέρουν ουσιαστικά στην αυτοπεποίθησή τους απέναντι σε προβλήματα συνδυασμού μαθηματικών, φυσικής και πληροφορικής, σε σύγκριση με τους μαθητές που δεν έχουν εμπειρία ρομποτικής.

Για την πέμπτη διατύπωση της υποομάδας: «μου αρέσει να δημιουργώ νέα προϊόντα/κατασκευές» στην τριχοτομημένη κλίμακα παρουσιάζονται τα εξής αποτελέσματα: 1 (Αρνητική): 14,6% των μαθητών της ομάδας ΝΑΙ (ρομποτική) έναντι 13,6% της ομάδας ΟΧΙ, 2 (Ουδέτερη): 8,3% (ΝΑΙ) έναντι 19,7% (ΟΧΙ), 3 (Θετική): 77,1% (ΝΑΙ) vs 66,7% (ΟΧΙ). Παρότι οι μαθητές με εμπειρία ρομποτικής εμφανίζουν οριακά υψηλότερο ποσοστό θετικών απαντήσεων (77,1% έναντι 66,7%) (Πίνακας 8), ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=2,849, p=.241$) δεν είναι στατιστικά σημαντικός ($p > .05$) (Πίνακας 9). Αυτό σημαίνει ότι, σύμφωνα με τα δεδομένα, δεν διαπιστώνεται ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων στο πόσο απολαμβάνουν τη δημιουργία νέων προϊόντων ή κατασκευών.

Για την έκτη και τελευταία διατύπωση της υποομάδας «με ενδιαφέρει το τι κάνει μια μηχανή να δουλεύει» στην τριχοτομημένη κλίμακα των απαντήσεων δόθηκαν οι εξής απαντήσεις: 1 (Αρνητική): 20,0% στην ομάδα NAI (ρομποτική) έναντι 43,3% στην ομάδα OXI, 2 (Ουδέτερη): 8,9% (NAI) έναντι 25,4% (OXI), 3 (Θετική): 71,1% (NAI) έναντι 31,3% (OXI) (Πίνακας 8). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=17,199$ $p < ,001$) υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των μαθητών που συμμετείχαν σε ρομποτική και εκείνων που δεν συμμετείχαν (Πίνακας 9). Επομένως, οι μαθητές με εμπειρία ρομποτικής φάνηκαν πιο συχνά να ενδιαφέρονται για το πώς λειτουργεί μια μηχανή, ενώ οι μαθητές χωρίς εμπειρία εμφάνισαν υψηλότερα ποσοστά αρνητικής ή ουδέτερης στάσης.

4.7. Αποτελέσματα Σχετικά με τις Αντιλήψεις για τους Επαγγελματίες STEM

Στην προσπάθεια να μελετηθεί η Τρίτη υποομάδα ερωτήσεων δημιουργήθηκαν ξανά τριχοτομικές μεταβλητές για τις ερωτήσεις 25-30 της κλίμακας Likert του ερωτηματολογίου. Το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται και πάλι στο να φανεί αν οι μαθητές που κάνουν εκπαιδευτική ρομποτική έχουν θετικότερη ή πιο προσανατολισμένη στάση από τους μαθητές που δεν κάνουν εκπαιδευτική ρομποτική. Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος δημιουργήθηκαν Crosstabs και πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις Chi-square.

Συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής	Αρνητική στάση	Ουδέτερη στάση	Θετική Στάση
	«Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες είναι από τη φύση τους έξυπνοι»		
Ναι	41,7%	18,8%	39,6%
Όχι	35,8%	38,8%	25,4%
	«Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο»		
Ναι	39,6%	25,0%	35,4%
Όχι	48,5%	24,2%	27,3%
	«Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής είναι από τη φύση τους έξυπνοι»		
Ναι	18,8%	27,1%	54,2%
Όχι	10,4%	44,8%	44,8%
	«Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο»		

Ναι	25,0%	14,6%	60,4%
Όχι	31,3%	37,3%	31,3%
«Όσοι εργάζονται σε επαγγέλματα STEM ζουν μια ενδιαφέρουσα και δημιουργική ζωή»			
Ναι	10,4%	27,1%	62,5%
Όχι	24,2%	43,9%	31,8%
«Έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM»			
Ναι	56,3%	20,8%	22,9%
Όχι	58,2%	28,4%	13,4%

Πίνακας 10 Ποσοστά απαντήσεων για επαγγελματίες STEM ανάλογα με τη συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής.

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ	Pearson Chi-Square	Asymptotic Significance
«Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες είναι από τη φύση τους έξυπνοι»	5,750	.056
«Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο»	1,099	.577
«Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής είναι από τη φύση τους έξυπνοι»	4,233	.120
«Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο»	11,021	.004
«Όσοι εργάζονται σε επαγγέλματα STEM ζουν μια ενδιαφέρουσα και δημιουργική ζωή»	10,874	.004
«Έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM»	2,093	.351

Πίνακας 11 Chi-Square για συμμετοχή σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και απόψεις για επαγγελματίες STEM.

Ως προς την πρώτη διατύπωση της υποομάδας: «όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες είναι από τη φύση τους έξυπνοι» η ομάδα ΝΑΙ (αφορά σε όσους έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής) (v=48) εμφανίζει το 41,7% των μαθητών σε αρνητική απάντηση, 18,8% ουδέτερη και 39,6% θετική. Αντίστοιχα, η ομάδα ΟΧΙ (αφορά σε όσους δεν έχουν συμμετάσχει σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής) (v=67) παρουσιάζει 35,8% αρνητική, 38,8% ουδέτερη και 25,4% θετική στάση (Πίνακας 10). Παρότι οι διαφορές μοιάζουν να ευνοούν την ομάδα ΝΑΙ προς πιο «ακραίες» απόψεις (αρνητικές ή θετικές) και την ομάδα ΟΧΙ προς

μεγαλύτερη ουδετερότητα, ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=5,750, p=,056$ δεν υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > ,05$) (Πίνακας 11). Κατά συνέπεια, δεν μπορεί να τεκμηριωθεί ότι η συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής επηρεάζει την άποψη των μαθητών για την ευφυΐα των Μαθηματικών και των Φυσικών.

Στη δεύτερη διατύπωση που αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM αναφέρεται πως «όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο». Παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές που έκαναν ρομποτική (ΝΑΙ, $n=48$) μοιράζονται στις τρεις κατηγορίες σε ποσοστά 39,6% (αρνητική), 25,0% (ουδέτερη) και 35,4% (θετική). Αντίστοιχα, στην ομάδα χωρίς ρομποτική (ΟΧΙ, $n=66$), οι τιμές είναι 48,5% (αρνητική), 24,2% (ουδέτερη) και 27,3% (θετική) (Πίνακας 10). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=1,099, p=,577$) (Πίνακας 11) δείχνει ότι η διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες δεν είναι στατιστικά σημαντική. Επομένως, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι η συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής συσχετίζεται ουσιαστικά με διαφορετικές αντιλήψεις ως προς το κατά πόσο οι μαθηματικές και φυσικές επιστήμες δύνανται να επιφέρουν αλλαγές στον κόσμο.

Ως προς τη διατύπωση πως «όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής είναι από τη φύση τους έξυπνοι» τα Crosstabs ανέδειξαν ότι οι μαθητές που έκαναν ρομποτική (ΝΑΙ) κατανέμονται σε 18,8% (αρνητική), 27,1% (ουδέτερη) και 54,2% (θετική). Αντίστοιχα, οι μαθητές χωρίς ρομποτική (ΟΧΙ) έχουν 10,4% αρνητική, 44,8% ουδέτερη και 44,8% θετική στάση (Πίνακας 10). Παρόλο που οι μαθητές που έκαναν εκπαιδευτική ρομποτική τείνουν συχνότερα να έχουν θετική άποψη (54,2% έναντι 44,8%), το Chi-Square ($\chi^2(2)=4,233, p=,120$) δεν υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > ,05$) (Πίνακας 11). Συνεπώς, δεν προκύπτει ουσιαστική ένδειξη ότι η συμμετοχή σε πρόγραμμα ρομποτικής επηρεάζει την άποψη των μαθητών ως προς την ευφυΐα των Μηχανικών και των επαγγελματιών της Πληροφορικής.

Όσον αφορά τη διατύπωση ότι «όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο» αναδείχθηκαν τα εξής: στην ομάδα των συμμετεχόντων σε προγράμματα ρομποτικής ($n=48$), το 25,0% απαντά αρνητικά, 14,6% ουδέτερα και 60,4% θετικά. Αντίθετα, στην ομάδα των μη συμμετεχόντων ($n=67$), τα ποσοστά είναι 31,3% αρνητικά, 37,3% ουδέτερα και 31,3% θετικά (Πίνακας 10). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=11,021, p=,004$) υποδηλώνει ότι η διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων μεταξύ των δύο ομάδων είναι στατιστικά σημαντική ($p < ,05$) (Πίνακας

11). Συνεπώς, οι μαθητές που συμμετείχαν σε ρομποτική εμφανίζονται σαφώς πιο θετικοί (60,4%) ως προς το εάν οι μηχανικοί και οι επιστήμονες της πληροφορικής μπορούν να επιφέρουν αλλαγές στον κόσμο, σε αντίθεση με την άλλη ομάδα, που τείνει περισσότερο σε αρνητικές ή ουδέτερες απαντήσεις.

Όμως και στην επόμενη διατύπωση εντοπίζουμε μία ακόμα στατιστικά σημαντική διαφορά. Στο «όσοι εργάζονται σε επαγγέλματα STEM ζουν μια ενδιαφέρουσα και δημιουργική ζωή» οι μαθητές απάντησαν: στην ομάδα των συμμετεχόντων σε πρόγραμμα ρομποτικής (48 μαθητές), κατά 10,4% αρνητικά, 27,1% ουδέτερα και 62,5% θετικά. Στην ομάδα των μη συμμετεχόντων σε προγράμματα ρομποτικής (66 μαθητές), τα ποσοστά είναι κατά 24,2% αρνητικά, 43,9% ουδέτερα και 31,8% θετικά (Πίνακας 10). Ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=10,874, p=,004$) υποδηλώνει ότι η διαφορά στην κατανομή των απαντήσεων είναι στατιστικά σημαντική (Πίνακας 11). Συνεπώς, οι μαθητές που συμμετείχαν σε ρομποτική τείνουν να έχουν σαφώς θετικότερη αντίληψη (62,5% δήλωσαν θετικοί), σε αντίθεση με την ομάδα χωρίς συμμετοχή σε ρομποτική, που συγκεντρώνει υψηλότερα ποσοστά αρνητικής ή ουδέτερης στάσης.

