

**«Η αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών και
της Ρομποτικής στη Διδακτική των Φυσικών
Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η
έννοια του Μαγνητισμού».**

Βασιλική Σαμαρά

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ, 2026

**Θέμα διατριβής: «Η αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών
και της Ρομποτικής στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην
Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η έννοια του Μαγνητισμού».**

**Διδακτορική διατριβή που υποβλήθηκε στο Παιδαγωγικό Τμήμα
Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου
Ιωαννίνων**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

1. Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων
2. Σκουμιός Μιχάλης, Καθηγητής, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου
3. Τσιχουρίδης Χαρίλαος, Αν. Καθηγητής, Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Εργασίας Παν/μίου Πατρών

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Κωνσταντίνος Θ. Κώτσης, Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Σχολή Επιστημών Αγωγής - Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, επιβλέπων
2. Σκουμιός Μιχάλης, Καθηγητής, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Αιγαίου
3. Τσιχουρίδης Χαρίλαος, Αν. Καθηγητής, Τμήματος Επιστημών της Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Εργασίας Παν/μίου Πατρών
4. Μικρόπουλος Αναστάσιος, Καθηγητής, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
5. Μαυρίδης Δημήτριος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
6. Γαβριλάκης Κωνσταντίνος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
7. Σοφιανίδης Άγγελος, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας

Η έγκριση της διδακτορικής διατριβής από το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης της Σχολής Επιστημών Αγωγής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα (ν. 5343/32, άρθρο 202, §2)

Στη μνήμη της πολυαγαπημένης μου μητέρας, Αγλαΐας Τόλη, που «έφυγε» πρόσφατα από τη ζωή, στα παιδιά μου, Σωκράτη και Έλλη και στον σύζυγό μου, Άρη, για την αμέριστη συμπαράσταση και στήριξή τους στην προσπάθειά μου...

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η μάθηση για τον μαγνητισμό είναι ένα σημαντικό συστατικό της Εκπαίδευσης των φυσικών επιστημών (Van Hook & Huziak-Clark, 2007). Η κατανόηση των μαγνητών από τους μαθητές έχει μελετηθεί εκτενώς τα τελευταία 20 χρόνια, καλύπτοντας ένα ευρύ φάσμα ηλικιακών ομάδων, από το δημοτικό έως το πανεπιστημιακό επίπεδο.

Αν και το Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών (NRC, 1996) θεωρεί τον μαγνητισμό ως βασική έννοια για τα μικρά παιδιά, περιορισμένη έρευνα έχει διεξαχθεί με το μικρότερα παιδιά στην προσχολική εκπαίδευση (Van Hook & Huziak - Clark, 2007).

Παρά την έλλειψη σχετικής έρευνας, το θέμα των μαγνητών επιλέχθηκε επειδή συνήθως γίνεται αντικείμενο διαπραγμάτευσης σε προσχολικό επίπεδο, καθώς αποτελεί ένα πολύ ελκυστικό θέμα για μικρά παιδιά. Όσο απλό και αν φαίνεται, όμως, το φαινόμενο του μαγνητισμού, είναι περίπλοκο για παιδιά προσχολικής ηλικίας.

Επιπλέον, η βιβλιογραφία για τα χαρακτηριστικά της έρευνας για τα πεδία STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (νηπιαγωγείο και δημοτικό σχολείο) είναι περιορισμένη στον Ελληνικό χώρο.

Επίσης, μελέτες για τη διδασκαλία της έννοιας του μαγνήτη με δραστηριότητες από τα πεδία STEM στην προσχολική εκπαίδευση έχουν βρεθεί να είναι αρκετά ανεπαρκείς (Büyüktas̸karu et al., 2012).

Υπό το πρίσμα όλων αυτών των μελετών, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα των δραστηριοτήτων των πεδίων STEM που έχουν σχεδιαστεί για τη διδασκαλία των μαγνητών για παιδιά προσχολικής ηλικίας. Στο πλαίσιο αυτό, αναμένεται ότι η έρευνα θα υποστηρίξει τα παιδιά να σκεφτούν επιστημονικά και να μάθουν την έννοια των μαγνητών με πιο συγκεκριμένο τρόπο, να δώσουν προτάσεις στο πλαίσιο της εκπαίδευσης των πεδίων STEM στους εκπαιδευτικούς και να παρέχουν στους ερευνητές λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις διαδικασίες και τα αποτελέσματα της δράσης.

Σε παγκόσμιο επίπεδο έχει πραγματοποιηθεί μικρός αριθμός ερευνών για την εκπαιδευτική ρομποτική στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι περισσότερες αφορούν την Δευτεροβάθμια εκπαίδευση και την Επαγγελματική εκπαίδευση. Επιπλέον, διατίθεται περιορισμένη έρευνα που να εξετάζει τις στάσεις και τις αντιλήψεις εκπαιδευτικών σχετικά με τη χρήση της ρομποτικής και των Ψηφιακών Τεχνολογιών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ακόμη, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι η εκπαιδευτική χρήση των ρομπότ είναι αποτελεσματική στην επιστήμη και τη μαθηματική εκπαίδευση, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως.

Ωστόσο, οι συγκεκριμένες μελέτες δεν έχουν εξετάσει τους ψυχολογικούς παράγοντες που επηρεάζουν τους χρήστες των Ψηφιακών Τεχνολογιών, παρά μόνο τους εξωτερικούς παράγοντες, όπως το φάσμα των οικονομικά προσιτών ρομποτικών πλατφορμών και των έτοιμων υλικών για ένα μαθησιακό περιβάλλον που υποστηρίζεται από ρομπότ (Han et al, 2016). Τέλος, οι έρευνες που έχουν γίνει σε παγκόσμιο επίπεδο σχετικά με την εκπαιδευτική ρομποτική αφορούν κυρίως τους εκπαιδευτικούς και τους μαθητές. Δεν έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες οι οποίες να μελετούν τις στάσεις και τις αντιλήψεις άλλων ενδιαφερομένων, όπως είναι οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής και οι γονείς.

Υπό το ίδιο πρίσμα, στην παρούσα διατριβή, προσεγγίζεται και η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης, ως εργαλείου, διδασκαλίας της έννοιας των μαγνητών στο Νηπιαγωγείο, καθώς η χρήση εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση προσφέρει στους μαθητές τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες προκειμένου να τους βοηθήσει στην κοινωνικοποίηση τους (Aleven et al., 2016).

Στη βιβλιογραφία δεν υπάρχουν ακόμη αρκετές μελέτες που να αναφέρονται αναλυτικά σε project (σχεδιασμός, υλοποίηση, αποτελέσματα, συμπεράσματα) που έχουν υλοποιηθεί στην προσχολική, κυρίως, εκπαίδευση με τη χρήση εφαρμογών νοημοσύνης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή πραγματεύεται την αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών, της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, της προσέγγισης των πεδίων STEM και της Τεχνητής Νοημοσύνης (TN) στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και ειδικότερα στη διδασκαλία της έννοιας του μαγνητισμού. Το αντικείμενο της έρευνας κρίνεται ιδιαίτερα επίκαιρο και καινοτόμο, καθώς συνδυάζει σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές με τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και πρωτοβάθμια ηλικία, ένα πεδίο στο οποίο η ελληνική βιβλιογραφία είναι περιορισμένη .

Ο μαγνητισμός επιλέγεται ως κεντρική εννοιολογική περιοχή της έρευνας, καθώς αποτελεί βασική έννοια των Φυσικών Επιστημών, χαρακτηρίζεται από πλήθος εναλλακτικών αντιλήψεων και προσφέρεται για διερευνητική, πειραματική και τεχνολογικά υποστηριζόμενη διδασκαλία, ενώ η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να συμβάλει στον μετασχηματισμό των παρανοήσεων των μαθητών σε επιστημονική γνώση (Kotsis, 2025a). Παράλληλα, η έρευνα εστιάζει ιδιαίτερα στην προσχολική εκπαίδευση, αναδεικνύοντας τη σημασία της πρώιμης επαφής των παιδιών με τις Φυσικές Επιστήμες και με δραστηριότητες που εντάσσονται στα πεδία STEM.

Στο θεωρητικό μέρος της διατριβής αναπτύσσεται εκτενές και σύγχρονο πλαίσιο που περιλαμβάνει τη διδακτική των Φυσικών Επιστημών, την εκπαίδευση στα πεδία STEM, την Εκπαιδευτική Ρομποτική, την Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαίδευση και τις εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών για τον μαγνητισμό. Παρουσιάζονται διεθνείς και ελληνικές ερευνητικές προσεγγίσεις, αναδεικνύονται τα παιδαγωγικά οφέλη της φιλοσοφίας των πεδίων STEM και τεκμηριώνεται η αναγκαιότητα της ενσωμάτωσής της από την προσχολική ηλικία.

Η έρευνα ακολουθεί μεικτό ερευνητικό σχεδιασμό και περιλαμβάνει τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση. Στο ποιοτικό σκέλος σχεδιάζονται και υλοποιούνται διδακτικές παρεμβάσεις για τον μαγνητισμό με δραστηριότητες που εντάσσονται στα πεδία STEM, ρομποτικής και εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Στο ποσοτικό σκέλος διερευνώνται οι αντιλήψεις και οι στάσεις των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας

Εκπαίδευσης σχετικά με τη χρήση των Ψηφιακών Τεχνολογιών και της εκπαίδευσης στα πεδία STEM.

Οι διδακτικές δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν βασίζονται στη διερευνητική μάθηση, στο παιχνίδι, στον πειραματισμό και στη συνεργατική επίλυση προβλημάτων. Οι εφαρμογές της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και της Τεχνητής Νοημοσύνης αξιοποιούνται ως μέσα ενίσχυσης της εμπλοκής των παιδιών, της κατανόησης των φυσικών φαινομένων και της ανάπτυξης δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, καθώς οι στάσεις και οι αντιλήψεις των εκπαιδευομένων επηρεάζουν ουσιαστικά τη μαθησιακή διαδικασία.

Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι οι δραστηριότητες στα πεδία STEM συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της κατανόησης της έννοιας του μαγνητισμού από τα παιδιά, ενισχύουν το ενδιαφέρον τους για τις Φυσικές Επιστήμες και προάγουν την ενεργό συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Παράλληλα, τα ευρήματα της ποσοτικής έρευνας δείχνουν ότι οι εκπαιδευτικοί εμφανίζουν σε μεγάλο βαθμό θετικές στάσεις απέναντι στη χρήση εκπαίδευσης στα πεδία STEM, της ρομποτικής και της Τεχνητής Νοημοσύνης, αναγνωρίζοντας τα παιδαγωγικά τους οφέλη.

Συμπερασματικά, η διατριβή τεκμηριώνει ότι η αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών, της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στην προσχολική και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, προσφέροντας νέες παιδαγωγικές προοπτικές και ενισχύοντας τη μάθηση με τρόπο βιωματικό, διερευνητικό και λειτουργικό.

ABSTRACT

This doctoral dissertation explores the educational use of Digital Technologies, Educational Robotics, the STEM fields approach, and Artificial Intelligence (AI) in the teaching of Natural Sciences in Primary Education, with a particular focus on the concept of magnetism. The research topic is both timely and innovative, as it brings together contemporary technological tools and modern pedagogical approaches with the teaching of Physics in preschool and early primary education—an area that remains limited in terms of STEM fields research, especially within the Greek educational context.

Magnetism was selected as the central scientific concept of the study because it constitutes a fundamental topic in Physics education, is characterized by a strong experimental dimension, and is associated with a wide range of students' alternative conceptions. Moreover, magnetism lends itself particularly well to inquiry-based, hands-on, and technology-supported teaching approaches. Special emphasis is placed on preschool education, highlighting the importance of early exposure to scientific concepts and STEM fields-related activities for the development of scientific thinking, curiosity, and problem-solving skills.

The theoretical framework of the dissertation is extensive and up to date. It includes the didactics of Natural Sciences, STEM fields education, Educational Robotics, Artificial Intelligence in education, and research on children's alternative conceptions of magnetism. A STEM fields review of both international and Greek literature is presented, documenting the pedagogical value of STEM fields education and the necessity of its integration from early childhood. The theoretical analysis supports the design of the teaching interventions and provides a solid foundation for the interpretation of the research findings.

The study follows a mixed-methods research design, combining qualitative and quantitative approaches. In the qualitative part of the research, a series of teaching interventions on magnetism were designed and implemented using STEM fields-based activities, educational robotics, and applications of Artificial Intelligence with preschool children. The interventions were structured around inquiry-based learning, play-based exploration, experimentation, and collaborative problem-solving. In the

quantitative part of the research, a large-scale survey was conducted to investigate the perceptions, attitudes, and beliefs of primary education teachers regarding the use of Digital Technologies, STEM fields, educational robotics, and Artificial Intelligence in educational practice.

Educational Robotics and Artificial Intelligence were used as supportive learning tools that aimed to enhance children's active engagement, motivation, experimentation, and conceptual understanding. Through structured and open-ended activities, children were encouraged to formulate hypotheses, make observations, test their ideas, and collaboratively construct explanations related to magnetic phenomena. At the same time, the use of digital and intelligent technologies contributed to the development of important 21st-century skills, such as critical thinking, creativity, communication, and collaboration.

The findings of the qualitative research indicate that STEM fields-based activities significantly enhance young children's understanding of the basic properties of magnets and magnetic interactions. Children demonstrated increased interest in Natural Sciences, greater willingness to participate in learning activities, and improved ability to describe, predict, and explain magnetic phenomena. The results also showed that learning through play, experimentation, and technology-supported inquiry promotes deeper conceptual engagement and supports the gradual development of scientific reasoning from an early age.

The findings of the quantitative research reveal that primary education teachers hold predominantly positive attitudes toward the use of STEM fields, educational robotics, and Artificial Intelligence in teaching. Teachers recognize the pedagogical benefits of these approaches, particularly in terms of student motivation, active learning, and the development of higher-order thinking skills. However, the results also highlight the need for STEM fields professional development, adequate infrastructure, and institutional support in order to ensure the effective and sustainable integration of these innovations in everyday educational practice.

In conclusion, this dissertation provides strong empirical evidence that the integration of Digital Technologies, STEM fields education, Educational Robotics, and Artificial Intelligence can substantially enhance the teaching and learning of Natural Sciences in preschool and primary education. It offers innovative pedagogical

perspectives, enriches the field of Physics education research at early educational levels, and supports an experiential, inquiry-based, and meaningful approach to learning that responds to the demands of contemporary education.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στα πεδία STEM	15
1.1. Αναγκαιότητα Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	16
1.2. Ψηφιακές Τεχνολογίες και εκπαίδευση στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	24
1.3. Αναλυτικά Προγράμματα και εκπαίδευση στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα και στο Εξωτερικό	36
1.4. Πακέτα εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση	38
1.5. Μοντέλα Διδασκαλίας για τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στα πεδία STEM	41
1.5.1. Θεωρίες Μάθησης και Εκπαιδευτική Ρομποτική	41
1.5.2. Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Εκπαίδευση	43
1.5.3. Μέθοδοι Εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM	45
1.5.3.1. Μέθοδος Project	45
1.5.3.2. Επίλυση Προβλήματος	46
1.5.3.3. Διερευνητική Μέθοδος	46
1.5.3.4. Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού	47
1.6. Εφαρμογές εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση σε διεθνές επίπεδο	47
1.7. Εφαρμογές εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα	59
1.8. Εκπαιδευτικοί Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και Ρομποτική	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με AI	88
2.1. Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης	89
2.2. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση	90

2.3. Πρακτικές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : Διδασκαλία και Μάθηση της έννοιας του Μαγνητισμού	94
3.1. Μαγνητισμός και μαγνήτες	95
3.2. Εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών για τον Μαγνητισμό	96
3.3. Σχεδιασμός Εκπαιδευτικών Δραστηριοτήτων για την έννοια του Μαγνητισμού	103
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : Μεθοδολογία	107
4.1. Μεθοδολογία, Ανάλυση και Παρουσίαση της Ποιοτικής έρευνας	108
4.1.1. Ιστορικό διεξαγωγής της έρευνας	108
4.1.2. Σκοπός της έρευνας	109
4.1.3. Επιμέρους στόχοι	110
4.1.4. Ερευνητικά ερωτήματα	110
4.1.5. Υποθέσεις της έρευνας	112
4.1.6. Το δείγμα της έρευνας	115
4.1.7. Μέσα συλλογής δεδομένων	115
4.1.8. Επιλογή δραστηριοτήτων	116
4.1.9. Παιδαγωγική διαχείριση	117
4.1.10. Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της πρώτης Ποιοτικής Έρευνας για τη διδακτική της έννοιας του Μαγνητισμού με ΠΕΔΙΑ STEM	118
4.1.11. Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης	119
4.1.12. Εφαρμογές	120
4.1.13. Περιγραφή των δραστηριοτήτων	120
4.1.14. Υλοποίηση διδακτικής παρέμβασης	123
4.1.15. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων για τον Μαγνητισμό με AI	133
4.1.15.1. Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Παρέμβασης	133
4.1.15.2. Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Εκπαιδευτικής Παρέμβασης	133
4.1.15.3. Περιγραφή των δραστηριοτήτων	135
4.1.15.4. Υλοποίηση των δραστηριοτήτων	139
4.2. Μεθοδολογία, Ανάλυση και Παρουσίαση της Ποσοτικής Έρευνας	156
4.2.1. Σκοπός της έρευνας	156
4.2.2. Ερευνητικά ερωτήματα	156
4.2.3. Ερευνητικές Υποθέσεις	158
4.2.4. Δομή του ερωτηματολογίου	161

4.2.5. Το δείγμα	162
4.2.6. Αξιοπιστία και εγκυρότητα του ερευνητικού εργαλείου	162
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ^ο : Αποτελέσματα	165
5.1. Αποτελέσματα διδακτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού στα πεδία STEM στο Νηπιαγωγείο	165
5.2. Αποτελέσματα διδακτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με AI στο Νηπιαγωγείο	166
5.3. Αποτελέσματα Ποσοτικής Έρευνας για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό Σχολείο)	170
5.4. Ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών	184
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ^ο : Συμπεράσματα	198
6.1. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση, Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με AI	199
6.2. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης για τη Διδασκαλία και τη Μάθηση της έννοιας του Μαγνητισμού	199
6.3. Συμπεράσματα εκπαιδευτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού στα πεδία STEM στο Νηπιαγωγείο	200
6.4. Συμπεράσματα εκπαιδευτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με AI στο Νηπιαγωγείο	201
6.5. Συμπεράσματα ποσοτικής έρευνας	203
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	205
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	206
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	209
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΠΕΔΙΑ STEM ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΠΡΑΞΗ	244

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς το φύλο	170
Σχήμα 2: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς την ηλικία	170
Σχήμα 3: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τα χρόνια υπηρεσίας	171
Σχήμα 4: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τις Σπουδές	171
Σχήμα 5: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τον τύπο σχολείου που υπηρετούν	172
Σχήμα 6: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τον τόπο όπου βρίσκεται το σχολείο που υπηρετούν	172
Σχήμα 7: Με ποιους άλλους τρόπους ενημερώνεστε για την εκπαίδευση στα πεδία STEM;	174
Σχήμα 8: Η επιμόρφωσή σας στην εκπαίδευση στα πεδία STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων στα πεδία STEM στην τάξη σας;	175
Σχήμα 9: Βαθμίδα από όπου θα πρέπει να ξεκινά η εκπαίδευση στα πεδία STEM	176
Σχήμα 10: Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις για την εκπαίδευση στα πεδία STEM	180
Σχήμα 11: Τι υλικά χρησιμοποιείτε όταν διδάσκετε αναφορικά με τα πεδία STEM στην τάξη σας;	181
Σχήμα 12: Συχνότητα εμποδίων εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM	182

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Συσχέτιση μεταξύ του φύλου των εκπαιδευτικών και των δράσεων	
Στα πεδία STEM	185
Πίνακας 2: Συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στην εκπαίδευση στα πεδία STEM και της υλοποίησης προγραμμάτων που εντάσσονται σε αυτά στην τάξη τους	186
Πίνακας 3: Συσχέτιση μεταξύ των χρόνων υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και των δράσεων στα πεδία STEM	186
Πίνακας 4: Συσχέτιση τύπου σχολείου που υπηρετούν οι εκπαιδευτικοί, της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και της υλοποίησης αντίστοιχων προγραμμάτων	187
Πίνακας 5: Συσχέτιση του τόπου εργασίας των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και της υλοποίησης προγραμμάτων στα σχετικά πεδία	187
Πίνακας 6: Συσχέτιση μεταξύ των Σπουδών των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και της εφαρμογής αντίστοιχων προγραμμάτων	188
Πίνακας 7: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Οπτικοακουστικό υλικό	189
Πίνακας 8: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Έντυπο υλικό	190
Πίνακας 9: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας - Παρουσιάσεις	191
Πίνακας 10: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Ρομπότ	192
Πίνακας 11: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου και υπολογιστή	193
Πίνακας 12: Συσχέτιση διδασκαλίας με πειράματα – Παρουσιάσεις	194
Πίνακας 13: Συσχέτιση διδασκαλίας με πειράματα – Ρομπότ	195
Πίνακας 14: Συσχέτιση μάθησης βασισμένης σε συνθετικές εργασίες – Ειδικό Λογισμικό για τα πεδία STEM	196

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πολλές έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας χρησιμοποιούνται διαφορετικές διδακτικές μέθοδοι. Για αυτόν τον λόγο, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγαλύτερη ανάγκη να ενσωματωθούν στα σχολεία και στα πανεπιστήμια οι Ψηφιακές Τεχνολογίες, οι οποίες προσφέρουν νέους τρόπους διδασκαλίας και βελτιώνουν την ποιότητα της μάθησης (Bell & Fogler, 1995).

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM φαίνεται να βοηθά τους μαθητές όχι μόνο να κατανοήσουν καλύτερα τις γνώσεις, αλλά και να μάθουν να συνδέουν διαφορετικά επιστημονικά πεδία και να λύνουν προβλήματα που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή (Tosmur-Bayazit et al., 2018). Επιπλέον, ενισχύει τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, καθώς δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να πειραματιστούν και να δοκιμάσουν νέες ιδέες (Tozlu et al., 2019).

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει και αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην πρώιμη παιδική ηλικία, γιατί προσφέρουν στα παιδιά πολλές ευκαιρίες για παιχνίδι, εξερεύνηση και δημιουργικότητα (Greenspan, 2016). Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η μάθηση για τον μαγνητισμό, που θεωρείται σημαντικό μέρος της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Μέσα από δραστηριότητες με μαγνήτες, τα παιδιά μπορούν να κάνουν πειράματα, να παρατηρούν, να βγάζουν συμπεράσματα και να συνδέουν τη θεωρία με την πράξη, ενώ η ενεργητική συμμετοχή σε δραστηριότητες μάθησης (π.χ. μέσω δράσης ή παρατήρησης) συμβάλλει ουσιαστικά στην κατανόηση φυσικών εννοιών (Van Hook & Huziak-Clark, 2007· Christonasis & Kotsis, 2022). Η κατανόηση των μαγνητών έχει μελετηθεί εκτενώς τα τελευταία 20 χρόνια, από το δημοτικό μέχρι και το πανεπιστήμιο, και βοηθά στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης και επιστημονικής αντίληψης.

Η παρούσα έρευνα επιχειρεί να δώσει περισσότερα δεδομένα για το πώς η εκπαίδευση στα πεδία STEM και οι ψηφιακές Τεχνολογίες μπορούν να επηρεάσουν τη μάθηση των παιδιών, εστιάζοντας κυρίως στις μικρές ηλικίες και στις πρακτικές που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στα πεδία STEM

1.1. Αναγκαιότητα Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Οι στόχοι της σύγχρονης Εκπαίδευσης δίνουν έμφαση στην απόκτηση βασικών «δεξιοτήτων του 21ου αιώνα» από τους μαθητές. Αυτές οι δεξιότητες καθορίζουν τις γνώσεις και τα χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα για την ομαλή και επιτυχημένη ενσωμάτωση των σημερινών μαθητών ως εργατική δύναμη στην παγκόσμια οικονομία της εποχής μας (National Research Council, 2012a). Ειδικά, σε πολλές αναπτυσσόμενες χώρες, όπως στη Ρουάντα, η διδασκαλία των φυσικών επιστημών, των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των μαθηματικών (πεδία STEM) έχει τεθεί ως προτεραιότητα για την επιτάχυνση της οικονομικής τους ανάπτυξης (MINEDUC, 2015).

Τα πρότυπα της σύγχρονης εκπαίδευσης επιδιώκουν τη μετάβαση από την έμφαση στην εξάσκηση και την απομνημόνευση περιεχομένου στην ενίσχυση ανώτερων δεξιοτήτων, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα και η ικανότητα επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων (U.S. Chamber of Commerce Foundation, 2017). Οι πρωτοβουλίες για την προώθηση της εκπαίδευσης του 21ου αιώνα εστιάζουν σε δεξιότητες που κατηγοριοποιούνται σε τρεις ευρείες ομάδες:

1. Στις γνωστικές δεξιότητες: η βαθιά μάθηση, η μη ρουτίνα, η επίλυση προβλημάτων, η συστημική σκέψη, η κριτική σκέψη, η υπολογιστική και πληροφοριακή παιδεία, η συλλογιστική και η επιχειρηματολογία, καθώς και η καινοτομία (Council of the European Union, 2018).
2. Στις διαπροσωπικές δεξιότητες: αποτελούν τις δεξιότητες που απαιτούνται για την αλληλεπίδραση με τους άλλους, συμπεριλαμβανομένης της ικανότητας δημιουργικής και συνεργατικής εργασίας, καθώς και την ικανότητα σαφούς επικοινωνίας, και
3. Στις ενδοπροσωπικές (εσωτερικές) δεξιότητες: η μεταγνωστική σκέψη, η προσαρμοστικότητα και η αυτοδιαχείριση. Αυτές οι δεξιότητες περιλαμβάνουν την ικανότητα προσαρμογής στρατηγικών ή προσεγγίσεων, καθώς και την ικανότητα να εργάζεται κάποιος για την επίτευξη σημαντικών

στόχων χωρίς να αποσπάται η προσοχή του, δεξιότητες που είναι καίριες για τη διαρκή επιτυχία σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Ακολουθώντας, ο στόχος της σύγχρονης εκπαίδευσης δεν περιορίζεται μόνο στην παροχή διαρκών γνώσεων, αλλά περιλαμβάνει και την ανάπτυξη της ικανότητας για διαρκή απόκτηση γνώσεων. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές θα πρέπει να ενημερώνουν τις γνώσεις τους και να δημιουργούν νέα γνώση βασισμένη σε αυτές που ήδη διαθέτουν (Minsky, 2006). Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι μαθητές διαμορφώνουν ιδέες και κατανοήσεις σχετικά με βασικές έννοιες και αρχές της Φυσικής, καθώς από πολύ νωρίς αρχίζουν να αναπτύσσουν αντιλήψεις για τον τρόπο λειτουργίας του κόσμου μέσα από τις εμπειρίες και τις αλληλεπιδράσεις τους, ενώ οι εναλλακτικές αυτές ιδέες φαίνεται να σχετίζονται και με γνωστικούς παράγοντες όπως το επίπεδο νοημοσύνης (Kotsis & Stylos, 2023a). Οι ιδέες αυτές αποτελούν για τα παιδιά ένα μέσο ερμηνείας των φαινομένων που παρατηρούν γύρω τους (Kotsis, 2023).

Η ενίσχυση της κριτικής σκέψης, η λογική αντίδραση και η ανάπτυξη των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων στους μαθητές αποτελούν μερικούς από τους βασικούς στόχους της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες (National Research Council, 2012). Η προώθηση της βελτίωσης των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων είναι ο κύριος στόχος των εκπαιδευόμενων δασκάλων φυσικών επιστημών (Doğru, 2008).

Η κοινωνική αλλαγή προϋποθέτει μια εκπαίδευση στις θετικές επιστήμες που να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες συνθήκες, προσφέροντας στα άτομα τη δυνατότητα όχι μόνο να αποκτούν επιστημονική γνώση, αλλά και να την αξιοποιούν δημιουργικά για την παραγωγή νέας γνώσης και πληροφορίας (Mateos-Núñez et al., 2020).

Η αποτελεσματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ενίσχυση των γνωστικών επιδόσεων των μαθητών (Brooks et al., 2019).

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών πρέπει να εστιάζει στον μαθητή, τοποθετώντας τον στο επίκεντρο της μαθησιακής διαδικασίας, καθώς οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών και η επαγγελματική τους ταυτότητα επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουν τη διδασκαλία εννοιών όπως η δύναμη και το βάρος (Kotsis & Panagou, 2023). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοδηγητικός και

διαμεσολαβητικός, με στόχο την οικοδόμηση γνώσης μέσω συνεργατικών μαθησιακών προσεγγίσεων (Ebrahim, 2012). Αυτό σημαίνει ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι ενήμεροι για τις έννοιες που διδάσκουν, προκειμένου να βοηθήσουν τους μαθητές τους να αναδομήσουν τις ήδη διαμορφωμένες αντιλήψεις τους (Vosniadou & Mason, 2012).

Πολλοί ερευνητές εκφράζουν ανησυχία για τη μειωμένη προτίμηση των νέων στις Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) καθώς προχωρούν σε ανώτερες εκπαιδευτικές βαθμίδες, καθώς και για την έλλειψη «επιστημονικού γραμματισμού» στους πολίτες (Van Aalderen – Smeets & Walma van der Molen, 2012). Η Φυσική συχνά αντιμετωπίζεται ως ένα αφηρημένο γνωστικό αντικείμενο, κυρίως επειδή της λείπει μια άμεση σύνδεση με τη βιωμένη εμπειρία και τη γλώσσα της καθημερινότητας, γεγονός που δυσχεραίνει την κατανόησή της από τους μαθητές, ενώ οι εναλλακτικές αντιλήψεις και οι παρανοήσεις στις έννοιες της Μηχανικής εμφανίζονται συχνά συσχετισμένες μεταξύ τους (Kotsis & Stylos, 2023b).

Όμως, είναι πολύ σημαντικό οι μαθητές και οι μαθήτριες να κατανοήσουν ότι οι φυσικές επιστήμες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην αντιμετώπιση των σύνθετων προκλήσεων της σύγχρονης κοινωνίας και διατηρούν άμεση και αλληλένδετη σχέση με αυτήν (Karisan & Zeidler, 2017).

Η προηγούμενη διαπίστωση σημαίνει ότι είναι αναγκαία η κατανόηση της φύσης των φυσικών επιστημών για την αντιμετώπιση άμεσων και καίριων προβλημάτων που θα κληθούν οι σημερινοί μαθητές να αντιμετωπίσουν ως μελλοντικοί ενήλικες. Η διδασκαλία της φυσικής οφείλει να εντάσσεται ως αναπόσπαστο στοιχείο σε ένα συνεκτικό μαθησιακό πλαίσιο, προσφέροντας ουσιαστικά εφόδια σε όλους τους μαθητές, ανεξαρτήτως της μελλοντικής τους επαγγελματικής πορείας (Nadelson & Seifert, 2019).

Από την άλλη μεριά, έχουν γίνει έρευνες που καταδεικνύουν ότι όταν η διδακτική της Φυσικής εμπλουτίζεται με σύγχρονες μεθόδους και μέσα, έτσι ώστε το μάθημα να γίνεται διασκεδαστικό, τότε το ενδιαφέρον των μαθητών για τη Φυσική αυξάνεται (Gavrilas et al., 2022), καθώς η αξιοποίηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της μαθησιακής τους πορείας (Kotsis & Panagou, 2022).

Συγκεκριμένα, σε μια έρευνα που υλοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίου πεντάβαθμης κλίμακας Likert, με αντικείμενο το ενδιαφέρον των μαθητών για τη Φυσική, σε 325 μαθητές των τάξεων ΣΤ' Δημοτικού, Γ' Γυμνασίου και Β' Λυκείου σε σχολεία της περιοχής των Ιωαννίνων, φάνηκε ότι η ενίσχυση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Φυσική συνδέεται στενά με τη διδασκαλία εννοιών της σύγχρονης Φυσικής, η οποία συμβάλλει στην καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού και στην ευαισθητοποίηση απέναντι στις σύγχρονες επιστημονικές εξελίξεις. Βασικός στόχος της μελέτης αυτής ήταν η διερεύνηση του εγγενούς ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Φυσική, καθώς και η εξέταση της επίδρασης μιας διδακτικής παρέμβασης που σχετίζεται με τη Φυσική του Αϊνστάιν στο επίπεδο αυτού του ενδιαφέροντος. Στην ίδια έρευνα διαπιστώθηκε μείωση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τη Φυσική όσο αυξάνεται η ηλικία τους, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη για έγκαιρες και στοχευμένες εκπαιδευτικές παρεμβάσεις με σκοπό την αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού (Vakarou et al., 2024).

Η διδασκαλία της φυσικής θα πρέπει να ενσωματώνει κατάλληλες δραστηριότητες ενίσχυσης, με στόχο την υποστήριξη των μαθητών στην κάλυψη ενδεχόμενων ελλείψεων στις μαθηματικές δεξιότητες και στις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Όταν οι μαθητές είναι σε θέση να σχεδιάζουν και να εφαρμόζουν αποτελεσματικές στρατηγικές για την απάντηση ερωτήσεων, ενισχύεται η αυτονομία τους και βελτιώνεται η συνολική τους επίδοση στο μάθημα, καθώς η χρήση στρατηγικών μάθησης και η υποστήριξη της αυτονομίας σχετίζονται θετικά με την ακαδημαϊκή επίδοση και την ενεργό συμμετοχή στη μάθηση (Wangchuk et al., 2023).

Η μειωμένη προτίμηση των νέων στις Φυσικές Επιστήμες πιθανόν να οφείλεται στην αποσύνδεση μεταξύ θεωρητικής γνώσης και πρακτικών εφαρμογών που γίνεται στη διδασκαλία του μαθήματος της Φυσικής, όταν προτιμώνται οι παραδοσιακές μέθοδοι διδασκαλίας (Castiñeira-Ibáñez et al., 2022). Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές τείνουν να θεωρούν τη Φυσική ως ένα μάθημα που δεν σχετίζεται με τις μελλοντικές τους καριέρες, μειώνοντας έτσι το ενδιαφέρον και την ενασχόλησή τους μαζί της. Η ενσωμάτωση των Ψηφιακών Τεχνολογιών στην εκπαίδευση της Φυσικής προσφέρει μια καινοτόμο προσέγγιση για την επίλυση αυτού του προβλήματος, διευκολύνοντας την κατανόηση σύνθετων εννοιών που οι παραδοσιακές μέθοδοι ενδέχεται να μην μπορούν να μεταδώσουν αποτελεσματικά (Faresta et al., 2024).

Η αναγκαιότητα της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, με εκκίνηση ήδη από την Προσχολική Εκπαίδευση, διαφαίνεται και από το γεγονός ότι έχει συμπεριληφθεί από το ΙΕΠ, ως οργανωμένο γνωστικό αντικείμενο στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο (ΙΕΠ, Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για Νηπιαγωγείο, 2021).

Πιο συγκεκριμένα, στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο, αναφέρεται ότι «η θεματική Ενότητα των Φυσικών Επιστημών αξιοποιεί το ιδιαίτερο ενδιαφέρον και τη φυσική περιέργεια των μικρών παιδιών να κατανοήσουν τον φυσικό κόσμο και τα φυσικά φαινόμενα, ώστε να εισαχθούν σταδιακά στον επιστημονικό τρόπο σκέψης. Δημιουργούνται ευκαιρίες για μαθησιακές εμπειρίες στο πλαίσιο διερευνήσεων και επίλυσης προβλήματος που διευκολύνουν την κατανόηση εννοιών και την οικειοποίηση της επιστημονικής μεθόδου. Στο πλαίσιο του επιστημονικού γραμματισμού επιδιώκεται: α) η δημιουργία ενός κατάλληλου υπόβαθρου για τη μελλοντική ανάπτυξη νέου και υψηλότερου επιπέδου επιστημονικών γνώσεων και δεξιοτήτων, β) η ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη και η συνειδητοποίηση της σημασίας της στην καθημερινή ζωή, και γ) η ανάπτυξη υπεύθυνης στάσης και δράσης για την προστασία της ζωής και του φυσικού περιβάλλοντος» (ΙΕΠ, Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο, 2021).

Επιπλέον, οι φυσικές επιστήμες συνίσταται να διδάσκονται στην προσχολική εκπαίδευση, για τους εξής λόγους (Eshach & Fried, 2005):

- Για την ανάπτυξη μιας θετικής στάσης των παιδιών απέναντι στις φυσικές επιστήμες, ξεκινώντας από την έμφυτη περιέργειά τους να παρατηρούν και να αναρωτιούνται για τον φυσικό κόσμο γύρω τους
- για την καλύτερη κατανόηση του επιστημονικού περιεχομένου και των εννοιών των φυσικών επιστημών μέσω της έκθεσης των μαθητών στις επιστημονικές προσεγγίσεις των φαινομένων και στη χρήση επιστημονικών όρων για την περιγραφή τους
- προκειμένου να καλλιεργηθεί στα μικρά παιδιά η επιστημονική σκέψη και η αιτιολόγησή της.

Τα τελευταία χρόνια, έχει συγκεντρωθεί πλήθος ερευνητικών δεδομένων που αναδεικνύουν τον καθοριστικό ρόλο της διδασκαλίας των φυσικών επιστημών στο

δημοτικό σχολείο. Η διδασκαλία αυτή συμβάλλει αφενός στην ενίσχυση βασικών δεξιοτήτων που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες και αφετέρου στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στην επιστήμη, ενισχύοντας την αντίληψη της ως ενός ενδιαφέροντος και ελκυστικού πεδίου (Van Tuijl & van der Molen, 2016).

Στο Δημοτικό Σχολείο, οι Φυσικές Επιστήμες έχουν ως σκοπό (Κόκκοτας, 2005):

1. Να αναπτύξουν και να ενθαρρύνουν την περιέργεια και την ερευνητικότητα μέσω της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.
2. Την κατάκτηση της επιστημονικής γνώσης από τους μαθητές.
3. Την ανάπτυξη της κατανόησης για τον άνθρωπο.
4. Την κατανόηση της χρησιμότητας και των επιπτώσεων των Φυσικών Επιστημών στο κοινωνικό γίγνεσθαι.
5. Την κατανόηση του τρόπου, με τον οποίο η μελέτη των Φυσικών Επιστημών βοηθάει στην ερμηνεία των παρατηρήσεων που πραγματοποιούνται καθημερινά από τον άνθρωπο.
6. Την ενθάρρυνση της ανάπτυξης του αισθήματος του σεβασμού και της αγάπης προς τους ζωντανούς οργανισμούς.
7. Τη διδασκαλία της τέχνης του προγραμματισμού επιστημονικών ερευνών.
8. Την ανάπτυξη κριτικής συμπεριφοράς στην αναζήτηση αποδείξεων.
9. Την ανάπτυξη του επιστημονικού γίγνεσθαι, δηλαδή να μάθουν πώς να μαθαίνουν μόνοι τους και να αντιμετωπίζουν νέα προβλήματα, και
10. Την δημιουργία επιστημονικά καλλιεργημένων πολιτών.

Επιπλέον, το νέο Πρόγραμμα Σπουδών για τις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό Σχολείο επιδιώκει (ΙΕΠ, 2023) να:

- καλλιεργήσει στους μαθητές τις απαραίτητες γνώσεις σχετικά με τις θεμελιώδεις αρχές και νόμους που διέπουν τη φύση, ώστε να μπορούν να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα και τις τεχνολογικές εφαρμογές, καθώς και να αναπτύξουν δεξιότητες που τους επιτρέπουν να εφαρμόζουν αποτελεσματικά αυτή τη γνώση σε κατάλληλες περιστάσεις.
- ευθυγραμμίσει τους στόχους του Προγράμματος Σπουδών των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού με εκείνους της UNESCO για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη, που περιλαμβάνουν την προαγωγή της υγείας και της ευημερίας, της

ποιοτικής εκπαίδευσης, της ισότητας των φύλων, της πρόσβασης σε καθαρό νερό, της καθαρής ενέργειας, της καινοτομίας και των υποδομών, της μείωσης των ανισοτήτων, της βιωσιμότητας των κοινοτήτων, της υπεύθυνης κατανάλωσης, της προστασίας του περιβάλλοντος και της ενίσχυσης της ειρήνης και της συνεργασίας.

- προάγει δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η κριτική και δημιουργική σκέψη, η συνεργασία, η επικοινωνία, η ψηφιακή και τεχνολογική επάρκεια, ο γραμματισμός στα μέσα επικοινωνίας, η προσαρμοστικότητα, η ηγεσία, η ανάληψη πρωτοβουλιών, η παραγωγικότητα και οι κοινωνικές δεξιότητες, με στόχο τη διαμόρφωση ενεργών, υπεύθυνων και δημοκρατικών πολιτών.
- ενισχύσει επιπλέον ικανότητες όπως η παρατήρηση, η συνεργασία, η εφευρετικότητα, η πρωτοβουλία, η χρήση εργαλείων και μετρήσεων, η ελεγχόμενη διερεύνηση μεταβλητών, η αποτελεσματική διαχείριση χρόνου, η επίλυση σύνθετων προβλημάτων, η εφαρμογή ιδεών στην πράξη, η λήψη αποφάσεων και η ικανότητα αναστοχασμού.

Σημαντικό στοιχείο της διερευνητικής ή ανακαλυπτικής μεθόδου αποτελεί ο πειραματισμός, ο οποίος, με την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού και μέσω των αποτελεσμάτων του, οδηγεί τους μαθητές στη διαμόρφωση δικών τους θεωριών και συμπερασμάτων, ιδιαίτερα όταν αξιοποιούνται απλές και κατασκευασμένες διατάξεις πειραματισμού (Stylos & Kotsis, 2021).

Η πειραματική διδασκαλία στη Φυσική αποτελεί θεμελιώδες και αναπόσπαστο μέρος της μαθησιακής διαδικασίας, προσφέροντας αφετηρία για την οικοδόμηση και την εμβάθυνση της γνώσης (Vlachos et al., 2024).

Η εκπαίδευση στη Φυσική τοποθετείται στο σταυροδρόμι μεταξύ της εγγενούς πολυπλοκότητας του αντικειμένου και της φυσικής περιέργειας των μαθητών, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την υιοθέτηση καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων για την ουσιαστική τους ενεργοποίηση και συμμετοχή (Ahmed & Asiksoy, 2021).

Διάφορες ερευνητικές μέθοδοι έχουν αξιοποιηθεί με στόχο την ενίσχυση του κινήτρου και της ανεξάρτητης μάθησης των μαθητών/μαθητριών στα δημοτικά σχολεία, μέσω της δημιουργίας διαδραστικών μαθησιακών περιβαλλόντων, τα οποία

ευνοούν την ενεργό συμμετοχή, τη συνεργασία και την αυτενέργεια, ενισχύοντας έτσι την εμπλοκή των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία και συμβάλλοντας στην ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στη μάθηση (Bodur et al., 2009).

Καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών διαδραματίζει το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιείται, τόσο στο πλαίσιο της σχολικής τάξης όσο και σε εξωσχολικά περιβάλλοντα, καθώς αυτό επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές διαμορφώνουν αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα ήδη από την προσχολική ηλικία (Samara & Kotsis, 2020). Ο σχεδιασμός και η αξιοποίηση του υλικού αυτού θα πρέπει να εδράζονται σε θεμελιώδεις παιδαγωγικές αρχές, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών και μαθητριών (Σκουμιός & Σκουμπουρδή, 2015).

Πιο συγκεκριμένα, θα πρέπει το υλικό αυτό να συμβάλλει ουσιαστικά στην καλλιέργεια του επιστημονικού γραμματισμού, να ενισχύει την κατανόηση της φύσης των επιστημών, να προάγει τη συμμετοχή των μαθητών σε κοινωνικοεπιστημονικά ζητήματα και να τους ενδυναμώνει ως ενεργούς πολίτες σε διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Πρόσφατες δημοσιεύσεις (Kotsis & Panagou, 2023a, 2023b) διερευνούν τη χρήση εναλλακτικών ιδεών σχετικά με τις έννοιες της δύναμης και της ενέργειας, με στόχο τον προσδιορισμό της καμπύλης μάθησης στις φυσικές επιστήμες. Η καμπύλη μάθησης, ως γραφική απεικόνιση της εξέλιξης της μαθησιακής διαδικασίας στον χρόνο, συνιστά ένα πολύτιμο εργαλείο για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές οικοδομούν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους στη φυσική. Μέσω της ανάλυσης της καμπύλης αυτής, μπορεί να επιτευχθεί η παρακολούθηση της μαθητικής προόδου, ο εντοπισμός ισχυρών και αδύναμων σημείων και η παροχή στοχευμένης ανατροφοδότησης προς εκπαιδευτικούς και μαθητές. Επιπλέον, η καμπύλη μάθησης δύναται να αξιοποιηθεί για τη σύγκριση της αποτελεσματικότητας διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων ή αναλυτικών προγραμμάτων, ενισχύοντας την τεκμηριωμένη εκπαιδευτική πρακτική. Η αξιοποίηση αυτής της προσέγγισης αναμένεται να προσφέρει σημαντικές ερευνητικές και παιδαγωγικές προοπτικές στον χώρο της φυσικής εκπαίδευσης.

Συμπερασματικά, οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν καίριο μάθημα το οποίο πρέπει να διδάσκονται οι μαθητές από την προσχολική ήδη ηλικία, με μεθόδους σύγχρονες και ελκυστικές, καθώς τους βοηθούν να αναπτύξουν, πέραν των γνώσεων, σημαντικές δεξιότητες που θα τους χρειαστούν για την ομαλή και επιτυχημένη ενσωμάτωσή τους στις απαιτήσεις του σύγχρονου εργασιακού περιβάλλοντος, αλλά και θα τους βοηθήσουν να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής τους σε όλους τους τομείς, σε επίπεδο γνωστικό, ενδοπροσωπικό και διαπροσωπικό (Stylos et al., 2022).

Καθίσταται, επομένως, αναγκαία η καλλιέργεια μιας βαθύτερης κατανόησης των φυσικών επιστημών, η οποία θα υπερβαίνει τον περιοριστικό προβληματισμό των μαθητών σχετικά με τη χρησιμότητα της επιστημονικής γνώσης στην καθημερινή ζωή, καθώς ο επιστημονικός γραμματισμός αποτελεί βασικό στόχο της σύγχρονης εκπαίδευσης (Stylos et al., 2023). Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών οφείλει να ενισχύει την ικανότητα των μαθητών να αξιοποιούν την επιστημονική γνώση ως εργαλείο ερμηνείας του κόσμου και επίλυσης προβλημάτων της πραγματικής ζωής, συμβάλλοντας παράλληλα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα (Aydin-Ceran, 2021). Στο πλαίσιο αυτό, πολλές χώρες επανεξετάζουν τα Αναλυτικά Προγράμματα και τις διδακτικές πρακτικές των φυσικών επιστημών, επιδιώκοντας τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της επιστημονικής γνώσης και των βιωμένων εμπειριών των μαθητών, μέσω εκπαιδευτικών προσεγγίσεων που βασίζονται σε αυθεντικά και ρεαλιστικά μαθησιακά περιβάλλοντα (Aydin-Ceran, 2021).

1.2. Ψηφιακές Τεχνολογίες και εκπαίδευση στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην πρώιμη παιδική ηλικία προσφέρει πολλά οφέλη που επηρεάζουν σημαντικά τη μελλοντική ακαδημαϊκή επίδοση, ιδιαίτερα όταν αξιοποιούνται ψηφιακά εργαλεία, όπως φορητές συσκευές, για τη διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών (Kotsis & Tsiouri, 2023). Η εκπαίδευση δεξιοτήτων στις Ψηφιακές Τεχνολογίες ξεκινά πολύ νωρίς, από την πρώιμη παιδική ηλικία, και περιλαμβάνει ψηφιακά παιχνίδια και εφαρμογές μάθησης, συνεργατικό παιχνίδι ή δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων με ρομπότ (Weber & Greiff, 2023).

Η πρώτη έκθεση στις έννοιες των πεδίων STEM ενισχύει την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, οι οποίες είναι απαραίτητες για την επιτυχία στο σχολείο και πέρα από αυτό (Uyulan & Aslan, 2024). Η έρευνα δείχνει ότι τα παιδιά που ασχολούνται με την εκπαίδευση στα πεδία STEM από νωρίς επιδεικνύουν υψηλότερα επίπεδα επιστημονικής και οπτικής παιδείας, τα οποία είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική κατανόηση και επικοινωνία των επιστημονικών εννοιών (Ramulumo, 2024).

Αυτή η θεμελιώδης γνώση ενισχύει τις ακαδημαϊκές τους επιδόσεις σε θέματα που σχετίζονται με τα πεδία STEM και τα εξοπλίζει με τις δεξιότητες που απαιτούνται για το σύγχρονο εργατικό δυναμικό, ενώ η αξιοποίηση σύγχρονων τεχνολογιών, όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση, μπορεί να αυξήσει τόσο τη γνώση όσο και το ενδιαφέρον των μαθητών για τις Φυσικές Επιστήμες (Pantazis et al., 2021). Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην προσχολική εκπαίδευση μέσω της μάθησης με βάση το παιχνίδι και τα ψηφιακά εργαλεία μπορεί να ενισχύσει την εκτίμηση των παιδιών για τον κόσμο και να προσφέρει ουσιαστικές μαθησιακές εμπειρίες (Way et al., 2023). Η επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών στην ενσωμάτωση των πεδίων STEM είναι επίσης ζωτικής σημασίας, καθώς ενισχύει την αυτοπεποίθηση και την ικανότητά τους να παρέχουν αποτελεσματική εκπαίδευση στα πεδία STEM, επηρεάζοντας θετικά τα μαθησιακά αποτελέσματα των παιδιών (Movahedazarhouligh et al., 2023).

Παρά τις προκλήσεις, όπως η ανάγκη για προσαρμογή του προγράμματος σπουδών και η κατάρτιση των εκπαιδευτικών, τα οφέλη της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην προσχολική εκπαίδευση είναι προφανή. Προετοιμάζει τα παιδιά να σκέφτονται κριτικά και δημιουργικά, πολύτιμες δεξιότητες καθ' όλη τη διάρκεια της εκπαιδευτικής τους διαδρομής και της ζωής τους (Uyulan & Aslan, 2024).

Οι βέλτιστες πρακτικές στην εφαρμογή των δραστηριοτήτων στα πεδία STEM, όπως προσδιορίζονται σε διάφορες μελέτες, διασφαλίζουν ότι τα παιδιά αποκτούν ουσιαστικές εμπειρίες που ενισχύουν περαιτέρω τη γνωστική τους ανάπτυξη και την ακαδημαϊκή τους επίδοση (Ghazali et al.,

2024). Η ενσωμάτωση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην πρώιμη παιδική ηλικία υποστηρίζει άμεσους μαθησιακούς στόχους και θέτει ισχυρά θεμέλια για τη δια βίου μάθηση και επιτυχία σε διάφορους ακαδημαϊκούς και επαγγελματικούς τομείς. Η έρευνα δείχνει ότι η μάθηση με βάση τα πεδία STEM ενισχύει τις γνωστικές ικανότητες καθώς τα παιδιά εμπλέκονται σε δραστηριότητες που απαιτούν από αυτά να θυμούνται, να κατανοούν, να εφαρμόζουν, να αναλύουν, να αξιολογούν και να δημιουργούν, βελτιώνοντας έτσι τη συνολική τους γνωστική ανάπτυξη (Fauzan et al., 2023).

Ένα πρόγραμμα σπουδών στα πεδία STEM που βασίζεται σε προβλήματα και ενσωματώνει τη διαδικασία μηχανικού σχεδιασμού έχει αυξήσει την εμπλοκή και την επιμονή των παιδιών στις δραστηριότητες και τον αριθμό των μηχανικών συμπεριφορών που εμφανίζουν, ενώ ο σχεδιασμός κατάλληλων δραστηριοτήτων στις Φυσικές Επιστήμες από την προσχολική ηλικία ενισχύει ουσιαστικά τη μαθησιακή διαδικασία (Samara & Kotsis, 2020). Αυτή η προσέγγιση προάγει τη γνωστική ανάπτυξη και καλλιεργεί την περιέργεια και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων καθώς τα παιδιά μαθαίνουν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις μέσω δομημένων μεθόδων επίλυσης προβλημάτων.

Τα σχέδια δράσης στα πεδία STEM για το νηπιαγωγείο είναι απαραίτητα για την προώθηση της ανάπτυξης της κριτικής σκέψης στην πρώιμη παιδική ηλικία, τη βιωσιμότητα και την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτών. Η ενσωμάτωση των τάξεων του νηπιαγωγείου "Science Talks", όπως διερευνήθηκε από τους Zhang et al., δείχνει πως η συνεργατική έρευνα δράσης μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση και την ανάπτυξη των εκπαιδευτικών μέσω μιας προσέγγισης μάθησης βάσει προβλημάτων (Zhang et al., 2024). Ευθυγραμμίζεται με τα ευρήματα των Campbell και Speldewinde ότι η προσχολική εκπαίδευση στα πεδία STEM, όταν προσανατολίζεται προς τη βιωσιμότητα, μπορεί να ενδυναμώσει τα παιδιά να γίνουν ανεξάρτητοι μαθητές που ανταποκρίνονται στο περιβάλλον τους, προτείνοντας μια ολιστική προσέγγιση του νηπιαγωγείου στη συστημική εκπαίδευση στα πεδία STEM (Campbell & Speldewinde, 2022).

Κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, οι Zhang et al. αξιολόγησαν ένα υβριδικό πρόγραμμα σπουδών στα πεδία STEM που βελτίωσε σημαντικά τις δεξιότητες κριτικής σκέψης, όπως η ερμηνεία, η εξήγηση, το συμπέρασμα και η αυτορρύθμιση μεταξύ των νηπιαγωγείων, υπογραμμίζοντας την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών εργαλείων στην πρώιμη εκπαίδευση (Zhang et al., 2024).

Οι Emembolu et al. τονίζουν τη σημασία της έγκαιρης έκθεσης στις σταδιοδρομίες στα πεδία STEM, υποδεικνύοντας ότι η έρευνα δράσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση προγραμμάτων που βελτιώνουν τη γνώση και την αντίληψη των παιδιών για τα πεδία STEM, επηρεάζοντας δυνητικά τις μελλοντικές επιλογές σταδιοδρομίας τους (Emembolu et al., 2020).

Επιπλέον, η συμμετοχή των δασκάλων στη διαδικασία σχεδιασμού του προγράμματος σπουδών ενισχύει την αυτο-αποτελεσματικότητα και τις γνώσεις τους στη διδασκαλία στα πεδία STEM μεταφραζόμενη σε πιο αποτελεσματική εφαρμογή στην τάξη και σε θετικά αποτελέσματα των μαθητών (John et al., 2018). Παρά τις προκλήσεις που προάγουν τη γνωστική ανάπτυξη στην προσχολική ηλικία, οι βέλτιστες πρακτικές που εντοπίστηκαν σε προηγούμενες μελέτες παρέχουν στους εκπαιδευτικούς κατευθυντήριες γραμμές για αποτελεσματικό σχεδιασμό, εφαρμογή και αξιολόγηση δραστηριοτήτων στα πεδία STEM, διασφαλίζοντας ότι τα παιδιά αποκτούν ουσιαστικές εμπειρίες (Ghazali et al., 2024).

Συνολικά, τα σχέδια δράσης στα πεδία STEM για το νηπιαγωγείο διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση των γνωστικών ικανοτήτων και των ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων των μικρών παιδιών, προετοιμάζοντάς τα για μελλοντικές ακαδημαϊκές προκλήσεις και προκλήσεις ζωής.

Ειδικά για τα μικρά παιδιά, η εκπαίδευση στα πεδία STEM έχει σχέση με το πώς σκέφτονται και προσεγγίζουν τη γνώση στην καθημερινή τους ζωή μέσω του παιχνιδιού, της εξερεύνησης και της ενεργού συμμετοχής τους μέσω του πειραματισμού τους με διάφορα και διαφορετικά υλικά (Samara & Kotsis, 2023b; Samara & Kotsis, 2023c).

Αυτά τα σχέδια ενσωματώνουν μάθηση με βάση το παιχνίδι και διεπιστημονικές δραστηριότητες για την ενίσχυση της περιέργειας και της δημιουργικότητας μεταξύ των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Για παράδειγμα, η διδακτική παρέμβαση στον μαγνητισμό χρησιμοποιεί τα πεδία STEM για να βοηθήσει τα παιδιά να κάνουν διερευνητικές ερωτήσεις και να σχηματίσουν ερμηνείες για τον κόσμο, σε ευθυγράμμιση με το ελληνικό πρόγραμμα σπουδών για το νηπιαγωγείο (Samara & Kotsis, 2023a).

Η μελέτη των Carobianco και Rupp για τη διδασκαλία βασισμένη σε μηχανικό σχεδιασμό στις ανώτερες τάξεις υπογραμμίζει τη σημασία του σχεδιασμού και της ολοκληρωμένης εφαρμογής εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Αυτά τα προγράμματα σπουδών μπορούν να προσαρμοστούν σε μικρότερους μαθητές εστιάζοντας στον εντοπισμό προβλημάτων και στον προγραμματισμό, διασφαλίζοντας παράλληλα τη συμπερίληψη των επιστημονικών εννοιών στις εργασίες σχεδιασμού (Carobianco & Rupp, 2014).

Αυτές οι μελέτες υποδεικνύουν, επίσης, ότι τα καλά δομημένα σχέδια δράσης στα πεδία STEM στο νηπιαγωγείο μπορούν να ενισχύσουν τις γνωστικές δεξιότητες και την περιβαλλοντική συνείδηση και να θέσουν τις βάσεις για διαρκές ενδιαφέρον στους τομείς των πεδίων STEM.

Τέλος, δίνεται έμφαση στην ενσωμάτωση των πεδίων STEM μέσω του παιχνιδιού, καθώς παρέχει μεγαλύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών από την άμεση διδασκαλία. Οι μελλοντικοί δάσκαλοι εκπαιδεύονται να σχεδιάζουν σχέδια μαθημάτων που να ενσωματώνουν ευχάριστες εμπειρίες, οι οποίες είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη επιστημονικών εννοιών στο νηπιαγωγείο (Rasyid et al., 2021).

Αυτά τα σχέδια δράσης είναι κρίσιμα για τη δημιουργία γερών θεμελίων στα πεδία STEM και στην προώθηση της δια βίου μάθησης και της προσαρμοστικότητας στα μικρά παιδιά.

Μόνο λίγες ερευνητικές και αναλυτικές μελέτες υπάρχουν στη βιβλιογραφία σχετικά με την εφαρμογή διαθεματικών σχεδίων δράσης στα πεδία STEM στο νηπιαγωγείο (Samara & Kotsis, 2023a).

Πολλές έρευνες έχουν καταδείξει πως οι μαθητές μαθαίνουν αποτελεσματικότερα όταν εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας μια ποικιλία διδακτικών μεθόδων. Για το σκοπό αυτό, παρατηρείται όλο και περισσότερο η ανάγκη εμπλουτισμού της διδασκαλίας στα σχολεία και στα πανεπιστήμια με τις επιστήμη των Ψηφιακών Τεχνολογιών που προσφέρει καινούργιες μεθόδους διδασκαλίας και αναβαθμίζουν την ποιότητα της παρεχόμενης εκπαίδευσης (Bell & Fogler, 1995).

Η εκπαίδευση στις δεξιότητες Ψηφιακών Τεχνολογιών ξεκινά πολύ νωρίς, από την πρώιμη παιδική ηλικία και περιλαμβάνει ψηφιακά παιχνίδια και εφαρμογές μάθησης, συνεργατικό παιχνίδι ή δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων με ρομπότ (Weber et al., 2023).

Στην εποχή που ζούμε, οι τεχνολογικές εξελίξεις απαιτούν από τους μαθητές την κατάκτηση όχι μόνο στεγνών γνώσεων, αλλά και δεξιοτήτων απαραίτητων ως αυριανών πολιτών του 21ου αιώνα. Όλα τα επαγγέλματα απαιτούν πλέον εργαζόμενους που έχουν την ικανότητα να σκέφτονται κριτικά, να δουλεύουν ως μέλη μιας ομάδας και συγχρόνως ανεξάρτητα και να διαθέτουν δεξιότητες στα πεδία STEM (Jang, 2016). Η βαθιά, συνεχής, ποικίλη εκμάθηση είναι το κλειδί για την εκπαίδευση στα πεδία STEM.

Η πρώτη φορά που έγινε χρήση του όρου STEM ήταν από το NSF (National Science Foundation) το 1998 και χρησιμοποιήθηκε για να αποδώσει τη διασύνδεση των τομέων Φυσικών Επιστημών, των Ψηφιακών Τεχνολογιών, των Επιστημών των Μηχανικών και των Μαθηματικών, σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών με την ονομασία STEMTEC (Sireci et al., 2001).

Στο Ηνωμένο Βασίλειο, το εκπαιδευτικό πρόγραμμα «Στόχος για επιτυχία» (Treasury 2002) υποστήριξε τη σημασία της εκπαίδευσης ατόμων με δεξιότητες στα πεδία STEM και την αναγκαιότητά της στη διαμόρφωση των επαγγελματιών του μέλλοντος.

Στο National Governors Association (2007) οι Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής προώθησαν την προσέγγιση STEM και συνδύασαν τη μελλοντική εθνική ευημερία με την απόκτηση από τους μαθητές δεξιοτήτων στα πεδία STEM. Για να υλοποιηθεί ο στόχος υποστήριξαν την ύπαρξη εκπαιδευτικών ειδικοτήτων STEM για τη διδασκαλία σχετικών θεμάτων (Wang, 2012).

Στην Ευρώπη, οι χώρες που θέλουν να αναπτύξουν τον κλάδο της βιομηχανίας προσπαθούν να εντάξουν την προσέγγιση STEM στην εκπαίδευση και στα παιδαγωγικά τμήματα. Από έρευνες που διεξήχθησαν σε ευρωπαϊκούς φορείς και σε εκπαιδευτικά ερευνητικά ιδρύματα, οι δεξιότητες, οι οποίες απαιτούνται από τους απόφοιτους ταξινομήθηκαν στις παρακάτω κατηγορίες:

(<https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Skills>).

Βασικές

δεξιότητες:

- Ανάπτυξη δυνατοτήτων που διευκολύνουν τη μάθηση ή την ταχύτερη απόκτηση γνώσεων (διαδραστική μάθηση, ενεργή ακρόαση, κριτική σκέψη, στρατηγικές μάθησης, μαθηματικά, αξιολόγηση, κατανόηση ανάγνωσης, φυσική, προφορική έκφραση, γραπτή έκφραση).

- Δεξιότητες επίλυσης σύνθετων προβλημάτων: Σύνθετη επίλυση προβλημάτων - Προσδιορισμός σύνθετων προβλημάτων και επανεξέταση σχετικών πληροφοριών για την ανάπτυξη και αξιολόγηση επιλογών και εφαρμογή λύσεων.

- Κοινωνικές δεξιότητες: Ανάπτυξη δυνατοτήτων που χρησιμοποιούνται για να εργάζονται με άλλους για την επίτευξη των στόχων (συντονισμός, διατύπωση εντολών, διαπραγμάτευση, πειθώ, παροχή υπηρεσιών, κοινωνική αντίληψη).

- Τεχνικές δεξιότητες: Αναπτυγμένες ικανότητες που χρησιμοποιούνται για το σχεδιασμό, τη ρύθμιση, τη λειτουργία και τη διόρθωση δυσλειτουργιών που αφορούν μηχανήματα ή τεχνολογικά συστήματα (επιλογή και συντήρηση εξοπλισμού, προγραμματισμός, λειτουργία και έλεγχος του προγράμματος, ανάλυση, έλεγχος ποιότητας, επιδιόρθωση).

- Συστημικές δεξιότητες: Αναπτυγμένες ικανότητες που χρησιμοποιούνται για την κατανόηση, την παρακολούθηση και τη βελτίωση των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων (ανάλυση και αξιολόγηση του συστήματος, κρίση και λήψη αποφάσεων).

- Δεξιότητες διαχείρισης πόρων: Ανάπτυξη δυνατοτήτων για την αποτελεσματική κατανομή και διαχείριση των πόρων (ανθρώπινου δυναμικού, υλικών πόρων, οικονομικών πόρων και χρόνου).

Η προσέγγιση στα πεδία STEM αποτελεί μια προσέγγιση στην εκπαίδευση που σχεδιάζεται έτσι, ώστε στη διδασκαλία των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών να εισαχθούν οι επιστήμες των Τεχνολογιών και των Επιστημών των Μηχανικών. Εστιάζει στην επίλυση αυθεντικών προβληματικών καταστάσεων μέσα από μια διαθεματική προσέγγιση μέσα από έννοιες, μεθοδολογίες, εργαλεία διαφόρων επιστημονικών τομέων (κατασκευή, δημιουργία κώδικα, συνεργασία). Διδάσκει την καινοτομία και επιτρέπει στους μαθητές να εξερευνήσουν καλύτερα και σε βάθος όλα τα μαθήματα, εξασκώντας τις δεξιότητες που αποκτήθηκαν μέσω αυτής.

Στην εκπαίδευση στα πεδία STEM, οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν οι ίδιοι ανακαλύπτουν έννοιες, σχέσεις χρησιμοποιώντας τα χέρια τους και το μυαλό τους, δίνοντας στη συνέχεια την εξήγηση για την ανακάλυψη.

Οι 5 φάσεις του κύκλου διδασκαλίας, μάθησης και αξιολόγησης στα πεδία STEM είναι:

1)Ενίσχυση- Εμπλοκή: Η αφετηρία της διαδικασίας. Σύνδεση των σχετικών εμπειριών. Εμπλοκή νοητικά με την ιδέα, τη διαδικασία, την δεξιότητα που πρέπει να μάθουν.

2)Εξερεύνηση: Γίνεται ενεργή εξερεύνηση του περιβάλλοντος ή χειρισμός υλικών. Παρέχονται ίδιες εμπειρίες στα παιδιά, τα οποία αναπτύσσουν έννοιες, ιδέες και δεξιότητες.

3)Εξήγηση: Δυνατότητα έκφρασης των εννοιών που εξερεύνησαν ή επίδειξη νέων δεξιοτήτων ή συμπεριφορών. Σε αυτή τη φάση οι εκπαιδευτικοί εισάγουν επίσημους όρους και ορισμούς.

4)Επεξεργασία: Σε αυτό το σημείο εφόσον οι μαθητές έχουν κατανοήσει τις έννοιες εξασκούν δεξιότητες και συμπεριφορές. Κατανοούν βαθύτερα τις έννοιες, αποκτούν περισσότερες πληροφορίες και εξασκούν τις δεξιότητές τους.

5)Αξιολόγηση: Γίνεται και από τους μαθητές για τον εαυτό τους και από τους εκπαιδευτικούς.

Η μεθοδολογία της εκπαίδευσης στα πεδία STEM ανταποκρίνεται πλήρως στην επίτευξη αυτού του σκοπού, καθώς οι μαθητές, με τη διαμεσολάβηση καταστάσεων επίλυσης προβλήματος και με τη συνδρομή της κατάλληλης

καθοδήγησης αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη, ενθαρρύνονται να παρατηρούν, να υποθέτουν, να πειραματίζονται, να μην απογοητεύονται όταν κάνουν λάθη, να είναι δημιουργικοί, να συνεργάζονται και να κατανοούν ότι δεν υπάρχει μόνο μία και μοναδική, καθολική λύση σε ένα πρόβλημα, αλλά πολλές περισσότερες, εφόσον αυτές μπορούν να τεκμηριωθούν λογικά και μεθοδευμένα.

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM περιλαμβάνει τη διεπιστημονική ενσωμάτωση των πεδίων της επιστήμης, των Ψηφιακών Τεχνολογιών, της μηχανικής και των μαθηματικών, προωθώντας μια ολιστική και διαθεματική μάθηση που ενθαρρύνει την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων και την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Αυτή η προσέγγιση θεωρείται κρίσιμη τόσο από την έρευνα όσο και από εκπαιδευτικούς που μελετούν την ενσωμάτωση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην πράξη (Margot & Kettler, 2019).

Η μεθοδολογία της εκπαίδευσης στα πεδία STEM προσφέρει τη δυνατότητα σε παιδαγωγούς και δασκάλους να χρησιμοποιούν διδακτικές-μαθησιακές στρατηγικές βασισμένες σε προγράμματα που εμπλέκουν και τους 4 τομείς-πεδία (φυσικές επιστήμες, Ψηφιακές Τεχνολογίες, επιστήμες των μηχανικών, μαθηματικά). Η συνδρομή αυτής της μεθοδολογίας στην εκπαιδευτική συνεισφορά όλων ανεξαιρέτως των μαθητών είναι πολύ σημαντική, καθώς εγκαταλείπεται έτσι ο αποκλεισμός κάποιων μαθητών και ενθαρρύνεται η ενσωμάτωση όλων στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπλέον, η υλοποίηση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στο νηπιαγωγείο γίνεται με ευέλικτο τρόπο λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία, τα χαρακτηριστικά της σκέψης των παιδιών, τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα της ομάδας.

Από την άλλη μεριά, υπάρχει μια διαφωνία στη βιβλιογραφική ανασκόπηση για το αν τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι ικανά και έτοιμα να εκπαιδευτούν με την προσέγγιση στα πεδία STEM, καθώς θεωρούνται ότι δεν διαθέτουν ικανότητες και δεξιότητες, όπως η έκφραση των εμπειριών τους, η διατύπωση προβλέψεων και υποθέσεων, η υποβολή ερευνητικών ερωτημάτων και η διατύπωση συμπερασμάτων (Katz, 2010).

Έρευνες έχουν δείξει ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να θέτουν ερευνητικά ερωτήματα, να αιτιολογούν τις απόψεις τους και να διατυπώνουν ερμηνείες για το πώς λειτουργεί ο φυσικός, κοινωνικός και βιολογικός κόσμος γύρω τους (NSF, 2012). Επιπλέον, έχουν έμφυτη περιέργεια για διερευνήσεις, τους αρέσει να εμπλέκονται σε πειραματισμούς και να αξιοποιούν ποικίλα εργαλεία (πχ. μεγεθυντικούς φακούς), να επιλύουν προβλήματα και γρίφους, να κάνουν συγκρίσεις φαινομένων και αντικειμένων (Sharapan, 2012) και να διερευνούν γεγονότα, πρότυπα και κανόνες.

Επίσης, πολλοί ερευνητές προτείνουν η εκπαίδευση στα πεδία STEM να ξεκινά από το νηπιαγωγείο, καθώς η ενασχόληση των παιδιών προσχολικής ηλικίας με τις φυσικές επιστήμες σε συνδυασμό με άλλους τομείς όπως είναι οι Ψηφιακές Τεχνολογίες, τα ευαισθητοποιεί και τους τονώνει το ενδιαφέρον προς τις Επιστήμες (Mantzicopoulos, Samarapungavan, & Patrick, 2009). Ακόμη, είναι πολύ σημαντικό η εκπαίδευση στα πεδία STEM να ξεκινά από την προσχολική ηλικία, καθώς προσφέρει στα νήπια τις αναγκαίες δυνατότητες για την καλλιέργεια των ταλέντων τους (Chesloff, 2013).

Επιπλέον, η ανάπτυξη του εγκεφάλου στην προσχολική εκπαίδευση, που συντελείται μέσω της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, μπορεί να συνδράμει και στην μετέπειτα ανάπτυξη των παιδιών (Torres-Crespo et al, 2014, Kermani & Aldemir, 2015) και ελαχιστοποιεί τις πιθανές κακές επιδόσεις στην μετέπειτα εκπαίδευση τους, ενισχύοντας την επιτυχία εισαγωγής τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αλλά και στην μετέπειτα εργασιακή τους πορεία (Chesloff, 2013).

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι, τα παιδιά προσχολικής ηλικίας είναι έτοιμα και ικανά να ασχοληθούν με δραστηριότητες στα πεδία STEM. Επομένως θα πρέπει να εισάγονται σε προσεγγίσεις στα πεδία STEM από την πρώιμη παιδική ηλικία. Στις τάξεις παιδιών προσχολικής ηλικίας όπου διεξάγονται δραστηριότητες στα πεδία STEM, τα παιδιά οικοδομούν και οικειοποιούνται επιστημονικές και μαθηματικές έννοιες μέσω πειραματισμών και εξερεύνησης ποικίλων υλικών. Με αυτόν τον τρόπο, η εκπαίδευση στα πεδία STEM τους παρέχει μάθηση με νόημα και μπορεί να οδηγήσει σε πολύ θετικές μελλοντικές εκπαιδευτικές εμπειρίες (Mooman & Davis, 2010).

Συμπληρωματικά, η εκπαίδευση στα πεδία STEM στοχεύει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Bagiati, 2011). Τα παιδιά που αποκτούν αυτή τη δεξιότητα σε μικρή ηλικία γίνονται ενήλικες που μπορούν εύκολα να ξεπερνούν τις δυσκολίες που συναντούν (Akcapca, 2020a) και αυτό παρέχει προστιθέμενη αξία τόσο ατομικά όσο και κοινωνικά.

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM φαίνεται να είναι μια προσέγγιση που βελτιώνει τη γνώση και την εμπειρία των ατόμων (Günşen et al., 2017), τα προδιαθέτει να λύσουν προβλήματα κάνοντας διεπιστημονικές συνδέσεις για καταστάσεις που αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή (Tosmur - Bayazit et al., 2018) και ενισχύει τη δημιουργικότητά τους (Tozlu et al., 2019). Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει ότι η συμπερίληψη της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση παρέχει ισχυρά κίνητρα στους μαθητές και βελτιώνει την ταχύτητα μάθησης (Scaradozzi et al., 2015).

Έρευνα έχει δείξει ότι η συμμετοχή των μαθητών σε δραστηριότητες ενεργητικής και ενσωματωμένης μάθησης μπορεί να έχει θετική επίδραση στην αυτοαποτελεσματικότητα των μαθητών σε θέματα επιστήμης και των πεδίων STEM (Ballen et al., 2017).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η εκπαίδευση στα πεδία STEM είναι σπόρος για την καλλιέργεια κριτικά σκεπτόμενων πολιτών για ένα ψηφιακό αύριο και φαίνεται πως η πρώιμη παιδική ηλικία αποτελεί τον τέλειο «χρόνο σποράς» (McClure et al., 2017). Τα παιδιά γεννιούνται επιστήμονες και κάθε παιδί αναρωτιέται για τα αντικείμενα που το περιβάλλουν και για τα γεγονότα που συνέβησαν (Aktürk, 2019; Alan, 2020).

Οι Ψηφιακές Τεχνολογίες αναδεικνύονται ως σημαντικό εργαλείο στην εκπαίδευση στα πεδία STEM στο προσχολικό επίπεδο. Οι Aronin και Floyd (2013) δήλωσαν ότι υπάρχουν υποστηρικτικές εφαρμογές tablet που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση στα πεδία STEM σχετικά με τα πεδία της Φυσικής, της Μηχανικής και των Μαθηματικών.

Σε μια μελέτη που διεξήχθη από τους Alade et al. το 2016, αποκαλύφθηκε ότι η χρήση tablet στο πλαίσιο παιχνιδιών και η προβολή βίντεο είχε θετικά αποτελέσματα στην απόκτηση επιστημονικών εννοιών από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας. Ενώ η επιστήμη μάς δίνει τη δυνατότητα να

κατανοήσουμε τον έξω κόσμο, το πεδίο της Μηχανικής χρησιμεύει στην αλλαγή του έξω κόσμου σύμφωνα με τις ανάγκες μας.

Επομένως, η Φυσική και η Μηχανική φαίνονται ως μία αδιαχώριστη ενότητα (Dilek et al., 2020). Σε έρευνα που διεξήγαγε ο Başaran (2018), προσδιορίστηκε ότι οι δραστηριότητες στα πεδία STEM είχαν μόνιμη θετική επίδραση στα παιδιά προσχολικής ηλικίας στις δεξιότητες Μηχανικής και σχεδιασμού προϊόντων. Επιπλέον, ο DeJarnette (2018) δήλωσε ότι απλές δεξιότητες Μηχανικής μπορούν να αποκτηθούν αποτελεσματικά στην προσχολική ηλικία μέσω των δραστηριοτήτων στα πεδία STEM, και είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη το περιβάλλον ως τον τρίτο δάσκαλο με την έννοια της προμήθειας υλικού και του φυσικού εξοπλισμού.

Η διδασκαλία θεμάτων από τους τομείς των θετικών επιστημών είναι ιδιαίτερα σημαντική στην προσχολική ηλικία, καθώς η καλλιέργεια της περιέργειας των παιδιών για την εξερεύνηση του κόσμου γύρω τους μπορεί να θέσει τις θεμελιώδεις βάσεις για τη μετέπειτα εξέλιξη της μάθησής τους στους τομείς αυτούς (Fragkiadaki et al., 2021). Όπως η Φυσική, έτσι και τα μαθηματικά είναι, επίσης, ένα κρίσιμο σημείο της καθημερινής ζωής των παιδιών προσχολικής ηλικίας. Για παράδειγμα, τα παιδιά μπορούν να παρατηρήσουν το μέγεθος και το σχήμα ενός αντικειμένου που εξετάζουν ή να κάνουν μια σύγκριση με ένα άλλο αντικείμενο με όρους των χαρακτηριστικών του (Ültay & Aktaş, 2020).

Μελέτες για την εκπαίδευση στα πεδία STEM στην προσχολική ηλικία υποδηλώνουν ότι οι μαθηματικοί όροι και έννοιες μπορούν να ενσωματώνονται εύκολα σε εφαρμογές tablet (Aronin & Floyd, 2013), στην ανάγνωση ιστοριών (Kalogiannakis et al., 2018) ή σε δραστηριότητες σχεδιασμού προϊόντων (Torres - Crespo et al., 2014). Ταυτόχρονα, τα μαθηματικά αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν ως η φυσική φάση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Με άλλα λόγια, μαθηματικές συζητήσεις μπορούν να ακουστούν από τα παιδιά σε κάθε υποστάδιο ή οι μαθηματικές έννοιες μπορούν να συμπεριληφθούν στις προσχεδιασμένες δραστηριότητες από τον δάσκαλο με έναν αυτοσχέδιο τρόπο.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM πραγματοποιείται στο πλαίσιο της Φυσικής και ότι οι έννοιες είναι αφηρημένες, τα εικονογραφημένα παραμύθια (story books) αποτελούν μια από τις αποτελεσματικές μεθόδους με τις οποίες τα παιδιά προσχολικής ηλικίας μπορούν να ενσαρκώσουν αφηρημένες έννοιες. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η μάθηση γίνεται πιο μόνιμη όταν δραστηριότητες όπως π.χ. η ανάγνωση ιστορίας και το σχέδιο συνδυάζονται (Hu et al., 2020). Επίσης, οι δραστηριότητες στα πεδία STEM βελτιώνουν τις σχολικές επιδόσεις των παιδιών της προσχολικής ηλικίας, αφού συμβάλλουν στην καλύτερη και αποτελεσματικότερη κατανόηση των μαθηματικών, των φυσικών επιστημών και των Ψηφιακών τεχνολογιών, με ιδιαίτερη έμφαση στην εισαγωγή της μηχανικής, της κωδικοποίησης και της εκπαιδευτικής ρομποτικής από τα παιδιά (Cambell & Speldewinde, 2022).

Μια άλλη διαδεδομένη τεχνική που έχει κερδίσει το ενδιαφέρον και την προσοχή των δασκάλων και των μαθητών σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης είναι το gamification (παιχνιδοποίηση). Η παιχνιδοποίηση συνδυάζει μηχανισμούς και στοιχεία παιχνιδιών, ενισχύοντας τη μάθηση, τα κίνητρα και το ενδιαφέρον των μαθητών σε διάφορους εκπαιδευτικούς τομείς, όπως τα μαθηματικά και οι επιστήμες, μαθησιακές περιοχές που δυσκολεύουν τόσο τους εκπαιδευτικούς, όσο και τους μαθητές τους και απαιτούν περισσότερο χρόνο προετοιμασίας από την πλευρά των δασκάλων, κάτι που αποτελεί ανατρεπτικό παράγοντα στον χρόνο ενασχόλησής των εκπαιδευτικών προσχολικής αγωγής, κυρίως, κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς (Ξεζωνάκη κ.α., 2022).

1.3. Αναλυτικά Προγράμματα και πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα και στο Εξωτερικό

Στο εξωτερικό, έχουν δημιουργηθεί αναλυτικά προγράμματα που προωθούν την εκπαίδευση στα πεδία STEM στην προσχολική ηλικία και στο Δημοτικό Σχολείο.

Αναφορικά με την προσχολική εκπαίδευση, ένα από τα διαθέσιμα εργαλεία είναι το «Collections: A STEM-Focused Curriculum», το οποίο απευθύνεται αποκλειστικά στο νηπιαγωγείο και παρέχει αναλυτικές οδηγίες στους εκπαιδευτικούς για την υλοποίηση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM (Bardige & Russell, 2014). Έχουν δημιουργηθεί και άλλα αναλυτικά προγράμματα που στοχεύουν κυρίως στην εισαγωγή της Μηχανικής, όπου γίνεται ένας συνδυασμός των τεχνολογικών μέσων με τις γνώσεις που έχουν τα παιδιά από τις Φυσικές επιστήμες και τα Μαθηματικά (Bagiati & Evangelou, 2016).

Σύμφωνα με τους επιστήμονες, για την προώθηση και ενίσχυση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην προσχολική εκπαίδευση, ιδιαίτερα σημαντική είναι η εκπαιδευτική ρομποτική, διότι με αυτήν και με τον προγραμματισμό, δίνονται περισσότερες ευκαιρίες στους μαθητές να συνεργαστούν προκειμένου να βρουν από κοινού λύση σε ένα περίπλοκο πρόβλημα (Sullivan & Bers, 2016).

Στην Ελλάδα, η εκπαίδευση στα πεδία STEM μπορεί να επιτευχθεί στην προσχολική εκπαίδευση. Στο ελληνικό Νηπιαγωγείο δίνεται έμφαση στην διαθεματικότητα, τις δεξιότητες και την εξάσκησή τους.

Στο Νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα για το νηπιαγωγείο, δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην επικοινωνία, στην δημιουργική σκέψη, στην προσωπική ταυτότητα και αυτονομία, και στις κοινωνικές ικανότητες (ΙΕΠ, 2023,). Στο πρόγραμμα σπουδών του Νηπιαγωγείου στην Ελλάδα, χωρίς να γίνονται άμεσα αναφορές αλλά έμμεσα, δεν φαίνεται να διαφέρει κατά πολύ στην φιλοσοφία της εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Η ελευθερία που προσφέρει στους εκπαιδευτικούς το ελληνικό αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών είναι κάτι που επίσης εναρμονίζεται με την εκπαίδευση στα πεδία STEM (Ioannou & Bratitsis, 2017).

Όμως ιδιαίτερη βαρύτητα στην επίτευξη της προσπάθειας εισαγωγής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην προσχολική αγωγή, έχουν τόσο ο βαθμός ετοιμότητας των εκπαιδευτικών στην εφαρμογή της, όσο και η διάθεσή τους να την εφαρμόσουν ή να συμμετάσχουν σε επιμορφωτικές δράσεις που αφορούν την εκπαίδευση στα πεδία STEM ή την εκπαιδευτική ρομποτική.