Η τελευταία διατύπωση αφορά σε μία ερώτηση που όπως αναδείχθηκε παραπάνω διαταράσσει σημαντικά τη συνοχή της υποομάδας ερωτήσεων. Οι μαθητές κλήθηκαν να δηλώσουν «έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM». Οι απαντήσεις που προέκυψαν είναι οι εξής: στην ομάδα μαθητών που έκαναν ρομποτική ($n=48$), τα ποσοστά κατανέμονται σε 56,3% αρνητικές απαντήσεις, 20,8% ουδέτερες και 22,9% θετικές. Στην ομάδα των μη συμμετεχόντων ($n=67$), οι αντίστοιχες τιμές είναι 58,2% αρνητικές, 28,4% ουδέτερες και 13,4% θετικές (Πίνακας 10). Παρ' όλο που οι μαθητές της ρομποτικής εμφανίζονται οριακά συχνότερα στην «Θετική» κατηγορία (22,9% έναντι 13,4%), ο έλεγχος Chi-Square ($\chi^2(2)=2,093, p=,351$) δεν υποδεικνύει στατιστικά σημαντική διαφορά ($p > ,05$) (Πίνακας 11). Συνεπώς, δεν προκύπτει ότι η συμμετοχή σε εκπαιδευτική ρομποτική σχετίζεται ουσιαστικά με το αν οι μαθητές έχουν κάποιον επιστήμονα STEM ως πρότυπο.

Μάλιστα τα 8 άτομα που δεν έχουν κάνει μαθήματα ρομποτικής, που όμως αποσκοπούν σε ένα επάγγελμα σχετικό με μαθηματικά, είναι πιθανό να συμβαίνει επειδή παρουσιάζουν υψηλή αυτοαποτελεσματικότητα στο μάθημα των μαθηματικών. Αντίθετα υπάρχει ένας μαθητής ο οποίος έχει κάνει ρομποτική και αν και δεν παρουσιάζει υψηλή

αυτοαποτελεσματικότητα στα μαθηματικά θα επέλεγε ένα επάγγελμα σχετικό με μαθηματικά.

4.8. Αναλύσεις για γενικευμένη επίδραση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις 3 υποκατηγορίες

Σε μια προσπάθεια να εξαχθεί ένα πιο καθολικό συμπέρασμα για την επιρροή της συμμετοχής σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής στις υποκατηγορίες ερωτημάτων που τέθηκαν και αφορούν τις απόψεις των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM διενεργήθηκαν t-test. Για τις ανάγκες των αναλύσεων δημιουργήθηκαν συνδυαστικές μεταβλητές, όπως προαναφέρθηκε, με τα σύνολα των μέσων όρων των ερωτήσεων της κάθε υποομάδας. Ήταν εφικτή μια τέτοια ομαδοποίηση καθώς οι δείκτες εσωτερικής συνοχής αποδείκνυαν μια ικανή συνοχή. Μονάχα στην τελευταία ομάδα που αφορά τις απόψεις για τους επαγγελματίες STEM αφαιρέθηκε η τελευταία ερώτηση που αφορά στο πρότυπο των μαθητών ενός επαγγελματία STEM.

Από το πρώτο t-test για την πρώτη υποκατηγορία ερωτήσεων που αφορά στην «πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM» φαίνεται πως οι μαθητές που έκαναν ρομποτική (NAI) παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερο μέσο σκορ (3,00) στη συνδυαστική μεταβλητή συγκριτικά με τους μαθητές που δεν έκαναν ρομποτική (2,57). Η διαφορά είναι περίπου 0,43 μονάδες και συνοδεύεται από μέτριο προς υψηλό μέγεθος επίδρασης (Cohen's $d \approx 0,62$), γεγονός που υποδηλώνει ότι η εμπλοκή στην εκπαιδευτική ρομποτική συσχετίζεται με αυξημένη πρόθεση για επιλογή επαγγέλματος σε πεδίο STEM.

Στη δεύτερη υποκατηγορία ερωτήσεων που αφορά στις STEM αυτοαντιλήψεις των μαθητών η ομάδα των μαθητών που συμμετείχαν σε εκπαιδευτική ρομποτική εμφανίζει στατιστικά σημαντικά υψηλότερο σκορ (περίπου 3,64 έναντι 3,13) στη σύνθετη μεταβλητή που δημιουργήθηκε με μια διαφορά της τάξης των 0,51 μονάδων. Το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό ($p < ,001$) και με μέτριο-υψηλό μέγεθος επίδρασης (Cohen's $d \approx 0,74$). Υποδεικνύεται έτσι ότι η εμπειρία στη ρομποτική συσχετίζεται με υψηλότερη αυτοαντίληψη STEM.

Στη συνέχεια προκειμένου να μελετηθεί η τρίτη υποκατηγορία ερωτήσεων που αφορά τις απόψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM, δημιουργήθηκε μια συνδυαστική μεταβλητή που δεν περιλαμβάνει τη διατύπωση: «έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM». Με αυτόν τον τρόπο επετεύχθη η αύξηση της εσωτερικής συνοχής από

0,655 σε 0,688 που είναι μια οριακά αποδεκτή τιμή. Παρότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε ρομποτική παρουσιάζουν ελαφρώς υψηλότερη μέση τιμή (3,28) στην κλίμακα «STEM_professionals_mean_var» από εκείνους που δεν συμμετείχαν (3,05), η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p = ,104$). Με άλλα λόγια, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι η εμπειρία στη ρομποτική συσχετίζεται ξεκάθαρα με διαφορετικές αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM, βάσει των ερωτήσεων που περιλήφθηκαν στη συγκεκριμένη σύνθετη μεταβλητή. Το μέγεθος επίδρασης (Cohen's $d \approx 0,31$) δείχνει μια μικρή τάση διαφοράς, αλλά όχι αρκετή ώστε να θεωρηθεί στατιστικά σημαντική.

4.9. Ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης: Ρόλος αυτοαντίληψης & αντιλήψεων για επαγγελματίες STEM στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM

Προκειμένου να εξεταστεί αν οι αυτοαντιλήψεις των μαθητών για τα ζητήματα STEM αλλά και οι απόψεις τους για τους STEM επαγγελματίες έχουν επίδραση στην επιλογή μελλοντικής καριέρας σε κάποιο επάγγελμα STEM διενεργήθηκαν μια σειρά πιο σύνθετων στατιστικών αναλύσεων.

Αρχικά πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση συσχέτισης ανάμεσα στις συνδυαστικές μεταβλητές που δημιουργήθηκαν με τους μέσους όρους κάθε υποομάδας ερωτήσεων. Εκεί αναδείχθηκε ότι: ανάμεσα στη μεταβλητή της πρόθεσης επιλογής επαγγέλματος STEM και της μεταβλητής των αυτοαντιλήψεων των μαθητών για STEM υπάρχει υψηλότερη συσχέτιση ($r = ,561$, $p < ,001$) (Πίνακας 12), υποδηλώνοντας ότι οι μαθητές με εντονότερη

Correlations

		STEM_career_ mean_var	STEM_selfcon cept_mean_va r	STEM_professi onals_mean_v ar
STEM_career_mean_var	Pearson Correlation	1	,561**	,310**
	Sig. (2-tailed)		<,001	<,001
	N	115	110	113
STEM_selfconcept_mean_var	Pearson Correlation	,561**	1	,372**
	Sig. (2-tailed)	<,001		<,001
	N	110	110	108
STEM_professionals_mean_var	Pearson Correlation	,310**	,372**	1
	Sig. (2-tailed)	<,001	<,001	
	N	113	108	113

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Πίνακας 12 Συσχέτιση τριών συνδυαστικών μεταβλητών.

αυτοαντίληψη στα STEM εμφανίζουν και ισχυρότερη πρόθεση να ακολουθήσουν καριέρα STEM. Ανάμεσα στις μεταβλητές της μελλοντικής επιλογής επαγγέλματος και της αντίληψης των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM υπάρχει μετρίου μεγέθους συσχέτιση ($r = ,310$, $p < ,001$) (Πίνακας 12). Αυτό δείχνει ότι οι θετικότερες αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM συνδέονται με αυξημένη πρόθεση επιλογής STEM επαγγέλματος, αν και όχι τόσο έντονα όσο η αυτοαντίληψη.

Επιπλέον, διενεργήθηκε ανάλυση για τις μεταβλητές της αυτοαντίληψης και της άποψης για τους επαγγελματίες STEM όπου προέκυψε ότι εμφανίζουν επίσης θετική και στατιστικά σημαντική συσχέτιση ($r = ,372$, $p < ,001$) (Πίνακας 12), υποδεικνύοντας ότι όσοι έχουν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση στα STEM τείνουν να βλέπουν και τους επαγγελματίες STEM πιο θετικά.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η αυτοαντίληψη των μαθητών για τα θέματα STEM έχει ισχυρότερη σχέση με την πρόθεσή τους να ακολουθήσουν μια καριέρα STEM, ενώ η αντίληψη για τους STEM επαγγελματίες συσχετίζεται μεν θετικά, αλλά σε μικρότερο βαθμό.

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			
						F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	,581 ^a	,338	,325	,6026	,338	26,817	2	105	<,001

a. Predictors: (Constant), STEM_professionals_mean_var, STEM_selfconcept_mean_var

Πίνακας 13 Ανάλυση παλινδρόμησης

Το μοντέλο των συνδυαστικών μεταβλητών που περιλαμβάνουν την αυτοαντίληψη των μαθητών σε θέματα STEM και τις αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM εξηγεί περίπου 34% ($R^2 = 0,338$) (Πίνακας 13) της διαφορετικότητας που παρατηρείται στον βαθμό με τον οποίο οι μαθητές δηλώνουν ότι θέλουν να ακολουθήσουν καριέρα STEM ($p < ,001$). Αυτό σημαίνει πως οι συγκεκριμένοι δύο παράγοντες αποτελούν σημαντικό

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,575	,321		1,791	,076
	STEM_selfconcept_mean_var	,516	,086	,511	5,973	<,001
	STEM_professionals_mean_var	,150	,087	,147	1,716	,089

a. Dependent Variable: STEM_career_mean_var

Πίνακας 14 Επίδραση συντελεστών παλινδρόμησης

κομμάτι του «παζλ» του γιατί κάποιοι μαθητές είναι πιο διατεθειμένοι να επιλέξουν μια STEM καριέρα από άλλους, αν και προφανώς δεν είναι οι μόνοι παράγοντες. Η αυτοαντίληψη (βήτα = 0,511, $p < ,001$) αναδείχθηκε ως ο ισχυρότερος προβλεπτικός παράγοντας (Πίνακας 14) : οι μαθητές που βαθμολογούνται ψηλά στην αυτοπεποίθηση ως προς μαθηματικά/φυσική/πληροφορική/μηχανική εμφανίζουν σαφώς υψηλότερη πρόθεση να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα STEM.

Από την άλλη παρότι οι θετικότερες αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM έχουν κάποια θετική επίδραση (βήτα = 0,147), (Πίνακας 14) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική στο συγκεκριμένο δείγμα ($p = ,089$). Στο πλαίσιο αυτού του μοντέλου, επομένως, η επίδρασή τους δεν υπερβαίνει το όριο που ορίζουμε ως «σημαντικό».

Συνολικά, μπορούμε να πούμε ότι όσο πιο θετική είναι η αυτοαντίληψη ενός μαθητή γύρω από τις ικανότητές του σε STEM αντικείμενα, τόσο πιθανότερο είναι να επιθυμεί να ακολουθήσει μια αντίστοιχη επαγγελματική πορεία. Οι αντιλήψεις για τους ίδιους τους STEM επαγγελματίες, αν και συσχετίζονται θετικά με τη πρόθεση για καριέρα STEM, δεν αποδείχθηκαν ανεξάρτητα σημαντικές όταν συνυπολογίστηκε η αυτοαντίληψη

4.10. Μελέτη του δείγματος των συμμετεχόντων σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής και πρόσθετες αναλύσεις

4.10.1 Επίδραση χρόνου εμπειρίας στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM

Για να φανεί αν η διατακτική μεταβλητή του χρόνου εμπειρίας των μαθητών έχει κάποια επίδραση στην μελλοντική επιλογή επαγγέλματος, την αυτοαντίληψη για τα STEM θέματα και τους επαγγελματίες STEM διενεργήθηκε μία ανάλυση ANOVA (polynomial) για τις πέντε κατηγορίες εμπειρίας που τέθηκαν.

Ως προς τη πρόθεση για καριέρα STEM προέκυψε πως υπάρχει μια γραμμική συνιστώσα (Weighted Linear Term: $F = 4,857$, $p = ,033$) που υποδηλώνει ότι καθώς ανεβαίνει η κατηγορία εμπειρίας, αυξάνεται, κατά μέσο όρο, το σκορ στη πρόθεση για καριέρα STEM, αλλά δεν είναι αμιγώς γραμμική (αφού και το Deviation είναι σημαντικό). Η Eta-squared $\approx 0,25$ υποδηλώνει μια μέτρια προς υψηλή επίδραση. Ενδεχομένως, οι μαθητές που βρίσκονται σε μεσαίες κατηγορίες εμπειρίας να εμφανίζουν ελαφρώς διαφορετικά πρότυπα από ό,τι εκείνοι στις χαμηλότερες ή υψηλότερες. Συνολικά, όμως, όσο πιο προχωρημένη η εμπειρία, τόσο υψηλότερη η πρόθεση για καριέρα STEM.

Μελετώντας την επίδραση του χρόνου εμπειρίας σε πρόγραμμα ρομποτικής πάνω στις αυτοαντιλήψεις STEM παρατηρείται ότι ο όρος «Weighted Linear» είναι σαφώς σημαντικός, ενώ ο «Deviation» δεν είναι, υποδηλώνοντας μια καθαρά γραμμική τάση (για την κατανομή των δεδομένων). Με άλλα λόγια, όσο αυξάνεται η εμπειρία, αυξάνεται γραμμικά και η αυτοαντίληψη. Η Eta-squared $\approx 0,236$ ($p \approx ,026$) υποδηλώνει μέτρια επίδραση. Μάλλον πρόκειται για μία αρκετά σταθερή αναλογία «ανεβαίνει η εμπειρία $\rightarrow$ ανεβαίνει η αυτοαντίληψη». Συνεπώς, παρατηρείται μια καθαρά γραμμική τάση ($p = ,009$) στις κατηγορίες, δείχνοντας ότι η αυξημένη εμπειρία συνδέεται με αυξημένη αυτοαντίληψη, με μεσαίο μέγεθος επίδρασης ($\approx 23\text{--}24\%$).

Ως προς την επίδραση της εμπειρίας στις απόψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM δεν φαίνεται να επηρεάζει (στατιστικά) τις αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM. Η Eta-squared $\sim 0,054$ είναι αρκετά μικρή, υποδηλώνοντας αμελητέο μέγεθος επίδρασης.

Συνολικά λοιπόν μετά από αυτή την ανάλυση προέκυψε ότι στους δείκτες «επιλογή καριέρας STEM» και «αυτοαντίληψη STEM» οι διαφορές ανάμεσα στις πέντε βαθμίδες εμπειρίας ρομποτικής είναι σαφείς και εξηγούν περίπου το 23–25% της διακύμανσης, σε σημαντικό επίπεδο ($p < ,05$). Για τις αντιλήψεις των επαγγελματιών STEM, δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά.

4.10.2 Επίδραση kit ρομποτικής στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM

Συνοπτικότερα σε αυτή την ανάλυση ANOVA (polynomial) που διενεργήθηκε δεν είχαμε στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, παρά μόνο στην κατηγορία της αυτοαντίληψης STEM. Σε αυτή την κατηγορία ερωτήσεων δεν προέκυψε καθαρά γραμμική κλιμάκωση που να αποδεικνύει ότι όσο πιο πολύπλοκο το kit τόσο αυξάνεται η αυτοαντίληψη STEM.

Ερμηνεύοντας τους λόγους που εξάγονται τέτοια αποτελέσματα μπορούν να δοθούν τρεις πιθανές αιτίες. Το ότι δεν υπάρχει αμιγώς γραμμική σχέση με το “Deviation” όντας σημαντικό στην αυτοαντίληψη δηλώνεται ότι η διαφορά δεν διαμορφώνεται με αυστηρά αυξανόμενη ή μειούμενη τάση ($1 < 2 < \dots$). Ενδέχεται κάποιο kit μέτριας πολυπλοκότητας να ενισχύει ιδιαίτερα την αυτοαντίληψη, ενώ ένα άλλο πιο «προχωρημένο» να φέρνει δυσκολίες ή αποθαρρύνει κάποιους μαθητές. Παράλληλα, είναι πιθανό κάποιες κατηγορίες (π.χ. πολύ προχωρημένα kits) να έχουν λίγους μαθητές, μειώνοντας τη στατιστική ισχύ.

Μελετώντας την επίδραση των kit ρομποτικής ξεχωριστά σε κάθε μεταβλητή επιλογής ενός επαγγέλματος STEM προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για το επάγγελμα της πληροφορικής πλην όμως τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα επισφαλής όσο αφορά την ερμηνεία τους.

4.10.3 Επίδραση λογισμικού προγραμματισμού στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM

Ως προς την επιλογή καριέρας STEM παρουσιάζει μια αμιγώς γραμμική συνιστώσα ($p = ,017$) όσον αφορά το λογισμικό, παρά το ότι η συνολική ANOVA (Between Groups) δεν είναι σημαντική. Αυτό συχνά σημαίνει ότι, εξετάζοντας με «κλασική» προσέγγιση, οι κατηγορίες δεν διαφέρουν αρκετά ($p = ,253$), αλλά αν κοιτάξουμε ειδικά την γραμμική διάσταση (Ordinal Polynomial Contrast), βλέπουμε μια συνεπή ανοδική ή καθοδική πορεία. Αντίθετα για τις άλλες δύο υποομάδες, την αυτοαντίληψη για την άποψη για τους επαγγελματίες STEM δεν υπάρχει κάποια αξιοσημείωτη διαφορά ή γραμμική τάση ($p > ,05$).

Ενδέχεται οι μέσοι όροι στις κατηγορίες λογισμικού να μην έχουν μεγάλες διαφορές για να αναδεικνύουν συνολικά μια σημαντική ANOVA, ωστόσο τα δεδομένα διαμορφώνουν μια μικρή αλλά συνεπή γραμμική αύξηση (ή μείωση) στην προδιάθεση για επιλογή STEM καριέρας.. Συνεπώς, το λογισμικό που θεωρήθηκε πιο «προχωρημένο» ίσως συνδέεται μέτρια με υψηλότερη πρόθεση καριέρας STEM, μολονότι η απόλυτη διαφορά ανά κατηγορία δεν αναδεικνύεται ισχυρά ($p = ,253$ στο Combined).

Μελετώντας την επίδραση των λογισμικών προγραμματισμού ξεχωριστά σε κάθε μεταβλητή επιλογής ενός επαγγέλματος STEM προέκυψαν στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα για το επάγγελμα της πληροφορικής πλην όμως τα αποτελέσματα είναι ιδιαίτερα επισφαλής όσο αφορά την ερμηνεία τους.

5. Συμπεράσματα περιορισμοί και προτάσεις

Το παρόν κεφάλαιο αποσκοπεί στην ερμηνεία των σημαντικότερων ευρημάτων της έρευνας και στη σύνδεσή τους με το θεωρητικό υπόβαθρο αλλά και αντίστοιχες σύγχρονες έρευνες. Η μελέτη επικεντρώθηκε γύρω από τις εμπειρίες των μαθητών πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική αλλά και τις αντιλήψεις τους για τα επαγγέλματα STEM.

5.1.Συνοπτική παρουσίαση της έρευνητικής στρατηγικής

Η παρούσα ποσοτική έρευνα διενεργήθηκε με σκοπό να αναδείξει την επίδραση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στις απόψεις των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM. Παγκοσμίως έχει δημιουργηθεί ανησυχία για το χαμηλό ενδιαφέρον για καριέρα σε STEM επάγγελμα (Marginson et al., 2013, από Luo et al. 2021) Η ανάγκη για δημιουργία νέων επαγγελματιών STEM μέσα από την ανάδειξη του STEM στην εκπαίδευση (Tytler, 2020) έχει δημιουργήσει την ανάγκη για ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν τις απόψεις των μαθητών που αφορούν στα STEM επαγγέλματα και κατ' επέκταση την πρόθεσή τους να επιλέξουν κάποιο STEM επάγγελμα στο μέλλον (Luo et al., 2021).

Σε αυτή την έρευνα εξετάστηκαν τα εξής ερωτήματα:

E1: Ποιες είναι οι εμπειρίες των μαθητών των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού με την εκπαιδευτική ρομποτική;

E2: Επηρεάζει η ενασχόληση των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική την πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM;

E3: Πόσο επηρεάζουν η αυτοαντίληψη STEM και οι αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM τη πρόθεση των μαθητών να ακολουθήσουν επάγγελμα STEM;

E4: Ποιοι παράγοντες από την εμπειρία των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική επηρεάζουν την πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM;

Μέσα από πληθώρα αναλύσεων προέκυψαν σημαντικά ευρήματα που συναντούν ικανή μερίδα αντίστοιχων μελετών και παρουσιάζονται στη συνέχεια με τη σειρά των ερευνητικών ερωτημάτων.

5.2. Εμπειρίες των μαθητών γύρω από την εκπαιδευτική ρομποτική

Στην παρούσα έρευνα ο ικανός αριθμός μαθητών που συμμετείχε σε προγράμματα εκπαιδευτική ρομποτικής, έδωσε τη δυνατότητα για εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων, ως προς τις εμπειρίες τους με την εκπαιδευτική ρομποτική. Φαίνεται πως η εκπαιδευτική ρομποτική έχει μία σημαντική διάδοση στους μαθητές Δημοτικού. Σχεδόν το 42% των ερωτηθέντων είχαν κάποια εμπειρία από μαθήματα εκπαιδευτικής ρομποτικής που περισσότεροι από τους μισούς έχουν εμπειρία μεγαλύτερη του ενός μηνός. Το σημαντικό είναι ότι από το ισοκαταναμημένο δείγμα ανάμεσα σε αγόρια και κορίτσια, τριπλάσια

αγόρια συμμετείχαν σε προγράμματα ρομποτικής. Είναι πιθανή μια τέτοια έκβαση δεδομένου του στερεότυπου ότι τα αγόρια είναι καλύτερα από τα κορίτσια στη ρομποτική (Master et al., 2017).