Στην Ελλάδα διδάσκεται η εκπαιδευτική ρομποτική ήδη από το Νηπιαγωγείο, μέσω της υλοποίησης των υποχρεωτικών εργαστηρίων δεξιοτήτων που αφορούν τα πεδία STEM, αλλά και με την εισαγωγή της Beebot στα διάφορα γνωστικά αντικείμενα. Ακολούθως, η εκπαιδευτική ρομποτική διδάσκεται στα πλαίσια του μαθήματος «Ψηφιακές Τεχνολογίες» στις τάξεις της Ε' και Στ' Δημοτικού. Οι δράσεις της εκπαιδευτικής ρομποτικής που προβλέπονται από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο στα πλαίσια της δράσης «Νέο Σχολείο», προβλέπουν την μύηση των μαθητών και την απόκτηση δεξιοτήτων χειρισμού για την εκτέλεση διάφορων ενεργειών των εξής προγραμματιστικών περιβαλλόντων: Easy Logo, Scratch, BYOB, Microworlds Pro, Kodu, Game Maker, K-Turtle, Turtle Art, Open Star logo, όπως και Εκπαιδευτική Ρομποτική, Προσομοιώσεις Αλγορίθμων, Java applets και Flash animations.

Οι στόχοι της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ικανοτήτων των μαθητών να σχεδιάζουν και να οργανώνουν την εργασία τους, να αναγνωρίζουν τα μέσα και τα εργαλεία του περιβάλλοντος της εκπαιδευτικής ρομποτικής, να αναλαμβάνουν ρόλους, να χρησιμοποιούν το ρομπότ, καθώς και να σχεδιάζουν, υλοποιούν, ελέγχουν και βελτιώνουν απλούς και σύνθετους αλγόριθμους καθοδήγησης του ρομπότ. Οι μαθητές αναμένεται επίσης να αποκτήσουν δεξιότητες προγραμματισμού και να υλοποιούν σχέδια εργασίας (Πρόγραμμα Σπουδών για τις Ψηφιακές Τεχνολογίες στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, 2020).

1.4. Πακέτα για τα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Η εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία κρίνεται σημαντική για πολλούς λόγους, που αφορούν τον ίδιο το μαθητή. Η κύρια αιτία της έμφασης που αποδίδεται στην εκπαιδευτική ρομποτική, αφορά στο γεγονός ότι αφηρημένες ιδέες και σενάρια λαμβάνουν συγκεκριμένη υπόσταση, καθώς οι μαθητές παρατηρούν αυτόματα τις επιδράσεις στις

κατασκευές τους, μέσω των προγραμματιστικών εντολών που χρησιμοποιούν (Kazakoff et al, 2012).

Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνα των Mosley, Ardito και Scollins (2016), που διεξήχθη σε μια επαρχιακή πόλη της Νέας Υόρκης και περιλάμβανε μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης, οι ομάδες που διδάχθηκαν μέσω δραστηριοτήτων ρομποτικής παρουσίασαν καλύτερες μαθησιακές επιδόσεις και αυξημένες δεξιότητες ομαδικής εργασίας (Mosley et al., 2016).

Τα παιδιά από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους και μετέπειτα αποκτούν διάφορες δεξιότητες κατασκευάζοντας, σχεδιάζοντας και δημιουργώντας. Στην παραδοχή αυτή βασίστηκε και η εκπαιδευτική ρομποτική προκειμένου να εφαρμοστεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης και ν' αποτελέσει για το μαθητή μια ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική δραστηριότητα, η οποία τον εντάσσει στη δράση. Ο τρόπος με τον οποίο θα ενσωματωθεί επιτυγχάνεται εύκολα, ανάλογα με τα ενδιαφέροντα της τάξης και τη θεματολογία των μαθημάτων, όπως η δημιουργία «εφευρέσεων», η κατασκευή ενός περιβαλλοντολογικού φαινομένου κ.α., (Cejka et al, 2006).

Επίσης, υποβοηθά στη διδασκαλία διάφορων εννοιών, οι οποίες – τις περισσότερες φορές - δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές από τους διδασκόμενους και κυρίως προέρχονται από τις Φυσικές/ Θετικές Επιστήμες, αλλά και από άλλα γνωστικά αντικείμενα. Πιο αναλυτικά:

- Στη Φυσική για τη μελέτη και κατανόηση φυσικών φαινομένων και εννοιών. Ενδεικτική είναι η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού πακέτου Lego Mindstorms για τη διδασκαλία ορισμένων βασικών αρχών που σχετίζονται με τη θερμότητα, την τήξη-πήξη κ.α.
- Στα Μαθηματικά και τη Γεωμετρία για την καλύτερη εκμάθηση των αναλογιών, αποστάσεων και την κατανόηση γεωμετρικών ιδιοτήτων, όπως η περίμετρος, το εμβαδό κ.α. Η δυναμική αναπαράσταση μαθηματικών εννοιών και φαινομένων υποβοηθά στην πληρέστερη κατανόησή τους, (Alfieri et al., 2015).
- Στην Πληροφορική. Οι Καγκάνη, Δαγδιλέλη, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδη (2005) πρότειναν μια εναλλακτική προσέγγιση της διδασκαλίας των βασικών αρχών του προγραμματισμού, η οποία βασίζεται στη χρήση φυσικών μοντέλων,

όπως το Lego Mindstorms RCX, και την εφαρμογή εννοιών και ιδεών από την πλευρά των μαθητών, με σκοπό την επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

- Στη Μηχανική για την κατασκευή, τον έλεγχο και την αξιολόγηση μηχανικών λύσεων.

- Στις Ψηφιακές Τεχνολογίες για την παρατήρηση και εκμάθηση διάφορων τεχνολογικών επιτευγμάτων.

- Στην Ιστορία για την απόκτηση γνώσεων για τα εκάστοτε τεχνολογικά εργαλεία που χρησιμοποιούσαν εκείνη την εποχή, αξιολογώντας παράλληλα και το έργο ή την προσωπικότητα προγενέστερων ιστορικών μορφών και προσωπικοτήτων.

- Στη διδασκαλία γλωσσικών μαθημάτων, εφόσον δύναται να ενισχύσει την εκφραστικότητα, επιχειρηματικότητα και τις λεξιλογικές δεξιότητες των μαθητών μέσω της επεξήγησης που παρέχουν μετά το πέρας των εργασιών τους.

- Στην ανάπτυξη διαθεματικών εργασιών ή μαθημάτων, καθώς η ρομποτική είναι κατάλληλη για την ταυτόχρονη διδασκαλία αρκετών γνωστικών αντικειμένων, όπως η Φυσική, τα Μαθηματικά, η Πληροφορική, αλλά και το θέατρο, η λογοτεχνία, οι τέχνες, η Ιστορία κ.α.

Με τον όρο «διαθεματικότητα» ή «διαθεματική διδασκαλία» εννοείται μία σειρά από εκπαιδευτικές προσεγγίσεις που επιχειρούν την «ενιαιοποίηση» της σχολικής γνώσης. Η διαθεματική προσέγγιση της γνώσης υποστηρίζει την αρχή της συμπληρωματικότητας στην εκπαίδευση, σύμφωνα με την οποία οι οπτικές γωνίες από τις οποίες κάθε διδακτικό αντικείμενο βλέπει το ίδιο σύστημα δεν είναι εξολοκλήρου ούτε ανεξάρτητες ούτε συμβατές μεταξύ τους (Μπαράς, 2013).

Ωστόσο, πέρα από το γνωστικό τομέα και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, η εκπαιδευτική ρομποτική δύναται να συνεισφέρει αποτελεσματικά και σε άλλους τομείς, όπως ο συναισθηματικός (αυτοεκτίμηση, αυτοπεποίθηση, διάθεση) και ο κοινωνικός (κοινωνικοποίηση, αίσθημα ομαδικότητας). Ο εκπαιδευτικός, πλέον, έχει τη δυνατότητα να πετύχει την ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων, χρήσιμων για κάθε πολίτη του 21ου αιώνα, όπως η συνεργασία, η επίλυση προβλημάτων, η

καινοτομία, οι προγραμματιστικές και επικοινωνιακές δεξιότητες και η κριτική σκέψη.

Ακόμη, είναι εμφανές πως η ραγδαία ανάπτυξη των Ψηφιακών Τεχνολογιών, έχει δημιουργήσει μια πληθώρα σύγχρονων μαθησιακών εργαλείων για τον εκπαιδευτικό, ώστε να παρέχει ένα πιο ελκυστικό, ενδιαφέρον και ανανεωμένο μάθημα. Οι μαθητές -στις μέρες μας- θεωρούν δεδομένη και αυτονόητη την πρόσβασή τους σε οποιαδήποτε πληροφορία μέσω του υπολογιστή, του κινητού τηλεφώνου ή του tablet. Όλη αυτή η κατάσταση έρχεται σε αντίθεση με την πραγματικότητα του σχολείου, όπου η προσέγγιση της γνώσης αντιμετωπίζεται ακόμη περισσότερο «παραδοσιακά», μέσω του βιβλίου. Αυτό, δε συνεπάγεται πως η βασική γνώση που οφείλεται να διδαχθεί απέχει πολύ από την παλαιότερη, αλλά ότι θα ήταν θεμιτό να συμβαδίζει περισσότερο το εκπαιδευτικό με το καθημερινό περιβάλλον των παιδιών.

Τέλος, πέρα από τις θετικές συνέπειες που επιφέρει η εισαγωγή της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τους μαθητές, επισημαίνεται εξοικείωση των εκπαιδευτικών με διαφορετικές παιδαγωγικές προσεγγίσεις και μεθόδους, δημιουργία πρωτοποριακών συνεργασιών ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς (υπεύθυνους για τη δημιουργία του αναλυτικού προγράμματος), μηχανικούς και δασκάλους, ανανεωμένα σχολικά προγράμματα βασισμένα στη χρήση των Ψηφιακών Τεχνολογιών καθώς και στη διευκόλυνση των ατόμων με ειδικές ανάγκες (Sullivan & Bers, 2016).

1.5. Μοντέλα Διδασκαλίας για τη Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών στα πεδία STEM

1.5.1. Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτική ρομποτική

Ο κονστрукτιβισμός αποτελεί σήμερα ένα από τα κύρια πρότυπα στη μελέτη σύγχρονου παιδαγωγικού λογισμικού. Επιδίωξή του είναι να προσφέρει διδακτικές δράσεις υποκείμενες σε μεθόδους επίλυσης διδακτικών δραστηριοτήτων με σκοπό τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ σχολείου και εξωσχολικών δραστηριοτήτων. Θέματα όπως ο ρόλος του

εκπαιδευόμενου και του δασκάλου, η γνώση και οι δεξιότητες που αποκτούν οι εκπαιδευόμενοι, ο τρόπος που κατανοείται η γνώση, εκφράζονται στον κονστρουκτιβισμό τελείως διαφορετικά από ό,τι στον συμπεριφορισμό ή τον αντικειμενισμό. Το αν η γνώση αποκτάται σαν αντανάκλαση του περιβάλλοντος, ή αν αποτελεί ατομική δημιουργία και αποκτάται μέσα από την αλληλεπίδραση με τους άλλους ανθρώπους και τα κείμενα, έχει επιπτώσεις στον τρόπο μάθησης και επομένως στις στρατηγικές διδασκαλίας. Ο στόχος της διδασκαλίας σύμφωνα με την κονστρουκτιβιστική οπτική δεν είναι τόσο η μετάδοση της πληροφορίας, όσο η ενθάρρυνση του εκπαιδευόμενου να δημιουργήσει τη γνώση και να αναπτύξει τις μεταγνωστικές διαδικασίες της αξιολόγησης, οργάνωσης και απόκτησης της νέας πληροφορίας, (Κορομπίλη & Τόγια, 2015).

Οι πρωταρχικές μέθοδοι για τον σχεδιασμό μαθησιακών περιβαλλόντων κάνοντας χρήση της ρομποτικής και της κονστρουκτιβιστικής θεωρίας, είναι:

- η προσφορά εμπειριών σχετικών με τη δημιουργία της γνώσης
- η προσφορά εμπειριών διαφόρων δυνατοτήτων
- η εισαγωγή της γνώσης και της μάθησης σε πραγματικά περιβάλλοντα
- η σταθεροποίηση της γνώσης μέσω κοινωνικής αλληλεπίδρασης
- η παρότρυνση για χρησιμοποίηση διαφόρων ειδών αναπαράστασης
- η παρότρυνση στην αυτό συναίσθηση κατά τη λειτουργία παραγωγής των γνώσεων.

Από τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι η εκπαιδευτική ρομποτική κατά κύριο λόγο πηγάζει από:

- τη θεωρία οικοδομισμού του Piaget, όπου υποστηρίζεται ότι η μάθηση δεν μεταφέρεται, αλλά είναι μια ενεργή διαδικασία παραγωγής της γνώσης βασιζόμενη σε καθημερινές εμπειρικές δραστηριότητες, (Κουτσούκος & Σμυρναίου, 2007).
- την κονστραξιονιστική διδακτική τακτική του Papert, σύμφωνα με την οποία η παραγωγή νέας γνώσης συμβαίνει αποτελεσματικότερα μόλις οι διδασκόμενοι ασχοληθούν με την έμπρακτη και χειροπιαστή κατασκευή έργου το οποίο θα έχει χειροπιαστή αξία προς εκείνους. Το μέλημα του κονστραξιονισμού δεν είναι άλλο από το να προσφέρει στους μαθητές την

αντίστοιχη ανατροφοδότηση ώστε να τους ωθήσει με τα εσωτερικά τους κίνητρα να αυτοδιδασχθούν και να μάθουν πιο αποτελεσματικά σε σχέση με πριν (Papert, 1980).

- την κοινωνικο - εποικοδομητική (social - constructivist) θεωρία του Vygotsky, όπου οι μαθητές μόλις ασχοληθούν με μία κατασκευαστική διαδικασία θα αποκτήσουν τον τρόπο του να γνωρίσουν νέες σχολικές έννοιες της διδακτέας -και όχι μόνο- ύλης.

1.5.2. Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Εκπαίδευση

Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας προκύπτει ότι η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί έναν ανερχόμενο κλάδο που έχει τη δυνατότητα να επηρεάζει σημαντικά τη φύση της επιστημονικής και τεχνολογικής εκπαίδευσης σε όλα τα επίπεδα, από το νηπιαγωγείο έως το πανεπιστήμιο. Σε ό, τι αφορά το νηπιαγωγείο, έρευνα έχει δείξει ότι μέσω της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής τα νήπια μπόρεσαν να προσεγγίσουν υψηλότερα επίπεδα υπολογιστικής σκέψης (Bers et al, 2014).

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική έχει αναδειχθεί ως ένα μοναδικό εργαλείο μάθησης που μπορεί να προσφέρει πρακτικές και διασκεδαστικές δραστηριότητες σε ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον προκαλώντας στους μαθητές ενδιαφέρον και περιέργεια (Eguchi, 2010).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού στην Εκπαιδευτική Ρομποτική είναι να προσφέρει στα παιδιά ευκαιρίες να συμμετέχουν σε πρακτικές εξερευνήσεις και να τους παρέχει εργαλεία προκειμένου να προβούν στην οικοδόμηση της γνώσης στο σχολικό περιβάλλον. Η Εκπαιδευτική Ρομποτική δημιουργεί ένα μαθησιακό περιβάλλον στο οποίο τα παιδιά μπορούν να αλληλοεπιδράσουν με το περιβάλλον τους και να εργαστούν πάνω σε πραγματικά προβλήματα.

Έρευνες έχουν δείξει ότι η Εκπαιδευτική Ρομποτική αναφέρει ότι η ρομποτική έχει πιθανό αντίκτυπο στη μάθηση του μαθητή σε διαφορετικούς τομείς (Φυσική, Μαθηματικά, Μηχανική, Πληροφορική κ.α.), όπως και στην προσωπική του ανάπτυξη, αναφορικά με την ανάπτυξη των γνωστικών, μετα-

γνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως: ερευνητικές δεξιότητες, δημιουργική σκέψη, λήψη αποφάσεων, επίλυση προβλημάτων, επικοινωνιακές και ομαδοσυνεργατικές δεξιότητες, οι οποίες αποτελούν βασικές δεξιότητες που είναι απαραίτητες στον χώρο εργασίας του 21ου αιώνα (Eguchi, 2010; Benitti, 2012).

Στη βιβλιογραφία αναφέρονται τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις για την Εκπαιδευτική Ρομποτική (Eguchi, 2010):

- Θεματική Προσέγγιση του Προγράμματος Σπουδών: οι περιοχές του προγράμματος σπουδών είναι ενσωματωμένες γύρω από ένα ειδικό θέμα για μάθηση και μελέτη, κυρίως μέσω της έρευνας και της επικοινωνίας (Detsikas & Alimisis, 2011).
- Προσέγγιση βάσει του τρόπου εργασίας των παιδιών: οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες για να εξερευνήσουν προβλήματα του πραγματικού κόσμου.
- Στοχευμένη Προσέγγιση: τα παιδιά ανταγωνίζονται συμμετέχοντας στα τουρνουά ρομποτικής που λαμβάνουν χώρα κυρίως εκτός σχολείου, όπως τα FIRST Lego League (<http://www.firstlegoleague.org>), Robo Cup Junior (<http://www.robocupjunior.org>), Trophée de robotique στη Γαλλία (<http://www.planete-sciences.org/robot>), Παγκόσμια Ολυμπιάδα ρομποτικής στην Ελλάδα (<http://wrohellas.gr>) κ.α. Ταυτόχρονα υπάρχει ένας αυξανόμενος αριθμός δράσεων και εκδηλώσεων στην Ευρώπη που μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε θεματικά εργαστήρια (π.χ. «Διδακτική Ρομποτική - Διδασκαλία με Ρομποτική»), περιφερειακά συνέδρια (π.χ. «Ρομποτική στην Εκπαίδευση», www.rie2013.eu), περιφερειακά ή εθνικά τουρνουά, εκπαιδευτικά μαθήματα για εκπαιδευτικούς όπως τα TERECoP (www.terecop.eu), Roberta Teacher Training (www.iais.fraunhofer.de/robertateacher-training.html), τοπικά ή περιφερειακά δίκτυα, π.χ. Robot @ scuola στην Ιταλία (www.scuoladirobotica.it/en/RobotAtScuola/index.html), CENTROBOT στην Αυστρία και Σλοβακία (<http://www.centrobot.eu>) κ.α.

Από την άλλη πλευρά, δεν υπάρχει συστηματική εισαγωγή ρομποτικής στα σχολικά προγράμματα των ευρωπαϊκών σχολείων. Ωστόσο, δημιουργήθηκε

μια πληθώρα κατασκευαστικών ρομποτικών εργαλείων στη δεκαετία του 2000 με βελτιωμένα και φιλικότερα σχεδιαστικά περιβάλλοντα (LEGO Mindstorms NXT, Arduino, Crickets κ.α.), τα οποία έχουν προετοιμάσει το έδαφος για τη δημοτικότητα της ρομποτικής μεταξύ των μαθητών όλων των ηλικιών.

Οι προσπάθειες εισαγωγής της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στα σχολεία, κατά την τελευταία δεκαετία, έχουν δείξει ότι τα παιδιά συμμετέχουν με ενθουσιασμό σε προγράμματα ρομποτικής που στοχεύουν στην επίτευξη μαθησιακών στόχων και/ή στην ανάπτυξη νέων δεξιοτήτων (π.χ. Detsikas & Alimisis, 2011).

1.5.3. Μέθοδοι εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM

1.5.3.1. Μέθοδος Project

Η μέθοδος αυτή είναι πολύ δημοφιλής στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Η μέθοδος Project αποτελεί μια ομαδική διαδικασία μάθησης, όπου συμμετέχει ενεργά, ρυθμιστικά και αποφασιστικά όλη η ομάδα (Frey, 1991). Σύμφωνα με τους Χρυσάφιδη και Κουτσοβάνου (2002), η μέθοδος Project είναι ένα πλέγμα διδακτικών διαδικασιών που έχουν ως αφορμή βιωματικές καταστάσεις, ενώ ο Ματσαγγούρας, ορίζει τα Projects ως «συλλογικά, διεπιστημονικά, διαθεματικά σχέδια εργασίας πολλαπλής νοημοσύνης» (Ματσαγγούρας, 2003).

Με τη χρήση της μεθόδου Project οι μαθητές αυτενεργώντας προβαίνουν στην υλοποίηση «σύνθετων σχεδίων εργασίας, αναπτύσσοντας έτσι την κριτική τους σκέψη και τις συνεργατικές τους δεξιότητες» αλληλεπιδρώντας με τους συμμαθητές τους, με τον δάσκαλο τους αλλά και με τον κοινωνικό περίγυρο τους (Ματσαγγούρας, 2003).

Η διαδικασία της μεθόδου χωρίζεται σε τέσσερις φάσεις, ξεκινώντας με μια οπτική χρονικής διαβάθμισης και το χαρακτηρισμό των αρχικών, μεσαίων και τελικών φάσεων στη ζωή ενός Project (Katz, & Chard, 2004). Οι τέσσερις αυτές φάσεις είναι οι εξής:

1. Προβληματισμός

2. Προγραμματισμός των διδακτικών δραστηριοτήτων
3. Διεξαγωγή των δραστηριοτήτων
4. Αξιολόγηση

Ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι δεσμευτικός αλλά είναι απαραίτητος για μια παρουσίαση της δραστηριότητας με πιο συστηματικό τρόπο.

1.5.3.2. Επίλυση προβλήματος

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία (LaForce et al., 2017) η μέθοδος της επίλυσης προβλήματος συντελεί στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών προς τους τομείς της εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Επίσης, οι μαθητές αναπτύσσουν την δημιουργικότητά τους, την κριτική τους ικανότητα, τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, ενώ ταυτόχρονα μαθαίνουν να συνεργάζονται και βελτιώνουν τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες. Επιπλέον, ενισχύεται η αυτοπεποίθηση των μαθητών αναφορικά με τους τομείς της στα πεδία STEM και αυξάνεται η πιθανότητα να ασχοληθούν με τους τομείς αυτούς μελλοντικά.

1.5.3.3. Διερευνητική μέθοδος

Η εφαρμογή της διερευνητικής μεθόδου ενισχύει το ενδιαφέρον των παιδιών για την ενασχόλησή τους με τις επιστήμες (Zakariah et al., 2016). Η διερευνητική μέθοδος είναι κατάλληλη για την εκπαίδευση στα πεδία STEM (Crippen & Archambault, 2012), καθώς οι μαθητές ακολουθούν μια σειρά βημάτων για την συλλογή στοιχείων προκειμένου να βρουν τις απαντήσεις που χρειάζονται για ένα πρόβλημα της καθημερινότητάς τους, που τα ενδιαφέρει. Έπεται, η ανάλυση των στοιχείων αυτών και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων της έρευνάς τους με τη μορφή διάφορων αναπαραστάσεων, όπως πινάκων, διαγραμμάτων, κ.α. Ακολουθεί η αξιολόγηση της προσπάθειάς τους και η εμπειριστατωμένη παρουσίαση των ευρημάτων τους.

1.5.3.4. Διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού

Η διαδικασία Μηχανικού Σχεδιασμού περιλαμβάνει την κατασκευή ενός τελικού προϊόντος που προκύπτει από την αξιοποίηση των γνώσεων των παιδιών στα Μαθηματικά και στην Μηχανική, με σκοπό την συμμετοχή τους κυρίως στην όλη διαδικασία (Mann et al, 2011), στην αναζήτηση πιθανών λύσεων και όχι τόσο στην επιτυχή κατασκευή του προϊόντος.

1.6. Εφαρμογές της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση σε Διεθνές Επίπεδο

Εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση σε Διεθνές Επίπεδο αναφέρονται παρακάτω:

1. WRO (World Robot Olympiad) <https://wro-association.org/>. Είναι ένας διεθνής εκπαιδευτικός οργανισμός Ρομποτικής για μαθητές ηλικίας 6-19 ετών. Διοργανώνεται από τη World Robot Olympiad Association, που ιδρύθηκε το 2004 και σκοπός της είναι να φέρει σε επαφή νέους ανθρώπους από όλον τον κόσμο για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων της δημιουργικότητας, του σχεδιασμού και της επίλυσης προβλημάτων μέσω διαγωνισμών και δραστηριοτήτων με εκπαιδευτικά ρομπότ. Οι ομάδες στον διαγωνισμό αποτελούνται από δύο ή τρεις μαθητές και από έναν εκπαιδευτή. Οι ομάδες μπορούν να συμμετάσχουν σε τρεις κατηγορίες:

a. Στην Regular κατηγορία, όπου οι ομάδες κατασκευάζουν ένα ρομπότ, που λύνει ασκήσεις του τύπου μεταφορά αντικειμένων, ταξινόμηση αντικειμένων κατά μέγεθος ή κατά χρώμα, κ.α. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει τρεις διαφορετικές ηλικιακές ομάδες: την Elementary (6-12 ετών), τη Junior (13-15 ετών) και τη Senior (16-19 ετών).

b. Την Open κατηγορία που είναι προσανατολισμένη στην έρευνα: οι ομάδες αναπτύσσουν ένα ρομποτικό μοντέλο που προσφέρει μια λύση σε ένα πρόβλημα από τον πραγματικό κόσμο που αφορά το ετήσιο θέμα του διαγωνισμού.

c. Την Football κατηγορία όπου οι ομάδες συναγωνίζονται η μία την άλλη σε αγώνες ποδοσφαίρου. Μια υπέρυθρη μπάλα χρησιμοποιείται που μπορεί

να ανιχνευτεί από τα ρομπότ με τη χρήση ενός υπέρυθρου αισθητήρα (Pöhner, 2021).

2. FIRST Lego League <http://www.firstlegoleague.org>

Το FIRST® LEGO® League εισαγάγει την επιστήμη, τις Ψηφιακές Τεχνολογίες, τη μηχανική και τα μαθηματικά (πεδία STEM) σε παιδιά ηλικίας 4-16 ετών μέσω διασκεδαστικής, συναρπαστικής πρακτικής μάθησης. Οι συμμετέχοντες αποκτούν πραγματική εμπειρία επίλυσης προβλημάτων μέσω ενός καθοδηγούμενου, παγκόσμιου προγράμματος ρομποτικής, βοηθώντας τους σημερινούς μαθητές και δασκάλους να οικοδομήσουν ένα καλύτερο μέλλον μαζί.

Τα τρία ηλικιακά τμήματα (4-6 ετών, 6-10 ετών, 9-16 ετών) εμπνέουν τα παιδιά και τους νέους να πειραματιστούν και να αναπτύξουν τις δεξιότητες κριτικής σκέψης, κωδικοποίησης και σχεδίασης μέσω της πρακτικής μάθησης στα πεδία STEM και της ρομποτικής. Πολλαπλές ποιοτικές και ποσοτικές μελέτες αναφέρουν με συνέπεια θετικές βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της συμμετοχής FLL στην ανάπτυξη των μαθητών του εικοστού πρώτου αιώνα δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, επικοινωνίας και συνεργασίας. Υπάρχουν ενδείξεις ότι η ανάπτυξη και η εφαρμογή αυτών των δεξιοτήτων από τις ομάδες FLL επηρεάζει τις επιδόσεις τους.

Υπάρχουν ασαφή ερευνητικά στοιχεία σχετικά με τον διαγωνισμό σε ό, τι αφορά τις μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στις δεξιότητες του εικοστού πρώτου αιώνα. Η έμφαση του FLL Challenge στην ανάπτυξη και στην εφαρμογή των δεξιοτήτων του εικοστού πρώτου αιώνα από τους μαθητές συμφωνεί με τα ευρήματα των Kandlhofer και Steinbauer (2016) και Zuhrie et al. (2021) και υποστηρίζει το εύρημα των Enrripidou et al. (2020) σχετικά με τον αντίκτυπο του διαγωνισμού στην επίλυση προβλημάτων και στις δεξιότητες συνεργασίας. Τέτοια αποτελέσματα απεικονίζουν την βασική εκπαιδευτική αξία του διαγωνισμού ρομποτικής που αφορά τις μαθησιακές εμπειρίες πέρα από τη δημιουργία ρομπότ προγραμματισμού (Graffin et al. 2022).

3. RoboCup Junior <http://www.robocupjunior.org>

Το RoboCup Junior (RCJ) είναι μια εκπαιδευτική πρωτοβουλία προσανατολισμένη στα σχέδια εργασίας που χρηματοδοτεί τοπικές, περιφερειακές και διεθνείς ρομποτικές εκδηλώσεις για νέους μαθητές έως 19 ετών. Έχει σχεδιαστεί για να εισάγει το RoboCup σε παιδιά πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, καθώς και σε προπτυχιακούς φοιτητές που δεν έχουν τους πόρους για να εμπλακούν στα ανώτερα πρωταθλήματα του RoboCup. Η εστίαση του RCJ είναι στην εκπαίδευση.

Το RCJ ξεχωρίζει από άλλα προγράμματα ρομποτικής για νέους μαθητές για διάφορους λόγους. Πρώτον, το RCJ επικεντρώνεται περισσότερο στην εκπαίδευση παρά στον ανταγωνισμό. Δεύτερον, οι προκλήσεις του RCJ παραμένουν ίδιες από το ένα έτος στο άλλο, παρέχοντας ένα περιβάλλον μάθησης με σκαλωσιές στο οποίο οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν πιο εξελιγμένες λύσεις καθώς μεγαλώνουν και επεκτείνουν τις γνώσεις τους. Τρίτον, τα πρωταθλήματα RCJ — Soccer, Rescue και OnStage — είναι γνωστά. Οι θεατές μπορούν να παρακολουθήσουν και να κατανοήσουν αυτό που παρατηρούν, χωρίς να χρειάζονται εξηγήσεις περίπλοκων κανόνων. Τέταρτον, η RCJ εμβαθύνει στην επιστήμη των υπολογιστών και στον προγραμματισμό λόγω της έμφασης που δίνει στα αυτόνομα ρομπότ. Πέμπτον, η RCJ βρίσκεται στο αρχικό επίπεδο της διεθνούς πρωτοβουλίας RoboCup, η οποία είναι σθεναρά αφοσιωμένη στην εκπαίδευση και στη συμμετοχή των νέων στις Ψηφιακές Τεχνολογίες. Το RCJ είναι μέρος του RoboCup.

Το RoboCup είναι μια διεθνής προσπάθεια, σκοπός της οποίας είναι να προωθήσει την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και την έρευνα στη ρομποτική παρέχοντας ένα τυπικό πρόβλημα όπου μπορεί να ενσωματωθεί και να εξεταστεί ένα ευρύ φάσμα τεχνολογιών. Επίσης, η πρωτοβουλία χρησιμεύει ως βάση για εκπαίδευση προσανατολισμένη στα σχέδια εργασίας σε όλα τα επίπεδα.

Μια μελέτη που διεξήχθη αναφορικά με το συγκεκριμένο πρόγραμμα, στην οποία είχε γίνει χρήση εικονικού ρομπότ αντί φυσικού, κατέληξε ότι η χρήση προσομοίωσης και προηγούμενων δοκιμών με ένα εικονικό ρομπότ κατέστησε δυνατή την πρόταση νέων ιδεών και την επικύρωση στρατηγικών. Ένα σημαντικό μέρος αυτής της μελέτης έγινε, απαιτώντας μόνο

προσαρμογές. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και έχει οδηγήσει σε πιο αποτελεσματικές στρατηγικές, καθώς μπορούν να δοκιμαστούν η στρατηγική και η άμυνα ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια προσομοιωμένων αγώνων (Queiroz, Ferreira, F., 2022).

4. Trophéederobotique στη Γαλλία (Το Κύπελλο Νέων) <http://www.planete-sciences.org/robot>

Το Junior Robotics Cup είναι μια επιστημονική και τεχνική πρόκληση που προσφέρει σε ομάδες νεαρών συμμετεχόντων ηλικίας 7 έως 18 ετών τη δυνατότητα να δημιουργήσουν ένα ρομπότ που καθοδηγείται από σύρμα προκειμένου να ανακαλύψουν, με διασκεδαστικό και εκπαιδευτικό τρόπο, τους τομείς της ρομποτικής: μηχανική, ηλεκτρισμός, πληροφορική και ηλεκτρονικά είδη.

Για 6 μήνες, οι ομάδες πρέπει να σχεδιάσουν ένα ρομπότ σύμφωνα με τους αρχικούς κανόνες και έτσι να πραγματοποιήσουν το έργο τους. Οι ομάδες μπορούν να αναδείξουν και να αναλύσουν τη δουλειά τους κατά τη διάρκεια των περιφερειακών προκριματικών αγώνων κατά τους οποίους παίζουν αγώνες, αυτά τα τελευταία 90 δευτερόλεπτα, κατά τη διάρκεια των οποίων θα εκτελεστούν διάφορες ενέργειες, διαφορετικών επιπέδων δυσκολίας, από τα πιλοτικά ρομπότ. Στη συνέχεια, οι νέοι στις τοπικές συναντήσεις προκρίνονται για την εθνική συνάντηση.

Κάθε συνάντηση είναι μια εορταστική και φαντασμαγορική στιγμή γύρω από την οποία οργανώνονται ρομποτικά κινούμενα σχέδια με ετήσιο θέμα, παρουσιάσεις ψηφιακών τεχνολογιών. Προσφέρουν στο κοινό και στους συμμετέχοντες την ευκαιρία να ανακαλύψουν την επιστήμη και τις Ψηφιακές Τεχνολογίες με διαφορετικό τρόπο και να ανταλλάξουν ιδέες με άλλους νέους που έχουν πραγματοποιήσει παρόμοια έργα.

5. CENTROBOT στην Αυστρία και Σλοβακία <http://www.centrobot.eu>

Η Πύλη Υλικού Εκπαιδευτικού Μαθήματος Centrobot Robotics είναι ένας ιστότοπος για περιήγηση, δημοσίευση, επεξεργασία και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού ρομποτικής. Αποτελείται από επιμέρους ενότητες:

δραστηριότητες, σχέδια μαθήματος, σχέδια εργασίας, κουίζ, διαγωνισμούς κ.λπ. Αυτή η πύλη απευθύνεται σε διάφορα ηλικιακά επίπεδα: προσχολική εκπαίδευση – νηπιαγωγείο (μέχρι την ηλικία των 7 ετών), σχολική εκπαίδευση (8-10 ετών), κατώτερη και ανώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (10-14 ετών, 15-18 ετών) και κολέγια (>18 ετών).

6. Ακόμα μια πρωτοβουλία του Ευρωπαϊκού Σχολικού Δικτύου υπό τον συντονισμό του European Schoolnet, μια κοινοπραξία τριάντα υπουργών παιδείας με έδρα τις Βρυξέλλες για την ενίσχυση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής είναι το έργο «Scientix». Το έργο αυτό χωρίζεται σε τρία στάδια – περιόδους καθώς προάγει και υποστηρίζει σε ευρωπαϊκό επίπεδο την συνεργασία εκπαιδευτικών του αντικειμένου της εκπαίδευσης στα πεδία STEM (φυσικές επιστήμες, Ψηφιακές Τεχνολογίες, Μηχανική και Μαθηματικά), όσων χαράζουν πολιτική πάνω σε αυτό, των ερευνητών πάνω στον χώρο της εκπαίδευσης, αλλά και των επαγγελματιών. Δίνει σε όλους τους ενδιαφερόμενους την δυνατότητα παρακολούθησης ημερίδων, σεμιναρίων και εργαστηρίων με άμεσο στόχο την κατάρτιση και την επιμόρφωση τους πάνω στις νέες μεθόδους διδασκαλίας.

Στην πρώτη φάση του (2009-2012) το έργο ξεκίνησε με την σημαντικότερη εκδήλωση δικτύωσης για εκπαιδευτικούς τον Μάιο του 2011 στις Βρυξέλλες στο συνέδριο του Scientix, δημιουργώντας μια διαδικτυακή πύλη για την συλλογή και παρουσίαση των Ευρωπαϊκών και εκπαιδευτικών έργων πάνω στην εκπαίδευση στα πεδία STEM, αλλά και για τα αποτελέσματα που είχε.

Στην δεύτερη φάση (2013-2015), μέσω ενός δικτύου Εθνικών Σημείων Επικοινωνίας (ΕΣΕ), στόχος ήταν η επέκταση της κοινότητας αυτής σε εθνικό επίπεδο. Απευθυνόμενο σε εθνικές κοινότητες εκπαιδευτικών βελτίωσε και προσέφερε στην ανάπτυξη εθνικών στρατηγικών πάνω στην διερευνητική μάθηση και των νέων προσεγγίσεων εκπαίδευσης.

Τέλος, η ολοκλήρωση του έργου συνεχίστηκε με τον ίδιο τρόπο στο τρίτο στάδιο (2016-2019) και με γνώμονα πάντα την πανευρωπαϊκή συνεργασία τόσο των σχολείων, όσο και των εκπαιδευτικών <https://scientix.ellak.gr/>

7. MediaLab του MIT, όπου δημιουργήθηκε «The Lifelong Kindergarten group» το οποίο ανέπτυξε αρκετά σενάρια εκπαιδευτικής ρομποτικής με στόχους από την εξερεύνηση των αρχών της μηχανικής κίνησης (Learning About Motion) μέχρι τη δημιουργία ενός πακέτου εργαλείων και δραστηριοτήτων κατάλληλου να χρησιμοποιηθεί ακόμα και από καλλιτέχνες για τη δημιουργία τέχνης (RoboticArtStudio). <https://www.media.mit.edu/>

Μια ομάδα στο MIT ίδρυσε, επίσης, το πρόγραμμα Computer Clubhouse, ένα διεθνές δίκτυο 100 κέντρων afterschool, όπου νέοι χαμηλού εισοδήματος ηλικίας 10-18 ετών μαθαίνουν να εκφράζονται δημιουργικά με τις ψηφιακές τεχνολογίες. Με την υποστήριξη από ενήλικες μέντορες, οι συμμετέχοντες δημιουργούν διαδραστικές ιστορίες, μουσικά βίντεο και ρομποτικές κατασκευές. Αναφέρεται πως οι Ψηφιακές Τεχνολογίες μπορούν να βοηθήσουν τα παιδιά να σφυρηλατήσουν την ταυτότητά τους και να καθιερωθούν ως μέρος μιας κοινότητας. <https://www.kqed.org/mindshift/15573/a-case-for-lifelong-kindergarten>

8. Robotika.SK, που είναι μια μη κερδοσκοπική, μη πολιτική και μη κυβερνητική οργάνωση και χρησιμοποιείται ως πλατφόρμα οργάνωσης συνεργασίας φορέων της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, προετοιμασίας σεμιναρίων, ομιλιών, καλοκαιρινών σχολείων, κ.α. Κάποιες από τις δράσεις που έχει πραγματοποιήσει, επίσης, είναι: η οργάνωση καλοκαιρινών σχολείων ρομποτικής, η διοργάνωση διαγωνισμών με ρομπότ, η δημιουργία λεσχών ρομποτικής και εργαστηρίων, η διδασκαλία προγραμματισμού με ρομπότ, χρήση της ρομποτικής στη διδακτική της Φυσικής και των Μαθηματικών, η χρήση των ρομπότ ως εκπαιδευτικών εργαλείων από την πρώιμη ηλικία, η δημιουργία καλλιτεχνικών project και παρουσιάσεων με ρομπότ, κ.α. <https://robotika.sk/mains.php>

9. STEMNET: Το Δίκτυο Επιστήμης, Ψηφιακών Τεχνολογιών, Μηχανικής και Μαθηματικών ή αλλιώς STEMNET είναι μια εκπαιδευτική φιλανθρωπική οργάνωση στο Ηνωμένο Βασίλειο που επιδιώκει να ενθαρρύνει την συμμετοχή των μαθητών στο σχολείο σε μαθήματα σχετικά με τις θετικές

επιστήμες όπως η επιστήμη, οι Ψηφιακές Τεχνολογίες, η Μηχανική και τα Μαθηματικά, στο πανεπιστήμιο της επιλογής τους αλλά και στην συνέχεια στην απασχόληση τους στα επαγγέλματα του τομέα αυτού. Πέρα από την ενασχόληση των μαθητών κατά την σχολική διάρκεια, το πρόγραμμα αυτό υποστηρίζει και τις λέσχες Φυσικών Επιστημών και Μηχανικής ακόμα και μετά το σχολείο με εννέα τοπικά κέντρα ενασχόλησης με τις Φυσικές Επιστήμες (Science Learning Centres) <https://www.linkedin.com/company/theSTEMnet>

Το National Foundation of Educational Research ανέλαβε την αξιολόγηση των λειτουργιών και του αντίκτυπου της εκπαίδευσης STEMNET για την περίοδο 2011-2015. Το STEMNET εργάζεται για να διασφαλίσει ότι οι μελλοντικές γενιές θα είναι σε θέση να εκτιμήσουν και να κατανοήσουν τον ρόλο των θεμάτων των φυσικών επιστημών, τις Ψηφιακές Τεχνολογίες, της μηχανικής και των μαθηματικών (πεδία STEM) και ότι περισσότεροι νέοι θα ξεκινήσουν σταδιοδρομία στα πεδία STEM. Η αξιολόγηση επικεντρώθηκε στα τρία βασικά προγράμματα του STEMNET: Πρόγραμμα STEM Ambassadors; Πρόγραμμα STEM Clubs; και το συμβουλευτικό δίκτυο πεδία STEM των Σχολείων.

Η αξιολόγηση περιλάμβανε: μια διαδικτυακή έρευνα μαθητών που πραγματοποιήθηκε το 2012, το 2013 και το 2014, μια τηλεφωνική έρευνα δασκάλων που πραγματοποιήθηκε το 2012 και το 2014, 12 σχολικές περιπτώσιολογικές μελέτες, μια διαδικτυακή έρευνα στα πεδία STEM Ambassadors που πραγματοποιήθηκε το 2012 και το 2014 κ.α. Τα οφέλη των προγραμμάτων του STEMNET περιλαμβάνουν:

- για τους μαθητές: αυξημένη γνώση και κατανόηση των θεμάτων των πεδίων STEM, αυξημένη επίγνωση της σημασίας και των πραγματικών εφαρμογών των θεμάτων των πεδίων STEM, αυξημένη απόλαυση, ενδιαφέρον και πρόοδος στα θέματα των STEM και αυξημένο ενδιαφέρον για σπουδές στις φυσικές επιστήμες και για θέσεις εργασίας στα πεδία STEM:

- για τους εκπαιδευτικούς: αυξημένη κατανόηση των πλεονεκτημάτων, των δραστηριοτήτων εμπλουτισμού στα πεδία STEM και αυξημένη χρήση πλαισίων της πραγματικής ζωής στη διδασκαλία.

-για τους STEM Ambassadors: αυξημένη αίσθηση προσωπικής ικανοποίησης με την εργασία, αυξημένη αυτοπεποίθηση και κίνητρο στη συνεργασία με τα σχολεία και τους νέους, ανάπτυξη μιας σειράς νέων και υφιστάμενων δεξιοτήτων, όπως η επικοινωνία και η παρουσίαση.

-για τους εργοδότες στα πεδία STEM: εκπλήρωση των στόχων εταιρικής κοινωνικής ευθύνης τους, αύξηση της ευαισθητοποίησης και του προφίλ της εταιρείας τους, πρόοδο προς την οικοδόμηση μιας εφοδιαστικής αλυσίδας δυνητικών εργαζομένων στα σχολεία (Camilleri, 2016).

10. Australian Council for Education Research – ACER: Στην Αυστραλία, η εξασφάλιση μιας ισότιμης πρόσβασης στα πεδία STEM για όλους περιλαμβάνει την προσφορά ευκαιριών και την ενθάρρυνση για όσους το επιθυμούν. Σε όλη την χώρα υπάρχουν ειδικευμένα σχολεία στα πεδία STEM με πολιτική που αποσκοπεί στην αύξηση του αριθμού των μαθητών που εμπλέκονται με αυτό, αλλά και την στοχευμένη εκπαίδευση. Σύμφωνα με τους Αμερικανούς ερευνητές Erdogan και Stuessy (2015), εδώ και εκατό χρόνια υπάρχουν εξειδικευμένα σχολεία στα πεδία STEM, τα οποία χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: α) τα επιλεκτικά σχολεία στα πεδία STEM, β) τα σχολεία χωρίς αποκλεισμούς στα πεδία STEM, και γ) τα σχολεία με προσανατολισμό σταδιοδρομίας και τεχνικές σπουδές εκπαίδευσης στα πεδία STEM <https://www.acer.org/gb>

Επειδή μελέτες δείχνουν ότι σε νεαρή ηλικία, τα παιδιά εκδηλώνουν ασυνήθιστα έντονο ενδιαφέρον για την απεικόνιση και την αναπαραγωγή αντικειμένων από τον εξωτερικό τους κόσμο, εκφράζοντάς το κυρίως μέσω του σχεδίου και της ζωγραφικής, και δεδομένης της παραδοχής ότι ειδικά η εικαστική τέχνη, έχει αποδειχθεί από καιρό ότι είναι εξαιρετικά ωφέλιμη για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, αναπτύχθηκε από την ACER μία δράση με τίτλο (FunJoy). Αυτή η δράση αποτελεί μια αποτελεσματική προσέγγιση με λύσεις λογισμικού για να βοηθηθούν οι μαθητές που δεν έχουν ταλέντο στις εικαστικές τέχνες να κατακτήσουν αποτελεσματικά τις δεξιότητες του ρεαλιστικού σχεδίου και της ζωγραφικής αντικειμένων στον κόσμο,

συμπεριλαμβανομένων ανθρώπων, ζώων, φυτών, σκηνής, αρχιτεκτονικής, μηχανημάτων, σχεδίου κ.λπ. (Wu et al., 2021).

11. Primary Connections: Είναι ένα γνωστό ολοκληρωμένο πρωτοβάθμιο επιστημονικό πρόγραμμα, το οποίο ενσωματώνει την επιστήμη με τον αλφαριθμητισμό και υποστηρίζεται από την Αυστραλιανή Ακαδημία Επιστημών. Οι «πρωτογενείς συνδέσεις» ή αλλιώς «Primary Connections» χρησιμοποιούν μία ερευνητική και διερευνητική προσέγγιση, καθώς με την υποστηρικτική επαγγελματική ανάπτυξη και τους πόρους του προγράμματος σπουδών, παρέχουν ένα καλό σημείο εκκίνησης για τους εκπαιδευτικούς για την ανάπτυξη ικανοτήτων στα πεδία STEM. Τέλος, το πρόγραμμα βασίζεται στον κύκλο μάθησης 5E του Bybee (Bybee et al, 2006) <https://www.primaryconnections.org.au/about-primary-connections>

Ο αντίκτυπος του Προγράμματος στην επίδοση των μαθητών, στις γνώσεις των φυσικών επιστημών και στις διεργασίες αυτών είναι στατιστικά σημαντικός και ουσιαστικός. Είναι πιθανόν ότι η καλύτερη επίδοση των μαθητών μπορεί να αποδοθεί στην αυξημένη εμπιστοσύνη των δασκάλων, στην αυτοαποτελεσματικότητα, στον αυξημένο διδακτικό χρόνο που είναι αφιερωμένος στις φυσικές επιστήμες και στην ενισχυμένη διδακτική πρακτική (Hackling, Peers & Prain, 2007).

Κεντρικές αρχές σχεδίασης του προγράμματος όπως π.χ η σύνδεση των φυσικών επιστημών με τον αλφαριθμητισμό, η ρητή ανάπτυξη επιστημονικών γραμματισμών, το προσανατολισμένο στην έρευνα μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης και η συμπερίληψη των προγραμματισμένων ερευνών των μαθητών αναμένονται, επίσης, να συμβάλλουν σημαντικά στην ανάπτυξη από τους μαθητές των γραμματισμών και των διαδικασιών αναφορικά με τις φυσικές επιστήμες. Η αξιολόγηση του προγράμματος, αποκάλυψε επίσης ότι οι περισσότεροι από τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης του δείγματος απολαμβάνουν να μαθαίνουν για τις φυσικές επιστήμες περισσότερο, συγκριτικά με τους μαθητές που διδάσκονται μέσω παραδοσιακών μεθόδων διδασκαλίας (Hackling, 2008).

12. EngQuest <https://www.telg.com.au/engquest-primary-and-middle-school-engineering-made-easy/> Ενώ συνήθως η Μηχανική δεν διδάσκεται στο Δημοτικό, το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών εστιάζει σε αυτή ως μέρος του τομέα «Σχεδιασμός και Ψηφιακές Τεχνολογίες», το οποίο αρχίζει από το ίδρυμα ACARA το 2016. Το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε από τους μηχανικούς της Αυστραλίας και παρέχει πόρους για μαθητές Νηπιαγωγείου, Δημοτικού και Γυμνασίου. Βασίζεται στην συνεργατική επίλυση προβλημάτων όπως και το πρόγραμμα των «Πρωτευουσών Συνδέσεων» και χρησιμοποιεί το μοντέλο 5E επίσης. Το «EngQuest» δεν αποτελεί άλλο ένα πρόγραμμα για διδασκαλία αλλά συνδέει τα Μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες, το «design» και τις ψηφιακές τεχνολογίες. Έτσι, επιτρέπει στους μαθητές να εφαρμόσουν τις επιστημονικές και μαθηματικές δεξιότητες σε πραγματικές καταστάσεις. Κάποιες από τις θεματικές ενότητες που προτείνονται προς προσέγγιση και διερεύνηση μέσω του προγράμματος είναι οι εξής:

- Ανοικοδόμηση μιας κοινότητας – Οι ανθρωπιστές μηχανικοί παρέχουν μια πολύτιμη υπηρεσία σε κοινότητες σε όλο τον κόσμο. Οι μαθητές αναλαμβάνουν το ρόλο των ανθρωπιστών μηχανικών και κατασκευάζουν ένα μοντέλο μιας ανακατασκευασμένης κοινότητας μετά από μια φυσική καταστροφή.
- Κατασκευή ενός καταπέλτη – Διερεύνηση της ενέργειας και της κίνησης με την κατασκευή ενός μοντέλου εργασίας, ενός καταπέλτη.
- Κατασκευή μιας λεκάνης απορροής - Τα φράγματα και οι λεκάνες απορροής είναι ζωτικής σημασίας για την ασφάλεια του νερού της Αυστραλίας. Κατασκευή και δοκιμή ενός μοντέλου μιας λεκάνης απορροής

13. CSUnplugged: Αποτελεί μια συλλογή μαθησιακών δραστηριοτήτων για την εισαγωγή υπολογιστικής σκέψης σε μαθητές χωρίς την χρήση υπολογιστή. Οι πόροι του προγράμματος περιλαμβάνουν δραστηριότητες, βίντεο και υλικό για τους εκπαιδευτικούς, το οποίο τους βοηθά να οικοδομήσουν την γνώση. Ένα μέρος του ενσωματώνει τα Μαθηματικά και τις Ψηφιακές Τεχνολογίες καθώς παρέχει και εξηγήσεις για την συνάφεια των

δραστηριοτήτων που έγιναν. Επίσης, παρέχεται και ένα σχέδιο του τρόπου με το οποίο το «CSUnplugged» συνδέεται με το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών ψηφιακών τεχνολογιών.

Η εισαγωγή της ρομποτικής στο Δημοτικό με ΚΙΤ όπως το «Lego Mindstorm» και με την απλή γλώσσα προγραμματισμού «Robolab» είναι κάποιες από τις μεθόδους που χρησιμοποιεί το Αυστραλιανό πρόγραμμα σπουδών. Βασίζονται στην βιωματική θεωρία μάθησης (Εμπειρία - Διαμοιρασμός - Διαδικασία - Γενίκευση - Εφαρμογή), επιτρέπουν στους μαθητές να εφαρμόζουν δεξιότητες επιστημονικής διαδικασίας, οι εκπαιδευτικοί αναπτύσσουν ανοικτή και εκτεταμένη έρευνα και οι μαθητές εφαρμόζουν μαθηματικές και επιστημονικές έννοιες μέσα από τις φάσεις του προσδιορισμού προβλήματος, της δημιουργία ιδεών, του σχεδιασμού και της κατασκευής, της αξιολόγησης, του σχεδιασμού και του επανασχεδιασμού. Η χρήση της ανοικτής διερεύνησης βελτιώνει την αυτοπεποίθηση των εκπαιδευτικών στην διδασκαλία των φυσικών επιστήμων καθώς οι μαθητές αναλαμβάνουν να ολοκληρώσουν περισσότερα πειράματα, έχουν περισσότερες ευθύνες για την μάθησή τους και είναι σε θέση να εξηγήσουν τις ιδέες τους με δικά τους λόγια, βελτιώνοντας έτσι την στάση τους απέναντι στις φυσικές επιστήμες.

Ενώ όλα τα προγράμματα είναι διαφορετικά, υπάρχουν κοινά θέματα σε αυτά που μπορούν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να δομήσουν μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στο πρόγραμμα σπουδών. Κύριο χαρακτηριστικό είναι ο κυκλικός και επαναληπτικός χαρακτήρας του προγράμματος στα πεδία STEM, που επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν, να σχεδιάσουν, να δημιουργήσουν, να αξιολογήσουν, να αναθεωρήσουν και να βελτιώσουν τις λύσεις τους <https://www.csunplugged.org/en/>

Σε μία μελέτη που στόχευε να διερευνήσει τις επιρροές των δραστηριοτήτων CS-unplugged στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων των παιδιών προσχολικής ηλικίας, συμμετείχαν 11 παιδιά (4-5 ετών) που ήταν εγγεγραμμένα σε δημόσιο νηπιαγωγείο. Οι δραστηριότητες του Code.org χρησιμοποιήθηκαν ως εκπαιδευτικό πακέτο. Το έντυπο

αξιολόγησης δραστηριοτήτων και οι συνεντεύξεις χρησιμοποιήθηκαν για την κατανόηση των διαδικασιών επίλυσης προβλημάτων των παιδιών. Η τρέχουσα μελέτη επιβεβαίωσε ότι οι Unplugged δραστηριότητες μπορούν να υποστηρίξουν τα μικρά παιδιά να δημιουργήσουν μια σχέση μεταξύ δραστηριότητας και πραγματικής ζωής. Τα ευρήματα της μελέτης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων και οι ρόλοι που ανέλαβαν τα παιδιά επηρέασαν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους στην επίλυση προβλημάτων (Çakiroğlu & Kılıç, 2023).

14. Το «WWC» είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, το οποίο αποτελεί κεντρική και αξιόπιστη πηγή επιστημονικών στοιχείων σχετικά με εκπαιδευτικά προγράμματα, προϊόντα, πρακτικές και πολιτικές. Εξετάζει την έρευνα, καθορίζει ποιες μελέτες πληρούν αυστηρά πρότυπα και συνοψίζει τα ευρήματα. Ακόμα, οι οδηγοί «MESH» είναι επίσης μια παγκόσμια πρωτοβουλία που παρέχει περιλήψεις ερευνών, διαδικτυακούς οδηγούς και βοηθάει τους εκπαιδευτικούς στην διασύνδεση των γνώσεων που απαιτούνται για την διδασκαλία. Τέλος, στην Αυστραλία, το «Evidence for Learning» είναι μια μη κερδοσκοπική οντότητα που παρέχει στήριξη στους εκπαιδευτικούς αλλά και στόχος είναι να σπάσει ο ισχυρός δεσμός μεταξύ του οικογενειακού εισοδήματος και των αποτελεσμάτων των μαθητών (<https://ies.ed.gov/ncee/wwc>).

15. Το πρόγραμμα early STEM υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς K-4 συστηματικά στην ανάπτυξη του προγράμματος σπουδών στα πεδία STEM στην πρώιμη παιδική ηλικία, με το σχετικό εκπαιδευτικό υλικό του και με καθοδήγηση για ένα χρόνο. Το πρόγραμμα αυτό υλοποιήθηκε σε 26 σχολεία. Τα δείγματα αυτής της έρευνας το αποτέλεσαν συνολικά 134 εκπαιδευτικοί από τα 26 σχολεία, οι οποίοι απάντησαν σε έρευνα με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι το πρόγραμμα early STEM θεωρείται ότι συνέβαλε στην ανάπτυξη των διδακτικών δεξιοτήτων των εκπαιδευτικών και στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων και της ευαισθητοποίησης των μαθητών σχετικά με το σύνδεση του περιεχομένου του προγράμματος σπουδών με

προβλήματα του πραγματικού κόσμου. Επίσης, έδειξε ότι προκειμένου να υλοποιηθούν προγράμματα σπουδών earlySTEM υπάρχει ανάγκη για περισσότερο χρόνο στην τάξη (Mesutoglu & Corlu, 2023).

1.7. Εφαρμογές εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα

Οι εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής (πεδία STEM) στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση στην Ελλάδα, είναι οι εξής:

1. Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής:

Διοργανώνεται από τον μη κερδοσκοπικό οργανισμό World Robot Olympiad – WRO Hellas υπό την αιγίδα του Ελληνικού Υπουργείου Παιδείας και Θρησκευμάτων. Ο οργανισμός, ιδρύθηκε το 2009 και στοχεύει στην εισαγωγή εκπαιδευτικών, μαθητών και γονέων στην εκπαίδευση στη ρομποτική και, ευρύτερα, στη φιλοσοφία της εκπαίδευσης στα πεδία STEM. Το WRO Hellas διευκολύνει την εισαγωγή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην υποχρεωτική εκπαίδευση της Ελλάδας είτε εμπλουτίζοντας το επίσημο πρόγραμμα σπουδών ή προσφέροντας κατάλληλες δραστηριότητες μετά το σχολείο. Παρέχεται, επίσης, επιμόρφωση εκπαιδευτικών μέσω δωρεάν, συνεχούς πρακτικής εκπαίδευσης και σχεδίων μαθημάτων ανοιχτής πρόσβασης για εκπαιδευτικούς τόσο της πρωτοβάθμιας όσο και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ο διαγωνισμός Ρομποτικής διαρκεί 5 μήνες από την ανακοίνωση των θεμάτων τον Οκτώβριο έως τη διεξαγωγή του τελικού τον Μάρτιο. Περιλαμβάνει τρεις κατηγορίες: μαθητές της πρωτοβάθμιας, μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου, με διαφορετικούς εκπαιδευτικούς στόχους και διαφορετικούς κριτήρια ανταγωνισμού, ενώ από το 2019 εισήγαγε πιλοτικά, και την κατηγορία μαθητών νηπιαγωγείου. Περισσότεροι από 23.000 μαθητές και 4.800 δάσκαλοι και 1272 σχολεία στην Ελλάδα συμμετείχαν στον Πανελλήνιο διαγωνισμό Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και επωφελήθηκαν από εξοπλισμό εκπαιδευτικής ρομποτικής για τον εκσυγχρονισμό του υποχρεωτικού εκπαιδευτικού συστήματος στην Ελλάδα.

Γενικότερος στόχος των διαγωνισμών για το Δημοτικό είναι οι μαθητές να αναλάβουν συγκεκριμένους ρόλους, να καλλιεργήσουν την ενεργό συμμετοχή τους σε ομάδες, να μάθουν το πώς να επιλύουν προβλήματα καθώς και να ανακαλύψουν επαρκώς έννοιες της Μηχανικής ξεκινώντας την εξοικείωση τους με το θεμελιώδες κεφάλαιο των «απλών μηχανών». Επίσης, οι μαθητές έρχονται σε επαφή με έννοιες του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης ο οποίος έχει άμεση σύνδεση με τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών και που γίνεται με την χρήση του δωρεάν λογισμικού Scratch του MIT. Για το 2022, ο Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για τους μαθητές του Δημοτικού είχε τρεις κατηγορίες:

- a. **Η Open κατηγορία** για μαθητές Δημοτικού από Α'-ΣΤ' «Πρωτογενής Τομέας – Αγροτική Παραγωγή» όπου χωρίζεται σε δύο ηλικιακές ομάδες: (Α'-Δ') & (Γ'-ΣΤ')
- b. **Κατηγορία «Ποδόσφαιρο 2x2»** για μαθητές Α'- Δ' Δημοτικού
- c. **Regular κατηγορία** με πίστα «1821-1921: 100 χρόνια Σύγχρονη Ελλάδα» (Ε' Δημοτικού).

Η Open κατηγορία γενικότερα έχει εκθεσιακό χαρακτήρα και ζητά από τις ομάδες (3-6 παιδιά) να δημιουργήσουν την δική τους έξυπνη ρομποτική λύση πάνω στο θέμα που δίνεται κάθε φορά, με την συνοδεία και την καθοδήγηση πάντα ενός ενήλικα (γονέας ή δάσκαλος). Ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα και την περιγραφή κάθε διαγωνισμού υπάρχουν κανόνες σε ότι αφορά την χρήση των υλικών και οδηγίες τις οποίες ακολουθούν οι συμμετέχοντες ώστε να φέρουν σε πέρας την αποστολή τους. Γενικότερα, τόσο σε Πανελλήνιο όσο και σε Διεθνές επίπεδο, την ημέρα του αγώνα οι ομάδες παρουσιάζουν στους κριτές το έργο τους, όπως και ένα ολοκληρωμένο ψηφιακό αλλά και έντυπο portfolio που το συνοδεύει, σύμφωνα πάντα με τους κανόνες. Η έκθεση αυτή πρέπει να συνοψίζει το τι κάνει το ρομπότ και με ποιον τρόπο είναι μοναδικό και συμμορφωμένο με το θέμα. Επίσης, περιλαμβάνει την συναίνεση των γονέων, εικόνες, διαγράμματα, φωτογραφίες, το αρχείο με το πρόγραμμα, ένα βίντεο 2 λεπτών με το πώς λειτουργεί το ρομπότ και το κωδικό Όραμα (εργαλείο αναπαράστασης του κώδικα). Άλλοι γενικότεροι κανόνες είναι το μέγεθος του περιπτέρου που παρέχεται σε όλες τις ομάδες (1.5m x 1.5m για

Πανελλήνιους διαγωνισμούς και 2m x 2m x2m σε Ολυμπιάδα), όπως και η ύπαρξη ενός πάγκου εργασίας 100 cm x 60cm όπου εκεί θα πρέπει να χωρέσουν όλα τα υλικά μέρη τουproject (αυτοματισμοί και μακέτα). Για την κατασκευή γενικά δεν υπάρχουν περιορισμοί μεταξύ των στοιχείων LEGO και άλλων υλικών αλλά ούτε και στη χρήση λογισμικού και μικροελεγκτών. Τέλος, οι ομάδες μπορούν να έχουν τα ρομπότ τους προσυναρμολογημένα και τα προγράμματα λογισμικού τους προκατασκευασμένα. <https://wro-association.org/>

2. Μια προσπάθεια εισαγωγής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM υλοποιήθηκε πιλοτικά σε δύο δημοτικά σχολεία της Αττικής που επιλέχθηκαν στο Ευρωπαϊκό ΈργοH2020 (**Open Schools for Open Societies (OSOS)**). <https://www.openschools.eu/> Η εφαρμογή προσέγγισης της εκπαίδευσης στα πεδία STEM υλοποιήθηκε σε σχολική τάξη που υλοποιεί δραστηριότητες στα πεδία STEM για περίπου 10 χρόνια και οι δάσκαλοι έχουν κάποια εμπειρία στις δραστηριότητες στα πεδία αυτά. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι οι δραστηριότητες στα πεδία STEM στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, πέρα από ευχάριστες, επιτρέπουν στους μαθητές να σκέφτονται, να αναζητούν λύσεις αναπτύσσοντας τη φαντασία τους και τη δημιουργική τους σκέψη, αλλά και να συνεργάζονται και να επικοινωνούν. Βασικό στοιχείο σε αυτές τις παρεμβάσεις είναι η επιλογή των κατάλληλων σεναρίων και, όπως αναφέρουν οι ερευνητές (Moore & Smith, 2014), επιτρέπουν στους μαθητές να αισθάνονται ότι συμμετέχουν στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων, τα οποία προσπαθούν να λύσουν και ελέγξουν αμέσως τα αποτελέσματά τους. Τα λάθη και οι δυσκολίες (Vossoughi et al., 2013), δεν είναι αρνητικά αλλά απαραίτητα βήματα για την ανάπτυξη μεθοδολογικών προσεγγίσεων που θα τους επιτρέψουν να ανακαλύψουν νέες ιδέες που θα τους οδηγήσουν στη λύση (Ιατρού & Πατρινόπουλος, 2019).

3. Το έργο **SKILLS4ROBOTICS** <http://codeskills4robotics.eu/> είναι ένα έργο Erasmus+ στο οποίο συμμετέχουν οργανισμοί από την Ελλάδα και την Κύπρο, το Βέλγιο και η Σουηδία. Το έργο στοχεύει να εισαγάγει την

«κωδικοποίηση και τη ρομποτική» σε μαθητές δημοτικού σχολείου (9- 12) με σκοπό την απόκτηση ψηφιακών δεξιοτήτων και κυρίως σε μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες, κάτι που θα διευκολύνει την ένταξή τους. Το πρόγραμμα υλοποιείται με μικτό μοντέλο διδασκαλίας: ζωντανά και εξ αποστάσεως, σε γενικό σχολείο με μαθητές της τυπικής ανάπτυξης αλλά και με μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (αυτισμός, ΔΕΠΥ, μαθησιακές δυσκολίες). Οι μαθητές με ή χωρίς εκπαιδευτικές ανάγκες απολάμβαναν τη συμμετοχή τους και αισθάνονταν ενθουσιασμένοι για το πρόγραμμα και για τη λειτουργία του ρομπότ, συμμετείχαν ενεργά στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία, συνεργάστηκαν και δημιουργήσαν. Οι μαθητές με ειδικές ανάγκες, ειδικότερα, διαχειρίστηκαν τα ελλείμματά τους, κοινωνικοποιήθηκαν και ένιωσαν ότι είναι αποδεκτοί, ενισχύοντας την αυτοπεποίθησή τους (Chaidi et al, 2021).

4. Συμμετοχή του Ι.Ε.Π. (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής) στο ευρωπαϊκό έργο H2020 με τίτλο: **«Open Schools for Open Societies – OSOS»** («Ανοιχτό σχολείο για ανοιχτή κοινωνία»). Στο πρόγραμμα αυτό συμμετείχαν εκατό ελληνικά σχολεία με Δημοτικά, Γυμνάσια και Λύκεια, από τα 1169 πανευρωπαϊκά, με βασικό του άξονα τις φυσικές επιστήμες και την εκπαίδευση στα πεδία STEM, συνδεδεμένα με θεματικές των σύγχρονων κοινωνικών προκλήσεων (Ι.Ε.Π., 2017). Πιο συγκεκριμένα, το έργο αυτό υποστηρίζει το σχολείο να εφαρμόσει προσεγγίσεις ανοιχτού σχολείου με:

- Τον καθορισμό αξιών και αρχών ενός ανοιχτού σχολείου με στόχο την δράση πάνω στο πρόγραμμα σπουδών, στην παιδαγωγική και την αξιολόγηση.
- Την παροχή συμβουλών και κατευθυντήριων γραμμών σε θέματα που αφορούν την ανάπτυξη προσωπικού, τον επανασχεδιασμό του χρόνου, και την συνεργασία με σχετικούς οργανισμούς όπως τις τοπικές βιομηχανίες, ενώσεις γονέων, φορείς χάραξης πολιτικής και ερευνητικούς οργανισμούς.
- Την πρόταση πιθανών μοντέλων υλοποίησης από πρόσωπα μικρής κλίμακας ως την δημιουργία ενός ανοιχτού σχολείου μέσα στο σχολείο ή ακόμα και ενός νέου σχολείου.

5. Ο οργανισμός **STEM Education** αναπτύσσει τους διαγωνισμούς εκπαιδευτικής ρομποτικής αλλά και όλα τα εκπαιδευτικά του προγράμματα. Οι κατευθύνσεις στις οποίες στηρίζει ο οργανισμός τα εκπαιδευτικά προγράμματα βάση χαρακτηριστικών που επικρατούν σε όλες αυτές τις βαθμίδες εκπαίδευσης είναι το «Engineering», το «Coddling», ο συνδυασμός τους, οι «φυσικές επιστήμες» και τα «Μαθηματικά», προτείνοντας κατάλληλες τεχνολογίες και μέσα ώστε να επιτευχθούν οι παρακάτω στόχοι:

- Η δημιουργία εκπαιδευτικών συνθηκών για την βελτίωση της καινοτομίας, της δημιουργικότητας αλλά και η καλλιέργεια του πνεύματος συνεργασίας σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα στην χώρα μας.
- Η ανάπτυξη των φυσικών επιστημών, νέων τεχνολογιών και εφαρμογών δίνοντας έμφαση στο Engineering και στο Coddling πάνω στην εκπαιδευτική ρομποτική. Η ενίσχυση της επίδοσης και της γνώσης που έχουν οι μαθητές πάνω στις Ψηφιακές Τεχνολογίες με απώτερο στόχο την βαθύτερη κατανόηση των θετικών μαθημάτων και της Πληροφορικής.
- Η ελεύθερη και ανοιχτή ανταλλαγή απόψεων και βοήθειας με τομείς που ασχολούνται με την εκπαιδευτική ρομποτική και τις ψηφιακές τεχνολογίες.
- Η ένταξη του Engineering και του Coddling στην εκπαιδευτική διαδικασία της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, παρότι το κεφάλαιο που ασχολείται με τις «απλές μηχανές» για μαθητές Α΄ & Β΄ Δημοτικού είναι εκτός αναλυτικού προγράμματος σπουδών. https://STEM.edu.gr/?gclid=Cj0KCQiA0oagBhDHARIsAI-BbgdIdomo12FU0hKP1J_LYsLLbnmN3cQOYCSPTatRsUzCp5oCT82ftcAaAphwEALw_wcB

6. Τα αποτελέσματα μιας δράσης ρομποτικής στο 26ο και το 29ο Δημοτικό Σχολείο Αχαρνών έδειξε ότι οι μαθητές που ακολούθησαν συστηματική και παιδαγωγικά προσανατολισμένη χρήση των ρομποτικών συσκευών αλλά και των κατασκευών με απλά υλικά, ανέπτυξαν τη φυσική

επιθυμία να εξερευνήσουν και να ανακαλύψουν τις λύσεις σε προβλήματα που τίθενται. Παράλληλα, ανέπτυξαν μεταγνωστικές ικανότητες και ικανότητες μεθοδολογικού χαρακτήρα, εφόσον κλήθηκαν να σχεδιάσουν την πορεία που θα ακολουθήσουν για να φτάσουν στο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, ανέπτυξαν δεξιότητες αλγοριθμικής και δομημένης σκέψης και προβληματίστηκαν πάνω σε καταστάσεις. Η χρήση της ρομποτικής άσκησε θετική επίδραση και σε άλλες γνωστικές περιοχές όπως η γλώσσα, τα μαθηματικά, η επιστήμη, οι Ψηφιακές Τεχνολογίες, και η μηχανική, αλλά και στην ανάπτυξη από τα παιδιά βασικών δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία και η επικοινωνία (Πατρινόπουλος, 2019).

7. Μια έρευνα εξέτασε την επίδραση της διεξαγωγής συνεδριών με το **ρομπότ Kaspar** σχετικά με τις κοινωνικές και επικοινωνιακές δεξιότητες παιδιών με διάγνωση αυτιστικού φάσματος - κατάσταση (ASC) και πρότεινε πιθανούς τρόπους χρήσης του ρομπότ ως (θεραπευτικού) εργαλείου σε ελληνικό σχολείο για παιδιά με ειδικές ανάγκες. Σε διάστημα 10 εβδομάδων 7 παιδιά συμμετείχαν σε συνολικά 111 ατομικές συνεδρίες παιχνιδιού με το ρομπότ Kaspar. Κάθε παιδί συμμετείχε, στο ενδιάμεσο, σε 12 και 18 συνεδρίες με το ρομπότ. Τα αποτελέσματα από αυτήν την μελέτη δείχνουν ότι οι συνεδρίες παιχνιδιού με το ρομπότ Kaspar εμφανίζονται να έχουν επηρεάσει θετικά τις συμπεριφορές ορισμένων παιδιών σε συγκεκριμένους τομείς, όπως η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση, η προτρεπτική ομιλία, η απροκάλυπτη μίμηση και η εστίαση/προσοχή (Karakosta et al., 2019).

8. Σε μια μελέτη που διεξήχθη, διερευνήθηκε η επίδραση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και του οπτικού προγραμματισμού στην ενίσχυση του αλγοριθμικού τρόπου σκέψης σε μαθητές των μικρών τάξεων του Δημοτικού. Στην μελέτη αυτή συμμετείχαν 30 μαθητές Β' τάξης Δημοτικού. Οι 16 μαθητές αποτέλεσαν την πειραματική ομάδα και οι 14 μαθητές την ομάδα ελέγχου. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας παρακολούθησαν 13 συνεδρίες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής διάρκειας 90 λεπτών, με σκοπό την

ενίσχυση της αλγοριθμικής σκέψης τους μέσω του προγραμματισμού των ρομπότ με οπτική γλώσσα προγραμματισμού. Οι μαθητές του δείγματος αξιολογήθηκαν ως προς τις δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης πριν και μετά την ολοκλήρωση των διδακτικών παρεμβάσεων. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στατιστικός έλεγχος των επιδόσεων των μαθητών στα τεστ προ-μετα-ελέγχου και των δύο ομάδων και διαπιστώθηκε πως οι διδακτικές παρεμβάσεις Εκπαιδευτικής Ρομποτικής που υποστηρίζονται από εργαλεία οπτικού προγραμματισμού μπορούν να ενισχύσουν την αλγοριθμική σκέψη των μαθητών Β' Δημοτικού. Επιπλέον, από τα δεδομένα της παρατήρησης και από τα προγράμματα που παρήγαγαν οι μαθητές κατά τη διάρκεια των συνεδριών φάνηκε πως οι μαθητές μικρής ηλικίας είναι σε θέση να κατανοήσουν μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού και να την αξιοποιήσουν για να δημιουργήσουν αλγορίθμους (Κωστακοπούλου, 2022).

9. Μια έρευνα που διεξήχθη σε δημόσιο νηπιαγωγείο της Αθήνας και στην οποία συμμετείχαν 20 μαθητές νηπιαγωγείου, είχε ως στόχο την διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στο Νηπιαγωγείο, σε θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και αειφόρου ανάπτυξης. Πριν την έναρξη υλοποίησης των δραστηριοτήτων της έρευνας, σχεδιάστηκε μια ψηφιακή βιβλιοθήκη με σχέδια κατασκευής ρομποτικών μοντέλων που να μπορούν να στηρίζουν τις επιλογές και τις ιδέες των μαθητών. Αυτά τα σχέδια κατασκευής συγκεντρώθηκαν από την ιστοσελίδα της LEGO Education (Classroom Solutions for STEM and STEAM | LEGO® Education, n.d.-a), αλλά και από τον οδηγό σπουδών της future lab by ACTA, τεχνοβλαστού του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Future Lab by ACTA, n.d.) και αφορούν τον εξοπλισμό Lego WeDo 2.0. Όσον αφορά τον δεύτερο εξοπλισμό εκπαιδευτικής ρομποτικής Kids First Coding & Robotics αξιοποιήθηκε το εγχειρίδιο σχεδίων που περιέχεται στον εξοπλισμό. Σκοπός των σχεδίων ήταν η στήριξη μηχανικά και κατασκευαστικά της δημιουργικότητας των παιδιών. Τα παιδιά διαλέγουν σχέδιο και το τροποποιούν ανάλογα με το τι θέλουν να πετύχουν τα ίδια και ποια ιδέα έχουν αποφασίσει να ακολουθήσουν ως ομάδα. Τα σχέδια βοηθούν τα παιδιά με

σωστή τοποθέτηση κινητήρων, αισθητήρων και εγκεφάλου και άλλων σημαντικών παραμέτρων όπως αναλογίες γραναζίων.

Η έρευνα αυτή έδειξε ότι η χρήση της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία τα βοήθησε στην προσέγγιση σύνθετων θέματα Αειφορίας και περιβαλλοντικών ζητημάτων μέσα από διασκεδαστικές και παιγνιώδεις διαδικασίες και ενεθάρρυνε την ενεργό συμμετοχή τους στην διαδικασία της μάθησης. Επιπλέον, τα βοήθησε να αναπτύξουν την ομαδικότητα τους και τις ικανότητες κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων (Κεραμιδά, 2022).

10. Μια έρευνα περίπτωσης που υλοποιήθηκε με τη συμμετοχή 4 νηπίων, μέσης ηλικίας 5,5 ετών στην Αθήνα, στόχευε στην διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο η εκπαιδευτική ρομποτική συμβάλλει στην κατάκτηση του λεξιλογίου βασικών χωρικών σχέσεων στα Αγγλικά από τους μικρούς μαθητές, καθώς και του τρόπου με τον οποίο οι συγκεκριμένες δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής επιδρούν στην υπολογιστική σκέψη των νηπίων. Για τους σκοπούς της έρευνας υλοποιήθηκε τρίωρος διδακτικός σχεδιασμός που προέκυψε από τη σύνθεση του μοντέλου Διερεύνησης, την Επικοινωνιακή και την Βιωματική Προσέγγιση, καθώς και τις Αρχές Σχεδιασμού Περιβαλλόντων Μάθησης. Στην έρευνα αυτή, χρησιμοποιήθηκε το ρομπότ Thymio, το οποίο μεν ανήκει στην κατηγορία των παιχνιδιών-ρομπότ δαπέδου, αλλά διαθέτει επιπλέον δυνατότητες που αξιοποιήθηκαν στην έρευνά, όπως αυτό της καταγραφής και της αναπαραγωγής ήχου, αλλά και του φωτισμού με διαφορετικά RGB χρώματα. Σε αυτές τις επιπλέον δυνατότητες στηρίχθηκε και η αξιοποίηση του Thymio στη διδακτική παρέμβαση για την κατάκτηση του λεξιλογίου - στόχου στην αγγλική ως ξένη γλώσσα, η οποία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας. Η έρευνα έδειξε ότι οι μαθητές κατέκτησαν σε πολύ μεγάλο βαθμό το λεξιλόγιο-στόχο τόσο σε επίπεδο ακουστικής κατανόησης και προφορικής παραγωγής, όσο και σε επίπεδο αναγνωστικής κατανόησης και γραπτής παραγωγής (Iatrou et al., 2022).

11. Μια έρευνα που διεξήχθη στην Ελλάδα, επικεντρώθηκε στη διερεύνηση της επίδρασης της χρήσης των ψηφιακών τεχνολογιών κατασκευαστικής ρομποτικής στην περιγραφική ικανότητα των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 20 μαθητές Γενικού Δημοτικού σχολείου της Αττικής, οι οποίοι είχαν διαγνωστεί με κάποιου είδους μαθησιακή δυσκολία (δυσλεξία, δυσγραφία, δυσαριθμησία κ.α.). Οι μαθητές παρακολουθούσαν συνεδρίες σε κέντρο ειδικής αγωγής και εργάστηκαν σε 10 ομάδες των 2 ατόμων ανάλογα με την τάξη που φοιτούσαν. Χρειάστηκαν 12 συνεδρίες με κάθε ομάδα. Η κάθε ομάδα αποτελούνταν από 2 άτομα και χρησιμοποίησε το υλικό Lego Education Story Starter και Lego Education WeDo. Τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά καθώς μετά από αξιολόγηση τριών σταδίων -pre, post, follow up tests- όλοι οι μαθητές βελτίωσαν αισθητά την περιγραφική τους ικανότητα (Γλαβά και Σερέτης, 2022).

12. Μια έρευνα που υλοποιήθηκε στην Αθήνα είχε ως βασικό στόχο τον συνδυασμό εννοιών και θεμάτων αστρονομίας με δραστηριότητες και κατασκευές στα πεδία STEM, με τη χρήση κυρίως απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων με οικονομικά υλικά. Υλοποιήθηκε ένας κύκλος μαθημάτων στο πλαίσιο ενός απογευματινού ομίλου αστρονομίας σε δημοτικό σχολείο της Δυτικής Αττικής. Στον όμιλο συμμετείχαν 12 μαθητές, από τις Δ', Ε' και ΣΤ' τάξεις του δημοτικού. Οι συναντήσεις του ομίλου περιλάμβαναν τις εξής κατασκευές που πραγματοποιήθηκαν από τα παιδιά: α) αναπαράσταση και εκμάθηση των αστερισμών πάνω σε καμβά με χρήση λαμπτήρων συνδεδεμένων σε σειρά, β) κατασκευή ενός επιτραπέζιου «φωτεινού παντογνώστη» με ερωτήσεις για την περιφορά και την περιστροφή των πλανητών με χρήση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων και γ) αναπαράσταση του μηνύματος κώδικα Morse του χρυσού δίσκου των Voyager I και II, με χρήση κλειστών ηλεκτρικών κυκλωμάτων και βομβητών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε τη σχολική χρονιά 2021 - 2022, διήρκεσε 10 διδακτικές ώρες, στις οποίες τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με: α) την ονοματολογία, τη μορφή και τα χαρακτηριστικά βασικών αστερισμών (2 ώρες θεωρίας + 1 ώρα

στα πεδία STEM), β) πληροφορίες για την περιφορά και την ιδιοπεριστροφή των πλανητών του ηλιακού μας συστήματος (2 ώρες θεωρίας + 2 ώρες στα πεδία STEM) και γ) τις διαστημοσυσκευές Voyager I και II (2 ώρες θεωρίας + 1 ώρα στα πεδία STEM). Οι μαθητές μπόρεσαν και ανέδειξαν τον ενδιαφέρον και την κλίση τους στην αστρονομία, στα πεδία STEM, και τις φυσικές επιστήμες, μέσα σε ένα πλαίσιο ελευθερίας και ομαδοσυνεργατικότητας. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για τις συναντήσεις αυτές ήταν απλά και οικονομικά, γεγονός που αποδεικνύει πως η αστρονομία και τα πεδία STEM μπορούν να υλοποιηθούν σε ένα οποιοδήποτε δημοτικό σχολείο, χωρίς ανάγκη για υψηλό προϋπολογισμό. Επειδή τα παιδιά συμμετέχουν στον όμιλο αστρονομίας με δική τους επιλογή, χωρίς κάποια ακαδημαϊκή ή επίσημη γνωστική αξιολόγηση, επιδεικνύουν εντελώς διαφορετική συμπεριφορά στα πλαίσια αυτής της μικρής ομάδας ατόμων με παρόμοια ενδιαφέροντα από ό,τι μέσα σε μια παραδοσιακή τάξη. Στο τέλος της χρονιάς, αρκετοί μαθητές αγόρασαν το δικό τους τηλεσκόπιο αρχαρίων (Χατζημιχάλης, 2022).

13. Σε μια ποιοτική έρευνα μελέτη περίπτωσης, διερευνήθηκε η δυνατότητα χρήσης της ρομποτικής πλατφόρμας του bee-bot στην διδασκαλία του μαθήματος της Γλώσσας, σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Το δείγμα της έρευνας το αποτελούσαν 11 παιδιά ηλικίας 4 και 5 ετών, τα οποία δεν είχαν προγενέστερη γνώση ούτε πάνω στην ρομποτική πλατφόρμα bee-bot. Κατά τη διάρκεια της έρευνας, δημιουργήθηκαν τέσσερα εκπαιδευτικά σενάρια για την διδασκαλία του μαθήματος της Γλώσσας σε συνδυασμό με την χρήση της ρομποτικής πλατφόρμας του Bee-Bot. Τα σενάρια περιλάμβαναν και φύλλα αξιολόγησης των μαθητών. Η διεξαγωγή της έρευνας διήρκεσε 2 μήνες και πραγματοποιήθηκε στον χώρο ενός Κέντρου Δημιουργικής Απασχόλησης Παιδιών (ΚΔΑΠ). Η έρευνα έδειξε ότι τα παιδιά δεν κατέκτησαν απλά τις βασικές έννοιες και γνώσεις των διδαχθέντων αλλά απέκτησαν κριτική και αλγοριθμική σκέψη αφού έπρεπε να σκεφτούν ποια διαδρομή θα ακολουθήσουν για να φτάσουν στον επιθυμητό στόχο της δραστηριότητας. Ανέπτυξαν, επίσης, τις συνεργατικές τους δεξιότητες καθώς εργάστηκαν σε ομάδες. Επίσης, λειτούργησαν δημιουργικά καθώς

εργάστηκαν ως επί το πλείστο μόνοι τους με μικρή καθοδήγηση από την ερευνήτρια στην επίτευξη των στόχων (Καρατζίδου, 2022).