Ως προς τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την εκπαιδευτική ρομποτική φάνηκε πως οι περισσότεροι μαθητές εκπαιδεύονται στην εκπαιδευτική ρομποτική πάνω στα kit της LEGO, αφού σχεδόν όλοι οι μαθητές του δείγματος εκπαιδεύτηκαν με τουλάχιστον ένα kit της. Τα kit της μαζί με το Arduino αποτελούν τα πιο διαδεδομένα kit εκπαιδευτικής ρομποτικής (Sapounidis & Alimisis, 2020). Η δεύτερη πιο διαδεδομένη πλακέτα αναδείχθηκε το microbit. Αντίστοιχα, ως προς το λογισμικό προγραμματισμού, τα πιο διαδεδομένα λογισμικά εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι τα λογισμικά προγραμματισμού της LEGO αλλά και το Scratch, τα οποία επίσης χρησιμοποίησαν σχεδόν όλοι οι μαθητές του δείγματος. Η ίδια τάση παρατηρείται και σε παγκόσμια κλίμακα (Sapounidis & Alimisis, 2020).

Είναι λίγοι οι μαθητές Δημοτικού σχολείου που ασχολούνται με πιο περίπλοκα λογισμικά προγραμματισμού αλλά και πιο περίπλοκες πλακέτες και kit ρομποτικής. Το Arduino που αποτελεί την πιο περίπλοκη πλακέτα που προτάθηκε στην έρευνα αυτή είναι δύσκολη για τα παιδιά και χρειάζεται αρκετός χρόνος να την κατανοήσουν (Marinou, 2022 από Samara & Kotsis, 2023). Επίσης είναι φανερό πως είναι εξαιρετικά σπάνιο μαθητής Δημοτικού να προγραμματίζει με App-Inventor.

Μόλις το ¼ των μαθητών που ασχολήθηκαν με εκπαιδευτική ρομποτική έχει πραγματοποιήσει 3D εκτύπωση. Αν και τα εκπαιδευτικά προγράμματα που περιλαμβάνουν τρισδιάστατη εκτύπωση ξεκινούν από το δημοτικό, τα ουσιαστικά δεδομένα από αυτή την εφαρμογή προκύπτουν από το Γυμνάσιο και το Λύκειο (Pearson & Dubé, 2022). Παράλληλα, μόλις λίγοι περισσότεροι από 1/7 των μαθητών έχει ασχοληθεί με laser κοπή.

5.3.Σχέση της ενασχόλησης των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική στην πρόθεση για ενασχόληση με επάγγελμα STEM, την αυτοαντίληψη σε θέματα STEM και την άποψη για τους επαγγελματίες STEM

Μελετώντας τη σχέση της συμμετοχής σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πρόθεση των μαθητών για επιλογή μελλοντικού επαγγέλματος STEM είναι αναγκαία και η παρατήρηση και της επίδρασης πάνω στην αυτοαντίληψη STEM αλλά και την άποψη

για τους επαγγελματίες STEM που είναι δύο κεντρικοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή επαγγέλματος επίσης.

Στην παρούσα έρευνα παρατηρήθηκε πως οι μαθητές που έχουν παρακολουθήσει προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής παρουσιάζουν συνολικά αυξημένη πρόθεση για επιλογή επαγγέλματος STEM. Η σχέση αυτή παρατηρήθηκε μέσα από έρευνες που μελέτησαν την αλλαγή της στάσης των μαθητών μέσα από προγράμματα ρομποτικής. Μία από αυτές είναι των Dökme και Hancioğlu (2025) που παρατήρησαν σημαντική αλλαγή στις απόψεις των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης απέναντι στην επιλογή μελλοντικής καριέρας με επάγγελμα STEM μετά την εφαρμογή προγράμματος εκπαιδευτικής ρομποτικής. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί επίσης, με την έρευνα της Eguchi (2016) που ισχυρίζεται πως οι μαθητές, μέσα από την χρήση των εκπαιδευτικών ρομπότ εξασκούνται και αποκτούν πραγματική εμπειρία πιο προσανατολισμένη στο στόχο από άλλα μαθήματα και έτσι μακροπρόθεσμα υπάρχει αντίκτυπος στην εξακολούθηση ενασχόλησης με τα πεδία STEM αλλά και την επιλογή καριέρας. Το ίδιο και οι Goh και Ali (2014) παρατήρησαν αύξηση στις φιλοδοξίες των μαθητών για σταδιοδρομία STEM μετά τη χρήση ρομπότ της LEGO. Πέρα από τη συνολική θετικότητα είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει καλύτερο προσανατολισμό στους μαθητές. Το γεγονός αυτό παρατηρείται ως προς την επιλογή ενός επαγγέλματος μαθηματικού ή πληροφορικού ή και μηχανικού. Δηλαδή αν και συνολικά παρουσιάζουν πιο θετική πρόθεση είναι ικανοί να αναφέρουν ότι δεν τους ενδιαφέρει καθόλου ένα τέτοιο επάγγελμα. Αντίθετα οι συμμαθητές τους που δεν κάνουν εκπαιδευτική ρομποτική τείνουν τόσο να είναι αρνητικότεροι όσο και να μην έχουν γενικά άποψη για τα επαγγέλματα αυτά. Σε γενικές γραμμές το ενδιαφέρον των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM είναι φυσιολογικό να επηρεάζεται από την ενασχόληση με την εκπαιδευτική ρομποτική καθώς οι μαθητές βιώνουν το STEM στην πράξη και αποκτούν γνώσεις, αναπτύσσουν δεξιότητες μέσα από την οικοδόμηση της γνώσης και την ενεργή συμμετοχή σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομισμού (Hudson et al. 2020)

Επιπλέον έγινε ξεκάθαρο πως η εκπαίδευση πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική συσχετίζεται με υψηλότερη αυτοαντίληψη σε αντικείμενα STEM συνολικά. Τα ίδια στοιχεία παρατηρήθηκαν και σε άλλες έρευνες (Dökme & Hancioğlu, 2025 ; Khanlari, 2013) Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε θετικότερη αντίληψη για δραστηριότητες φυσικής, μηχανικής αλλά και ενδιαφέρον για την αντίληψη της λειτουργίας μιας μηχανής. Το εξίσου

σημαντικό είναι πως και σε αυτή την περίπτωση παρατηρήθηκε πως οι μαθητές που ασχολήθηκαν με εκπαιδευτική ρομποτική παρουσιάζονται πιο προσανατολισμένοι. Αντίθετα οι μαθητές που δεν έχουν ασχοληθεί με ρομποτική δεν είναι σε θέση να γνωρίζουν αν είναι θετικοί ή αρνητικοί. Ούτως ή άλλως το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα δεν δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να ασχοληθούν με τη μηχανική είτε τις μηχανές. Παράλληλα το μάθημα της φυσικής αρχίζει να διδάσκεται από την Ε΄ Δημοτικού και μετά.

Είναι εξίσου ενδιαφέρον βέβαια πως δεν παρατηρήθηκε κάποια σχέση στην αίσθηση της αυτοαντίληψης των μαθητών για τα μαθηματικά. Δηλαδή τόσο οι μαθητές με εμπειρία στην εκπαιδευτική ρομποτική όσο και οι μαθητές που δεν είχαν ασχοληθεί ποτέ με τη ρομποτική έδειχναν παρόμοια τάση ως προς την αίσθηση της προσωπικής τους επιτυχίας απέναντι στα μαθηματικά. Παράλληλα παρατηρείται πως οι μαθητές δεν παρουσιάζουν σημαντική διαφορά ως προς την επίλυση συνδυαστικών προβλημάτων. Τόσο οι συμμετέχοντες σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής όσο και οι μη εκφράζουν παρόμοιες θέσεις.

Μελετώντας την αντίληψη για τους επαγγελματίες STEM εξήχθησαν εξίσου ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Αν και συνολικά η εκπαιδευτική ρομποτική δεν φαίνεται να επηρεάζει τις απόψεις των μαθητών απέναντι στους επαγγελματίες STEM, η προσεκτικότερη ματιά στις μεταβλητές που μελετήθηκαν δίνει μια πιο σημαντική οπτική.

Από τη μια φάνηκε πως δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στις απόψεις όσων συμμετείχαν σε πρόγραμμα εκπαιδευτικής ρομποτικής από όσους δεν συμμετείχαν σε θέματα που αφορούν την ευφυΐα των μαθηματικών, των φυσικών των πληροφορικών και των μηχανικών. Βέβαια ως προς μαθηματικούς και φυσικούς η διαφορά είναι πολύ οριακά μη αποδεκτή. Παράλληλα και οι δύο ομάδες εκφράζουν παρόμοιες απόψεις ως προς την αλλαγή του κόσμου με τη συμβολή των μαθηματικών και των φυσικών όμως όσοι ασχολούνται με εκπαιδευτική ρομποτική είναι πολύ πιο θετικοί ως προς την συμβολή των πληροφορικών και των μηχανικών. Αυτή η ομάδα μαθητών θεωρούν αυτές τις δύο ομάδες επαγγελματιών ως εν δυνάμει αναμορφωτές του κόσμου. Παράλληλα η ίδια ομάδα μαθητών συμφωνεί σε αρκετά μεγαλύτερο βαθμό πως όσοι ασχολούνται με STEM επαγγέλματα ζουν μια πιο ενδιαφέρουσα και δημιουργική ζωή. Αντίθετα, όσοι δεν ασχολούνται με ρομποτική είτε δεν συμφωνούν με αυτή τη θέση είτε δεν είναι σε θέση να γνωρίζουν σε μεγαλύτερο βαθμό. Τέλος πρέπει να αναφερθεί πως η δημιουργία προτύπων

από επιστήμονες και επαγγελματίες STEM δεν φαίνεται να επηρεάζεται από την ενασχόληση με εκπαιδευτική ρομποτική.

5.4. Επιρροή των STEM αυτοαντιλήψεων και των αντιλήψεων για τους επαγγελματίες στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM

Μέσα από μια σειρά αναλύσεων προέκυψε πως υπάρχει στενή συσχέτιση ανάμεσα στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM και τις αυτοαντιλήψεις των μαθητών πάνω στα STEM αντικείμενα. Συσχέτιση παρουσιάζεται εξίσου και ανάμεσα στην την πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM και τις αντιλήψεις των μαθητών για τους επαγγελματίες STEM σε μικρότερο όμως βαθμό από την προηγούμενη συσχέτιση.

Πιο συγκεκριμένα παρατηρήθηκε πως οι μαθητές με καλύτερη αυτοαντίληψη σε επίπεδο αυτοαποτελεσματικότητας και προσδοκώμενων αποτελεσμάτων σε αντικείμενα STEM αναδεικνύουν ισχυρότερη πρόθεση να ακολουθήσουν μία καριέρα σε επάγγελμα STEM. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα είναι μια ακόμα επιβεβαίωση της θεωρίας του Bandura (Lent et al., 1994) που υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι είναι πιο πιθανό να διατηρήσουν το ενδιαφέρον τους και να επιμείνουν στην ενασχόληση με μία δραστηριότητα αν πιστεύουν ότι μπορούν να επιτύχουν και περιμένουν να έχουν θετικά αποτελέσματα. Δηλαδή, φάνηκε ξεκάθαρα πως όσο πιο ικανούς αξιολογούν τους εαυτούς τους οι μαθητές πάνω στα μαθηματικά, την πληροφορική, τις φυσικές επιστήμες αλλά και τις γνώσεις μηχανικής τόσο πιο πολύ ενδιαφέρονται να ακολουθήσουν καριέρα STEM. Τη συσχέτιση αυτή καταγράφουν και οι Brown και Lent (2013) στο βιβλίο τους. Τέλος σύμφωνα με την μετα-ανάλυση που έγινε από τους Lent et al., (2018) που μελετήθηκαν τα αποτελέσματα 142 ερευνών παρατήρησαν πως υπάρχει ευρύτατη επιβεβαίωση της θετικής συσχέτισης ανάμεσα στην αυτοαποτελεσματικότητα και τα προσδοκία των θετικών αποτελεσμάτων με την μελλοντική επιλογή ενός επαγγέλματος STEM.

Αντίστοιχα φάνηκε πως η θετικότερη στάση τους απέναντι στους επαγγελματίες STEM δημιουργεί τάση για επιλογή ενός επαγγέλματος STEM στο μέλλον. Αν και η συσχέτιση αυτών των δύο παραγόντων δεν ήταν υπερβολικά ισχυρή δεν είναι δυνατό να διαφωνήσουμε πως οι μαθητές που βλέπουν με καλύτερο μάτι τους επαγγελματίες STEM έχουν μια πιο θετική στάση σε μια αντίστοιχη μελλοντική καριέρα. Σε αντίστοιχα αποτελέσματα κατέληξαν και οι Chen et al. (2024) που παρατήρησαν μία θετική σύνδεση ανάμεσα στην μελλοντική επιλογή επαγγέλματος και τις απόψεις για τους επαγγελματίες

STEM με την προϋπόθεση ότι παρατηρείται παράλληλα και μία σχετικά θετική αυτοαντίληψη STEM. Παλιότερες μελέτες των Chan et al. (2019) και DeWitt et al. (2014) αποκάλυψαν επίσης ότι βοηθώντας τους μαθητές να έχουν θετικές εντυπώσεις για τους επιστήμονες και για τους μηχανικούς μπορεί να αυξήσει σημαντικά την πιθανότητα να επιλέξουν στο μέλλον ένα επάγγελμα STEM.

5.5.Παράγοντες της εμπειρίας των μαθητών με την εκπαιδευτική ρομποτική που επηρεάζουν την πρόθεση για μελλοντική επιλογή επαγγέλματος STEM, τις STEM αυτοαντιλήψεις τους και τις αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM

Τα ευρήματα που αφορούν το τελευταίο ερευνητικό ερώτημα δεν είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτα, δεδομένης της μικρής στατιστικής σημαντικότητας των περισσότερων. Μία τέτοια έκβαση ενδεχομένως να προκύπτει εκ του γεγονότος ότι το δείγμα των μαθητών που έχουν εμπειρία από εκπαιδευτική ρομποτική δεν είναι αρκετά μεγάλο ($n=48$)

Οι σημαντικότερες συσχετίσεις παρατηρήθηκαν ως προς τον χρόνο εμπειρίας και τις τους τρεις διαφορετικούς παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα η αυξημένη εμπειρία σε προγράμματα εκπαιδευτικής ρομποτικής συνδέεται με γενικότερα αυξημένη αυτοαντίληψη πάνω σε αντικείμενα STEM. Με άλλα λόγια κατά ένα μεσαίο μέγεθος επίδρασης όσο αυξάνεται η εμπειρία αυξάνεται γραμμικά και η αυτοαντίληψη των μαθητών. Με αντίστοιχο τρόπο παρατηρείται και υψηλότερη πρόθεση για καριέρα σε κάποιο επάγγελμα STEM. Σε αυτή την πορεία εντόπισαν παρόμοια αποτελέσματα οι Miller et al. (2018) που μελετώντας την ενασχόληση των μαθητών με μαθητικούς διαγωνισμούς εκπαιδευτικής ρομποτικής, εντόπισαν τριπλάσια επίδραση στην πρόθεση επιλογής επαγγέλματος STEM στους μαθητές που είχαν περισσότερες συμμετοχές. Στην παρούσα έρευνα οι μαθητές με μεγαλύτερη εμπειρία στην εκπαιδευτική ρομποτική δηλώνουν θετικότερη πρόθεση επιλογής ενός επαγγέλματος σχετικού με τις επιστήμες STEM, με υψηλότερο βαθμό επίδρασης από ότι στις αυτοαντιλήψεις STEM.

Παράλληλα φάνηκε ότι μια σχετική εμπειρία (όχι απαραίτητα η μεγαλύτερη δυνατή) παρουσιάζει μια θετικότερη αντιμετώπιση απέναντι στους επαγγελματίες STEM. Το αποτέλεσμα αυτό δεν σημαίνει ότι όσο πιο έμπειροι γίνονται οι μαθητές στην εκπαιδευτική ρομποτική χάνουν την θετική τους προδιάθεση για τους επαγγελματίες STEM. Όμως τα δεδομένα της έρευνας, με την πληθώρα των μαθητών του δείγματος να κατέχει λίγη έως

μέτρια εμπειρία (29 στους 48 μαθητές έχουν λιγότερους από 4 μήνες εμπειρία πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική), δεν μπορούν να δώσουν πιο ακριβή συμπεράσματα.

Μελετώντας την σχέση των λογισμικών και των kit με τις υποκατηγορίες που μελετήθηκαν και αφορούν τα επαγγέλματα STEM δεν παρατηρήθηκαν σημαντικά ευρήματα. Σε γενικές γραμμές παρουσιάζεται μια γραμμικότητα στις σχέσεις των λογισμικών προγραμματισμού με την πρόθεση επιλογής επαγγελματιών STEM. Αναδεικνύεται δηλαδή ότι όσο πιο πολύπλοκο είναι το λογισμικό τόσο θετικότερη είναι η στάση για επαγγέλματα STEM όμως δεν υπάρχει στατιστική σημαντικότητα στο αποτέλεσμα.

5.6. Περιορισμοί της έρευνας

Παρά τα ενδιαφέροντα ευρήματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη, οφείλουμε να επισημάνουμε ορισμένους περιορισμούς που ενδέχεται να επηρεάζουν την ερμηνεία και τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Το πρώτο βασικό ζήτημα αφορά το μέγεθος και το εύρος του δείγματος. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δείγμα (115) μαθητών από δύο σχολεία. Παρότι κρίθηκε επαρκές για βασικές στατιστικές δοκιμές, εντούτοις ενδέχεται να μην αντιπροσωπεύει πλήρως το σύνολο των σχολείων και των μαθητών διαφορετικών περιοχών της Ελλάδας ή/και άλλων χωρών. Επιπλέον, σε ορισμένες αναλύσεις (π.χ. επιμέρους κατηγορίες εμπειρίας, kit ή λογισμικού) οι υποομάδες είχαν περιορισμένο πλήθος συμμετεχόντων, μειώνοντας τη στατιστική ισχύ και καθιστώντας τα συμπεράσματα λιγότερο ασφαλή.

Ο δεύτερος σημαντικός περιορισμός στον οποίο υπόκειται η έρευνά μας αφορά τη χρονική τομή. Η έρευνα διεξήχθη σε μία μόνο χρονική στιγμή, καταγράφοντας τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες των μαθητών όπως αυτές διαμορφώθηκαν έως την περίοδο της μέτρησης. Έτσι, δεν είναι δυνατόν να εξαχθεί ασφαλές αιτιακό συμπέρασμα για το εάν η ρομποτική προκαλεί την ανάπτυξη θετικών στάσεων ή αν, αντιστρόφως, οι μαθητές με ήδη θετική προδιάθεση σε STEM κατευθύνονται στα προγράμματα ρομποτικής. Μία διαχρονική μελέτη (longitudinal) ή ένα πειραματικό πρωτόκολλο θα μπορούσε να διασαφηνίσει καλύτερα την κατεύθυνση αυτής της σχέσης.

Η τρίτη σημαντική περιοριστική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψιν είναι η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του ερωτηματολογίου. Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε περιελάμβανε ερωτήσεις Likert και ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής,

αρκετές από τις οποίες βασίστηκαν σε κλίμακες που προσαρμόστηκαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Αν και ελέγχθηκαν οι δείκτες εσωτερικής συνοχής (Cronbach's Alpha), είναι πιθανό ορισμένες ερωτήσεις να μην αποτύπωναν απόλυτα τις έννοιες που ήθελαν να μετρήσουν. Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο βασίστηκε στη δήλωση των μαθητών, άρα ενδέχεται να υπάρχουν ανακρίβειες (π.χ. μη σωστή ανάμνηση του λογισμικού και του kit ή του χρόνου συμμετοχής).

Τέταρτη περιοριστική παράμετρος της έρευνας είναι η έλλειψη πληροφοριών για την ποιότητα και το περιεχόμενο των προγραμμάτων. Η παρούσα μελέτη εξέτασε τον χρόνο συμμετοχής των μαθητών, τα kit και τα λογισμικά προγραμματισμού, όχι όμως και την ποιότητα ή τη μεθοδολογία των ίδιων των προγραμμάτων ρομποτικής (π.χ. προσέγγιση project-based learning, ρυθμός, επίπεδο δυσκολίας, μέγεθος ομάδων). Είναι πιθανό δύο μαθητές που δηλώνουν τον ίδιο χρόνο συμμετοχής να έχουν βιώσει εντελώς διαφορετικό είδος ή ποιότητα εκπαιδευτικής πρακτικής.

Το τελευταίο και κυριότερο περιοριστικό στοιχείο αφορά την πολυπαραγοντική φύση της στάσης των μαθητών για τα STEM επαγγέλματα. Η πρόθεση των μαθητών να ακολουθήσουν ένα επάγγελμα STEM ή η αυτοαντίληψή τους μπορεί να επηρεάζεται από ποικίλους παράγοντες, όπως το οικογενειακό περιβάλλον, τα κίνητρα που παρέχονται από το σχολείο, τα προσωπικά ενδιαφέροντα κ.λπ. (social ή ψυχολογικούς παράγοντες). Στην έρευνα, εστιάσαμε κυρίως στη συμμετοχή σε εκπαιδευτική ρομποτική και δεν αποκλείεται κάποιοι συμμετέχοντες να είχαν επιπλέον επιρροές που ενίσχυαν ή αποθάρρυναν την ενασχόλησή τους με τα STEM.

Λαμβάνοντας υπόψη τους ανωτέρω περιορισμούς, απαιτείται επιφύλαξη ως προς την ερμηνεία και τη γενίκευση των ευρημάτων. Συνολικά, η μελέτη παρέχει μια πρώτη, ενδεικτική εικόνα των σχέσεων ανάμεσα στη ρομποτική και στις αντιλήψεις των μαθητών για τα STEM, επισημαίνοντας την ανάγκη για πιο στοχευμένες και ευρύτερες έρευνες που θα επιβεβαιώσουν και θα εμπλουτίσουν τα παρόντα συμπεράσματα.