14. Μια έρευνα που διεξήχθη σε Δημοτικό Σχολείο της Αττικής είχε ως στόχο τον σχεδιασμό μιας καινοτόμου εκπαιδευτικής προσέγγισης διδασκαλίας του μαθήματος για μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης με άξονα τις τεχνολογίες ανοικτού υλικού – λογισμικού και την προσπάθεια εφαρμογής της παραπάνω εκπαιδευτικής προσέγγισης σε πραγματικές συνθήκες διδασκαλίας για την εξαγωγή συμπερασμάτων της αποτελεσματικότητάς της και σύγκρισής της με ήδη εφαρμοζόμενες εκπαιδευτικές προσεγγίσεις στον ίδιο πληθυσμό. Τα παιδιά του δείγματος ήταν ήδη εξοικειωμένα με το αντικείμενο της ρομποτικής, με τη χρήση των πακέτων Lego Wedo 2 και Lego Mindstorms EV3. Το πακέτο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Arduino, κάτι που ενθουσίασε τα παιδιά, μιας και με τα πακέτα της Lego, φαίνεται ότι είχαν φτάσει σε ένα σημείο που δεν είχαν κάτι παραπάνω να κατακτήσουν. Αυτό οφείλεται μάλλον στο γεγονός ότι αυτά τα πακέτα δίνουν βαρύτητα στα γρανάζια και στην ενασχόληση με τη μηχανική και μετά από ένα πλήθος δραστηριοτήτων που αναπτύσσουν τα παιδιά, δεν έχει κάτι παραπάνω να τους προσφέρει. Αντίθετα οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται με το Arduino βασίζονται πιο πολύ στον ηλεκτρισμό (πολλή ενασχόληση με καλώδια, διαπέραση ή όχι ρεύματος κ.ά.). Παρατηρήθηκε, όμως, ότι το loop των προγραμμάτων του Arduino είναι κάτι που δυσκολεύει πάρα πολύ τα παιδιά και αργούν πάρα πολύ να το κατανοήσουν (Μαρίνου, 2022).

15. Σε μια μελέτη διερευνήθηκε ο τρόπος με τον οποίο τα ρομπότ Κοινωνικής Αρωγής μπορούν να αξιοποιηθούν στη διδασκαλία του μαθήματος της Ιστορίας, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο τα ρομπότ επιδρούν στους μαθητές κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Σχεδιάστηκαν, υλοποιήθηκαν και αξιοποιήθηκαν τέσσερις διδακτικές παρεμβάσεις σε 21 μαθητές της Δ' τάξης του Δημοτικού μιας μη αστικής περιοχής του νομού Χαλκιδικής. Το ρομπότ Κοινωνικής Αρωγής που χρησιμοποιήθηκε είναι το ρομπότ Ναο, της Softbank Robotics. Τα

αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι μαθητές αισθάνθηκαν ευχαρίστηση και θετικά συναισθήματα απέναντι στο Ρομπότ, διότι η αλληλεπίδραση μαζί του ήταν κάτι πρωτόγνωρο που κέντρισε ιδιαίτερα το ενδιαφέρον τους και τους έκανε να θέλουν να συμμετέχουν περισσότερο στη μαθησιακή διαδικασία. Εντούτοις, τα παιδιά υποστήριξαν ότι είναι απαραίτητη η παρουσία του δασκάλου στην τάξη. Επίσης, όλοι οι μαθητές ήθελαν να απαντήσουν σε κάποια ερώτηση για να πάρουν την θετική ανατροφοδότηση από το Ναο, όπως το χειροκρότημα, το σήκωμα των χεριών του προς τα πάνω, η εξερεύνηση του χώρου με την κίνηση του κεφαλιού του, η αλλαγή των χρωμάτων των ματιών του, το ξύσιμο του κεφαλιού του, που υποδήλωνε το ότι σκέφτεται, με την ταυτόχρονη δήλωση του «Περιμένετε ένα λεπτό» πριν δώσει την τελική του απάντηση καθώς και η επιβράβευση με τις λέξεις «Μπράβο» και «Εύγε». Επιπλέον, οι μαθητές συμπεριφέρονταν σαν να είχαν απέναντί τους έναν άνθρωπο. Οι μαθητές υποστήριξαν, επίσης, ότι η ατμόσφαιρα μέσα στην τάξη ήταν πιο ευχάριστη,, χωρίς άγχος και στρες. Όμως, οι μαθητές υποστήριξαν ότι η χρήση του ρομπότ δεν έκανε για αυτούς πιο εύκολο το μάθημα της Ιστορίας. Επιπλέον, υποστήριξαν ότι ενώ ένιωθαν θετικά συναισθήματα που το ρομπότ θα τους δίδασκε το μάθημα της Ιστορίας για έναν ολόκληρο χρόνο, εντούτοις πολλοί υποστήριξαν ότι πιθανόν θα βαριόταν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, ενώ κάποιοι άλλοι δήλωσαν ότι θα νοσταλγούσαν το μάθημα από τον δάσκαλο (Λέκκα, 2019).

16. Σε μια έρευνα έγινε προσπάθεια αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής, με τη χρήση της πλατφόρμας LEGO We Do 2.0, στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής των Ε΄ και ΣΤ΄ τάξεων του Δημοτικού. Τα θέματα που προσεγγίστηκαν στα Μαθηματικά αφορούσαν το καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων, τις γωνίες και τον κύκλο, ενώ στην πληροφορική εξετάστηκαν οι δομές επιλογών και ο χειρισμός των δεδομένων που προκύπτουν από αισθητήρες. Το δείγμα της έρευνας το αποτελούσαν 24 μαθητές των τάξεων Ε΄ και ΣΤ΄ ενός μη αστικού Δημοτικού σχολείου της Κοζάνης. Τα συμπεράσματα της έρευνας έδειξαν ότι πλέον ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών έχει έρθει ήδη σε επαφή με την εκπαιδευτική ρομποτική

και την αντιμετωπίζει θετικά. Οι περισσότεροι μαθητές θα ήθελαν να συμμετάσχουν ξανά σε παρόμοια προγράμματα και θα επιθυμούσαν να διδάσκονται περισσότερα μαθήματα με τη βοήθεια της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Επίσης, ήταν πολύ ενθουσιασμένοι με την εφαρμογή της εκπαιδευτικής ρομποτικής μέσα στην τάξη και συμμετείχαν ουσιαστικά στο μάθημα με τις ερωτήσεις που έκαναν (Μπάτσιος, 2021).

17. Σε μια έρευνα που διεξήχθη σε ελληνικό νηπιαγωγείο, με συμμετέχοντες 14 νήπια, διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM με την μέθοδο της επίλυσης προβλημάτων και με την μέθοδο Project. Αφορμή για την έναρξη του Project ήταν η προβολή της γαλλικής ταινίας («Le ballon rouge», 1956), η οποία συνέβαλε στη δημιουργία ενός αυθεντικού πλαισίου επικοινωνίας που ενθάρρυνε και υποστήριξε τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη δραστηριοτήτων STE(A)M που βασίζονται στην εκπαιδευτική ρομποτική και την υπολογιστική σκέψη. Οι μαθητές χρησιμοποίησαν διάφορα υλικά και στρατηγικές προσπαθώντας να κατανοήσουν και να σμιλέψουν τις φυσικές αποστάσεις μεταξύ εθνών και ανθρώπων, με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων: διαδίκτυο, google maps, το ρομπότ Bee-Bot. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας απολάμβαναν τη χρήση ψηφιακών εργαλείων και τις δυνατότητές τους που αντιστοιχούν σε κώδικες κατεύθυνσης. Χρησιμοποίησαν μαθηματικές έννοιες και πολλές αυθαίρετες ή συμβατικές μονάδες μέτρησης ως εργαλεία για να λύσουν το πρόβλημα της γλυπτικής των αποστάσεων. Επιπλέον, υπό την κατάλληλη καθοδήγηση και σε ένα εκπαιδευτικό ρομποτικό πλαίσιο, κατάφεραν να κάνουν το ρομπότ να κινείται με σωστό και κατάλληλο τρόπο μετά από επαναλήψεις, μέχρι να καταλήξουν στη σωστή διαδρομή που έπρεπε να διανύσει το ρομπότ, προκειμένου να φτάσει στον επιθυμητό προορισμό (Apostolou, 2023).

18. Σε μια έρευνα διερευνήθηκε η διασταύρωση μεταξύ των διεπιστημονικών εκπαιδευτικών προσεγγίσεων στα πεδία STEM/STEAM και της προσχολικής εκπαίδευσης για την Αειφορία. Για τον λόγο αυτό

πραγματοποιήθηκε μια συστηματική ανασκόπηση των βάσεων δεδομένων Web of Science, Scopus, ERIC και Scielo από το 2007 έως το 2022. Στην έρευνα αυτή αναφέρεται μια μελέτη των Borgerding και Kaya, όπου τα νήπια επισκέφθηκαν ένα δάσος γύρω από την κατασκήνωση STEAM και ένα θερμοκήπιο, σε συνδυασμό με μια έντονη φάση εκπαίδευσης για την αειφορία, όπου έμαθαν για τις επιστημονικές έννοιες της οικολογίας και των βιωμάτων (Rodrigues-Silva & Alsina, 2023).

19. Σε μια έρευνα που διεξήχθη στον Καναδά (Liu et al., 2023) συμμετείχαν συνολικά 31 παιδιά ηλικίας 6–8 ετών, τα οποία παρακολούθησαν μετά το σχολείο μαθήματα ρομποτικής. Τα αποτελέσματα της συνέντευξης έδειξαν ότι τα παιδιά απολάμβαναν τα μαθήματα ρομποτικής, βελτίωσαν τον λογικό συλλογισμό και τις οργανωτικές τους ικανότητες και ήταν σε θέση να επικεντρωθούν στις μαθησιακές τους δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά δήλωσαν ότι ένιωθαν ενθουσιασμένα όταν μπορούσαν για να ενώσουν κομμάτια Lego, να φτιάξουν ένα ρομπότ και να το μετακινήσουν. Με το πέρας των 6 μηνών, τα παιδιά ένιωθαν ότι μπορούσαν να κατασκευάσουν πιο πολύπλοκα ρομπότ και να προγραμματίσουν το ρομπότ να κινείται, με λιγότερη βοήθεια από τον εκπαιδευτή. Επιπλέον, όλοι οι γονείς ανέφεραν ότι διαπίστωσαν πως τα παιδιά τους μπορούσαν να συγκεντρώνονται περισσότερο σε μια εργασία γενικά και πως ήταν σε θέση να παραμένουν συγκεντρωμένα σε μια εργασία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με 6 μήνες πριν. Επίσης, οι γονείς διαπίστωσαν ότι τα παιδιά τους μπορούσαν να συζητούν μαζί τους με λογικό τρόπο και προσπαθούσαν να αιτιολογούν με λογικό τρόπο τις απαντήσεις τους. Οι μισοί γονείς παρατήρησαν ότι τα παιδιά τους βελτίωσαν και τις επικοινωνιακές τους δεξιότητες εκτός από τις δεξιότητες κατασκευής ρομπότ και προγραμματισμού, πιθανώς λόγω του ότι ο εκπαιδευτής ζητούσε από τα παιδιά να παρουσιάζουν τις εργασίες τους συχνά.

1.8. Εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και ρομποτική

Σχετικά με τους εκπαιδευτικούς, η επαγγελματική τους ανάπτυξη με δραστηριότητες που βασίζονται στη θεωρία του εποικοδομητισμού ενδέχεται να είναι πολύ αποτελεσματική, καθώς τους δίνει τη δυνατότητα να καθοδηγούν και να υποστηρίζουν τη διδασκαλία τους πρακτικά και κόνοντάς τη να έχει νόημα (Ostashewski et al., 2011). Επίσης, βιβλιογραφική έρευνα έχει δείξει ότι εκπαιδευτικοί που έχουν συμμετάσχει και έχουν επηρεαστεί θετικά από την ολοκληρωμένη επαγγελματική ανάπτυξη στα πεδία STEM ωθούν τους μαθητές τους να επηρεάζονται εξίσου θετικά από την επαγγελματική ανάπτυξη του δασκάλου τους σε ό, τι αφορά τη στάση τους απέναντι σε δράσεις που αφορούν τα πεδία STEM (Wahyuningsih et al., 2020).

Τα περισσότερα προγράμματα σπουδών που απευθύνονται στους εκπαιδευτικούς πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης δεν τους παρέχουν τα κατάλληλα εφόδια και τις γνώσεις προκειμένου να είναι σε θέση να σχεδιάζουν εκπαιδευτικά προγράμματα που να ενσωματώνουν τις Ψηφιακές Τεχνολογίες ή προγράμματα στα πεδία STEM. Για τον λόγο αυτό, οι εκπαιδευτικοί φαίνεται να είναι ανασφαλείς και δε νιώθουν αποτελεσματικοί στη δουλειά τους, όταν πρέπει να σχεδιάζουν και να υλοποιούν μαθήματα, στα οποία εμπλέκονται οι Ψηφιακές Τεχνολογίες (Bers & Postmore, 2005).

Ένα άλλο εμπόδιο στην επιλογή δραστηριοτήτων στα πεδία STEM από τους εκπαιδευτικούς είναι το ότι οι εργασίες στα πεδία STEM είναι χρονοβόρες σε σύγκριση με άλλες μαθηματικές εργασίες (Sevimli & Unal, 2022). Παλαιότερα, οι εκπαιδευτικοί δεν επιθυμούσαν να εντάξουν τη ρομποτική στη μαθησιακή διαδικασία. Αντιλαμβάνονταν τα οφέλη της, ωστόσο δεν την επέλεγαν (Yildirim, 2000).

Από την άλλη πλευρά, μεταγενέστερες έρευνες δείχνουν πως η πλειονότητα των δασκάλων αντιλαμβάνεται την θετική συμβολή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία και προσπαθεί να την εντάξει στην πράξη (Γιαβρίμης κ.α., 2010). Σε μια έρευνα που διεξήχθη παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από το έργο Erasmus + bot STEM, που περιλαμβάνει ένα θεωρητικό πλαίσιο για Επιστήμη, Ψηφιακές Τεχνολογίες,

Μηχανική & Ψηφιακές Τεχνολογίες (πεδία STEM) και ρομποτική και δραστηριότητες διδασκαλίας για δασκάλους προσχολικής ηλικίας και δασκάλους που εκπαιδεύουν παιδιά 4-8 ετών. Στην έρευνα αυτή, παρουσιάζεται η αυτοαποτελεσματικότητα και οι απόψεις των δασκάλων προσχολικής ηλικίας Ισπανών και Σουηδών για τη διδασκαλία στα πεδία STEM και της ρομποτικής, χρησιμοποιώντας μια μικτή μεθοδολογία που βασίζεται σε ερωτηματολόγιο και συνεντεύξεις ομάδων εστίασης. Το 3ετές έργο έχει βελτιώσει την αυτοαποτελεσματικότητα των δασκάλων προσχολικής ηλικίας στη διδασκαλία των πεδίων STEM και της ρομποτικής, όπως περιγράφεται σε ένα ερωτηματολόγιο που απάντησαν οι εκπαιδευτικοί προσχολικής ηλικίας μετά το έργο. Οι εκπαιδευτικοί κάνουν λόγο για αύξηση της δραστηριότητας, της γνώσης και του ενδιαφέροντος των παιδιών και τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM είναι κυρίως δομικά ή τεχνικά. Αναφέρεται, επίσης, ότι η διδασκαλία της ρομποτικής υποστηρίζει επίσης τα παιδιά με ειδικές ανάγκες, όταν αλληλοεπιδρούν με συνομηλίκους. Τα αποτελέσματα από το έργο bot STEM δείχνουν το όφελος της υποστηριζόμενης μακροπρόθεσμης επαγγελματικής ανάπτυξης για τη διδασκαλία στα πεδία STEM και της ρομποτικής στην προσχολική εκπαίδευση (Fridberg et al., 2023).

Επίσης, σε μια έρευνα που συμμετείχαν 494 εκπαιδευτικοί διαφόρων ειδικοτήτων, εκ των οποίων το μεγαλύτερο ποσοστό ήταν δάσκαλοι που διδάσκουν σε δημόσια σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, δηλώθηκε ότι είναι έτοιμοι να προσαρμόσουν τις διδακτικές μεθόδους τους με βάση τις ανάγκες των μαθητών και ότι δεσμεύονται να αφιερώσουν χρόνο στην αναζήτηση αποτελεσματικών ιδεών προτού εφαρμόσουν την εκπαιδευτική προσέγγιση στα πεδία STEM. Επίσης, εκδήλωσαν θετική στάση απέναντι στη διδασκαλία στα πεδία STEM, ενώ φαίνεται ότι έχουν τις απαραίτητες γνώσεις και κατανοούν τον ρόλο τους στην επιτυχημένη εφαρμογή της νέας αυτής εκπαιδευτικής πρακτικής στην τάξη (Παπαγιαννοπούλου κ.α, 2025).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη στην Ελλάδα (Nikolopoulou, & Tsimperidis, 2023), διερευνήθηκαν οι απόψεις των εκπαιδευτικών και το ποσοστό εμπιστοσύνης τους στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στα

πρώτα χρόνια της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στην έρευνα αυτή, συμμετείχαν 140 Έλληνες εκπαιδευτικοί, προσχολικής και δημοτικής εκπαίδευσης, οι οποίοι συμπλήρωσαν ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο 35 ερωτήσεων. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων εκπαιδευτικών ήταν γυναίκες και περισσότεροι από τους μισούς εκπαιδευτικούς είχε 21 ή περισσότερα χρόνια διδακτικής εμπειρίας. Τα χρόνια εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην τάξη κυμαίνονταν από λιγότερο από ένα έτος έως περισσότερα από 10 χρόνια. Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών εξέφρασε υψηλά επίπεδα εμπιστοσύνης απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM. Από την άλλη μεριά, ποσοστό 22,9% των εκπαιδευτικών απάντησε ότι δεν υπάρχουν αρκετά υλικά για να υλοποιηθούν οι δράσεις στα πεδία STEM, 51,4% του δείγματος ανέφερε ότι η προετοιμασία για την υλοποίηση δραστηριοτήτων στα πεδία STEM απαιτεί περισσότερο χρόνο, άλλους θεματικούς κύκλους, και 56,4% του δείγματος συμφώνησε ότι δεν επαρκεί ο χρόνος για την διερεύνηση θεμάτων στα πεδία STEM.

Σε μια τριετή έρευνα (Chalmers et al., 2022) που συμμετείχαν 29 εκπαιδευτικοί διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα της χρήσης ανθρωποειδών ρομπότ σε παιδιά προσχολικής ηλικίας μέχρι την ηλικία των 10 ετών. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας δείχνουν ότι οι δάσκαλοι υιοθέτησαν μια κοινωνική κονστрукτιβιστική μάθηση προσέγγιση κατά την εισαγωγή του ρομπότ στις τάξεις τους, αν και ορισμένοι δάσκαλοι δήλωσαν ότι έπρεπε να επανεξετάσουν την παιδαγωγική τους, έτσι ώστε να επιτευχθεί μια πιο συνεργατική τάξη όπου τόσο οι δάσκαλοι όσο και οι μαθητές να μπορούν να μοιραστούν τις γνώσεις τους και να επιλύουν προβλήματα συλλογικά. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί χρησιμοποίησαν το ρομπότ ως εργαλείο για να βελτιώσουν το πρόγραμμα σπουδών και εκτιμούσαν τη χρήση του ρομπότ για την εμπλοκή των μαθητών σε διάφορες δραστηριότητες. Αναφορικά με τα οφέλη της εκπαιδευτικής παρέμβασης για τους μαθητές, οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι οι μαθητές ανέπτυξαν τις εξής δεξιότητες, που θεωρούνται δεξιότητες του 21^{ου} αιώνα: υπολογιστική σκέψη, επικοινωνία, συνεργασία, κριτική και δημιουργική σκέψη. Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή τη μελέτη ανέφεραν, ακόμα, ότι οι μαθητές τους επέδειξαν υπομονή και

επιμονή καθώς συμμετείχαν στη δημιουργία λύσεων που αφορούν τους φυσικούς περιορισμούς των ανθρωποειδών ρομπότ (δηλαδή πέφτουν εύκολα). Κάποια άλλα ζητήματα που δυσκόλεψαν τους μαθητές, αλλά παρόλα αυτά είχαν κίνητρο να βρουν μια λύση, αφού σε αντίθεση με το εικονικό ρομπότ, το ανθρωποειδές ρομπότ επισκευαζόταν. σχετίζονται με τη λειτουργία του ρομπότ περιλάμβαναν ασυνεπείς αισθητήρες και υπερθέρμανση των κινητήρων των ρομπότ.

Ακόμη, σε μια έρευνα που διεξήχθη, οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί που δεν είχαν εκπαιδευτεί στα πεδία STEM κατά τη διάρκεια της προπτυχιακής τους εκπαίδευσης θέλησαν εθελοντικά να λάβουν αυτήν την εκπαίδευση στα πλαίσια ενδοϋπηρεσιακής κατάρτισης (Ozdemir et al., 2018).

Ωστόσο, οι διδάσκοντες επί το πλείστον θεωρούν ότι δεν θα μπορέσουν να εφαρμόσουν τα νέα προγράμματα με τρόπο συστηματικό και οργανωμένο, κάτι που συνάδει και με τις απαντήσεις τους που αφορούν την αυτο-αποτελεσματικότητά τους με τους περισσότερους εκπαιδευτικούς να δηλώνουν ότι αισθάνονται πίεση με τον αυξημένο φόρτο εργασίας (Iatrou et al., 2022).

Επίσης, οι δάσκαλοι που ασχολούνται με μαθητές με ειδικές ανάγκες, αναγνωρίζοντας τις θετικές επιπτώσεις της ρομποτικής, θεωρούν πως θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν σε μεγαλύτερο βάθος τις δυνατότητες της εκπαίδευσης στα πεδία STEM (Putnam & Chong, 2008).

Οι Baglama, Yikmis & Demirok (2017) ερεύνησαν τις απόψεις των εκπαιδευτικών ειδικής αγωγής για την χρήση της ρομποτικής στο διδακτικό αντικείμενο των μαθηματικών. Οι ίδιοι αναφέρουν πως η πλειονότητα των δασκάλων, αναγνωρίζοντας την σπουδαιότητα των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή, αναζητούσαν νέους τρόπους που θα βοηθούσαν τα παιδιά ΑμεΑ. Ιδιαίτερα για αυτήν την ομάδα μαθητών, τα μαθηματικά συμβάλλουν ενεργά στην καθημερινή τους λειτουργικότητα. Οι περισσότεροι, λοιπόν θεωρούν πως χρησιμοποιούν σε ικανοποιητικό βαθμό τη ρομποτική στο μάθημά τους, καθώς αντιλαμβάνονται τη σημαντική συμβολή της. Επίσης, ενώ θεωρούν τα εκπαιδευτικά ρομπότ ως βοηθούς διδασκαλίας για ατομική

μάθηση ή σε μικρές ομάδες, εντούτοις, δεν τα θεωρούν επαρκή για την μετωπική διδασκαλία ολόκληρου του μαθήματος (Κάππου, 2020).

Ο στόχος μιας άλλης μελέτης ήταν να προσδιορίσει το επίπεδο ευαισθητοποίησης και εφαρμογής από τους εκπαιδευτικούς στη Βουλγαρία της προσέγγισης στα πεδία STEM και των παραλλαγών της στη διδασκαλία. Συγκεκριμένα, αντικείμενο της μελέτης ήταν οι γενικές συνθήκες, ιδιότητες και πρότυπα στην εφαρμογή της προσέγγισης στα πεδία STEM που υποστηρίζουν οι 76 Βούλγαροι εκπαιδευτικοί της Προσχολικής και της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, που συμμετείχαν στην έρευνα. Ένα μεγάλο μέρος των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών ήταν εξοικειωμένο με τα πεδία STEM ως έννοια και ως δραστηριότητα, αλλά ένα μικρό ποσοστό είχε εμπειρία στην εφαρμογή της μέσα στην τάξη. Το 44% των ερωτηθέντων εκπαιδευτικών υποστήριξε ότι η χρήση εκπαιδευτικών καινοτομιών (εφαρμογές λογισμικού, ηλεκτρονικές πλατφόρμες, τεχνολογίες cloud, νέες μεθοδολογίες, πρόγραμμα σπουδών, κ.λπ.) τους διευκολύνει στην εφαρμογή των δραστηριοτήτων στα πεδία STEM και στη βελτίωση της διδασκαλίας τους (Ivanova, 2022).

Μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε με τη συμμετοχή 91 εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και μελλοντικών δασκάλων στην Πολωνία, στην Ουκρανία και στο Πανεπιστήμιο Borys Grinchenko Κίβν περιείχε 15 ερωτήσεις σχετικά με την παιδαγωγική έρευνα «Ρομποτική και παιδιά». Σκοπός της μελέτης ήταν ο προσδιορισμός των αναγκών της σύγχρονης εκπαίδευσης για την εισαγωγή των βασικών στοιχείων της ρομποτικής στην εκπαιδευτική διαδικασία του δημοτικού σχολείου. Τα αποτελέσματα της μελέτης που πραγματοποιήθηκε στην Πολωνία και στην Ουκρανία μεταξύ των ενδοϋπηρεσιακών δασκάλων και των μελλοντικών εκπαιδευτικών δείχνουν ότι περισσότερο από το 50% των ερωτηθέντων κατανοούν τον σημαντικό ρόλο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM και την αναγκαιότητα εισαγωγής της στο δημοτικό σχολείο με εργαστήρια και με άλλες δραστηριότητες. Έτσι, οι μαθητές θα καταστούν ικανοί να αναπτύξουν επιτυχώς δεξιότητες του εικοστού πρώτου αιώνα σε ιδιαίτερα βασικές ικανότητες. Η μελέτη, όμως, επισημαίνει ότι παραμένει ανοιχτό το ερώτημα σχετικά με την ολοκληρωμένη εκπαίδευση στα πεδία STEM των υποψήφιων εκπαιδευτικών που

παρακολουθούν παιδαγωγικά προγράμματα, ιδίως στην εξειδίκευση της προσχολικής εκπαίδευσης. Οι εκπαιδευτικοί στην πλειοψηφία τους υποστήριξαν ότι η κατασκευή ρομπότ από τα παιδιά αποτελεί ιδανική παιδαγωγική δραστηριότητα στην δημοτική εκπαίδευση και τα βοηθά στην ανάπτυξη, στο κίνητρο για εργασία και στην απόκτηση συνεχούς ενδιαφέροντος. Επίσης, σχεδόν οι μισοί από τους ερωτηθέντες επεσήμαναν ότι οι κατά τη διάρκεια του μαθήματος ρομποτικής διαμορφώθηκαν οι εξής ωφέλιμες για τη ζωή δεξιότητες: η ικανότητα ανεξάρτητης μάθησης, η ικανότητα εργασίας σε ομάδες, η ανταλλαγή εμπειριών, η ικανότητα να διατυπώνουν τους δικούς τους στόχους και η προσωπική ικανότητα δημιουργίας μοντέλων αντικειμένων ως ουσιαστική ικανότητα που διαμορφώνεται από την επιστήμη της ρομποτικής (Smyrnona-Trybulska, 2016).

Ο σκοπός μια βιβλιογραφικής μελέτης ήταν να εξετάσει τις απόψεις των εκπαιδευτικών και των μαθητών που συμμετέχουν στην εκπαίδευση στα πεδία STEM. Ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των συμμετεχόντων στην έρευνα (80%) δήλωσε ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM είναι η πλέον κατάλληλη για διδασκαλία ή για να μάθουν θέματα για τη μάθηση φυσικών φαινομένων. Τόνισαν, επίσης, ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM συμβάλλει στη βελτίωση των δεξιοτήτων ζωής, στην ανάπτυξη ψυχοκινητικών δεξιοτήτων, στην επίλυση προβλημάτων, στις επιστημονικές δεξιότητες διαδικασίας, μηχανικής και σχεδίασης, στην καλλιέργεια της φαντασίας, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων διερεύνησης, κριτικής σκέψης, καθώς και δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Αναφορικά με τη συμβολή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στη συναισθηματική διάσταση, τονίστηκε ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM προσελκύει την προσοχή και το ενδιαφέρον, προκαλεί την περιέργεια και παρέχει μαθησιακή επιθυμία και κίνητρο, ενισχύει την αυτοπεποίθηση των μαθητών και βοηθά τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τόσο τα προβλήματα της πραγματικής ζωής όσο και τις δικές τους γνώσεις και δεξιότητες. Επίσης, η εκπαίδευση στα πεδία STEM βρέθηκε να συνεισφέρει περισσότερο στην ευαισθητοποίηση σταδιοδρομίας στους μαθητές και τους δίνει τη δυνατότητα να μάθουν διασκεδάζοντας, με αποτέλεσμα την

αποτελεσματική και μόνιμη μάθηση και τη συνεργατική και μαθητοκεντρική μάθηση, παρέχοντας ενεργό συμμετοχή και συσχέτιση του περιεχομένου του μαθήματος με την καθημερινή ζωή (Kanadli, 2019).

Στόχος μιας μελέτης ήταν να αποκαλύψει τις απόψεις των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν την εκπαίδευση στα πεδία STEM στα μαθήματα της Φυσικής και των Μαθηματικών. Το δείγμα της μελέτης το αποτελούσαν τέσσερις δάσκαλοι, οι οποίοι δήλωσαν ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM σχετίζεται με τους τομείς της Φυσικής, των Μαθηματικών, της Μηχανικής και τις Ψηφιακές Τεχνολογίες. Υποστήριξαν, επίσης, ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM είναι μια αναγκαιότητα της εποχής μας και περιλαμβάνει βασικές ικανότητες. Επιπλέον, τόνισαν ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM αυξάνει την επιτυχία των μαθητών, βελτιώνει την αυτοπεποίθησή τους, κάνει τη μάθηση πιο εύκολη και μόνιμη, συνδυάζει τα μαθήματα με την καθημερινή ζωή και προάγει τη συνεργατική μάθηση. Ωστόσο, κατά την υλοποίηση αυτών των δραστηριοτήτων, οι εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι, ως επί το πλείστον, αντιμετώπισαν προβλήματα με τη διαχείριση των αιθουσών, με την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, λόγω του ανεπαρκούς επιπέδου ετοιμότητας των μαθητών και της έλλειψης εξοπλισμού. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα δάσκαλοι πρότειναν να γίνονται στους εκπαιδευτικούς πρακτικά σεμινάρια για την εκπαίδευση στα πεδία STEM για να ξεπεραστούν τέτοια προβλήματα, ειδικά κατά την προετοιμασία των δραστηριοτήτων και των σχεδίων μαθημάτων κατάλληλων για τις τάξεις τους (Bal et al, 2021).

Σκοπός μιας έρευνας που διεξήχθη στην Αμερική, στα πλαίσια των προσπαθειών διάδοσης ενός νέου προγράμματος σπουδών, ήταν η καταγραφή των απόψεων των δασκάλων και των εκπαιδευτικών της μέσης εκπαίδευσης για τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν στην υλοποίηση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στις τάξεις τους. Συγκεκριμένα, διερευνήθηκε η εμπειρία των δασκάλων, η άποψή τους για την κατάλληλη ηλικία υλοποίησης των προγραμμάτων σπουδών της Μηχανικής και τα εμπόδια στη διδασκαλία της Μηχανικής στο δημοτικό σχολείο και στη μέση εκπαίδευση. Το δείγμα της έρευνας το αποτελούσαν 70 εκπαιδευτικοί. Οι καθηγητές υποστήριξαν ότι ενδιαφέρονται να διδάξουν περισσότερη Μηχανική, ενώ προέβαλαν τον

χρόνο και την έλλειψη υποστήριξης ως εμπόδια στην εφαρμογή της Μηχανικής, σημαντικά ζητήματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη στην εκπόνηση των νέων προγραμμάτων σπουδών (Corroia, 2015).

Σε μια άλλη έρευνα που διεξήχθη στην Τουρκία φάνηκε ότι οι αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, αν και υπάρχουν κάποια προβλήματα, επικρίσεις και προτάσεις, είναι θετικές. Το κύριο αποτέλεσμα της έρευνας είναι ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν προσεγγίσει την εκπαίδευση στα πεδία STEM ως μια διεπιστημονική προσέγγιση. Οι εκπαιδευτικοί όρισαν την εκπαίδευση στα πεδία STEM ως «την συνδυασμένη χρήση των Επιστημών, των Μαθηματικών, των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των κλάδων της Μηχανικής», κάτι που υποδηλώνει ότι έχουν μια γενική ιδέα για την εκπαίδευση στα πεδία STEM. Επεσήμαναν, επίσης, τις θετικές επιπτώσεις της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στους μαθητές, οι κυριότερες από τις οποίες είναι οι βασικές δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η επίλυση προβλημάτων, η ομαδική εργασία, η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, δεξιότητες που συμβάλλουν στην εκπαίδευση ατόμων που μπορούν να προσαρμοστούν στον αιώνα που ζουν (Kizilay, 2018). Ως αρνητικό κομμάτι της έρευνας αναφέρθηκαν οι γενικά αρνητικές αντιλήψεις των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην χώρα τους, την οποία χαρακτήρισαν ανεπαρκή και ότι γίνεται μόνο για λόγους επίδειξης. Ένα άλλο αποτέλεσμα της έρευνας είναι τα λάθη και τα προβλήματα στην εκπαίδευση στα πεδία STEM. Οι περισσότεροι δάσκαλοι είχαν την άποψη ότι το μεγαλύτερο λάθος στην εκπαίδευση στα πεδία STEM είναι η μη σωστή κατανόηση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, η παραδοσιακή διάταξη της τάξης, οι χρονικοί περιορισμοί και η συμμόρφωση με το πρόγραμμα σπουδών. Επίσης, οι εκπαιδευτικές εφαρμογές στα πεδία STEM χρειάζονται μεγάλο χρόνο και έναν προϋπολογισμό. Τονίστηκε ότι τα σχολεία όπου θα διεξαχθεί η εκπαίδευση στα πεδία STEM θα πρέπει να διαθέτουν ένα ελάχιστο επίπεδο τεχνολογικής υποδομής. Από την άλλη μεριά, ορισμένοι δάσκαλοι πιστεύουν ότι δεν χρειάζονται ακριβά ρομποτικά σετ για την εκπαίδευση στα πεδία STEM (Hebebsci, 2021).

Σε μια μελέτη που διεξήχθη σε εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης στην Κίνα αποκαλύφθηκε ο μηχανισμός για τις δεξιότητες της υπολογιστικής σκέψης και δόθηκε ουσιαστική τεκμηριωμένη υποστήριξη για την εκπαίδευση και την αξιολόγηση των εν ενεργεία δασκάλων στην STEAM, που αποτελεί προέκταση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, στην ηλικιακή ομάδα μαθητών K-12. Από την μελέτη φάνηκε ότι οι δάσκαλοι STEAM έχουν σημαντικές διαφορές ως προς το φύλο, την ηλικία, τη διδακτική εμπειρία, τον βαθμό, τα μαθήματα, και τη φύση του σχολείου. Συγκεκριμένα, οι δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης των ανδρών δασκάλων είναι ελαφρώς υψηλότερες από εκείνες των γυναικών. Επιπλέον, οι δάσκαλοι ηλικίας 30–40 ετών διέθεταν το υψηλότερο επίπεδο δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης. Επίσης, το επίπεδο υπολογιστικής σκέψης των εκπαιδευτικών ήταν ανάλογο της διδακτικής τους εμπειρίας. Ακόμη, από τη μελέτη φάνηκε ότι τα διεπιστημονικά ολοκληρωμένα μαθήματα και οι μέθοδοι διδασκαλίας είναι οι παράγοντες που συμβάλλουν περισσότερο στη βελτίωση των δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης των εκπαιδευτικών. Αναφορικά με τον βαθμό κατοχής της υπολογιστικής σκέψης από τους δασκάλους, τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν ότι οι δάσκαλοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είχαν τις υψηλότερες δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς της προσχολικής και της γυμνασιακής εκπαίδευσης. Επιπλέον, οι δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης των δασκάλων της πρωτοβάθμιας επιστήμης φάνηκε να είναι υψηλότερες από εκείνες των δασκάλων άλλων ειδικοτήτων, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με το ότι η επιστήμη του δημοτικού σχολείου είναι ένας βασικός και ολοκληρωμένος κλάδος. Ακόμη, η φύση του σχολείου φάνηκε να επηρεάζει τις δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης των δασκάλων STEAM, καθώς η υπολογιστική σκέψη των δασκάλων των ιδιωτικών σχολείων ήταν υψηλότερη από την υπολογιστική σκέψη των δασκάλων των δημόσιων σχολείων (Sun et al., 2023).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη στη Μαλαισία, σε εν ενεργεία και μη νηπιαγωγούς, αυτοί θεωρούν την έλλειψη τεχνογνωσίας των εκπαιδευτικών ως το πιο δύσκολο ζήτημα για την εφαρμογή της εκπαίδευσης STREAM, που αποτελεί προέκταση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, στην προσχολική

εκπαίδευση. Ανέφεραν, επίσης, ότι χρειάζονται πραγματικά την εκπαίδευση, τα εργαστήρια και τα συνέδρια που σχετίζονται με την STREAM, έτσι ώστε να μπορέσουν να εμπλουτίσουν τις γνώσεις τους στην εκπαίδευση STREAM και να βελτιώσουν τις δεξιότητες και τις διαθέσεις τους απέναντι σε αυτή. Η έρευνα αποκάλυψε, ακόμη, ότι οι εν ενεργεία νηπιαγωγοί είχαν μεγαλύτερες ανησυχίες σε ό, τι αφορά την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην τάξη σε σχέση με τους μη ενεργεία συναδέλφους τους (Phang et al., 2023).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη σε νηπιαγωγούς και δασκάλους στην Τουρκία διερευνήθηκαν οι απόψεις τους για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, για τις επιπτώσεις της προσέγγισης στα πεδία STEM, για τη δυνατότητα εφαρμογής της στην προσχολική αγωγή και για τις απαιτήσεις για τη δυνατότητα εφαρμογής της στο τουρκικό εκπαιδευτικό σύστημα. Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είχαν θετικές στάσεις απέναντι στη προσέγγιση στα πεδία STEM και υποστήριξαν ότι η χρήση της στα σχολεία κρατά τη χώρα προηγμένη στην επιστήμη και στις Ψηφιακές Τεχνολογίες. Η συντριπτική πλειοψηφία των συμμετεχόντων πιστεύει ότι η προσέγγιση στα πεδία STEM μπορεί να εφαρμοστεί στην προσχολική εκπαίδευση. Κάποιοι από τους συμμετέχοντες στην έρευνα, δήλωσαν ότι οι δραστηριότητες στα πεδία STEM υποστηρίζουν όλους τους τομείς ανάπτυξης των παιδιών, όπως την περιέργεια, την δημιουργικότητα και τη γνωστική ανάπτυξη. Επιπλέον, με τις δραστηριότητες στα πεδία STEM, τα παιδιά μπορούν να συμμετέχουν ενεργά στα μαθήματα και να παράγουν μοναδικά και καινοτόμα προϊόντα. Με αυτόν τον τρόπο τα παιδιά αναπτύσσουν μια θετική στάση απέναντι στα Μαθηματικά, τις Επιστήμες, τις Ψηφιακές Τεχνολογίες και την Μηχανική. Επιπλέον, ορισμένοι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι η προσέγγιση στα πεδία STEM μπορεί να βοηθήσει τα παιδιά να είναι πιο άνετα στο μέλλον. Υπήρξαν, όμως, και κάποιοι εκπαιδευτικοί που δήλωσαν ότι δεν υποστηρίζουν την εκπαίδευση στα πεδία STEM, αναφέροντας κάποιους λόγους, όπως το ότι απαιτούνται πολλές προκαταρκτικές εργασίες και έρευνα και το ότι η Ψηφιακές Τεχνολογίες είναι επιβλαβής για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας. Μερικοί από τους δασκάλους προσχολικής ηλικίας, υποστήριξαν ότι η

προσέγγιση στα πεδία STEM δεν είναι βιώσιμη στην προσχολική ηλικία. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσε ότι οι υποψήφιοι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να εκπαιδευτούν για την προσέγγιση στα πεδία STEM. Επιπλέον, κάποιοι από τους συμμετέχοντες πρότειναν την εισαγωγή κάποιων μαθημάτων που βασίζονται στα πεδία STEM στο πανεπιστημιακό πρόγραμμα. Ωστόσο, νηπιαγωγοί και υποψήφιοι εκπαιδευτικοί εκπαιδευμένοι στην προσέγγιση στα πεδία STEM δήλωσαν ότι τα σχολεία στην Τουρκία δεν διαθέτουν την κατάλληλη υποδομή για την εφαρμογή της. Επίσης, τονίστηκε η αναγκαιότητα ενημέρωσης των οικογενειών των παιδιών προσχολικής ηλικίας, στα οποία πρόκειται να εφαρμοστεί η εκπαίδευση στα πεδία STEM (Ültay & Ültay., 2020).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη στην Ινδονησία (Lestari & Kurniati, 2021), μελετήθηκαν οι στάσεις 50 νηπιαγωγών γυναικών σχετικά με τα πεδία STEM. Κάποιοι νηπιαγωγοί είχαν επαρκείς γνώσεις για τα πεδία STEM, εντούτοις δεν είχαν συνηθίσει να τη χρησιμοποιούν στην τάξη τους και τα σχολεία στα οποία υπηρετούσαν δεν υποστήριζαν την εκπαίδευση στα πεδία STEM σε μια συστηματική βάση, δηλαδή σε ένα εβδομαδιαίο, μηνιαίο ή ετήσιο κύκλο μαθημάτων στο σχολείο.