5.7. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Μια επόμενη φάση θα μπορούσε να περιλαμβάνει την παρακολούθηση των ίδιων μαθητών σε βάθος χρόνου (π.χ. από το Δημοτικό στο Γυμνάσιο), ώστε να διαπιστωθεί εάν οι θετικές/αρνητικές αντιλήψεις και η αυτοαντίληψη στα STEM διατηρούνται, αυξάνονται ή μειώνονται με την πάροδο του χρόνου και τη συνεχιζόμενη (ή μη) ενασχόληση σε

προγράμματα ρομποτικής. Ένα τέτοιο δείγμα διαχρονικών δεδομένων θα επέτρεπε καλύτερη διερεύνηση της αιτιώδους σχέσης ανάμεσα στη ρομποτική και την εξέλιξη των στάσεων για τα STEM.

Επίσης θα είχε ιδιαίτερο ενδιαφέρον η σύγκριση δύο τυχαία κατανεμημένων ομάδων: η μία να παρακολουθεί ένα δομημένο πρόγραμμα ρομποτικής με σαφές πρόγραμμα μάθησης, ενώ η δεύτερη να συμμετέχει σε κάποια άλλου τύπου δραστηριότητα (π.χ. παιχνίδια στρατηγικής ή εργαστήρια ΤΠΕ). Έτσι θα μπορούσε να ελεγχθεί πιο ασφαλώς αν η βελτίωση στην αυτοαντίληψη STEM και στην πρόθεση καριέρας πηγάζει πρωτίστως από τη ρομποτική ή από άλλους παράγοντες (π.χ. ενθουσιασμό για τη συνεργασία, γενική τάση θετικού κλίματος).

Επιπλέον θα ήταν χρήσιμο να εξεταστεί πιο αναλυτικά η ποιότητα και το περιεχόμενο των προγραμμάτων ρομποτικής (π.χ. μέγεθος ομάδων, βαθμός αυτονομίας των μαθητών, χρήση project-based learning, ανταγωνιστικές ή συνεργατικές δραστηριότητες). Η σύγκριση ανάμεσα σε διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις θα βοηθούσε να αποσαφηνιστεί ποιο ακριβώς «είδος» ρομποτικής τείνει να ενθαρρύνει περισσότερο τη θετική στάση στα STEM αντικείμενα.

Παράλληλα με τις ποσοτικές μετρήσεις, θα μπορούσαν να ενσωματωθούν ποιοτικές μέθοδοι (συνεντεύξεις με μαθητές, εκπαιδευτικούς και γονείς, ημερολόγια δραστηριοτήτων, βιντεοσκοπήσεις εργαστηρίων κ.λπ.) για να ερμηνευτεί με περισσότερες λεπτομέρειες το «πώς» η ρομποτική επιδρά. Για παράδειγμα, θα ήταν ενδιαφέρον να εντοπιστεί αν οι μαθητές βιώνουν μικρές «επιτυχίες» (mastery experiences) που αυξάνουν την αυτοπεποίθησή τους, ή αν θεμελιώνονται απόψεις για τη φύση των STEM επαγγελμάτων μέσα από πραγματικές δραστηριότητες.

Δεδομένου ότι το δείγμα προήλθε από περιορισμένο αριθμό σχολείων, μια επόμενη έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί σε περισσότερες γεωγραφικές περιοχές της Ελλάδας (ή και του εξωτερικού), περιλαμβάνοντας πολυπολιτισμικά σχολεία ή σχολεία με ποικιλία κοινωνικοοικονομικών επιπέδων. Έτσι, θα ήταν δυνατή η εξέταση του αν παράγοντες όπως το οικογενειακό υπόβαθρο ή η ύπαρξη εξωσχολικών δραστηριοτήτων STEM διαμορφώνουν διαφορετικά αποτελέσματα.

Εμβάθυνση στη Διαφοροποίηση των Κιτ/Λογισμικών

Καθώς η παρούσα μελέτη διαπίστωσε ότι δεν υπάρχει πάντα μια απλή γραμμική κλίμακα «από απλό κιτ σε σύνθετο κιτ» ή «από απλό λογισμικό σε προχωρημένο

λογισμικό», θα ήταν ενδιαφέρον να θεσπιστούν πιο αντικειμενικά κριτήρια πολυπλοκότητας (π.χ. ειδική κλίμακα αξιολόγησης από ειδικούς ή εκπαιδευτικούς) και να διερευνηθεί πώς ακριβώς επηρεάζουν μαθητές διαφορετικού επιπέδου/ηλικίας.

Με αυτές τις προτάσεις, θα μπορούσε να εμπλουτιστεί περαιτέρω η κατανόηση των παραγόντων που συνδέουν την εκπαιδευτική ρομποτική με τη στάση των μαθητών προς τα STEM, και να προκύψουν πιο συγκεκριμένες κατευθύνσεις διδακτικής ή εκπαιδευτικής πολιτικής.

6. Συζήτηση

Όπως ήταν αναμενόμενο από τον αρχικό σχεδιασμό της έρευνας, τα εργαστήρια εκπαιδευτικής ρομποτικής σχετίζονται με τις απόψεις των μαθητών για τα επαγγέλματα STEM. Τους ενημερώνουν γι' αυτά, τους τα κάνουν πιο προσιτά στα μάτια τους και τέλος τους εμπνέουν να τα υπηρετήσουν με σκοπό να αλλάξουν τον κόσμο.

Είναι ξεκάθαρο πως η συμμετοχή στην εκπαιδευτική ρομποτική επηρεάζει σημαντικά των οπτική των μαθητών, εκτός από την επιστήμη των μαθηματικών και των πληροφορικών, για τους μηχανικούς. Τα πρώτα στάδια ενασχόλησης των μαθητών με εκπαιδευτική ρομποτική ασχολούνται πιο πολύ με απλά ρομποτάκια, που είναι πιθανό να μην εισάγουν τους μαθητές σε δύσκολες μαθηματικές έννοιες και θεμελιώδεις νόμους της φυσικής. Όμως μαθητές που δεν ασχολούνται με την ρομποτική έχουν ξεκάθαρα διαφορετική αντίληψη για αυτό το επάγγελμα. Η ουδετερότητά τους απέναντι στην επιλογή του επαγγέλματος του μηχανικού και στον θαυμασμό των αντίστοιχων επαγγελματιών δηλώνει την άγνοια ακόμα και της ύπαρξης επαγγελματιών σχετικών με τη μηχανική. Πώς ένας μαθητής που δεν γνωρίζει καν αυτόν τον επαγγελματικό προσανατολισμό, θα τον ονειρευτεί για το μέλλον του και θα παλέψει γι' αυτό. Η εκπαιδευτική ρομποτική ξεκάθαρα βάζει το επάγγελμα του μηχανικού στο κάδρο των ονείρων των μαθητών Δημοτικού.

Ένα κεντρικό ζήτημα των STEM επαγγελμάτων, που αφορά στην επίλυση συνδυαστικών προβλημάτων συνεχίζει να παραμένει πρόβλημα και για όσους συμμετείχαν σε προγράμματα STEM. Είναι πολύ πιθανό η μικρή εμπειρία πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική να μην είναι αρκετή για να τους βοηθήσει να στήσουν το πνευματικό τους ανάστημα απέναντι σε τέτοια προβλήματα.

Η έρευνα αυτή, λοιπόν, δεν μπορεί να μην καταλήγει σε μια ένθερμη προώθηση των μαθημάτων εκπαιδευτικής ρομποτικής στους μαθητές Δημοτικού. Είναι ένας άμεσος τρόπος να δημιουργηθούν αξιόλογοι επαγγελματίες στο μέλλον, με όραμα και σωστή κατάρτιση.

7. Βιβλιογραφία

- Blustein, D. L., Erby, W., Meerkins, T., Soldz, I., & Ezama, G. (2020, November 23). A critical exploration of assumptions underlying STEM career development. *Journal of Career Development*, σσ. 471-487.
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T., & Newman, S. (2018, January 2). Disentangling the meaning of STEM: Implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, σσ. 1-8.
- Allina, B. (2017, August 25). The development of STEAM educational policy to promote student creativity and social empowerment. *Arts Education Policy Review*, σσ. 77-87.
- Andrini, V. (2016). The Effectiveness of Inquiry Learning Method to Enhance Students' Learning Outcome: A Theoretical and Empirical Review. *Journal of Education and Practice*, σσ. 38-42.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). Science Aspirations, Capital, and Family Habitus: How Families Shape Children's Engagement and Identification With Science. *American Educational Research Journal*, σσ. 881-908.
- Arfe, B., Vardanega, T., & Ronconi, L. (2020, 8 January). The effects of coding on children's planning and inhibition skills. *Computers & Education*, σ. 103807.

- Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: an informal stem education case study. *Educational Sciences: Theory & Practice*, σσ. 1655-1675.
- Bano, S., Atif, K., & Mehdi, S. (2023, October 17). Systematic Review: Potential Effectiveness of Educational Robotics for 21st Century Skills Development in Young Learners. *Education and Information Technologies*, σσ. 11135 - 11153.
- Baran, E., Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019, March 25). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*, σσ. 223-235.
- Barker, B. S., & Ansorge, J. (2007, March 1). Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of Research on Technology in Education*, σσ. 229-243.
- Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2013, November 15). Computational Thinking and Tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, σσ. 145-157.
- Brown, S. D., & Lent, R. W. (2013). *Career Development and Counseling: Putting Theory and Research to Work* (2nd edition εκδ.). Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Bryan, L. A., & Tobin, K. (2015). *13 questions: Reframing Education's Conversation: Science*. New York: Peter Lang Inc.
- Buday, S. K., Stake, J. E., & Peterson, Z. D. (2011, June 6). Gender and the choice of a science career: the impact of social support and possible selves. *Sex Roles*, σσ. 197-209.
- Buschor, C. B., Berweger, S., Keck Frei, A., & Kappler, C. (2014). Majoring in STEM- what for women's career decision making? A mixed method study. *Journal of Educational Research*, σσ. 167-176.
- Bybee, R. W. (2010, September). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, σσ. 30-35.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: challenges and opportunities*. Arlington, Virginia: NSTA press.

- Capobianco, B., DeLisi, J., & Radloff, J. (2018). Students' perceptions of engineers: Dimensionality and influences on career aspiration in engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, σσ. 243-261.
- Carlone, H. B., & Johnson, A. (2007, September 11). Understanding the science Experiences of Successful Women of Color: Science Identity as an Analytic Lens. *Journal of Research in Science Teaching*, σσ. 1187-1218.
- Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). *STEM Executive Summary*. Georgetown: Center on education and the workforce.
- Cavas, B., Çakıroğlu, J., Cavas, P., & Ertepinar, H. (2011). Turkish Students' Career Choices in Engineering: Experiences from Turkey. *Science Education International*, σσ. 274-281.
- Chan, C., Yeung, N., & Kutnick, P. (2019, January 22). Students' perceptions of engineers: dimensionality and influences on career aspiration in engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, σσ. 421-439.
- Chen, Y., So, W., Zhu, J., & Chiu, S. (2024). STEM learning opportunities and career aspirations: the interactive effect of students' self-concept and perceptions of STEM professionals. *International Journal of STEM Education*, 11(1). doi:<https://doi.org/10.1186/s40594-024-00466-7>
- Chen, Y., So, W., Zhu, J., & Chiu, S. (2024, January 17). STEM Learning Opportunities and Career Aspirations: The interactive effect of students' self-concept and perceptions of STEM professionals. *International Journal of STEM Education*.
- Christensen, R., Knezek, G., & Tyler-Wood, T. (2014, February 25). Student perceptions of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) content and careers. *Computers in Human Behavior*, σσ. 173-186.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2008). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας* (5η έκδοση εκδ.). Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Cridge, B. J., & Cridge, A. G. (2015). Evaluating how universities engage school students with science: A model based on the analysis of the literature. *Australian University Review*, σσ. 34-44.
- Dasgupta, N., & Stout, J. D. (2014, October 1). Girls and women in science, technology, engineering, and mathematics. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*, σσ. 21-29.

- Deming, D., & Noray, K. (2018). *STEM careers and the changing skill requirements of work*.
- DeWitt, J., Archer, L., & Osborne, J. (2014). Science-related Aspirations Across the Primary–Secondary Divide: Evidence from two surveys in England. *International Journal of Science Education*, 36(10), 1609-1629.
doi:<https://doi.org/10.1080/09500693.2013.871659>
- Dökme, İ., & Hancıoğlu, Z. (2025). Three-stage robotic STEM program ignites secondary school students' interest in STEM career and attitudes toward science. *Education and Information Technologies*. doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-025-13318-w>
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*(75), 692-699.
- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. (2018). Books, butterflies, and 'Bots: Integrating engineering and robotics into early childhood curricula. Στο L. D. English, *Early mathematics learning and development* (σσ. 225-248). Singapore: Springer.
- English, L. D. (2016, March 1). STEM Education K-12: Perspectives on Integration. *International Journal of STEM Education*.
- Fantz, T. D., Siller, T. J., & Demiranda, M. A. (2011, July 1). Pre-Collegiate factors Influencing the Self-Efficacy of Engineering students. *Journal of Engineering Education*, σσ. 604-623.
- Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhan, K. (2003, February 28). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, σσ. 143-166.
- Friday Institute for Educational Innovation. (2012). *Upper Elementary School STEM Student - Student Survey*. Raleigh: NC: Author.
- Goh, H., & Ali, B. M. (2014). Robotics as a tool to STEM learning. *International Journal for Innovation Education and Research*, 2(10), 66-78.
- Gomoll, A., Hmelo-Silver, C. E., Sabanovic, S., & Francisco, M. (2016, August 29). Dragons, Ladybugs, and Softballs: Girls' STEM engagement with Human-Centered Robotics. *Journal of Science Education and Technology*, σσ. 899-914.
- González-Salamanca, J., Agudelo, O., & Salinas, J. (2020, December 11). Key competences, education for sustainable development and Strategies for the development of 21st century skills. A Systematic literature review. *Sustainability*.

- Hall, C., Dickerson, J., Batts, D., Kauffmann, P., & Bosse, M. (2011). Are we missing opportunities to encourage interest in stem fields? *Journal of Technology Education*, σσ. 32-46.
- Hira, R. (2010, February 9). U.S. policy and the STEM workforce system. *American Behavioral Scientist*, σσ. 949-961.
- Hudson, M.-A., Baek, Y., Ching, Y.-h., & Rice, K. (2020). Using a Multifaceted Robotics-Based Intervention to Increase Student Interest in STEM Subjects and Careers. *Journal for STEM Education Research*, 3, 295-316.
- Hyatt, L., & Roberts, C. (2024). *The Dissertation Journey: A Practical and Comprehensive Guide to Planning, Writing, and Defending Your Dissertation* (4th edition εκδ.). Thousand Oaks, California: Corwin.
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018, May 31). 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*, σσ. 2531-2544.
- Jiang, H., Zhang , L., & Zhang , W. (2024, May 2). Influence of career awareness on STEM career interests: examining the roles of self-efficacy, outcome expectations, and gender. *IJ STEM*.
- Julia, C., & Antoli, J. (2015, April 17). Spatial ability learning through educational robotics. *International Journal of Technology and Design Education*, σσ. 185-203.
- Kerimbayev, N., Beisov, N., Kovtun, A., Nurym , N., & Akramova, A. (2020). Robotics in the international educational space: Integration and the experience. *Educ Inf Technol*, σσ. 5835–5851.
- Khanlari, A. (2013). Effects of Educational Robots on Learning STEM and on Students' Attitude Toward STEM. *2013 IEEE 5th Conference on Engineering Education (ICEED)* (σσ. 62-66). Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE.
doi:10.1109/ICEED.2013.6908304
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W., & Albert, J. L. (2013, November 19). The development of the STEM Career Interest Survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, σσ. 461-481.

- Kim, A. Y., Sinatra, G. M., & Seyranian, V. (2018, June 4). Developing a STEM identity among young Women: A Social Identity perspective. *Review of Educational Research*, σσ. 589-625.
- Kitts, K. (2009, March 1). The paradox of middle and high school students' attitudes towards science versus their attitudes about science as a career. *Journal of Geoscience Education*, σσ. 159-164.
- Konijn, E. A., & Hoorn, J. F. (2020, July 16). Robot tutor and pupils' educational ability: Teaching the Times tables. *Computers & Education*, σ. 103970.
- Koukossia, E. (2021). Educational Robotics with STEAM applications for children and adults. Volos, Greece.
- Kudenko, I., & Gras-Velazquez, A. (2015). The future of European STEM workforce: What secondary school pupils of Europe think about STEM industry and careers. Στο *Contributions from science education research* (σσ. 223-236). Springer.
- Larasati, Y., & Menaldi, A. (1977, January 1). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, σσ. 191-215.
- Lent, R. W., & Brown, S. D. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice and performance. *Journal of vocational behavior*(45), 79-122.
- Lent, R. W., Brown, S. D., & Hacket, G. (1994, August 1). Toward a unifying social cognitive theory of career and academic interest, choice, and performance. *Journal of Vocational Behavior*, σσ. 79-122.
- Lent, R. W., Miller, M. J., Smith, P. E., Watford, B. A., & Hui, K. (2014, November 16). Social Cognitive Model of Adjustment to Engineering Majors: Longitudinal test across gender and race/ethnicity. *Journal of Vocational Behavior*, σσ. 77-85.
- Lent, R. W., Sheu, H.-B., Miller, M. J., Cusick, M. E., & Penn, L. T. (2018, January 1). Predictors of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Choice Options: A meta-analytic path analysis of the social–cognitive choice model by gender and race/ethnicity. *Journal of Counseling Psychology*, σσ. 17-35.
- Lin, C., & Deemer, E. D. (2019, November 5). Stereotype Threat and Career Goals among women in STEM: Mediating and Moderating roles of perfectionism. *Journal of Career Development*, σσ. 569-583.

- Luo, T., So, W., Wan, Z., & Li, W. (2021, May 17). STEM stereotypes predict students' STEM career interest via self-efficacy and outcome expectations. *International Journal of STEM Education*.
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. *2013 ASEE Annual Conference & Exposition*, (σσ. 23.1196.1 - 23.1196.14).
- Master, A., Cheryan, S., Moscatelli, A., & Meltzoff, A. N. (2017). Programming experience promotes higher STEM motivation among first-grade girls. *Journal of Experimental Child Psychology*(100), 92-106.
- McComas, W. F., & Burgin, S. R. (2020, June 12). A critique of “STEM” education. *Science & Education*, σσ. 805-829.
- McLoughlin, E., Butler, D., Kaya, S., & Costello, E. (2020). *STEM Education in Schools: What Can We Learn from the Research?* Dublin.
- Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION*, 8(2), 95-114.
doi:<https://doi.org/10.1080/21548455.2017.1397298>
- Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest. *American Journal of Engineering Education*, σσ. 117-128.
- National Center for Science and Engineering Statistics. (2018). *Science and Engineering Indicators 2018*. National Science Foundation.
- National Research Council. (2015). *Identifying and supporting productive STEM programs in Out-of-School settings*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nemiro, J. E. (2020, March 31). Building collaboration skills in 4th- to 6th-Grade students through robotics. *Journal of Research in Childhood Education*, σσ. 351-372.
- Newton, K. J., Leonard, J., Buss, A., Wright, C. G., & Barnes-Johnson, J. (2020). Informal STEM: Learning with Robotics and Game Design in an Urban Context. *Journal of Research on Technology in Education*, σσ. 129-147.
- Nugent, G., Barker, B., Welch, G., Grandgenett, N., Wu, C., & Nelson, C. (2015). A model of factors contributing to STEM learning and career orientation. *International Journal of Science Education*, σσ. 1067-1088.

- OECD. (2022). *Trends Shaping Education 2022*. Paris: OECD Publishing.
- Ostler, E. (2012, January). 21st Century STEM Education: A Tactical Model for Long-Range Success. *International Journal of Applied Science and Technology*, σσ. 28-33.
- Papagiannopoulou, T., & Vaiopoulou, J. (2024). Teachers' Attitudes Towards STEM Education: Exploring the Role of Their Readiness via a Structural Equation Model. *European journal of investigation in health, psychology and education*, σσ. 2850-2864.
- Pearson, H. A., & Dubé, A. K. (2022). 3D printing as an educational technology: theoretical perspectives, learning outcomes, and recommendations for practice. *Education and Information Technologies*(27), 3037-3064.
- PISA 2018 Results (Volume I)*. (2019).
- Priemer, B., Eilerts, K., Filler, A., Pinkwart, N., Rösken-Winter, B., Tiemann, R., & Belzen, A. (2019, April 18). A framework to foster problem-solving in STEM and computing education. *Research in Science & Technological Education*, σσ. 105-130.
- Raupp, A. B. (2019, July 25). *Forbes*. Ανάκτηση από <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2019/07/25/stem-educations-lost-decade-and-tenor/>
- Reeve, E. M. (2013). *Implementing Science, Technology, Mathematics and Engineering (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).
- Rice, L., Barth, J. M., Guadagno, R. E., Smith, G. P., & McCallum, D. M. (2013). The role of social support in students' perceived abilities and attitudes toward math and science. *Journal of Youth Adolescence*, σσ. 1028-1040.
- Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023). Educational Robotics in Primary Education in Greece: Methodological Approaches and Attitudes of Teachers. A Bibliographic Review. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 194-204.
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2020). Educational robotics for STEM: A review of technologies and some educational considerations. Στο *Science and Mathematics Education for 21st Century Citizens: Challenges and Ways Forward* (σσ. 167-190). Hauppauge, NY, USA,: Nova science publishers.

- Sari, U., Alici, M., & Sen, Ö. (2018). The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-Based Learning Environment and Student Opinions. *Electronic Journal of Science Education*, σσ. 1-21.
- Savickas, M. L. (2013). Career Construction Theory and Practice. Στο S. D. Brown, & R. W. Lent, *Career development and counseling: Putting theory and research to work* (σσ. 147-183). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Scholes, L., & Stahl, G. (2020). 'I'm good at science but I don't want to be a scientist': Australian primary school student stereotypes of science and scientists. *International Journal of Inclusive Education*, σσ. 1-16.
- Setiawan, D. (2019). The Influence of Active Learning on the Concept of Mastery of Sains Learning by Fifth Grade Students at Primary School. *International Journal of Educational Methodology*, σσ. 177-181.
- Srikoom, W., Hanuskin, D. L., & Faikhamta, C. (2017). Perceptions of in-service teachers toward teaching STEM in Thailand. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, (σσ. 1-23). Thailand.
- Stollberger, J., West, M. A., & Sacramento, C. (2017). Group creativity in team and organizational innovation. Στο P. B. Paulus, & B. A. Nijstad, *The Oxford Handbook of Group Creativity and Innovation* (σσ. 1-47). Oxford: University Press.
- Taconis, R., & Kessels, U. (2008, May 16). How choosing science depends on students' individual fit to 'Science culture'. *International Journal of Science Education*, σσ. 1115-1132.
- Toglia, T. (2013). Gender equity issues in CTE and STEM education. *TechDirections*, σσ. 14-18.
- Tytler, R. (2020). STEM Education for the Twenty-First Century. Στο J. Anderson, & Y. Li, *Integrated Approaches to STEM Education* (σσ. 21-43). Springer.
- U.S. Department of Education. (2020). *Report on STEM education: Strategic plan for federal STEM education*. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Van Laar, E., Van Deursen, A., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017, March 3). The Relation between 21st-century skills and Digital Skills: A Systematic Literature review. *Computers in Human Behavior*, σσ. 577-588.