Σε μια μελέτη που διεξήχθη σε υποψήφιους δασκάλους, τονίστηκε το μάθημα της Φυσικής ως το καταλληλότερο μάθημα για τη χρήση της ρομποτικής. Οι λόγοι που προέβαλαν οι εκπαιδευτικοί είναι ότι το μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι «πολύ αφηρημένο για τους φοιτητές» και ότι «είναι δύσκολο οι μαθητές να το κατανοήσουν». Υποστήριξαν, επίσης, ότι η κωδικοποίηση θα μπορούσε να συμβάλει στη σκέψη και στις δεξιότητες συνεργατικής εργασίας των μαθητών, όπως η επίλυση προβλήματος, η αλγοριθμική σκέψη, η πολλαπλή σκέψη και η επίγνωση των λεπτομερειών. Και αυτό οφείλεται στο ότι η ρομποτική περιλαμβάνει προγραμματισμό και σχετίζεται άμεσα με αλγόριθμους (Kaygisiz et al., 2020).

Από την άλλη μεριά, σε μια έρευνα που διεξήχθη από τους de la Fuente et al. (2023), τονίστηκε ότι ένα απαραίτητο κριτήριο για την ανάπτυξη δράσεων STEAM είναι η διδασκαλία θεματικών εννοιών που επιτρέπουν αλληλεπιδράσεις από μέρους των παιδιών και που συνδέουν την πραγματική

ζωή και τα ενδιαφέροντα των μαθητών, όπως ο συνδυασμός της ρομποτικής με το ποδόσφαιρο, το θέατρο ή τις τέχνες του θεάματος (de la Fuente et al., 2023).

Όπως φάνηκε και στις έρευνες που παρατέθηκαν παραπάνω, υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που εμποδίζουν την ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών και της εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Ένας τέτοιος παράγοντας, αναφορικά με την Ελλάδα, αποτελεί η οικονομική κρίση, οι οικονομικοί πόροι (Mumtaz, 2000), ενώ άλλοι παράγοντες είναι, για την περίπτωση των ρομπότ, σύμφωνα με τους Spolaôr & Benitti (2017), το ότι τα σχολεία δεν διαθέτουν υποδομές για όλους τους μαθητές και ότι οι δάσκαλοι δεν έχουν τις γνώσεις για να την ενσωματώσουν στις πρακτικές τους. Επίσης, στην Ελλάδα, η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική ρομποτική δεν υλοποιείται δωρεάν από το Υπουργείο Παιδείας, αλλά οι εκπαιδευτικοί που επιθυμούν να εκπαιδευτούν αναγκάζονται να επιβαρύνονται οι ίδιοι το κόστος των σεμιναρίων που παρακολουθούν (Μπάτσιος, 2021).

Μια άλλη μελέτη στην Τουρκία διερεύνησε τις απόψεις των εκπαιδευτικών για τα Εργαστήρια Σχεδιασμού-Δεξιοτήτων και την εκπαίδευση στα πεδία STEM. Η μελέτη υιοθέτησε έναν ποιοτικό φαινομενολογικό σχεδιασμό έρευνας. Το δείγμα αποτελούνταν από 12 εκπαιδευτικούς. Οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι τα Εργαστήρια Σχεδιασμού-Δεξιοτήτων συνέβαλαν στην ανάπτυξή τους και ότι τα σχολεία θα μπορούσαν να ενσωματώσουν τα Εργαστήρια Σχεδιασμού-Δεξιοτήτων στην εκπαίδευση, εάν βελτίωναν τις υποδομές τους. Σημείωσαν, επίσης, ότι τα πανεπιστήμια θα πρέπει να παρέχουν σε προπτυχιακούς φοιτητές μαθήματα για Εργαστήρια Σχεδιασμού-Δεξιοτήτων και ότι τα σχολεία θα πρέπει να παρέχουν στους δασκάλους συνεχή επιμόρφωση σε αυτά τα εργαστήρια. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα υποστήριξαν τα πλεονεκτήματα της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, τόνισαν, όμως, ότι δεν γνώριζαν αρκετά για την εκπαίδευση στα πεδία STEM και ότι το πρόγραμμα σπουδών δεν ήταν ευθυγραμμισμένο με την εκπαίδευση στα πεδία STEM. Ανέφεραν, επίσης, ότι τα προγράμματα σπουδών στην Τουρκία δεν ήταν κατάλληλα για την εκπαίδευση στα πεδία STEM και πρότειναν την

ανάληψη έργων από το Υπουργείο Εθνικής Παιδείας για την βελτίωση των προγραμμάτων σπουδών που αφορούν αυτήν την εκπαίδευση. Οι συμμετέχοντες εκπαιδευτικοί στην έρευνα υποστήριξαν, ακόμη, ότι δεν είχαν λάβει προπτυχιακή εκπαίδευση στον Σχεδιασμό Εργαστηρίων Δεξιοτήτων, ενώ άλλοι είχαν λάβει προπτυχιακή εκπαίδευση για αυτά σε διαφορετικούς κύκλους σπουδών (Arslan, 2021).

Επιπλέον, λόγω του μεγάλου αριθμού μαθητών, δεν είναι εφικτό να πραγματοποιηθεί ο αναστοχασμός πάνω στις διαδικασίες, ενώ υπάρχει έλλειψη μεθοδολογικής υποστήριξης και δεν έχει πεισθεί η σχολική κοινότητα για τα θετικά αποτελέσματα της εφαρμογής της ρομποτικής.

Ένας άλλος παράγοντας που δυσχεραίνει την ενσωμάτωση της ρομποτικής στα σχολεία της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι ο χρόνος που απαιτείται, τόσο κατά τη διάρκεια του μαθήματος (κατασκευή, σχεδιασμός, δοκιμή και καθαρισμός) όσο και κατά την προετοιμασία εκτός της τάξης (δημιουργία νέων σχεδίων μαθήματος, συλλογή υλικού, ρύθμιση προκλήσεων και προετοιμασία υπολογιστών). Επίσης, άλλοι παράγοντες που προβληματίζουν τους εκπαιδευτικούς είναι το κόστος των υλικών και ο περιορισμένος χώρος στην τάξη (Χατζηγεωργίου, 2022), καθώς πολύ μικρός αριθμός Δημοτικών σχολείων έχει εξοπλισμένα εργαστήρια ρομποτικής, τα οποία στην πλειονότητα τους δημιουργήθηκαν με έξοδα των Συλλόγων γονέων και κηδεμόνων των σχολείων (Μπάτσιος, 2021).

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM, δεν είναι σημαντική μόνο για τους μαθητές, αλλά και για τους δασκάλους. Σε μια έρευνα που διεξήχθη από τον Simsar και τους συναδέλφους του (2023), φάνηκε ότι οι δραστηριότητες Φυσικής με δραστηριότητες στα πεδία STEM επηρέασαν θετικά τις εννοιολογικές αλλαγές που σχετίζονται με την Φυσική αναφορικά με τους δασκάλους που δεν είναι εν ενεργεία. Οι εννοιολογικές αλλαγές των δασκάλων αυξήθηκαν σε ό, τι αφορά την πέτρα και το χώμα, τα ζωντανά και τα μη ζωντανά πράγματα, και τις έννοιες της δύναμης, της κίνησης και της ισορροπίας. Επιπλέον, αυτή η εκπαίδευση βοήθησε στη διόρθωση των λανθασμένων αντιλήψεων των δασκάλων σε διάφορα επιστημονικά θέματα (π.χ. επιστήμη της γης και του διαστήματος, βιοεπιστήμη, φυσική επιστήμη)

και τους ώθησε στο να χρησιμοποιούν σωστά τις έννοιες. Με αυτόν τον τρόπο, οι εκπαιδευτικοί προετοιμάστηκαν κατάλληλα προκειμένου να είναι σε ετοιμότητα, όταν κληθούν να διδάξουν στην τάξη (Simsar et al., 2023).

Από την άλλη μεριά, σε μία μελέτη ερευνήθηκε το αν εάν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ της αντιληπτής στάσης, γνώσης και της εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, πριν και μετά από την υλοποίηση εκπαίδευσης στα πεδία STEM, από μια ομάδα 77 νηπιαγωγών στην Ινδονησία, οι οποίοι είχαν ήδη εμπειρία από την εφαρμογή της στην τάξη. Οι νηπιαγωγοί αυτοί εντάχθηκαν σε ένα πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης, αποτελούμενο από ένα ημερήσιο εναρκτήριο σεμινάριο, ένα δίμηνο διαδικτυακό μάθημα και ένα μονοήμερο σεμινάριο λήξης. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης αποκάλυψαν ότι δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στις στάσεις των εκπαιδευτικών πριν και μετά το διαδικτυακό πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης, καθώς οι εκπαιδευτικοί στην Ινδονησία είχαν ήδη υψηλές στάσεις απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM πριν από την συμμετοχή τους στο συγκεκριμένο πρόγραμμα επαγγελματικής ανάπτυξης. Παρατηρήθηκε, επίσης, ένας υψηλός συσχετισμός ανάμεσα στις στάσεις απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM και στη γνώση αναφορικά με αυτή (Annawati et al., 2022).

Την μη συσχέτιση εμπειρίας στα πεδία STEM και στάσεων των δασκάλων απέναντί της εκφράζει και μια βιβλιογραφική έρευνα που διεξήχθη στη Ρωσία με σκοπό την διερεύνηση των απόψεων εκπαιδευτικών απέναντι στην προσέγγιση στα πεδία STEM. Οι στάσεις των δασκάλων στα πεδία STEM χαρακτηρίστηκαν ευνοϊκές, κάπως θετικές και μετρίως θετικές. Οι μελέτες για τους δασκάλους δεν δηλώνουν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Επίσης, οι εκπαιδευτικοί φυσικών επιστημών των ιδιωτικών σχολείων φάνηκε να είναι μεγαλύτεροι υποστηρικτές της εκπαίδευσης στα πεδία STEM σε σχέση με τους συναδέλφους τους που υπηρετούσαν σε δημόσια σχολεία. Οι στάσεις των φοιτητών πανεπιστημίου ήταν ευνοϊκές απέναντι στα πεδία STEM, ενώ οι στάσεις των μαθητών του Λυκείου ήταν μέτριες. Οι πανεπιστημιακές και προπανεπιστημιακές στάσεις για τα πεδία STEM δεν φάνηκε να επηρεάζονται από το φύλο. Ωστόσο, ορισμένες προπανεπιστημιακές μελέτες

καταδεικνύουν διαφορές μεταξύ των φύλων σε ό, τι αφορά τις στάσεις για τα πεδία STEM. Η πρακτική άσκηση ή η εκπαίδευση στα πεδία STEM αύξησε τις στάσεις των φοιτητών πανεπιστημίου στα πεδία STEM. Επιπλέον, τα προπανεπιστημιακά προγράμματα στα πεδία STEM επηρεάζουν θετικά τη στάση απέναντι στα πεδία STEM (Martynenko, 2023).

Υπάρχουν, όμως, έρευνες που υποστηρίζουν ότι οι δάσκαλοι που προέρχονται από πεδία μη τεχνολογικά, μπορεί να μην έχουν τις τεχνολογικές ικανότητες για να χρησιμοποιήσουν την εκπαιδευτική ρομποτική (Tang et al., 2020). Πολλοί εκπαιδευτικοί, επίσης, νιώθουν αβεβαιότητα και φόβο σχετικά με το περιεχόμενο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, κάτι που επηρεάζει την εμπιστοσύνη τους προς την εκπαίδευση στα πεδία STEM (MacDonald et al., 2020).

Σε μια έρευνα βρέθηκε ότι οι πιο έμπειροι δάσκαλοι ανησυχούν περισσότερο και έχει ένα μάλλον αρνητικό συναίσθημα και μια αρνητική στάση αναφορικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο επίσημο πρόγραμμα σπουδών. Από την άλλη μεριά, οι νεότεροι δάσκαλοι πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση της ρομποτικής στην προσχολική εκπαίδευση βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Papadakis et al., 2019).

Σε μια έρευνα που εξετάστηκαν οι γνώσεις των υποψήφιων δασκάλων για τα πεδία STEM, φάνηκε ότι η γνώση των εκπαιδευτικών για την ουσία και το αντικείμενο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM ήταν μάλλον επιφανειακή και δεν βασίζονταν στην επιστημονική γνώση. Αν και η πλειοψηφία των ερωτηθέντων δήλωσε ότι γνώριζε τον όρο πεδία STEM, τον συσχέτισαν με ευρέως κατανοητή ολιστική εκπαίδευση ή θεματική συσχέτιση παρά με τη στρατηγική επίλυσης προβλημάτων ή ως επιστημονική σκέψη (Zdybel et al., 2019).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με ΑΙ

2.1. Ορισμός Τεχνητής Νοημοσύνης

Οι ρίζες της τεχνητής νοημοσύνης, χωρίς όμως την αποσαφήνιση του όρου όπως τον χρησιμοποιούμε σήμερα, μπορούν να αναζητηθούν ήδη στην αρχαιότητα, όπου ιδιαίτερα οι αρχαίοι Έλληνες γιόρταζαν ένα πλήθος χαρακτήρων στη μυθολογία που μπορούν να χαρακτηριστούν ως τεχνητές μορφές νοημοσύνης (Mayor, 2018). Ένα τέτοιο παράδειγμα αποτελεί ο Τάλως, ένα ρομπότ που δημιουργήθηκε από τον μεγάλο εφευρέτη Δαίδαλο, που περιφερόταν καθημερινή γύρω από την Κρήτη και πετούσε πέτρες σε όποια πλοία έβλεπε να πλησιάζουν. Ο Τάλως αποτελεί έναν μύθο για έναν μηχανικό υπερστρατιώτη. Δεν είναι τυχαίο ότι σήμερα ο αμερικανικός στρατός διαθέτει ένα ρομπότ που έχει το ίδιο όνομα. Επίσης, ο Δαίδαλος, δημιούργησε κάθε είδους τεχνητή νοημοσύνη, όπως κινούμενα αγάλματα, αλλά και ο πατέρας της μάγισσας Μήδειας δημιούργησε τεχνητούς στρατιώτες που μπορούσαν να πολεμήσουν ακατάπαυστα (Sheikh et al., 2023).

Ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» εμφανίστηκε για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1950 ως μία απλή θεωρία της ανθρώπινης νοημοσύνης που εκτέθηκε από μηχανές (Bini, 2018).

Οι ορισμοί για την τεχνητή νοημοσύνη συχνά είναι διφορούμενοι, καθώς δεν καταφέρνουν να συγχρονίζονται με τις τόσο ταχέως αναδυόμενες Ψηφιακές Τεχνολογίες (Murdick, 2020). Επιπλέον, δεν υπάρχει ένας σαφώς οριοθετημένος ορισμός (Wang, 2019).

Ένας από τους πιο απλούς και ευρύτερους ορισμούς για την τεχνητή νοημοσύνη είναι εκείνος που την ορίζει ως την προσομοίωση ή την αναπαραγωγή της ανθρώπινης νοημοσύνης σε μηχανές (Franenfield, 2020).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) αποτελεί τις Ψηφιακές Τεχνολογίες της επόμενης δεκαετίας λόγω της ικανότητάς της να αυξάνει τις ανθρώπινες ικανότητες με χαμηλό κόστος (Schwab, 2017).

Επίσης, η τεχνητή νοημοσύνη είναι μια έννοια που ορίζεται ως η ικανότητα ενός συστήματος να ερμηνεύει σωστά εξωτερικά δεδομένα, να μαθαίνει από αυτά και να χρησιμοποιεί αυτή τη μάθηση για την επίτευξη συγκεκριμένων

στόχων και εργασιών μέσω ευέλικτης προσαρμογής (Karlan & Haenlein, 2019).

Επιπλέον, η τεχνητή νοημοσύνη έχει οριστεί ως «η μελέτη των ιδεών που επιτρέπουν στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές να είναι ευφυείς» (Βλαχάβας κ.α, 2020).

2.2. Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην Εκπαίδευση

Λόγω των ραγδαίων τεχνολογικών εξελίξεων, οι ερευνητές έχουν στρέψει το ενδιαφέρον τους στην αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση με σκοπό την βελτιστοποίηση της μαθησιακής διαδικασίας. Η χρήση εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση προσφέρει στους μαθητές τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες προκειμένου να τα βοηθήσει στην κοινωνικοποίηση τους (Aleven et al., 2016).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαίδευση αποτελεί ένα αναδυόμενο πεδίο που προσφέρει σημαντικές δυνατότητες για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, ενώ παράλληλα αναδεικνύει και σημαντικές παιδαγωγικές και τεχνολογικές προκλήσεις (Kotsis, 2024). Επίσης η Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαίδευση αναδεικνύει, εκτός από τα παιδαγωγικά της οφέλη, και σημαντικά ζητήματα που σχετίζονται με την ασφάλεια και τη διαχείριση των προσωπικών δεδομένων των μαθητών (Kotsis, 2025b)

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς στον πολύπλευρο ρόλο τους, ως εξής (Bryant et al., 2020):

- Μπορεί να εκτελέσει κάποιες χρονοβόρες εργασίες των εκπαιδευτικών, όπως την αυτόματη αξιολόγηση των μαθητών, την καταγραφή των βαθμολογιών τους, τον σχεδιασμό και τη διόρθωση των φύλλων εργασίας και των τεστ.
- Μπορεί να βοηθήσει στην εξατομίκευση της διδασκαλίας, λόγω των δεδομένων που συλλέγει κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Με τη βοήθεια των δεδομένων αυτών, μπορούν να δημιουργηθούν τα μαθησιακά προφίλ των μαθητών και να παρασχεθούν πληροφορίες σχετικά με τις

δυνατότητες, τις αδυναμίες και τις ανάγκες τους. Με βάση τα προφίλ των μαθητών, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προτείνει ασκήσεις για βελτίωση των αδυναμιών τους.

- Μπορεί να βοηθήσει στην αυτοαξιολόγηση των εκπαιδευτικών, καθώς με λειτουργίες αξιολόγησης και παρακολούθησης, οι εκπαιδευτικοί λαμβάνουν λεπτομερείς αναφορές αναφορικά με τον τρόπο διδασκαλίας τους και γίνονται προτάσεις για τους τρόπους με τους οποίους μπορούν να βελτιωθούν, έτσι ώστε η διδασκαλία τους να γίνει πιο διαδραστική και αποτελεσματική.

- Μπορεί να παρέχει στους εκπαιδευτικούς πλήθος πιθανών ερωτήσεων των παιδιών που μπορούν να γίνουν στο μάθημα, με αποτέλεσμα οι εκπαιδευτικοί να είναι πλήρως προετοιμασμένοι στο καθημερινό μάθημα προκειμένου να απαντούν σε αυτές τις ερωτήσεις, εξοικονομώντας από μέρους τους πολύτιμο χρόνο.

- Με τη συνδρομή κάποιων εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να καθοδηγήσουν τους μαθητές να ανακαλύψουν μόνοι τους τη γνώση, ενώ ο δικός τους ρόλος να είναι συμπληρωματικός (Matzakos et al., 2023). Αυτή η λειτουργία της τεχνητής νοημοσύνης είναι απαραίτητη πλέον στα σχολεία, λόγω της πίεσης του διδακτικού χρόνου.

- Από την άλλη μεριά, υπάρχει μία τάση πολλά πανεπιστήμια και σχολεία, στα οποία γίνεται χρήση των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης, να διερευνούν τρόπους για τον περιορισμό ή την απαγόρευση της χρήσης των εργαλείων αυτών στην εκπαίδευση, λόγω της υψηλής ικανότητάς τους να δημιουργούν περιεχόμενο καθώς και λόγω του ότι τα εργαλεία αυτά είναι πλέον ευρέως διαθέσιμα (Mao et al., 2024).

2.3. Πρακτικές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εκπαίδευση

Οι πρακτικές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση περιλαμβάνουν την αξιοποίηση έξυπνων συστημάτων διδασκαλίας και προσαρμοστικών μαθησιακών περιβαλλόντων, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν

αποτελεσματικά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Kotsis, 2025c). Η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μετασχηματίζει σταδιακά τον ρόλο του εκπαιδευτικού και τις διδακτικές πρακτικές, οδηγώντας από τις παραδοσιακές μεθόδους σε πιο διαδραστικά και προσαρμοστικά μαθησιακά περιβάλλοντα (Kotsis, 2025d). Οι μελέτες για τη χρήση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση έχουν εστιαστεί κυρίως σε φοιτητές πανεπιστημίου. Δεν υπάρχουν επαρκείς έρευνες που να αφορούν την τεχνητή νοημοσύνη στους μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Ponce et al., 2017), ιδιαίτερα δε της Προσχολικής. Υπάρχει, λοιπόν, ανάγκη να διενεργηθούν αντίστοιχες έρευνες που να απευθύνονται σε μικρότερα παιδιά, προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τη συνδρομή της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία σε αυτές τις ηλικίες. Είναι, επίσης, πολύ χρήσιμη αυτή η ανασκόπηση, προκειμένου να μπορέσουν και οι εκπαιδευτικοί να στηριχθούν σε αυτές και να εφαρμόσουν από μέρους τους αντίστοιχες διδακτικές παρεμβάσεις στις τάξεις τους και να αναπτύξουν τις κατάλληλες εφαρμογές που αφορούν τις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των δικών τους μαθητών.

Κάποιες από τις έρευνες για την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε μαθητές της Πρωτοβάθμιας και της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης παρουσιάζονται παρακάτω.

Σε μια έρευνα (Rodríguez-García et al, 2021) αναπτύχθηκε το LearningML, με στόχο να δοθεί μια πλατφόρμα που να υποστηρίζει εκπαιδευτικούς και μαθητές στη δημιουργία πρακτικών έργων τεχνητής νοημοσύνης, που να βασίζονται στις τεχνικές της μηχανικής μάθησης. Σκοπός αυτής της έρευνας ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η δημιουργία έργων προγραμματισμού με το LearningML επηρεάζει τη γνώση για την τεχνητή νοημοσύνη μαθητών μεταξύ 10 και 16 ετών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι βελτιώθηκαν οι γνώσεις των μαθητών αναφορικά με την τεχνητή νοημοσύνη, ιδιαίτερα σε όσους ήταν λιγότερο εξοικειωμένοι με το θέμα. Επιπλέον, προτάθηκε η χρήση του νέου μέσου από τους εκπαιδευτικούς για την αξιολόγηση των εκπαιδευτικών τους παρεμβάσεων.

Σκοποί μιας έρευνας που διεξήχθη στην Κορέα (Park & Kwon, 2024) ήταν να αναπτυχθεί ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα με τη χρήση της τεχνητής νοημοσύνης σε γυμνάσιο της Νότιας Κορέας και να διερευνηθεί η αποτελεσματικότητά του στην τεχνολογική εκπαίδευση. Στη μελέτη δόθηκε ιδιαίτερη βάση στον κοινωνικό αντίκτυπο των Ψηφιακών Τεχνολογιών, στην ηθική της τεχνητής νοημοσύνης και στην τεχνολογική δραστηριότητα επίλυσης προβλημάτων με χρήση της τεχνητής νοημοσύνης. Το τελικό πρόγραμμα που αναπτύχθηκε εφαρμόστηκε στους μαθητές, που υποβλήθηκαν σε προ-τεστ και μετα-τεστ. Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το PATT και AI. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για τις Ψηφιακές Τεχνολογίες και των φιλοδοξιών τους για τη σταδιοδρομία τους σε αυτήν, στον κοινωνικό αντίκτυπο της τεχνητής νοημοσύνης και στην επίδοση της τεχνητής νοημοσύνης, η οποία παρουσίασε τη μεγαλύτερη αύξηση. Δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική αλλαγή στην αλληλεπίδραση με την τεχνητή νοημοσύνη. Επιπλέον, επιβεβαιώθηκε η τεχνολογική εκπαιδευτική αξία του εκπαιδευτικού προγράμματος AI που επικεντρώνεται στην επίλυση τεχνολογικών προβλημάτων.

Ο στόχος μιας μελέτης (Akdeniz & Özding, 2021), που υλοποιήθηκε σε δύο νηπιαγωγεία κατά το σχολικό έτος 2019-2020 και στην οποία συμμετείχαν οχτώ νηπιαγωγοί, ήταν να αναπτυχθεί ένα έξυπνο παιχνίδι με χρήση της τεχνητής νοημοσύνης για να βοηθήσει τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας να αναπτύξουν έννοιες που αφορούν τους αριθμούς, τα σχήματα, τα ζώα και τα χρώματα, με την εφαρμογή του έξυπνου παιχνιδιού Maya. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι το συγκεκριμένο παιχνίδι προσέλκυσε την προσοχή των παιδιών και ήταν κατάλληλο για τις ομαδικές δραστηριότητες και για την εξατομικευμένη εκπαίδευση, προωθώντας την παιγνιώδη μάθηση. Επίσης, τα οπτικά και ηχητικά στοιχεία του παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ενδιαφέροντα και κατάλληλα για την ηλικία των παιδιών. Επιπλέον, το παιχνίδι ήταν φιλικό προς τον χρήστη και προσβάσιμο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Διδασκαλία και Μάθηση της έννοιας του Μαγνητισμού

3.1. Μαγνητισμός και μαγνήτες

Η λέξη «μαγνητισμός» προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη Μαγνησία, περιοχή όπου οι αρχαίοι Έλληνες βρήκαν για πρώτη φορά, πριν σχεδόν από 2000 χρόνια ένα πολύ ιδιαίτερο είδος βράχου που είχε την ικανότητα να έλκει κομμάτια σιδήρου. Αυτόν το βράχο τον ονόμασαν μαγνητίτη. Οι Κινέζοι χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά τον μαγνητίτη τον δωδέκατο αιώνα, κάνοντας πυξίδες για τα ταξίδια τους. Τους δύο τελευταίους αιώνες, όμως υπάρχει μια βαθύτερη κατανόηση του μαγνητισμού. Οι φυσικοί μαγνήτες αποτελούνται από το ορυκτό μαγνητίτης, ο οποίος είναι ένα πυκνό οξείδιο του σιδήρου (Jiles, 1990).

Με τον όρο «μαγνητισμός» χαρακτηρίζεται το φαινόμενο στο οποίο κάποια υλικά, λεγόμενα μαγνήτες, ασκούν ελκτικές ή απωστικές δυνάμεις σε άλλα υλικά, οφειλόμενες στην κίνηση ηλεκτρικών φορτίων, καθώς και το σύνολο των φαινομένων που παράγονται από την ιδιότητα αυτή, τα οποία και εξετάζονται από ιδιαίτερο τμήμα της φυσικής που λέγεται ομοίως Μαγνητισμός (Hewitt, 2002).

Τα θεμελιώδη στοιχεία ενός μαγνήτη είναι τα παρακάτω (Jiles. 1990):

- Ένας μαγνήτης έχει δύο διαφορετικές πλευρές που ονομάζονται πόλοι, η μία εκ των οποίων ονομάζεται βόρειος πόλος, ενώ η άλλη ονομάζεται νότιος πόλος.
- Ο βόρειος πόλος ενός μαγνήτη έλκει τον νότιο πόλο ενός άλλου μαγνήτη, ενώ ο βόρειος πόλος ενός μαγνήτη απωθεί τον βόρειο πόλο του άλλου μαγνήτη.
- Ένας μαγνήτης σχηματίζει μια αόρατη περιοχή μαγνητισμού, που ονομάζεται μαγνητικό πεδίο.
- Ο βόρειος πόλος ενός μαγνήτη δείχνει περίπου προς τον Βόρειο Πόλο της Γης και αντίστροφα.
- Όταν σπάσουμε έναν μαγνήτη στη μέση, παίρνουμε δύο μικρότερους μαγνήτες, με βόρειο και με νότιο πόλο. Αν κόψουμε έναν ραβδόμορφο μαγνήτη στα δύο, το κάθε μισό θα εξακολουθήσει να συμπεριφέρεται σαν ένας πλήρης μαγνήτης. Αν κόψουμε τα κομμάτια και πάλι στα δύο, θα έχουμε

τέσσερις πλήρεις μαγνήτες. Όσο και αν συνεχίσουμε να διχοτομούμε τα κομμάτια, ποτέ δεν θα απομονώσουμε έναν μοναδικό πόλο. Ακόμη και όταν το κομμάτι μας έχει πάχος ενός μόνο ατόμου, υπάρχουν δύο πόλοι. Αυτό υποδεικνύει ότι και τα ίδια τα άτομα είναι μικροσκοπικοί μαγνήτες (Hewitt, 2002).

- Ένας μαγνήτης έλκει τον σίδηρο και άλλα παραμαγνητικά μέταλλα, όπως το νικέλιο.
- Όσο περισσότερο περνάμε έναν μαγνήτη πάνω από ένα εργαλείο, τόσο ισχυρότερο θα είναι το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από το εργαλείο. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται μαγνητισμός.

Υπάρχουν τα εξής είδη μαγνητών (Hewitt, 2002):

- Ο ραβδοειδής μαγνήτης που έχει στο ένα άκρο του έναν και μόνο βόρειο πόλο και στο άλλο άκρο έναν και μόνο νότιο πόλο.
- Ο πεταλοειδής μαγνήτης που δεν είναι παρά ένας ραβδόμορφος που έχει καμφθεί σε σχήμα U. Οι πόλοι του βρίσκονται επίσης στα δύο άκρα.

3.2.Εναλλακτικές Αντιλήψεις των παιδιών για τον Μαγνητισμό

Η αξία των λανθασμένων αντιλήψεων ή των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της επιστήμης ως βοηθήματα διδασκαλίας είναι ευρέως αναγνωρισμένη (Κώτσης, 2023). Η βιβλιογραφία περιέχει δύο όρους που περιγράφουν τις αντιλήψεις των παιδιών για τον μαγνητισμό. Κατά την αρχική φάση, αυτές χαρακτηρίζονται ως «εναλλακτικές ιδέες» και στην επόμενη φάση, χαρακτηρίζονται ως «παρανοήσεις». Αντίθετα, οι «παρανοήσεις» υπογραμμίζουν την παρουσία σταθερά και απροκάλυπτα εσφαλμένων συστημάτων γνώσης (Leinhardt et al., 1990).

Οι μαθητές αναπτύσσουν λανθασμένες αντιλήψεις όταν χειραγωγούν επιστημονικούς όρους για να ταιριάζουν στις αντιφατικές διαισθητικές τους αντιλήψεις (Βοσνιάδου & Σκοπελίτη, 2014).

Οι ιδέες των μαθητών μπορούν να επηρεάσουν τη μαθησιακή διαδικασία, τόσο κατά τη διάρκεια όσο και μετά τη μάθηση (Sukariasih, 2016). Όταν είναι ακριβείς, αυτές οι έννοιες μπορούν να χρησιμεύσουν ως θεμελιώδη στοιχεία

για την κατανόηση θεμάτων. Όταν οι παρεξηγήσεις επιμένουν και είναι ανακριβείς, μπορούν να εμποδίσουν την αποτελεσματική μάθηση (Afra et al., 2009). Σύμφωνα με τους Bagno και Eylon (1997), οι εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών μπορούν να διαρκέσουν και να παραμείνουν αμετάβλητες.

Μελέτες έχουν δείξει ότι συγκεκριμένες δυσκολίες επιμένουν ακόμη και μετά τη λήψη της κατάλληλης εκπαιδευτικής παρέμβασης και συνεχίζουν να επηρεάζουν τα άτομα σε όλη την ενήλικη ζωή (Skamp, 2011). Επιπλέον, αυτά τα ζητήματα πιθανότατα θα επανεμφανιστούν αρκετές εβδομάδες αφού οι μαθητές έχουν αποκτήσει μια βασική κατανόηση των ιδεών αμέσως μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση (Cakir, 2008).

Επιπλέον, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι μαθητές διατηρούν τις απόψεις τους και την επιστημονική γνώση που παρουσιάζει ο δάσκαλος λόγω της συγχώνευσης ή της αλληλεπίδρασης των δύο οπτικών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση παρανοήσεων παράλληλα με επιστημονικά ακριβείς εξηγήσεις των περιστατικών (Driver et al., 1994).

Ωστόσο, η διόρθωση των εσφαλμένων αντιλήψεων των παιδιών, που αναφέρονται ως «παρανοήσεις» σε αυτή τη μελέτη, είναι πρόκληση χωρίς κατάλληλη εκπαιδευτική παρέμβαση (Li, 2012). Αυτή η μελέτη χρησιμοποιεί ρητά τη λέξη «παρανοήσεις» για να χαρακτηρίσει τις γνωστικές δομές των μαθητών. Επιπλέον, η βιβλιογραφία έχει εντοπίσει πέντε νοητικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για να εξηγήσουν τις γνωστικές διαδικασίες των μαθητών που σχετίζονται με μαγνητικά γεγονότα (Borges & Gilbert, 1998). Αυτές οι νοητικές αντιλήψεις κατηγοριοποιούν τον μαγνητισμό ως έλξη, τον μαγνητισμό ως σύννεφο, τον μαγνητισμό ως ηλεκτρισμό, την ηλεκτρική πόλωση και τον μαγνητισμό ως πεδίο. Το κυρίαρχο παράδειγμα είναι το μοντέλο που εξισώνει το μαγνητισμό με τον ηλεκτρισμό (Hickey & Schibeci, 1999). Οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο για να αποκρυπτογραφήσουν το φαινόμενο της μαγνητικής έλξης και απώθησης σχετικά με θετικά και αρνητικά φορτία. Το μοντέλο μαγνητισμού που βασίζεται στην ηλεκτρική πόλωση χρησιμοποιεί την ηλεκτροστατική για να αποσαφηνίσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαγνητών και άλλων αντικειμένων (Borges & Gilbert, 1998).

Μια ανασκόπηση της ερευνητικής βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι υπάρχει περιορισμένος μόνο αριθμός μελετών (περίπου 25) σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών για τον μαγνητισμό, παρά το γεγονός ότι τα παιδιά είναι αρκετά εξοικειωμένα με σχετικά φαινόμενα, τα οποία συνήθως περιλαμβάνονται στη θεματολογία των φυσικών δραστηριοτήτων στο Νηπιαγωγείο.

Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας δημιουργούν θεωρίες για αντικείμενα ή καταστάσεις μέσω της διαίσθησής τους (Gornik, 2012; Bonawitz et al., 2019). Τα μικρά παιδιά τείνουν να κάνουν αυθόρμητες επεμβάσεις, τις οποίες δεν έχουν ταξινομήσει ή οργανώσει ποτέ εννοιολογικά (Ravanis, 1994).

Σύμφωνα με τους Bagno and Eylon (2022), αρκετές έρευνες καταλήγουν ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στην κατανόηση του φαινομένου του μαγνητισμού. Οι λανθασμένες αντιλήψεις των παιδιών σε ό, τι αφορά τις φυσικές επιστήμες φαίνεται να είναι αρκετά επίμονες και ιδιαίτερα ανθεκτικές στην αλλαγή (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994).

Η ανάλυση της βιβλιογραφίας αποκαλύπτει μια σειρά από μη επιστημονικές ιδέες σχετικά με την έννοια του μαγνήτη (Bar, Zinn & Rubin, 1997; Burgoon et al, 2011; Hickey & Schibeci, 1999; Lemmer, Kriek & Erasmus, 2020; Smolleck & Hershberger, 2011; Tanel & Erol, 2005). Οι μελέτες επικεντρώθηκαν στις απόψεις των μαθητών σχετικά με την αλληλεπίδραση μεταξύ ενός μαγνήτη και ενός υλικού.

Όσον αφορά τη μαγνητική έλξη, τα παιδιά τείνουν να υιοθετούν δύο επίπεδα σκέψης: σύμφωνα με το πρώτο επίπεδο απλώς συνδέουν διαφορετικά γεγονότα, ενώ σύμφωνα με το δεύτερο ισχυρίζονται ότι μια αόρατη δύναμη επιτρέπει στους μαγνήτες να «έλκουν αντικείμενα» (Selman, Krupa, Stone & Jacqueline, 1982). Τα παιδιά έως 10 ετών αναφέρονται σε «δυνάμεις» ή «ρεύματα» που τραβούν ή «σπρώχνουν». Συνεχίζουν να αντλούν τις εξηγήσεις τους από την καθημερινή ζωή και αποδίδουν τη μαγνητική έλξη σε κάποιο είδος «ηλεκτρισμού», στην «πίεση του αέρα» ή σε «κάποιο είδος βαρύτητας» (Barrow, 1987).

Κάποιες μελέτες που διεξήχθησαν έδειξαν ότι τα παιδιά εξηγούν τη συμπεριφορά έλξης του μαγνήτη ως «αόρατη δύναμη» (Selman et al., 1982) και χρησιμοποιούν την έκφραση «που κολλάει» (Piaget & Chollet, 1973).

Σύμφωνα με τον Barrow (2000), τα παιδιά έχουν ως επί το πλείστον αντιλήψεις μόνο για τη συμπεριφορά έλξης των μαγνητών και νομίζουν ότι η ελκτική δύναμη των μαγνητών θα αυξηθεί ανάλογα με το μέγεθός τους. Το γεγονός ότι τα παιδιά δηλώνουν ότι ο μαγνήτης έχει «θαυματουργικά» χαρακτηριστικά και η χρήση λανθασμένων εννοιολογικών εκφράσεων μάς δείχνουν ότι οι αόρατες καταστάσεις πρέπει να εξηγηθούν σωστά και ξεκάθαρα για να καταφέρουν τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας να κατανοήσουν τη φύση της επιστήμης (Καλογιαννάκης κ.ά., 2018).

Σε μια έρευνα των Bailey, Francis και Hill (1987) μελετήθηκε το αν οι μαθητές του δημοτικού σχολείου χρησιμοποιούν ή όχι τις εναλλακτικές ιδέες τους για τον μαγνητισμό για να προβλέψουν τον τρόπο που αλληλοεπιδρούν οι μαγνήτες. Η έρευνα διεξήχθη σε 119 μαθητές του δημοτικού σχολείου. Οι μαθητές κατέληξαν στα εξής συμπεράσματα: α) ότι σε κάθε αλληλεπίδραση, όσο πιο καινούριο είναι το μέσο, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει και β) στο ότι όσο μεγαλύτερο είναι το μέσο, τόσο μεγαλύτερη επίδραση έχει. Οι μαθητές θεώρησαν σε ένα μεγάλο ποσοστό ότι η παλαιότητα του μαγνήτη θα μείωνε τη μαγνητική του δύναμη, κάτι που δεν συνάδει με τα επιστημονικά δεδομένα. Επίσης, θεώρησαν, στην πλειονότητά τους, ότι ένας μαγνήτης με το μισό μήκος της μαγνητικής λωρίδας, θα είχε μικρότερη μαγνητική επίδραση από έναν μαγνήτη με διπλάσιο μέγεθος (Bailey et al, 1987).

Η μελέτη των Smolleck και Hershberger (2011) αποκάλυψε ότι τα παιδιά ηλικίας 3-8 ετών είχαν την λανθασμένη αντίληψη ότι οι μαγνήτες προσέλκυσαν όλα τα υλικά. Επιπλέον, πίστευαν ότι οι μαγνήτες έλκουν όλα τα μέταλλα. Η ίδια παρανόηση επικρατούσε και στους μαθητές του δημοτικού (Karabacak, 2014). Ειδικότερα, κάποιες από τις αντιλήψεις των παιδιών για τους μαγνήτες στη μελέτη των Smolleck και Hershberger (2011) είναι ότι οι μαγνήτες «κολλούν» και «βοηθούν να κολλήσουμε φωτογραφίες ή χαρτιά στα ψυγεία». Επιπλέον, τα παιδιά είχαν τη δυνατότητα να προβλέψουν σωστά κάποιες φορές για τα αντικείμενα που έλκουν και που δεν έλκουν οι μαγνήτες

μέσα σε μια αίθουσα. Τα παιδιά ανέφεραν ότι οι μαγνήτες είναι διαφορετικού «χρώματος», «μορφών», «μεγεθών», ανέφεραν ότι «έχουν βόρειο και νότιο πόλο» και ότι έχουν «διαφορετικές δυνάμεις». Η πλειονότητα των παιδιών ανέφερε, επίσης, ότι οι μαγνήτες «κολλούν». Κάποιες άλλες αντιλήψεις των παιδιών ήταν ότι οι μαγνήτες είναι «μαγικοί», «σκληροί», «κολλούν σε όλα τα μέταλλα», «κολλούν στο ασήμι, το «μέγεθος του μαγνήτη» επηρεάζει το μαγνητικό πεδίο του, οι πόλοι «δεν έλκουν ισότιμα», ο μαγνήτης δεν θα προσελκύσει αντικείμενα που είναι «βαρύτερα» από τον ίδιο το μαγνήτη και οι μαγνήτες δεν θα προσελκύσουν αντικείμενα που είναι «σκληρότερα», «παχύτερα», «ισχυρότερα» και «μεγαλύτερα» από το μαγνήτη. Ομοίως, έρευνες έχουν καταλήξει ότι τα παιδιά κάτω των επτά ετών δυσκολεύονται να διακρίνουν τα αντικείμενα/υλικά που έλκονται από τους μαγνήτες από εκείνα που δεν έλκονται, δεν μπορούν να εξηγήσουν δηλαδή τη μαγνητική έλξη (Finley, 1986, Ravanis, 1994) Επίσης, ο Güneş (2017) εξήγησε τους λόγους των παρανοήσεων με τη μορφή «οι μαγνήτες μόνο έλκουν» και «οι μαγνήτες σπρώχνουν τα μη μέταλλα» μεταξύ των μαθητών στο βιβλίο του.