- Venville, G., Rennie, L., Hanbury, C., & Longnecker, N. (2013, March 21). Scientists reflect on why they chose to study science. *Research in Science Education*, σσ. 2207-2233.
- Weintrop, D., & Wilensky, U. (2017, October). Comparing Block-Based and Text-Based Programming in High School Computer Science Classrooms. *ACM Transactions on Computing Education*, 18(1), 25.
- Wyss, V. L., Heulskamp, D., & Siebert, C. J. (2012). Increasing middle school student interest in STEM careers with videos of Scientists. *International Journal of Environmental and Science Education*, σσ. 501-522.
- Xan, X., & Appelbaum, R. P. (2018, April 3). China's Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) research environment: a snapshot. *PLoS ONE*, σ. e0195347.
- Zhong, B., & Xia, L. (2018, November 16). A Systematic Review on Exploring the potential of educational robotics in Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, σσ. 79-101.
- Zimmerman, B. J. (2000, Januray 1). Self-Efficacy: an essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, σσ. 82-91.
- Αντωνίου, Α. (2020). *Η χρήση της ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Θεσσαλονίκη: Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Γαϊτάνης, Φ., & Κόσσυβας, Ι. (2018, Σεπτέμβριος). Αξιοποίηση του Διαδικτύου Αντικειμένων στην Εκπαίδευση STEM. Σάμος, Ελλάδα.
- Γκριζιώτη, Μ., Ξένος, Μ., & Κυνηγός, Χ. (2016). Τρισδιάστατες κατασκευές με προγραμματισμό: Το περιβάλλον «Χελωνόσφαιρα». *8ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, (σσ. 1-8).
- Μούμου, Δ. (2023). *Εκπαίδευση STEM και Συστήματα Εκπαιδευτικών Ρομποτικών Διατάξεων*. Αθήνα: ΕΚΠΑ.
- Μποτζάκη, Ε., Μιχαηλίδη, Α., Καπελώνης, Ν., Κενδριστάκη, Μ., Κοκολάκη, Α., & Σταύρου, Δ. (2024). Digital STEM Labs: STEM Δραστηριότητες σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης. *13ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, σσ. 1068-1074.
- Νιτυράκης, Α. (2023). *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών στη Διδασκαλία STEM*. Ρέθυμνο: Π.Τ.Δ.Ε.

- Ρούγγος, Γ. (2020). Η STEM εκπαίδευση στην Ευρώπη, η περίπτωση του European Schoolnet. Μυτιλήνη, Ελλάδα.
- ΣΕΒ. (2021). *Παιδεία STEM για καινοτομία και ευημερία*. Αθήνα.
- Χατζημιχάλη, Ε. (2022). Αστερισμοί, ηλιακό σύστημα και εξερεύνηση του διαστήματος στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: ένα ταξίδι μέσα από το STEM και τον ηλεκτρισμό. *12ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ερασιτεχνικής Αστρονομίας*, (σσ. 1-8). Πάτρα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



ΔΙΑ-ΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ (ΔΠΜΣ) «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ STEM»

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Αγαπητέ μαθητή,

ενδιαφερόμαστε να μάθουμε ποιες εμπειρίες σας παίζουν ρόλο στο πώς σκέφτεστε για τα επαγγέλματα STEM (όπως το επάγγελμα του φυσικού, του χημικού, του μαθηματικού, του πληροφορικού και των μηχανικών). Θα μας βοηθήσει πολύ για την έρευνά μας, αν απαντούσατε ελεύθερα και ειλικρινά την άποψή σας στα ερωτήματα που ακολουθούν. Οι απαντήσεις σας είναι ανώνυμες και εμπιστευτικές και θα βοηθήσουν εμάς και άλλους εκπαιδευτικούς και ερευνητές να τις αξιοποιήσουμε, για να βελτιώσουμε την εκπαιδευτική διαδικασία.

ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

(Βάλε ✓ στο κατάλληλο κουτάκι στις παρακάτω ερωτήσεις)

1. Φύλλο

αγόρι ☐ κορίτσι ☐

2. Τάξη

Ε΄ Δημοτικού ☐ Στ΄ Δημοτικού ☐

3. Επάγγελμα μητέρας (βάλτε « - » αν δεν εργάζεται ή δεν γνωρίζετε).

4. Επάγγελμα πατέρα (βάλτε « - » αν δεν εργάζεται ή δεν γνωρίζετε).

ΕΜΠΕΙΡΙΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ ΜΕ ΤΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ

(Βάλε ✓ στο κατάλληλο κουτάκι στις παρακάτω ερωτήσεις)

5. Έχεις κάνει ποτέ μαθήματα ρομποτικής στο σχολείο ή σε κάποιο εργαστήριο ρομποτικής εκτός σχολείου;

Ναι ☐ Όχι ☐

Αν απάντησες «Όχι» πήγαινε στην ερώτηση 14

Αν απάντησες «Ναι» συνέχισε να απαντάς στα πιο κάτω ερωτήματα.

6. Για πόσο καιρό παρακολουθήσατε ή παρακολουθείτε προγράμματα ρομποτικής συνολικά (κύκλωσε το γράμμα);

- A. Λιγότερο από 1 μήνα
- B. 1 - 4 μήνες
- C. 4 μήνες – 1 χρόνο
- D. 1 - 3 χρόνια
- E. Περισσότερο από 3 χρόνια

7. Ποιο ή ποια από τα παρακάτω εργαλεία (kit) ρομποτικής έχεις χρησιμοποιήσει (κύκλωσε το γράμμα);

- | | |
|--|--------------------------------------|
| A. Lego spike Essential | E. Edison |
| B. Lego WeDo 2.0 ή παλιότερο Lego WeDo | F. Maqueen |
| C. Lego Spike Prime | G. Microbit και αισθητήρες Easy Plug |
| D. Lego Mindstorms EV3 | H. Arduino και αισθητήρες Easy Plug |

8. Αν χρησιμοποιήσατε κάποια άλλα εργαλεία ρομποτικής γράψτε το όνομα ή περιγράψτε τα (αν θυμάστε):

9. Χρησιμοποιήσατε κάποιο πρόγραμμα προγραμματισμού;

Ναι ☐ Όχι ☐

10. Αν «Ναι» ποιο ή ποια από τα παρακάτω προγράμματα προγραμματισμού έχετε χρησιμοποιήσει;

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| A. Scratch Junior | E. Makecode |
| B. Scratch | F. Word Blocks |
| C. Γλώσσες προγραμματισμού της Lego | G. App-Inventor |
| D. Pictoblox | H. Python |

11. Αν χρησιμοποιήσατε κάποια άλλα προγράμματα προγραμματισμού γράψτε το όνομα (αν θυμάστε):

12. Έχετε κάνει εκτύπωση σε τρισδιάστατο εκτυπωτή (3D printer);

Ναι ☐ Όχι ☐

13. Έχετε πραγματοποιήσει κοπή με laser (laser cutting);

Ναι ☐ Όχι ☐

ΑΠΟΨΕΙΣ ΓΙΑ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΑ STEM

Γλωσσάρι: Φυσικές επιστήμες: Φυσικές επιστήμες είναι οι επιστήμες που μελετούν τα φυσικά φαινόμενα, με σκοπό να τα περιγράψουν, να τα προβλέψουν και να τα κατανοήσουν (Μαθηματικά, Φυσική, Χημεία, Βιολογία, Αστρονομία, Γεωεπιστήμες) Καριέρα: Επαγγελματική πορεία στη ζωή ενός ανθρώπου.					
Σε κάθε μία από τις παρακάτω ερωτήσεις βάλε✓ στο κουτάκι που θεωρείς ότι σου ταιριάζει. Θυμήσου δεν υπάρχει σωστή απάντηση.	Διαφωνώ απόλυτα 	Διαφωνώ 	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ 	Συμφωνώ 	Συμφωνώ απόλυτα 
Πρόθεση επιλογής επαγγέματος STEM					
14. Όταν μεγαλώσω, ίσως επιλέξω ένα επάγγελμα που χρησιμοποιεί Μαθηματικά (μαθηματικός, στατιστικός, οικονομολόγος, κ.α.).					
15. Θα μπορούσα να επιλέξω ένα επάγγελμα σχετικό με τις φυσικές επιστήμες (φυσικός, χημικός, βιολόγος, γεωλόγος, αναλυτής τροφίμων, κ.α.).					

3

16. Όταν μεγαλώσω, ίσως επιλέξω ένα επάγγελμα που χρησιμοποιεί Πληροφορική (προγραμματιστής, μηχανικός υπολογιστών και ασφάλειας συστημάτων, γραφίστας, κ.ά.).					
17. Θα μπορούσα να επιλέξω ένα επάγγελμα μηχανικού (πολιτικού μηχανικού, μηχανολόγου, αρχιτέκτονα, μηχανικού βιοϊατρικής, κ.ά.).					
18. Αν μάθω αρχές της Μηχανικής, τότε θα μπορώ να δουλεύω και να λύνω προβλήματα που οι άνθρωποι αντιμετωπίζουν στην καθημερινότητά τους.					
STEM Αυτοαντιλήψεις					
19. Τα καταφέρνω στις περισσότερες δραστηριότητες των Μαθηματικών.					
20. Μπορώ και καταλαβαίνω και επιλύω τα περισσότερα ζητήματα των Φυσικών Επιστημών.					
21. Είναι εύκολο για μένα να δουλεύω σε δραστηριότητες Πληροφορικής.					
22. Μπορώ να επιλύω προβλήματα που συνδυάζουν μαθηματικά, φυσική και πληροφορική.					
23. Μου αρέσει να δημιουργώ νέα προϊόντα/κατασκευές.					
24. Με ενδιαφέρει το: τι κάνει μια μηχανή να λειτουργεί.					
Αντιλήψεις για τους επαγγελματίες STEM					
25. Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες είναι από τη φύση τους έξυπνοι.					
26. Όσοι ασχολούνται με τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο.					
27. Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής είναι από τη φύση τους έξυπνοι.					
28. Όσοι ασχολούνται με τις Επιστήμες των Μηχανικών και της Πληροφορικής μπορούν να κάνουν αλλαγές στον κόσμο.					
29. Όσοι εργάζονται σε επαγγέλματα STEM ζουν μια ενδιαφέρουσα και δημιουργική ζωή.					
30. Έχω ως πρότυπο κάποιον επιστήμονα STEM.					