Η βιβλιογραφία επισημαίνει και λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών για την κατανόηση του αποτελέσματος της μαγνητικής δύναμης που παράγεται από τους μαγνήτες. «Οι μεγαλύτεροι μαγνήτες είναι ισχυρότεροι από τους μικρότερους μαγνήτες» είναι η δημοφιλής παρανόηση μεταξύ των μαθητών όλων των βαθμίδων (Lemmer et al., 2018; Smolleck & Hershberger, 2011; Tanel & Erol, 2005). Η γνώμη, «ο μαγνήτης πρέπει να αγγίξει ένα υλικό για να το προσελκύσει» εντοπίστηκε σε μαθητές ηλικίας 9-18 ετών (Bar et al., 1997). Μελέτες αποκάλυψαν επίσης λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με την απόσταση που οι μαγνήτες μπορούν να προσελκύσουν υλικά στους μαθητές όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων (Bar et al., 1997; Bar & Zinn, 1998; Hickey & Schibeci, 1999).

Η υλοποίηση σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, εμπλουτισμένων με διάφορα παιδαγωγικά μέσα μπορεί να βοηθήσει τα μικρότερα παιδιά στην υπέρβαση λανθασμένων εναλλακτικών ιδεών αναφορικά με τον μαγνητισμό. Σε μια έρευνα της Χριστίδου και άλλων ερευνητών (Χρηστίδου κ.α., 2009) εφαρμόστηκαν σε παιδιά προσχολικής ηλικίας τρεις διαφορετικές

προσεγγίσεις για τη διδασκαλία της μαγνητικής έλξης προκειμένου να διερευνηθεί ο βαθμός αποτελεσματικότητάς τους. Στην πρώτη προσέγγιση δόθηκε έμφαση στις εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών αναφορικά με τους μαγνήτες και τις μαγνητικές δυνάμεις και στις αλληλεπιδράσεις που εμφανίστηκαν μεταξύ τους των παιδιών μέσα στην τάξη. Στην δεύτερη προσέγγιση δόθηκε έμφαση στις αντιλήψεις των παιδιών σε συνδυασμό με ειδικά σχεδιασμένες δραστηριότητες που έκαναν χρήση παιδαγωγικών μέσων όπως η αφήγηση ιστοριών, τα πειράματα και η δραματοποίηση. Η τρίτη προσέγγιση ήταν καθαρά δασκαλοκεντρική αναφορικά με τη μαγνητική έλξη. Η έρευνα αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στις δύο πρώτες προσεγγίσεις έδειξαν να κατανοούν σε καλύτερο βαθμό τη μαγνητική έλξη, ενώ η τρίτη προσέγγιση δε φάνηκε να έχει κανένα αποτέλεσμα στην αλλαγή των αρχικών τους λανθασμένων εναλλακτικών ιδεών (Christidou et al., 2009).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη για τη διδακτική του μαγνητισμού στο νηπιαγωγείο με την εναλλακτική προσέγγιση της ανάγνωσης σχετικών εικονογραφημένων ιστοριών, πριν από τη διδακτική παρέμβαση φάνηκε ότι τα παιδιά είχαν λιγιστές γνώσεις για τους μαγνήτες και τις ιδιότητές τους. Είχαν επίσης συγκεχυμένες ιδέες σχετικά με τον ορισμό του μαγνητών, τη χρησιμότητα, το υλικό και την προέλευσή τους. Δεν γνώριζαν, επίσης, την ιδιότητα του μαγνήτη να απωθεί, παρά μόνο να έλκει. Τα παιδιά πίστευαν ότι οι μαγνήτες είχαν την ικανότητα να έλκουν, επειδή υπήρχε κόλλα στους μαγνήτες, ένα υλικό που το χρησιμοποιούν συχνά στην ηλικία τους. Δεν είχαν ταξινομήσει ποια υλικά προκαλούν τη μαγνητική έλξη, είχαν όμως κατανοήσει ότι οι μαγνήτες έλκουν και άλλα υλικά, εκτός από μαγνήτες. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, τα παιδιά κατάφεραν να δημιουργήσουν έναν επαρκή ορισμό σχετικά με τους μαγνήτες. Επιπλέον, μπορούσαν να αναγνωρίσουν σωστά το υλικό από μαγνήτες. Κατάλαβαν ότι ένας μαγνήτης έχει την ιδιότητα της έλξης και της απώθησης και ότι αυτή η «αόρατη δύναμη» είναι υπεύθυνη για αυτές τις ιδιότητες. Επιπλέον, η πλειοψηφία των παιδιών κατάλαβε την ιδιότητα ενός μαγνήτη να προσελκύει μόνο σιδερένια αντικείμενα, αλλά δεν

προσδιόρισαν επαρκώς την προέλευση και τη χρησιμότητα του, ούτε πριν ούτε μετά την διδακτική παρέμβαση (Kalogiannakis et al., 2018).

Σε μια έρευνα που διεξήχθη από τη Δημητρίου (2015) διερευνήθηκε η ανάπτυξη της δεξιότητας της ταξινόμησης αντικειμένων με βάση την αλληλεπίδρασή τους με τον μαγνήτη και η καλλιέργεια της δεξιότητας της σειροθέτησης μαγνητών με βάση την ισχύ τους, πριν και μετά την υλοποίηση κατάλληλων δραστηριοτήτων σχεδιασμένων με την εφαρμογή της διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας. Μετά τη διδασκαλία παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά κατέστησαν δυνατά να ταξινομούν τα αντικείμενα με βάση την ιδιότητά τους να έλκονται από τους μαγνήτες και να σειροθετούν τους μαγνήτες με βάση την ισχύ τους. Η ταξινόμηση των αντικειμένων με βάση την ιδιότητά τους να έλκονται από μαγνήτες έρχεται σε αντίθεση με άλλες έρευνες, όπως με την έρευνα της Τεμερτζίδου, που ακόμα και μετά την αξιολόγηση κανένα παιδί δεν κατάφερε να ομαδοποιήσει σε μαγνητικά και μη τα υλικά χωρίς λάθος. Πριν τη διδασκαλία, διαπιστώθηκε η αδυναμία των παιδιών να αναφέρουν κάποιο μαγνητικό αντικείμενο ή ανέφεραν ένα. Μόνο δύο παιδιά (από τα 32) έδειξαν την ικανότητα να αναγνωρίζουν δύο ή τρία αντικείμενα που έλκονται από τον μαγνήτη κάνοντας όμως και λανθασμένες αναγνωρίσεις ταυτόχρονα («καρφί, συνδετήρας, νόμισμα και γυάλινο διακοσμητικό» ή («νόμισμα, συνδετήρας και πλαστικό ποτήρι»). Επίσης, πριν τη διδασκαλία, 18 παιδιά από τα 32 που συμμετείχαν στην έρευνα, κατάφεραν να σειροθετήσουν τους μαγνήτες αναγνωρίζοντας πως πιο δυνατός είναι ο μεγάλος και ακολουθούν ο μεσαίος και ο μικρός αντίστοιχα (Δημητρίου, 2015).

Ο Ραβάνης (1993) υποστήριξε την αναγκαιότητα του παιχνιδιού με τους μαγνήτες και του χειρισμού τους από τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, για την ανακάλυψη εκ μέρους τους των αμοιβαίων δυνάμεων της αλληλεπίδρασης.

Επίσης, σε μια έρευνα που διεξήχθη φάνηκε ότι η εναλλακτική μέθοδος διδασκαλίας που συμπεριλαμβάνει την αλληλεπίδραση των παιδιών, τα οποία συμμετέχουν ενεργά και βιωματικά στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία, μπορεί να τα βοηθήσει στην κατανόηση της έννοιας του μαγνητισμού (Rendom et al., 2022).

Ο συστηματικός σχεδιασμός είναι απαραίτητος εάν κάποιος επιθυμεί να δημιουργήσει ένα πλαίσιο ανάλυσης για σύγκριση πρακτικών επικοινωνίας και για τον ρόλο του στην κατασκευή δραστηριοτήτων στο νηπιαγωγείο για τις έννοιες των μαγνητών και της μαγνητικής έλξης (Poimenidou & Christidou 2010).

Για την Κωνσταντίνου (2013) η χρονολογική ηλικία των παιδιών, και όχι η γνωστική τους ωρίμανση, σε συνάρτηση με δομημένη διδακτική παρέμβαση διαδραμάτισαν σημαντικό ρόλο στη απόδοση από δύο ομάδες παιδιών ηλικίας 4 – 6 ετών δύο λειτουργικών ορισμών ενός μαγνήτη (Constantinou et al., 2013).

Τα αποτελέσματα από τις παραπάνω μελέτες υποδηλώνουν ότι στα παιδιά προσχολικής ηλικίας θα πρέπει να δίνεται η ευκαιρία να δοκιμάζουν και να ταξινομούν διαφορετικά αντικείμενα που έλκονται και δεν έλκονται από μαγνήτες όπως χαρτόνι, πλαστικό και μεταλλικά αντικείμενα (μερικά πρέπει να είναι σίδηρος ή χάλυβας, αλλά άλλα θα πρέπει να είναι υλικά όπως το αλουμίνιο). Με αυτόν τον τρόπο, τα παιδιά θα μάθουν ότι πολλά υλικά δεν έλκονται από τους μαγνήτες: αυτά που έλκονται από τους μαγνήτες είναι όλα μέταλλα, αλλά όλα τα μέταλλα δεν έλκονται από τους μαγνήτες.

3.3. Σχεδιασμός εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την έννοια του Μαγνητισμού

Με την ενσωμάτωση καλά σχεδιασμένων δραστηριοτήτων και τη χρήση ποικίλων εκπαιδευτικών μεθόδων, είναι δυνατό να βοηθηθούν τα μικρά παιδιά να διορθώσουν τις λανθασμένες αντιλήψεις τους σχετικά με τον μαγνητισμό (Samara & Kotsis, 2023d).

Μια μελέτη των Χρηστίδου και συν. (2009) εξέτασε την αποτελεσματικότητα τριών ξεχωριστών μεθόδων διδασκαλίας για την εισαγωγή της έννοιας της μαγνητικής έλξης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Η αρχική μέθοδος επικεντρώθηκε στις εναλλακτικές προοπτικές των παιδιών για τους μαγνήτες και τις μαγνητικές δυνάμεις, καθώς και στις αλληλεπιδράσεις τους μεταξύ τους στην τάξη. Η δεύτερη μέθοδος έδωσε προτεραιότητα στις

απόψεις των παιδιών και ενσωμάτωσε εξατομικευμένες δραστηριότητες χρησιμοποιώντας εκπαιδευτικούς πόρους όπως η αφήγηση, ο πειραματισμός και η δραματοποίηση. Η τρίτη προσέγγιση επικεντρώθηκε αποκλειστικά στον δάσκαλο και τον έλεγχό του στη μαγνητική έλξη. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι οι νέοι που συμμετείχαν στις δύο αρχικές μεθοδολογίες επέδειξαν ανώτερη κατανόηση της μαγνητικής έλξης. Αντίθετα, η τρίτη τεχνική απέτυχε να αλλάξει τις εσφαλμένες αντιλήψεις τους.

Μια ξεχωριστή μελέτη (Kalogiannakis et al., 2018) διερεύνησε τη διδασκαλία του μαγνητισμού στο νηπιαγωγείο χρησιμοποιώντας μια διαφορετική μέθοδο, όπου τα παιδιά εκτέθηκαν σε εικονογραφημένες ιστορίες σχετικές με το θέμα πριν από τη διδακτική παρέμβαση. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι τα παιδιά είχαν περιορισμένη κατανόηση των μαγνητών και των χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον, είχαν λανθασμένες αντιλήψεις σχετικά με τον ορισμό των μαγνητών, τη χρησιμότητα, τη σύνθεση του υλικού και την προέλευση. Δεν γνώριζαν τη δύναμη του μαγνήτη να απωθεί, απλώς την ικανότητά του να έλκει. Τα παιδιά υπέθεσαν ότι οι μαγνήτες θα μπορούσαν να έλκονται λόγω της κόλλας στις επιφάνειές τους, μια ουσία που χρησιμοποιείται συνήθως από άτομα του αναπτυξιακού τους σταδίου. Ο εντοπισμός των συγκεκριμένων συστατικών που ευθύνονται για τη μαγνητική έλξη δεν είχε επιλυθεί. Ωστόσο, έγινε κατανοητό ότι οι μαγνήτες μπορούν να προσελκύουν αντικείμενα άλλα από τους ίδιους τους μαγνήτες. Μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση, τα παιδιά μπορούσαν να διατυπώσουν έναν κατάλληλο ορισμό των μαγνητών. Επιπλέον, κατάφεραν να διακρίνουν με ακρίβεια τη σύνθεση της ουσίας με τη χρήση μαγνητών. Κατάλαβαν ότι ένας μαγνήτης έχει τα χαρακτηριστικά της έλξης και της απώθησης και ότι αυτή η άυλη δύναμη είναι υπεύθυνη για αυτά τα χαρακτηριστικά. Επιπλέον, τα περισσότερα παιδιά κατανοούσαν την ικανότητα του μαγνήτη να έλκει αποκλειστικά σιδερένια αντικείμενα. Ωστόσο, απέτυχαν να αναγνωρίσουν επαρκώς την πηγή και τη χρησιμότητά του πριν και κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Ο Dimitriou (2015) ερεύνησε εκ νέου την ανάπτυξη δεξιοτήτων ταξινόμησης αντικειμένων με βάση την αλληλεπίδρασή τους με τους μαγνήτες

και την καλλιέργεια δεξιοτήτων αλληλουχίας με βάση την ισχύ του μαγνήτη. Η μελέτη περιλάμβανε την υλοποίηση συγκεκριμένων δραστηριοτήτων σχεδιασμένων με διδακτική ακολουθία μάθησης. Ακολουθώντας τις οδηγίες, διαπιστώθηκε ότι οι νέοι μπορούσαν να κατηγοριοποιήσουν τα αντικείμενα με βάση τη μαγνητική τους έλξη και να τα τακτοποιήσουν ανάλογα με τη δύναμή τους.

Η κατηγοριοποίηση των αντικειμένων σύμφωνα με την ιδιότητα μαγνητικής έλξης τους δεν συνάδει με τα ευρήματα των Temertzidou et al. (2014), όπου κανένα παιδί δεν ταξινομήσε επιτυχώς υλικά σε μαγνητικές και μη μαγνητικές κατηγορίες χωρίς σφάλμα, ακόμη και μετά από αξιολόγηση. Πριν λάβουν εκπαίδευση, οι νέοι δεν μπορούσαν να αναγνωρίσουν κανένα μαγνητικό αντικείμενο ή μόνο ένα. Μόνο δύο από τα 32 παιδιά μπορούσαν να αναγνωρίσουν σωστά δύο ή τρία αντικείμενα που έλκονταν από τον μαγνήτη. Ωστόσο, αυτά τα δύο παιδιά έκαναν ταυτόχρονες ανακριβείς ταυτοποιήσεις, όπως «καρφί, συνδετήρας, κέρμα και γυαλί διακόσμηση» ή «κέρμα, συνδετήρας και πλαστικό ποτήρι». Πριν από τη διδασκαλία, 18 από τα 32 παιδιά που συμμετείχαν στη μελέτη τακτοποίησαν με επιτυχία τους μαγνήτες στη σωστή σειρά, επιδεικνύοντας την ικανότητά τους να αναγνωρίζουν τον τεράστιο μαγνήτη ως τον ισχυρότερο, ακολουθούμενο από τους μεσαίους και μικρούς μαγνήτες, αντίστοιχα (Dimitriou, 2015). Ο Ravanis (1994) υποστήριξε την εμπλοκή των παιδιών στο παιχνίδι και τη χειραγώγηση με μαγνήτες για να αποκαλυφθούν οι αμοιβαίες δυνάμεις της σύνδεσης. Μελέτες έχουν δείξει ότι η χρησιμοποίηση μιας εναλλακτικής προσέγγισης διδασκαλίας που περιλαμβάνει ενεργή και βιωματική συμμετοχή των παιδιών σε όλη την εκπαιδευτική διαδικασία μπορεί να διευκολύνει την κατανόηση της ιδέας του μαγνητισμού (Rendom et al., 2022).

Σύμφωνα με διαφορετική μελέτη που διεξήγαγαν οι Constantinou et al. το 2013, η απόδοση δύο ομάδων παιδιών ηλικίας 4-6 ετών σε δύο διαφορετικούς ορισμούς του μαγνήτη επηρεάστηκε περισσότερο από την πραγματική ηλικία τους παρά από τη γνωστική τους ανάπτυξη όταν εκτέθηκαν σε μια δομημένη εκπαιδευτική παρέμβαση.

Ωστόσο, η έρευνα έχει δείξει ότι οι εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών επιμένουν ακόμη και μετά την εφαρμογή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Στη μελέτη του, ο Barrow (1987) εξέτασε τις αντιλήψεις για τους μαγνήτες μεταξύ εβδομήντα οκτώ μαθητών που καλύπτουν διάφορες ηλικιακές ομάδες. Η έρευνα σχετικά με τις προηγούμενες αντιλήψεις των παιδιών έδειξε ότι οι μαθητές είχαν επαρκή κατανόηση της χρήσης του μαγνήτη. Για παράδειγμα, γνώριζαν ότι οι μαγνήτες προσκολλώνται στα ψυγεία και προσελκύουν μεταλλικές καρφίτσες με βάση τις καθημερινές τους εμπειρίες. Ωστόσο, λίγοι μαθητές κατανόησαν τις αρχές έλξης και απώθησης πόλου παρά την παιδαγωγική παρέμβαση. Επιπλέον, είχαν την εσφαλμένη αντίληψη ότι οι πόλοι απλώς υπήρχαν στα άκρα του μαγνήτη (Barrow, 1987).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Μεθοδολογία

4.1. Μεθοδολογία, Ανάλυση και Παρουσίαση της Ποιοτικής Έρευνας

4.1.1. Ιστορικό διεξαγωγής της έρευνας

Η παρούσα διατριβή εξελίχθηκε σε τρεις φάσεις.

Η **πρώτη φάση** αποτέλεσε την ιστορική - θεωρητική προσέγγιση του θέματος και των σχετικών εκπαιδευτικών πρακτικών που έχουν υλοποιηθεί διεθνώς.

Κατά τη **δεύτερη φάση** διανεμήθηκαν ερωτηματολόγια σε ηλεκτρονική μορφή σε νηπιαγωγεία και σε δημοτικά της Ελλάδας. Στα ερωτηματολόγια αυτά έγινε μια προσπάθεια να σκιαγραφηθεί η χρήση και η πρόθεση χρήσης των Ψηφιακών Τεχνολογιών και της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην διδακτική πράξη. Διερευνήθηκε, επίσης, η σχέση μεταξύ του επιπέδου σπουδών, του φύλου των εκπαιδευτικών, της ηλικίας τους, του τόπου όπου βρίσκεται το σχολείο και της χρήσης των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των εικονικών περιβαλλόντων στη διδασκαλία των Νέων Τεχνολογιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Τα ερωτηματολόγια αυτά απευθύνονταν στον/στην προϊστάμενο/προϊσταμένη, διευθυντή/διευθύντρια του νηπιαγωγείου και του δημοτικού. Στην συνέχεια, θα διερευνήθηκε με ποιον τρόπο γίνεται η χρήση αυτών των περιβαλλόντων, καθώς και ποια είναι τα μειονεκτήματα/πλεονεκτήματα τους και οι δυσκολίες που ανακύπτουν. Για την αποτίμηση των ερωτηματολογίων θα χρησιμοποιήθηκε η ποσοτική έρευνα και ως ερευνητικό εργαλείο το spss.

Στην **τρίτη φάση** ακολούθησε ο σχεδιασμός, η εφαρμογή και η αξιολόγηση εφαρμογών των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των πεδίων STEM αναφορικά με την έννοια του μαγνητισμού. Σε αυτή τη φάση η έρευνα ήταν **ποιοτική**, στηριζόμενη στην κλίμακα δεξιοτήτων του Bloom και στον εποικοδομητισμό. Ως μέθοδος εφαρμογής των δραστηριοτήτων χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Project, η πλέον πρόσφορη για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην προσχολική εκπαίδευση, όπως διαφαίνεται και από το θεωρητικό πλαίσιο της διατριβής. Η ποιοτική έρευνα μελετά κοινωνικά φαινόμενα και εστιάζει στη διαφοροποίηση, με τους ερευνητές να προσπαθούν να

κατανοήσουν τη δυναμική διάσταση του φαινομένου (Ίσαρη & Πουρκός, 2015).

Ο εκπαιδευτικός και ο ερευνητής ήταν το ίδιο άτομο. Προκειμένου να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα που θα απαντούσαν στα ερευνητικά ερωτήματα ερευνήθηκαν ομάδες παιδιών ως ομάδες ελέγχου και αντίστοιχες ομάδες παιδιών ως πειραματικές ομάδες, ως ομάδες δράσης. Στην ομάδα ελέγχου, έγινε πρώτα η παραδοσιακή διδασκαλία στηριγμένη στον εποικοδομητισμό και στην πειραματική ομάδα διδασκαλία με την συνδρομή εργαλείων των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των πεδίων STEM.

Η συλλογή δεδομένων έγινε με ερωτηματολόγια, δομημένες συνεντεύξεις, με παρατήρηση και με καταγραφή των ενεργειών των χρηστών. Επομένως στην παραπάνω ερευνητική πρόταση χρησιμοποιήθηκε η πολυμεθοδική (τριγωνοποίησης). Στόχος της τριγωνοποίησης ήταν η αύξηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας ώστε να αποτελέσει τη βάση για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Τέλος, έγινε επεξεργασία, ερμηνεία των δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων και συνολική αξιολόγηση όλης της ερευνητικής προσπάθειας. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS. Ειδικότερα, για τη εξαγωγή των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία της περιγραφικής στατιστικής. Στη συνέχεια γίνονται προτάσεις και διάδοση των αποτελεσμάτων στην ευρύτερη εκπαιδευτική κοινότητα.

4.1.2. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει αν και πώς ο εμπλουτισμός της διδασκαλίας με στοιχεία εφαρμογών Ψηφιακών Τεχνολογιών, ΑΙ και πεδίων STEM, μπορεί να δράσουν υποστηρικτικά στην διδακτική της έννοιας των Φυσικών Επιστημών του μαγνητισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση αναφορικά με τους στόχους που προβλέπονται στα Αναλυτικά Προγράμματα της αντίστοιχης βαθμίδας.

4.1.3. Επιμέρους στόχοι

Η διατριβή εστιάζεται στους παρακάτω επιμέρους στόχους:

1. Στην καταγραφή του υπάρχοντος ιστορικού και θεωρητικού πλαισίου σχετικά με την διδακτική της έννοιας του μαγνητισμού των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.
2. Στην καταγραφή του υπάρχοντος ιστορικού και θεωρητικού πλαισίου σχετικά με την εξέλιξη και την εφαρμογή των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των πεδίων STEM στην διδακτική της παραπάνω έννοιας των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.
3. Στην κατασκευή εφαρμογών με την συνδρομή των Ψηφιακών Τεχνολογιών (book story, ηλεκτρονικά παιχνίδια, ρομπότ, AI κ.α.) που αφορούν την διδακτική της παραπάνω έννοιας των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση.
4. Στην εφαρμογή των περιβαλλόντων αυτών, όπως και των εφαρμογών των Ψηφιακών Τεχνολογιών και των πεδίων STEM σε μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης με τη μορφή διδακτικών παρεμβάσεων.
5. Στην καταγραφή, ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των παραπάνω εφαρμογών αναφορικά με τις αλλαγές στο γνωστικό, συναισθηματικό και συμπεριφοριστικό επίπεδο των μαθητών.

4.1.4. Ερευνητικά ερωτήματα

Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, η αλληλεπίδραση των μαγνητών με αντικείμενα και μεταξύ τους (συμπεριφορά ώθησης και έλξης) μπορούν να διδαχθούν αποτελεσματικά σε μικρά παιδιά (Van Hook & Huziak - Clark, 2007). Επιπλέον, οι περιορισμένες σκέψεις των παιδιών προσχολικής ηλικίας για τα σχήματα των μαγνητών μπορούν να εμπλουτιστούν με δραστηριότητες (Καλογιαννάκης κ.ά., 2018).

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας οργανώνονται στις ακόλουθες θεματικές ενότητες:

1. Κατανόηση της έννοιας του μαγνητισμού από τα παιδιά

- Σε ποιο βαθμό οι σχεδιασμένες δραστηριότητες στα πεδία STEM συμβάλλουν στη βελτίωση της κατανόησης της έννοιας του μαγνήτη από τα παιδιά της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM βοηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν ότι οι μαγνήτες διαθέτουν δύο πόλους (βόρειο και νότιο), οι οποίοι σχετίζονται με τα φαινόμενα έλξης και άπωσης;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM συμβάλλουν στην κατανόηση ότι οι μαγνήτες έλκουν ή απωθούν συγκεκριμένα υλικά και όχι όλα τα αντικείμενα;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM βοηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν ότι οι μαγνήτες μπορούν να έχουν διαφορετικά σχήματα και μεγέθη;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM συμβάλλουν στην κατανόηση από τα παιδιά ότι όταν ένας μαγνήτης χωρίζεται σε δύο μέρη, προκύπτουν δύο νέοι μαγνήτες που διατηρούν τους πόλους τους;

2. Επίδραση της προσέγγισης στα πεδία STEM και των Ψηφιακών Τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία

- Σε ποιο βαθμό η αξιοποίηση της τεχνολογίας στο πλαίσιο δραστηριοτήτων στα πεδία STEM ενισχύει τη διδασκαλία της έννοιας του μαγνήτη σε παιδιά της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM συμβάλλουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων Μηχανικής στα παιδιά της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης;
- Σε ποιο βαθμό οι δραστηριότητες στα πεδία STEM ενισχύουν τη μαθηματική ομιλία των παιδιών κατά τη φάση συζήτησης και αναστοχασμού σχετικά με τα χαρακτηριστικά των μαγνητών;

3. Ρόλος των εκπαιδευτικών και παράγοντες που επηρεάζουν τη μάθηση

- Ποιο είναι το προφίλ των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τη χρήση των Ψηφιακών Τεχνολογιών και την εφαρμογή της προσέγγισης της διδασκαλίας στα πεδία STEM;
- Ποια πλεονεκτήματα και ποιες δυσκολίες προκύπτουν από τη χρήση των Ψηφιακών Τεχνολογιών, της προσέγγισης στα πεδία STEM και της τεχνητής νοημοσύνης στη διδασκαλία της έννοιας του μαγνητισμού στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση;
- Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων των παιδιών και παραγόντων όπως η ηλικία (νήπια – προνήπια), το φύλο, το κοινωνικό και οικογενειακό περιβάλλον, η καταγωγή, η προηγούμενη εμπειρία συμμετοχής σε δράσεις στα πεδία STEM και το σχολικό πλαίσιο;

4.1.5. Υποθέσεις της έρευνας

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας έρευνας οργανώνονται στις ακόλουθες θεματικές ενότητες, συνδεδεμένα με τα θεωρητικά/νοητικά μοντέλα, που αναπτύχθηκαν στο θεωρητικό μέρος της παρούσας διατριβής:

1. Κατανόηση της έννοιας του μαγνητισμού από τα παιδιά

Υπόθεση 1: Τα παιδιά θα παρουσιάσουν δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας του μαγνητισμού, αποδίδοντας τη μαγνητική έλξη σε καθημερινές έννοιες όπως «ηλεκτρισμός», «πίεση του αέρα» ή «βαρύτητα» (Barrow, 1987) - Σύνδεση με τον Εποικοδομητισμό, καθώς τα παιδιά ερμηνεύουν τον μαγνητισμό με βάση προϋπάρχουσες εμπειρίες και καθημερινές αντιλήψεις.

Υπόθεση 2: Τα παιδιά δεν θα αναγνωρίζουν ότι οι μαγνήτες μπορούν να απωθούν, αλλά μόνο να έλκουν αντικείμενα (Kalogiannakis et al., 2018) - Σχετίζεται με την Ενωσιολογική Αλλαγή, αφού δείχνει ελλιπή κατανόηση βασικής ιδιότητας των μαγνητών (έλξη-άπωση).

Υπόθεση 3: Τα παιδιά θα θεωρήσουν ότι οι μαγνήτες έλκουν όλα τα μέταλλα και θα συμπεριλάβουν στις απαντήσεις τους υλικά που δεν επηρεάζονται μαγνητικά (Smolleck & Hershberger, 2011; Karabacak, 2014; Finley, 1986; Ravanis, 1994) - Σύνδεση με τον **Εποικοδομητισμό**, επειδή τα παιδιά γενικεύουν εμπειρικά τη σχέση μαγνήτη-μετάλλου.

Υπόθεση 4: Τα παιδιά θα δυσκολευτούν να κατανοήσουν ότι οι μαγνήτες μπορούν να έχουν διαφορετικά σχήματα, μεγέθη και χρώματα (Smolleck & Hershberger, 2011) - Σχετίζεται με το μοντέλο Διερευνητικής Μάθησης, καθώς μέσα από δραστηριότητες τα παιδιά ανακαλύπτουν ότι οι μαγνήτες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Υπόθεση 5: Τα παιδιά θα αντιμετωπίσουν δυσκολίες στην κατανόηση του φαινομένου που προκύπτει όταν ένας μαγνήτης χωρίζεται στη μέση, δηλαδή ότι προκύπτουν δύο νέοι μαγνήτες που διατηρούν τους πόλους τους (Σαμαρά & Κώτσης, 2023) - Σύνδεση με την Εννοιολογική Αλλαγή, γιατί αφορά μια πιο σύνθετη επιστημονική ιδέα (διατήρηση πόλων μετά τον διαχωρισμό).

Υπόθεση 6: Τα παιδιά θα θεωρήσουν ότι οι μεγαλύτεροι μαγνήτες είναι ισχυρότεροι από τους μικρότερους (Lemmer et al., 2018; Smolleck & Hershberger, 2011; Tanel & Erol, 2005) - Σχετίζεται με τον Εποικοδομητισμό, όπου τα παιδιά βασίζουν τη σκέψη τους σε αντιλήψεις όπως «μεγαλύτερο = πιο ισχυρό».

Υπόθεση 7: Τα παιδιά θα πιστεύουν ότι η απόσταση μεταξύ μαγνήτη και αντικειμένου επηρεάζει τη μαγνητική έλξη, χωρίς να κατανοούν ότι η έλξη λειτουργεί και σε απόσταση (Bar et al., 1997) - Σύνδεση με την Εννοιολογική Αλλαγή και τη Διερευνητική Μάθηση, καθώς η κατανόηση της δράσης σε απόσταση απαιτεί πειραματισμό και αναθεώρηση ιδεών.

2. Επίδραση δραστηριοτήτων στα πεδία STEM και στις Ψηφιακές Τεχνολογίες

Υπόθεση 8: Οι δραστηριότητες στα πεδία STEM θα ενισχύσουν τη μαθηματική ομιλία των παιδιών κατά τη διαδικασία ανάλυσης και έκφρασης των χαρακτηριστικών των μαγνητών (Cambell & Speldewinde, 2022) - Συνδέεται με το

μοντέλο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, όπου η ενσωμάτωση μαθηματικών, επιστήμης και συζήτησης ενισχύει τη μαθηματική γλώσσα των παιδιών.

Υπόθεση 9: Οι δραστηριότητες στα πεδία STEM θα συμβάλλουν στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων Μηχανικής των παιδιών (Yang, 2025) - Σχετίζεται με τη Μηχανική σχεδίαση (Engineering Design Process) στο πλαίσιο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM.

Υπόθεση 10: Η χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων στα πεδία STEM θα αυξήσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της έννοιας του μαγνήτη (Μποτζάκη κ.α., 2024) - Συνδέεται με το μοντέλο Ψηφιακής Μάθησης / Τεχνολογικά Ενισχυμένης Μάθησης (Technology-Enhanced Learning) μέσα σε δραστηριότητες στα πεδία STEM.

3. Στάσεις και προφίλ εκπαιδευτικών

Υπόθεση 11: Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θα παρουσιάσει θετική στάση απέναντι στην εφαρμογή της προσέγγισης στα πεδία STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία (Sujarwanto et al., 2019; Dejarnette, 2018) - μοντέλο αποδοχής και ενσωμάτωσης καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων (αποδοχή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM από τους εκπαιδευτικούς και παιδαγωγικές πεποιθήσεις).

4. Δημογραφικοί και κοινωνικοί παράγοντες

Υπόθεση 12: Οι επιδόσεις των παιδιών στη μάθηση του μαγνητισμού θα συσχετίζονται με παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, το κοινωνικό και οικογενειακό περιβάλλον, η καταγωγή, η προηγούμενη εμπειρία σε δραστηριότητες στα πεδία STEM και το σχολείο φοίτησης (Buccheri et al., 2011; Oppermann et al., 2017; Κωνσταντίνου, 2013) - Συνδέεται με το κοινωνικοπολιτισμικό μοντέλο μάθησης (Vygotsky), το οποίο υποστηρίζει ότι η μάθηση επηρεάζεται από το κοινωνικό περιβάλλον, τις εμπειρίες και τα χαρακτηριστικά των μαθητών.

4.1.6. Το δείγμα της έρευνας

Η δράση υλοποιήθηκε σε ελληνικό νηπιαγωγείο, όπου υπηρετούσε και η ερευνήτρια. Το δείγμα της έρευνας το αποτελούσαν οι 46 μαθητές του νηπιαγωγείου, νήπια και προνήπια.

4.1.7. Μέσα συλλογής δεδομένων

Η παρούσα έρευνα αποτελείται από δύο υποέρευνες, μία ποσοτική και μία ποιοτική έρευνα. Η ποσοτική έρευνα αφορά την καταγραφή των χαρακτηριστικών, των αντιλήψεων και των πρακτικών των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της Ελλάδας για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, της συλλογής δηλαδή των δεδομένων από τα ερωτηματολόγια που συμπληρώθηκαν ηλεκτρονικά από το τυχαίο δείγμα των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης, νηπιαγωγών και δασκάλων. Ως μέσο επεξεργασίας των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το SPSS, που αποτελεί το πιο κατάλληλο λογισμικό για την εισαγωγή και επεξεργασία τέτοιου είδους μεταβλητών, όπως, επίσης, και για την ευκολότερη και πληρέστερη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της επεξεργασίας.

Η ποιοτική έρευνα επικεντρώνεται στη διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με το φαινόμενο του μαγνητισμού και εντάσσεται στο πλαίσιο της έρευνας δράσης. Η έρευνα δράσης, γνωστή και ως «μελέτη δασκάλου», αποτελεί μια μεθοδολογία που χρησιμοποιείται κυρίως για την επίλυση προβλημάτων σε επιστημονικά πεδία, αλλά δεν είναι ευρέως διαδεδομένη (Artvinli, 2010). Επίσης, η έρευνα δράσης θεωρείται αποτελεσματικό εργαλείο για την ανάπτυξη νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων, καθώς επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να σχεδιάζουν, να εφαρμόζουν και να αξιολογούν αναστοχαστικά και συστηματικά τις διδακτικές πρακτικές τους (Kemmis & McTaggart, 2005). Επιπλέον, αυτή η μέθοδος δίνει έμφαση στην καλυτέρευση της ποιότητας διδασκαλίας των εκπαιδευτικών.

Η ποιοτική έρευνα επιλέχθηκε, καθώς θεωρείται πιο κατάλληλη για τα ερευνητικά προβλήματα που απαιτείται περισσότερη εξερεύνηση,

κατανόηση και περιγραφή χωρίς να υπάρχει από πριν γνώση των μεταβλητών (Creswell, 2011). Επίσης, μελετά κοινωνικά φαινόμενα και εστιάζει στη διαφοροποίηση, με τους ερευνητές να προσπαθούν να κατανοήσουν τη δυναμική διάσταση του φαινομένου (Ίσαρη & Πουρκός, 2015; Robson, 2007).

Η συλλογή δεδομένων έγινε με ερωτήσεις, βιντεοσκοπήσεις και φωτογράφιση των ενεργειών των παιδιών, με ημιδομημένες συνεντεύξεις, με παρατήρηση, με καταγραφή των ενεργειών των χρηστών και με μελέτη του παιδικού ιχνογραφήματος.

Η ημιδομημένη συνέντευξη και οι βιντεοσκοπήσεις επιλέχθηκαν ως η πιο κατάλληλη μέθοδος συλλογής δεδομένων, γιατί έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι ευέλικτες, προσαρμόζονται στις συνθήκες του κάθε σχολείου και στο διαφορετικό επίπεδο κατανόησης των μαθητών και επιπλέον, επιτρέπουν στον ερευνητή να εκμαιεύσει πληροφορίες σε μεγαλύτερο βάθος σε σχέση με άλλα ερευνητικά εργαλεία (Cohen & Manion, 1994).

Η μελέτη του παιδικού ιχνογραφήματος (ζωγραφιές των παιδιών) επιλέχθηκε διότι οι παιδικές ζωγραφιές μαζί με όσα λένε τα παιδιά για αυτές θεωρούνται ένα κατάλληλο και αποτελεσματικό εργαλείο προκειμένου οι μικροί μαθητές να επικοινωνήσουν τις αντιλήψεις τους (Einarsdottir et al, 2009).

Επομένως στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκε η πολυμεθοδική (τριγωνοποίησης). Στόχος της τριγωνοποίησης είναι η αύξηση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας της έρευνας, ώστε να αποτελέσει τη βάση για τη γενίκευση των αποτελεσμάτων.

Έπειτα, γίνεται η επεξεργασία, η σύγκριση, η ερμηνεία των δεδομένων και η εξαγωγή των συμπερασμάτων.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό spss.

4.1.8. Επιλογή δραστηριοτήτων

Δομήθηκε και υλοποιήθηκε από κοινού με τα νήπια ένα project με θέμα τους 'Μαγνήτες', το οποίο στηρίχθηκε στις αρχές του εποικοδομητισμού.

Σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό, ο μαθητής πρέπει να αναζητά τη γνώση ή να λύνει το πρόβλημα μόνος του παρά να του παρέχεται η γνώση και οδηγίες για το πρόβλημα (Modritscher, 2006). Οι μαθητές, επίσης, θα πρέπει να συνθέτουν νέες ιδέες, δομές, μοντέλα και έννοιες και να τα συνδέουν με τις προηγούμενες γνώσεις και νοητικά μοντέλα. Οι πραγματικές εμπειρίες είναι σημαντικές για τη μαθησιακή διαδικασία. Έτσι όχι μόνο το περιεχόμενο της πληροφορίας είναι σημαντικό, αλλά και το ευρύτερο πλαίσιο για την εποικοδομητική μάθηση. Αυτές οι διδακτικές εμπειρίες πρέπει να δομούνται έτσι ώστε οι μαθητές να μπορούν εύκολα να ταιριάζουν την πληροφορία με προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες αλλά και με καταστάσεις της πραγματικής ζωής.

Οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν και που περιγράφονται παρακάτω είναι ποικίλες: ανάγνωση σχετικών ιστοριών και μύθων, παρακολούθηση σχετικών εκπαιδευτικών video, πειράματα, κατασκευή οργάνων μέτρησης.

4.1.9. Παιδαγωγική διαχείριση

Κατά την διάρκεια της παρούσας έρευνας τα νήπια εργάστηκαν ατομικά, ομαδικά, αλλά και στην ολομέλεια.

Ατομικά εργάστηκαν τα νήπια, όταν κλήθηκαν να αποτυπώσουν τις ιδέες τους και τις γνώσεις τους ζωγραφίζοντας. Ταυτόχρονα, η νηπιαγωγός, αφού ρωτούσε τα παιδιά, κατέγραφε το τι ακριβώς ζωγράφιζαν. Ατομικά, επίσης, εργάστηκαν στις ημιδομημένες συνεντεύξεις που αφορούσαν τις αντιλήψεις τους πριν και μετά την διδακτική παρέμβαση.

Στην ολομέλεια εργάστηκαν τα νήπια κατά τον σχεδιασμό του project, στην φάση του προβληματισμού, όταν εξέφρασαν τις ιδέες τους με την μέθοδο του καταιγισμού ιδεών και κατασκευάστηκε έτσι το ιστόγραμμα των ιδεών τους. Η ημιδομημένη αυτή συνέντευξη έγινε στην ολομέλεια, με σκοπό να είναι πιο αβίαστη, φυσική και ευχάριστη η μαθησιακή διαδικασία για τα νήπια και λόγω του ότι υπήρχαν παιδιά που λόγω του κοινωνικοπολιτισμικού τους υπόβαθρου και του χαρακτήρα τους δεν θα μπορούσαν να απαντήσουν κατά μόνους ή σε дуάδες σε ερωτήσεις που δεν εντάσσονταν μέσα σε κάποιο

εκπαιδευτικό πλαίσιο. Η νηπιαγωγός μαγνητοφώνησε αυτήν την συνέντευξη και κατέγραψε την όλη εκπαιδευτική διαδικασία, π.χ. ποια παιδιά συμμετείχαν, αν ήταν αγόρια ή κορίτσια, ποιες ερωτήσεις δυσκόλεψαν τα νήπια και ποιες όχι. Επιπλέον, όταν έβλεπε ότι κάποιες ερωτήσεις δυσκόλευαν περισσότερο τα νήπια, προσπαθούσε, μέσω άλλων επιμέρους ερωτήσεων, να κάνει πιο σαφή και πιο προσιτά τα ερωτήματα αυτά στο γνωστικό υπόβαθρο των παιδιών. Η τεχνική της μαγνητοφώνησης χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να γίνει πιο «ζωντανή» και ενδιαφέρουσα για τα νήπια η εμπλοκή τους στην διερεύνηση της γνώσης, αλλά και για να έχει τη δυνατότητα η νηπιαγωγός να παρατηρήσει και να καταγράψει με μεγαλύτερη ευκολία τις αντιδράσεις και το ενδιαφέρον των νηπίων.

Τα νήπια εργάστηκαν σε ομάδες. Ο λόγος επιλογής της συγκεκριμένης παιδαγωγικής διαχείρισης ήταν το ότι με αυτόν τον τρόπο θα μπορούσαν να αλληλοεπιδράσουν καλύτερα μεταξύ τους και να ωθηθούν να συμμετέχουν και τα νήπια που ήταν πιο συνεσταλμένα, λόγω τόσο των γλωσσικών δυσκολιών που αντιμετώπιζαν, όσο και του χαμηλού κοινωνικοπολιτισμικού τους υπόβαθρου.

4.1.10. Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της πρώτης Ποιοτικής Έρευνας για τη διδακτική της έννοιας του Μαγνητισμού στα πεδία STEM

Στην παρούσα μελέτη, η διασφάλιση της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας προσεγγίστηκε με βάση τις αρχές της ποιοτικής έρευνας και ειδικότερα της έρευνας δράσης, λαμβάνοντας υπόψη τη φύση του υπό μελέτη φαινομένου και την ηλικιακή ομάδα των συμμετεχόντων. Δεδομένου ότι στόχος της έρευνας ήταν η εις βάθος διερεύνηση των αντιλήψεων των παιδιών σχετικά με το φαινόμενο του μαγνητισμού, δόθηκε έμφαση στη συστηματική, αναστοχαστική και διαφανή ερευνητική διαδικασία.

Η εγκυρότητα της έρευνας ενισχύθηκε μέσω της χρήσης πολυμεθοδικής προσέγγισης (τριγωνοποίησης), καθώς τα δεδομένα συλλέχθηκαν από διαφορετικές πηγές και με ποικίλα εργαλεία, όπως ημιδομημένες συνεντεύξεις, παρατήρηση, βιντεοσκοπήσεις, φωτογράφιση των ενεργειών των παιδιών και

μελέτη του παιδικού ιχνογραφήματος. Η συνδυαστική αξιοποίηση των παραπάνω μεθόδων επέτρεψε τη διασταύρωση των ευρημάτων και την πληρέστερη κατανόηση των αντιλήψεων των παιδιών, μειώνοντας τον κίνδυνο μονοδιάστατων ερμηνειών.

Επιπλέον, η εγκυρότητα ενισχύθηκε μέσω της παρατεταμένης εμπλοκής της ερευνήτριας στο φυσικό εκπαιδευτικό περιβάλλον των παιδιών, στο πλαίσιο της υλοποίησης του project. Η ενεργός συμμετοχή των νηπίων στις δραστηριότητες, ο βιωματικός χαρακτήρας της διδακτικής παρέμβασης και η συνεχής αναφορά στις πρότερες και αναδομημένες ιδέες τους συνέβαλαν στην αυθεντική αποτύπωση των αντιλήψεών τους.

Η αξιοπιστία της έρευνας διασφαλίστηκε μέσω της συστηματικής καταγραφής και τεκμηρίωσης όλων των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας. Η συλλογή και ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με σταθερά και σαφώς καθορισμένα κριτήρια, ενώ η επαναλαμβανόμενη μελέτη του υλικού (συνεντεύξεων, παρατηρήσεων, ζωγραφιών και καταγραφών) συνέβαλε στη συνέπεια της ανάλυσης. Παράλληλα, η χρήση αυθεντικών αποσπασμάτων λόγου των παιδιών και η παρουσίαση παραδειγμάτων από τις δράσεις ενισχύουν τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των ερμηνειών.

Τέλος, η αναστοχαστική στάση της ερευνήτριας καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας, σε συνδυασμό με την αναλυτική περιγραφή του πλαισίου, των συμμετεχόντων και της διδακτικής παρέμβασης, επιτρέπει στον αναγνώστη να αξιολογήσει τη μεταφερσιμότητα των ευρημάτων σε παρόμοια εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, ενισχύοντας τη συνολική ποιότητα και επιστημονική εγκυρότητα της μελέτης.

4.1.11. Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

Σχεδιασμός και περιγραφή δραστηριοτήτων: μέθοδος, εφαρμογές, στόχοι, μέσα-υλικά, παιδαγωγική διαχείριση

Σχεδιασμός και περιγραφή των δραστηριοτήτων

Μέθοδος: Επιλέχθηκε η μέθοδος Project, κάτι που συνάδει με τα πορίσματα σχετικών ερευνών που αναδεικνύουν την ύψιστη σημασία της

βιωματικής μάθησης, της διεπιστημονικής προσέγγισης των θεμάτων και της ατομικής και συνεργατικής διερεύνησης στη διδακτική των Φυσικών επιστημών (Κόκκοτας, 2008, Πλακίτση, 2008).

Χρόνος διδακτικών δραστηριοτήτων: 6 διδακτικές ώρες

4.1.12. Εφαρμογές

- Story jumper

<https://www.storyjumper.com/book/read/16476072/StoryJumper>

Το Storyjumper είναι ένα web2.0 εργαλείο δημιουργίας εικονογραφημένων ηλεκτρονικών βιβλίων.

-Kidspiration

Αποτελεί ένα λογισμικό εννοιολογικής χαρτογράφησης, ειδικό για μικρά παιδιά <https://learningworksforkids.com/apps/kidspiration/>

-BeeBot

Το Beebot, ένα προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου ειδικά κατασκευασμένο για μικρότερα παιδιά <https://grobotronics.com/bee-bot.html>

4.1.13. Περιγραφή των δραστηριοτήτων

Α και Β Φάση του Project: Προβληματισμού και Προγραμματισμού των δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα 1

Μαθησιακές Περιοχές: Ψηφιακές Τεχνολογίες – Γλώσσα

-Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου (Early Childhood Curriculum, 2023)

Τα παιδιά να αναπτύσσουν τον προφορικό τους λόγο, να χτίζουν τη νέα γνώση για τον μαγνητισμό πάνω στην παλιά, σε ό, τι δηλαδή γνωρίζουν και να διατυπώνουν τη γνώμη τους και τις υποθέσεις τους.

-Υλικά - μέσα: λογισμικό kidspiration

Περιγραφή δραστηριότητας:

Δημιουργία ιστογραμμάτων για την ανάδειξη των πρότερων ιδεών των παιδιών μέσω της εφαρμογής kidspiration.

Γ Φάση του Project: Υλοποίησης

Δραστηριότητα 2.1.

Μαθησιακές Περιοχές: Φυσικές Επιστήμες - Μαθηματικά

- Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου

Τα παιδιά να εκφράζουν τις ιδέες τους για το φυσικό φαινόμενο του μαγνητισμού και να τις διαπραγματεύονται με άλλους, να υιοθετούν ή να διατυπώνουν σχετικά ερωτήματα προς διερεύνηση και να διατυπώνουν απαντήσεις στα ερωτήματα που ερευνούν και να αξιοποιούν τα αποτελέσματα των ερευνών τους σε νέες καταστάσεις

-Υλικά – μέσα: ποικιλία υλικών: πλαστικά, μεταλλικά, μαγνήτες διαφόρων μεγεθών, χαρτί Α3, χαρτιά Α4, μαρκαδόροι.

-Παιδαγωγική διαχείριση: Τα παιδιά εργάζονται σε μικρές ομάδες.

Περιγραφή δραστηριότητας:

Τα παιδιά πειραματίζονται με διάφορα υλικά και με μαγνήτες και διαμορφώνουν τις αντιλήψεις τους για το ποια υλικά έλκονται ή όχι.

Δραστηριότητα 2.2.

Τα παιδιά χώρισαν το χαρτί Α3 σε δύο μέρη και από τη μια μεριά ζωγράφισαν τα αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες, ενώ από την άλλη μεριά ζωγράφισαν τα αντικείμενα που απωθούνται από τους μαγνήτες.

Δραστηριότητα 2.3.

Τα παιδιά γράφουν με την βοήθεια της φωνολογικής επίγνωσης τα αντικείμενα που έλκονται και τα αντικείμενα που απωθούνται από τους μαγνήτες.

Δραστηριότητα 3

Μαθησιακή Περιοχή: Μαθηματικά

-Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου (Early Childhood Curriculum, 2023)

Τα παιδιά να προβληματίζονται και να ερευνούν ποικίλες καταστάσεις, να στηρίζονται σε προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες, να κάνουν απλές

υποθέσεις και να καταλήγουν σε σχετικά συμπεράσματα και να «ερμηνεύουν» γενικά στοιχεία του κόσμου που τα περιβάλλει μέσα από διαδικασίες παρατήρησης και περιγραφής, σύγκρισης, ταξινόμησης, αντιστοίχισης, σειροθέτησης και συμβολικής αναπαράστασης.

Υλικά – μέσα: μαγνήτες διαφόρων μεγεθών, διάφορα υλικά: πλαστικά, μεταλλικά

Παιδαγωγική διαχείριση: εργασία σε μικρές ομάδες

Περιγραφή δραστηριότητας:

Τα παιδιά κάνουν σειροθέτηση των μαγνητών, από τον μικρότερο στον μεγαλύτερο μαγνήτη, και αντιστρόφως.

Δραστηριότητα 4

Μαθησιακές Περιοχές: Ψηφιακές Τεχνολογίες – Γλώσσα

-Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου (Early Childhood Curriculum, 2023)

Τα παιδιά να συνεργάζονται σε ομάδες για την παραγωγή κάποιου έργου και να σέβονται τις απόψεις και την εργασία των άλλων και να αναπτύσσουν τον προφορικό τους λόγο.

Υλικά – μέσα: εφαρμογή story jumper, φωτογραφίες από τις δράσεις των παιδιών

Παιδαγωγική διαχείριση: εργασία σε μικρές ομάδες

Περιγραφή δραστηριότητας:

Τα παιδιά δημιουργούν ένα ηλεκτρονικό βιβλίο με φωτογραφίες και ζωγραφιές από τις δράσεις τους με την εφαρμογή story jumper.

Δραστηριότητα 5

Μαθησιακές Περιοχές: Ρομποτική – Τέχνη

-Bee Bot

-Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου (Early Childhood Curriculum, 2023)

Τα παιδιά να εξοικειωθούν με τη σωστή χρήση απλών ρομπότ

Υλικά – μέσα: ρομπότ Beebot, χαρτόνι μέτρου, μαρκαδόροι και άλλα υλικά ζωγραφικής

Παιδαγωγική διαχείριση: εργασία σε μικρές ομάδες

Περιγραφή δραστηριότητας:

Τα παιδιά δημιουργούν χρησιμοποιώντας απλά υλικά μια πίστα για την Beebot, την οποία πρέπει να κινήσουν έτσι ώστε να διέρχεται από περιοχές όπου υπάρχουν μόνο μαγνητικά αντικείμενα.

Δ Φάση του Project: Αξιολόγηση

Δραστηριότητα 6

Μαθησιακές Περιοχές: Ψηφιακές Τεχνολογίες – Ρομποτική

-Στόχοι από το ΔΕΠΠΣ νηπιαγωγείου (Early Childhood Curriculum, 2023)

Τα παιδιά να συγκρίνουν τις αρχικές εναλλακτικές τους αντιλήψεις και τις αντιλήψεις τους μετά την υλοποίηση των δραστηριοτήτων με τη χρήση κατάλληλων εφαρμογών των Ψηφιακών Τεχνολογιών, να αναπτύσσουν τον προφορικό τους λόγο και να επιχειρηματολογούν

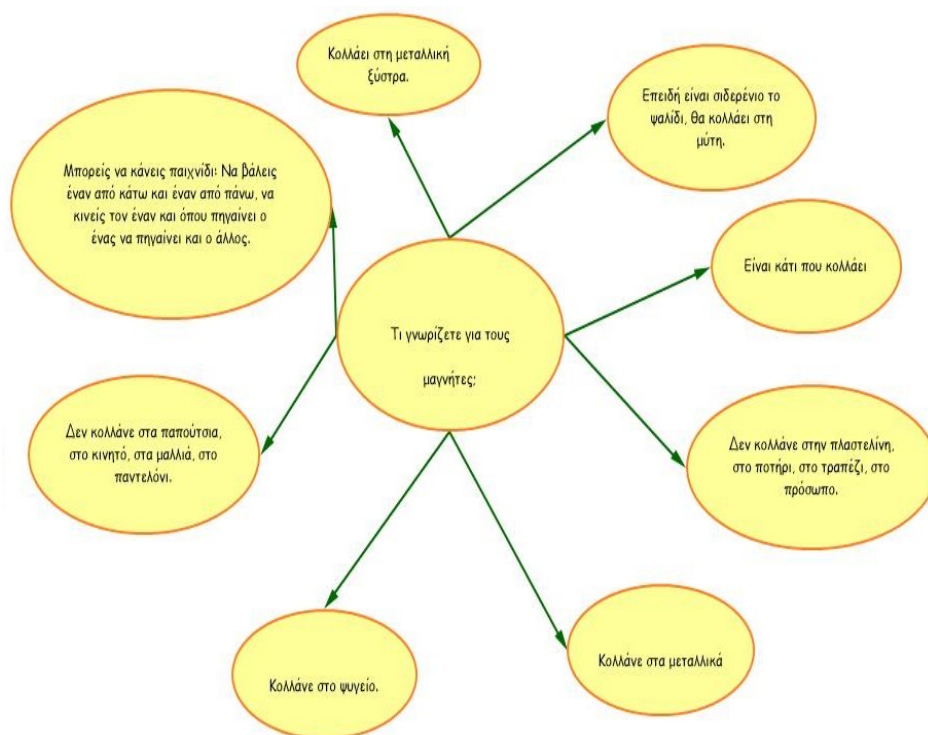
Υλικά – μέσα: εφαρμογή Kidspiration

Παιδαγωγική διαχείριση: εργασία κατά μόνες

Περιγραφή δραστηριότητας: Τα παιδιά, με τη βοήθεια της νηπιαγωγού, κατασκεύασαν με το λογισμικό kidspiration το ιστόγραμμα των ιδεών τους με τίτλο: “Τι μάθατε για τους μαγνήτες;”

4.1.14. Υλοποίηση διδακτικής παρέμβασης

Στην **Δραστηριότητα 1**, που έγινε η κατασκευή του ιστογράμματος (**Εικόνα 1**) με το λογισμικό kidspiration, στην ερώτηση “Τι γνωρίζετε για τους μαγνήτες;”, τα παιδιά έδωσαν τις εξής απαντήσεις: “Οι μαγνήτες δεν κολλάνε στα παπούτσια, στο κινητό, στα μαλλιά, στην μπλούζα, στο παντελόνι”, “κολλάνε στο ψυγείο”, “κολλάνε στα μεταλλικά”, “δεν κολλάνε στην πλαστελίνη, στο ποτήρι, στο τραπέζι, στο πρόσωπο” “οι μαγνήτες είναι κάτι που κολλάει”, “Επειδή είναι σιδερένιο το ψαλίδι, θα κολλάει στη μύτη”, “κολλάει στη μεταλλική ξύστρα”, “Μπορείς να κάνεις παιχνίδι: να βάλεις έναν από κάτω και έναν από πάνω, να κινείς τον έναν και όπου πηγαίνει ο ένας να πηγαίνει και ο άλλος”.



Εικόνα 1: Ιστόγραμμα με το λογισμικό Kidspiration: “Τι γνωρίζετε για τους μαγνήτες;”

Στην **Δραστηριότητα 2.1.**, όπου τα παιδιά κλήθηκαν να πειραματιστούν με διάφορα υλικά και με διαφορετικούς μαγνήτες (**Εικόνα 2, Εικόνα 3**) η πρότερη γνώση των παιδιών για τους μαγνήτες συνοψίζεται στην φράση “Οι μαγνήτες κολλάνε”. Τα υλικά που δόθηκαν στις ομάδες των παιδιών ήταν τα εξής: υλικά από το κουκλόσπιτο του νηπιαγωγείου: πιρούνια, πιατάκια, φρούτα, χάρτινο ποτήρι, κουτί από γάλα, μαράκα, κορίνα, κουδουνάκια, συρραπτικό, πινέζες, καρφίτσες, παραμάνες, πλαστικό και ξύλινο τουβλάκι, τενεκεδένιο βάζο από μαρκαδόρους, κλειδιά, κουτί από πλαστελίνη.



Εικόνα 2: Η πρώτη ομάδα των παιδιών πειραματίζεται με τους μαγνήτες και διάφορα αντικείμενα

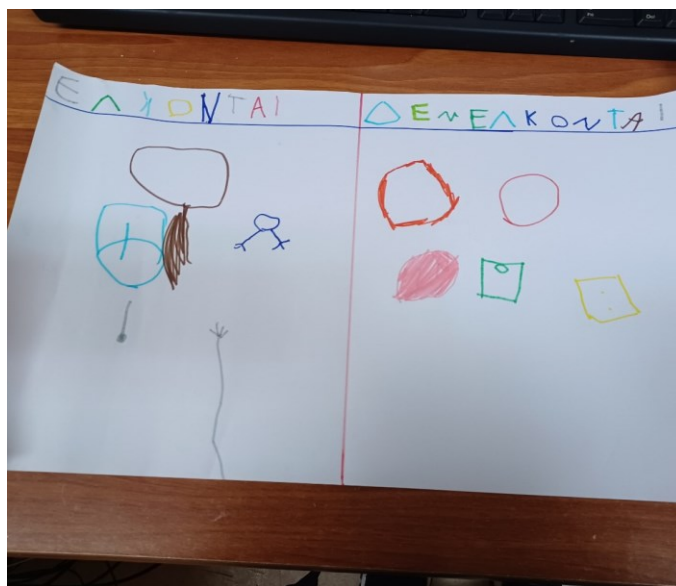


Εικόνα 3: Η δεύτερη ομάδα παιδιών πειραματίζεται με μαγνήτες και διάφορα αντικείμενα

Τα συμπεράσματα των παιδιών από τον πειραματισμό τους με τους μαγνήτες και με τα διάφορα αντικείμενα ήταν τα εξής: “Κολλάνε μαζί οι μαγνήτες”, “ο μαγνήτης κολλάει με άλλα αντικείμενα, μεγάλα, μεσαία και μικρά”, “ο μαγνήτης σηκώνει ψηλά τα ελαφριά αντικείμενα, αλλά δεν

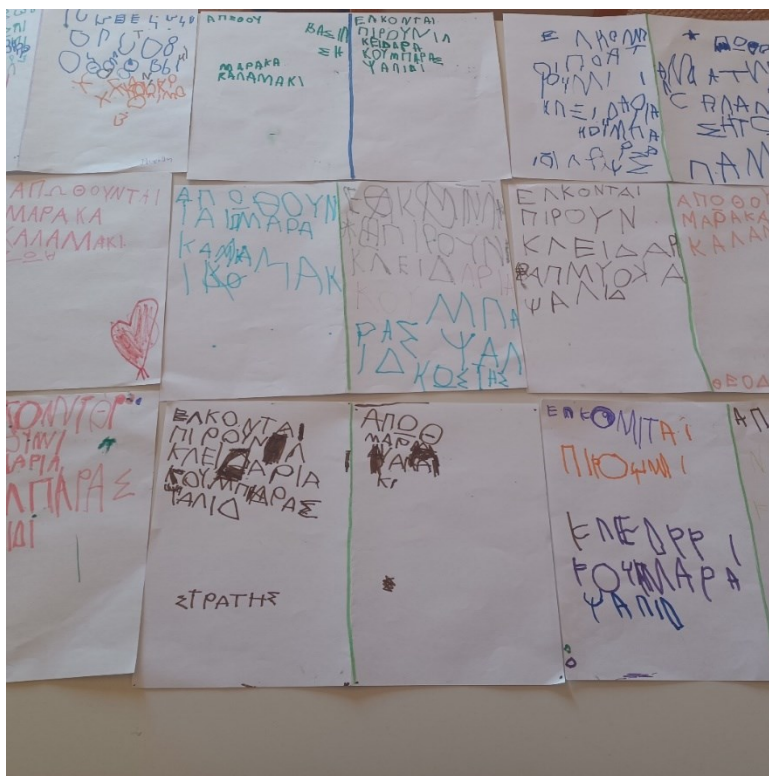
σηκώνει τα βαριά”, “βάζεις έναν μαγνήτη μέσα στο ρολό από χαρτί κουζίνας και έναν μαγνήτη από έξω και μετακινείς αυτόν που είναι από έξω και μετακινείται και ο άλλος”. Οι ομάδες των παιδιών αποτελούνταν από νήπια και από προνήπια. Παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες των παιδιών που είχαν περισσότερα νήπια ήταν περισσότερο επιτυχείς στις απαντήσεις που έδιναν.

Στην **Δραστηριότητα 2.2.** τα παιδιά ζωγράφισαν τα αντικείμενα που έλκονται και που απωθούνται από τους μαγνήτες (**Εικόνα 4**).



Εικόνα 4: Τα παιδιά ζωγράφισαν τα αντικείμενα που έλκονται και τα αντικείμενα που απωθούνται από τους μαγνήτες

Στη **Δραστηριότητα 2.3.**, όπου τα παιδιά χώρισαν το χαρτί A3 και A4 σε δύο μέρη, γράφοντας στο ένα μέρος τα αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες και τα αντικείμενα που απωθούνται από αυτούς (**Εικόνα 5**), έγραψαν ότι έλκονται: οι καρφίτσες, το κλειδί, το πιρούνι, η κλειδαριά, το μπρίκι, ο κουμπαράς, ο συνδετήρας, το κουτί του καφέ, οι μαγνήτες και το ψαλίδι. Έγραψαν ότι απωθούνται από τους μαγνήτες: το κουτί με το γάλα, η κορίνα του μπόουλινγκ, το πιατίνι, το χάρτινο πορτοκάλι, η χάρτινη μπάλα, το πλαστικό πριόνι, η πλαστική μολυβοθήκη και η κουδουνίστρα.



Εικόνα 5: Τα παιδιά έγραψαν ποια αντικείμενα έλκονται και ποια απωθούνται από τους μαγνήτες

Τα παιδιά φάνηκε ότι μετά από τον ενεργό πειραματισμό τους με τα διάφορα αντικείμενα και με τους μαγνήτες στην προηγούμενη δραστηριότητα, είχαν εμπεδώσει πολύ καλά ποια αντικείμενα έλκονταν και ποια απωθούνταν από τους μαγνήτες. Αυτό, ίσως να οφείλονταν στο ότι η δραστηριότητα αυτή υλοποιήθηκε πολύ κοντά χρονικά σε σχέση με την προηγούμενη, του πειραματισμού, και συγκεκριμένα, την επόμενη ημέρα.

Στην **Δραστηριότητα 3** τα παιδιά σειροθέτησαν, συνεργαζόμενα σε ομάδες, με ευκολία, τους μαγνήτες από τον μικρότερο στον μεγαλύτερο και το αντίστροφο (**Εικόνα 6, Εικόνα 7, Εικόνα 8**).



Εικόνα 6: Τα παιδιά σειροθετούν τα αντικείμενα από το μικρότερο στο μεγαλύτερο



Εικόνα 7: Τα παιδιά σειροθετούν τα αντικείμενα από το μεγαλύτερο στο μικρότερο



Εικόνα 8: Μια άλλη ομάδα παιδιών σειροθετεί αντικείμενα από το μεγαλύτερο προς το μικρότερο

Στη **Δραστηριότητα 4** τα παιδιά δημιούργησαν με το λογισμικό story jumper τη δική τους ιστορία (**Εικόνα 9**, <https://www.storyjumper.com/book/read/170390491/65ef590c4d02b> με φωτογραφίες των δράσεων τους από την παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση. Η δραστηριότητα αυτή εντάσσεται και στα πλαίσια της αξιολόγησης της όλης δράσης, αφού τα παιδιά εξέφρασαν τις εμπειρίες και τις γνώσεις τους από αυτήν. Το παρόν υλικό θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και από νηπιαγωγούς στην τάξη τους, ως αφορμή για την υλοποίηση παρόμοιων δράσεων ή ως έναυσμα για την υλοποίηση περαιτέρω δράσεων. Τα παιδιά φάνηκε πώς συμμετείχαν ενεργά στην όλη δράση και χρησιμοποίησαν επιχειρήματα ανάλογα της ηλικίας τους για να την υποστηρίξουν και για να την παρουσιάσουν, αναπτύσσοντας τον ψοχοκοινωνικό τους κόσμο, τη δημιουργικότητά τους, την γλωσσική τους έκφραση και την προσαρμοστικότητά τους στην όλη πορεία της δράσης, δεξιότητες σημαντικές και απαραίτητες για τους αυριανούς πολίτες και συναφείς με το θεωρητικό πλαίσιο της εφαρμογής της στα πεδία STEM στα παιδιά, από την πρώιμη παιδική ηλικία.



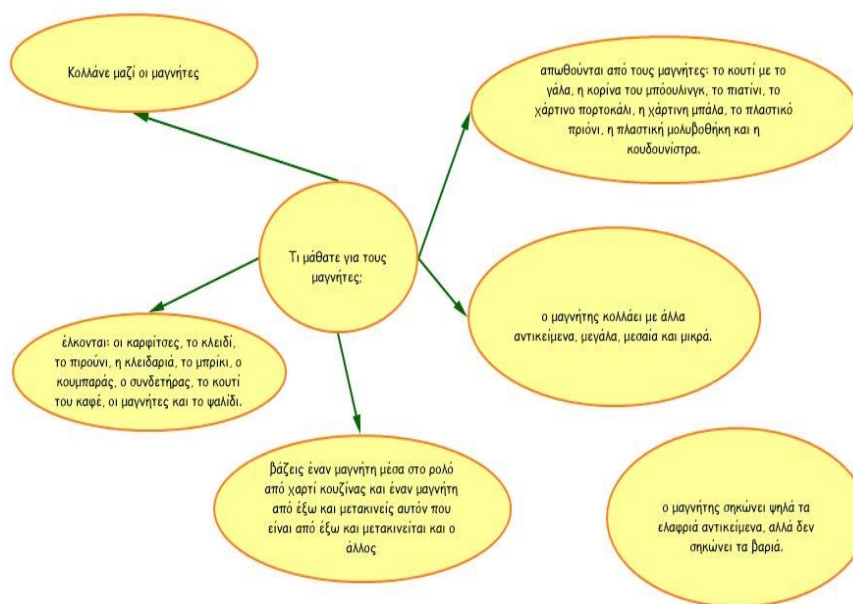
Εικόνα 9: Δημιουργία ιστορίας με το λογισμικό story jumper
<https://www.storyjumper.com/book/read/170390491/65ef590c4d02b>

Στην **Δραστηριότητα 5** με την Beebot (**Εικόνα 10**), τα παιδιά του ενός πρωινού τμήματος, όπου δίδασκε η ερευνήτρια, χωρίστηκαν σε 3 ομάδες των 7 παιδιών η καθεμιά. Παρατηρήθηκε ότι πολλά νήπια δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν τα αντικείμενα που έλκονταν από τον μαγνήτη. Τότε, τα βοηθούσαν τα άλλα μέλη της ομάδας και επιβεβαίωναν ή όχι την απάντησή τους, πειραματιζόμενα με τα αντικείμενα και με τους μαγνήτες. Όμως, χειρίζονταν πολύ καλά την Beebot και επέλεγαν διαφορετικές διαδρομές για να φτάσουν στα αντικείμενα που έλκονταν. Κάθε παιδί επέλεγε μια διαδρομή για να φτάσει στο αντικείμενο που είχε επιλέξει (που έλκονταν από τους μαγνήτες) και ακολουθούσε αυτήν τη διαδρομή μέχρι τέλους. Η δραστηριότητα αυτή εκτός από δραστηριότητα εμπέδωσης της πρότερης αποκτηθείσας με βιωματικό τρόπο γνώσης, αποτελεί και δραστηριότητα αξιολόγησης του βαθμού κατανόησης από τα παιδιά της έννοιας του μαγνητισμού. Από αυτήν την αξιολόγηση προέκυψε ότι η έννοια του μαγνητισμού αποτελεί μια εξαιρετικά δύσκολη έννοια για τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας.



Εικόνα 10: Η Beebot κατευθύνεται σε αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες

Στη **Δραστηριότητα 6**, η νηπιαγωγός κατέγραψε τις απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση “Τι μάθατε για τους μαγνήτες;”, στο λογισμικό kidspiration (**Εικόνα 11**). Τα παιδιά σύγκριναν τις απαντήσεις που είχαν δώσει, πριν υλοποιηθεί η εκπαιδευτική πράξη, στην ερώτηση “Τι γνωρίζετε για τους μαγνήτες”, με τις απαντήσεις που έδωσαν μετά την υλοποίηση της δράσης, το πώς δηλαδή εξελίχθηκε η γνώση τους για τους μαγνήτες κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης.



Εικόνα 11: Αξιολόγηση της εκπαιδευτικής δράσης, με τη χρήση του λογισμικού kidspiration

Πρότειναν ως συνέχεια της ενασχόλησής τους, σε μετέπειτα στάδιο, την εξεύρεση και την υλοποίηση νέων δραστηριοτήτων που να αφορούν την ανακάλυψη των ιδιοτήτων του μαγνητισμού. Τότε, έγινε λόγος από τη νηπιαγωγό για την τεχνητή νοημοσύνη και για τη χρήση της μέσω του ιστοτόπου [ChatGPT \(openai.com\)](https://chatgpt.openai.com) προκειμένου να αναζητηθούν συγκεκριμένες δράσεις, να επιλεγούν και να υλοποιηθούν από τα παιδιά, με βάση τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες τους.

Με την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης <https://ideogram.ai/t/explore> τα παιδιά θα δημιουργήσουν μια εικονογραφημένη ιστορία για τους μαγνήτες από κοινού με τον βοηθό της τεχνητής νοημοσύνης (το λογισμικό <https://chat.openai.com/>), που θα τα βοηθήσει να υπάρχει περαιτέρω ροή στην ιστορία τους, όταν δυσκολευτούν να τη συνεχίσουν. Η ιστορία θα δημιουργηθεί με την τεχνική της δημιουργικής γραφής, όπου κάθε παιδί θα συνεχίζει την ιστορία από εκεί που θα την έχει αφήσει το προηγούμενο παιδί, ενώ η νηπιαγωγός θα καταγράφει τα λόγια των παιδιών στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης και στο τέλος τα παιδιά θα δουν την ιστορία τους να ζωντανεύει μετά από τις επιλογές που θα έχουν κάνει από τα διαθέσιμα μέσα του εργαλείου της τεχνητής νοημοσύνης.

Μια άλλη δράση με τη βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης θα είναι η δημιουργία παρουσίασης των δράσεων των παιδιών αυτόματα με τις παραπάνω εφαρμογές όπως και η δημιουργία εικόνας, βίντεο, με μουσική υπόκρουση που θα δημιουργήσουν τα ίδια τα παιδιά με την εφαρμογή <https://www.beatoven.ai/>

4.1.15. Σχεδιασμός δραστηριοτήτων για τον Μαγνητισμό με AI

4.1.15.1. Μεθοδολογία εκπαιδευτικής παρέμβασης

Τα παιδιά, έπειτα από την εφαρμογή μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης για τους μαγνήτες, που είχε προηγηθεί, ωθήθηκαν από τη νηπιαγωγό να γνωρίσουν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης μέσω του ιστοτόπου [ChatGPT \(openai.com\)](https://chatgpt.com) προκειμένου να αναζητηθούν συγκεκριμένες δράσεις αναφορικά με την έννοια του Μαγνητισμού, ως επέκταση – εμπλουτισμό όσων είχαν προηγηθεί, που θα επιλεγούν και θα υλοποιηθούν από τα παιδιά, με βάση τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες τους.

4.1.15.2. Αξιοπιστία και Εγκυρότητα της Εκπαιδευτικής Παρέμβασης

Η αξιολόγηση της εκπαιδευτικής παρέμβασης για τον μαγνητισμό στο νηπιαγωγείο πραγματοποιήθηκε με μεθόδους που εξασφαλίζουν την **αξιοπιστία και εγκυρότητα** των δεδομένων, όπως περιγράφονται παρακάτω:

Αναφορικά με την Αξιοπιστία (Reliability), υφίστανται οι εξής δείκτες:

- **Σταθερότητα μέτρησης:** Οι δραστηριότητες επαναλήφθηκαν σε διαφορετικές ομάδες παιδιών με παρόμοια χαρακτηριστικά, προκειμένου να διαπιστωθεί η συνέπεια της εφαρμογής τους.
- **Τεκμηριωμένη συλλογή δεδομένων:** Η παρατήρηση των παιδιών κατά τις δραστηριότητες (π.χ., «Βρίσκω το κρυμμένο μαγνητικό αντικείμενο», «Λίμνη ψαρέματος») καταγράφηκε συστηματικά με φωτογραφικό υλικό και σημειώσεις της νηπιαγωγού, μειώνοντας την υποκειμενικότητα.

- **Συνεργατική παρατήρηση:** Σε επιλεγμένες δραστηριότητες, η παρατήρηση έγινε ταυτόχρονα από δύο εκπαιδευτικούς (νηπιαγωγό και βοηθό), για να διασφαλιστεί η σταθερότητα των αποτελεσμάτων.

Αναφορικά με την Εγκυρότητα (Validity), υφίστανται οι παρακάτω δείκτες:

- **Περιεχομένου (Content Validity):** Οι δραστηριότητες επιλέχθηκαν με βάση τους στόχους του **Ελληνικού Νέου Προγράμματος Σπουδών για την Προσχολική Ηλικία (2023)**, εξασφαλίζοντας ότι καλύπτουν επαρκώς τις έννοιες του μαγνητισμού και της χρήσης των Ψηφιακών Τεχνολογιών.

- **Δομής και διαδικασίας (Construct Validity):** Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ChatGPT, Ideogram) ενσωματώθηκε με σαφή παιδαγωγική λογική, ώστε να υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων δημιουργικής σκέψης, συνεργασίας και λογικής σκέψης, όπως προδιαγράφονται στους διδακτικούς στόχους.

- **Οπτικής και εμπειρικής τεκμηρίωσης:** Οι δραστηριότητες τεκμηριώθηκαν με φωτογραφίες, ψηφιακές δημιουργίες και ιστορίες των παιδιών, εξασφαλίζοντας ότι τα αποτελέσματα αντικατοπτρίζουν πραγματικά τις μαθησιακές εμπειρίες των παιδιών.

- **Συμμετοχικής εγκυρότητας (Participant Validation):** Τα παιδιά συμμετείχαν ενεργά στην επιλογή και διαμόρφωση των δραστηριοτήτων, ενώ οι ανατροφοδοτήσεις τους ενσωματώθηκαν στην υλοποίηση, αυξάνοντας την αυθεντικότητα των δεδομένων.

- **Ενίσχυσης αξιοπιστίας και εγκυρότητας μέσω AI, καθώς:**

α) Η τεχνητή νοημοσύνη λειτούργησε ως εργαλείο υποστήριξης και όχι ως αυτόνομος εκπαιδευτικός φορέας, διασφαλίζοντας ότι οι δραστηριότητες παραμένουν προσαρμοσμένες στο αναπτυξιακό επίπεδο των παιδιών.

β) Οι ιστορίες και οι εικόνες που δημιουργήθηκαν μέσω AI ελέγχθηκαν και επεξεργάστηκαν από τη νηπιαγωγό για να διατηρηθεί η παιδαγωγική εγκυρότητα και να αποφευχθεί παραπλανητικό περιεχόμενο.

Συνοψίζοντας, η συνδυαστική χρήση παρατήρησης, συμμετοχής των παιδιών και ψηφιακών εργαλείων ενισχύει τόσο την αξιοπιστία όσο και την εγκυρότητα της εκπαιδευτικής παρέμβασης, επιτρέποντας ασφαλή και επαναλήψιμη μελέτη των αποτελεσμάτων της μάθησης γύρω από τον μαγνητισμό.

4.1.15.3. Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Οι **στόχοι των διδακτικών παρεμβάσεων** ήταν, σύμφωνα με το ελληνικό Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για την Προσχολική Ηλικία (2023), οι εξής:

Θεματικό πεδίο: Παιδί και Επικοινωνία

Θεματική Ενότητα: Ψηφιακές Τεχνολογίες

Στόχοι: Τα παιδιά:

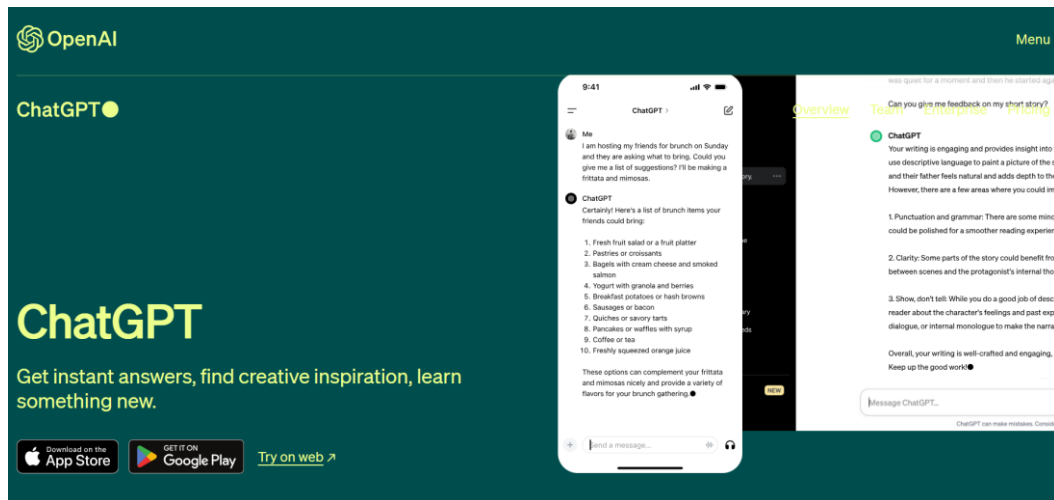
- να σχεδιάζουν και να δημιουργούν ψηφιακά παιχνίδια, να διαχειρίζονται τις πληροφορίες για να κατασκευάζουν/δημιουργούν με λογισμικό γενικής χρήσης (AI) ψηφιακές δημιουργίες, όπως ιστορία.
- να αξιοποιούν τις Ψηφιακές Τεχνολογίες για να εκφράζονται με δημιουργικό τρόπο.
- να αναγνωρίζουν λογισμικά ανοιχτού και κλειστού τύπου σε σχέση με τις λειτουργίες και τον τρόπο χρήσης τους.
- να αντιμετωπίζουν τις Ψηφιακές Τεχνολογίες ως εργαλεία που ενισχύουν τη σκέψη και τις ικανότητές τους και όχι μόνο ως μέσα διασκέδασης και επικοινωνίας.
- Να εκτιμούν και να αξιοποιούν τον διαφορετικό τρόπο σκέψης που τους προσφέρουν τα περιβάλλοντα προγραμματισμού.
- να δημιουργούν πρότυπα ψηφιακά έργα.

Υλικά: ταμπουρίνο, αντικείμενα που έλκονται και που απωθούνται από τους μαγνήτες, υπολογιστής, ξυλάκι ως καλάμι ψαρέματος

Εφαρμογές AI:

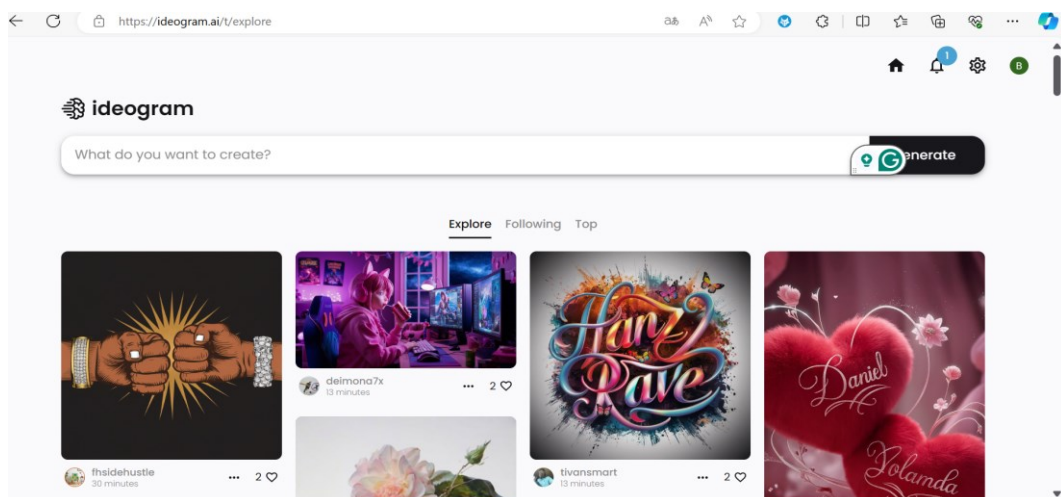
ChatGPT: είναι ένας τύπος συστήματος παραγωγής τεχνητής νοημοσύνης (AI) (π.χ. DALL-E, Midjourney, Whisper, κ.λπ.), το οποίο χρησιμοποιεί αλγόριθμους μηχανικής μάθησης που έχουν σχεδιαστεί για να

ανταποκρίνονται σε προτροπές και να δημιουργούν νέο περιεχόμενο σε διάφορες μορφές, συμπεριλαμβανομένου κειμένου, ήχου, εικόνες, κώδικας, προσομοιώσεις και βίντεο (McKinsey & Company, 2023, **Εικόνα 12**).



Εικόνα 12: Chat GPT

Ideogram (<https://ideogram.ai/t/explore>): Το Ideogram AI είναι ένα εργαλείο δημιουργίας εικόνων που χρησιμοποιεί την τεχνητή νοημοσύνη για τη δημιουργία οπτικού περιεχομένου. Έχει σχεδιαστεί για να μετατρέπει τις περιγραφές κειμένου σε συναρπαστικές εικόνες, αξιοποιώντας τη δύναμη της τεχνητής νοημοσύνης να ερμηνεύει και να οπτικοποιεί ιδέες. Το εργαλείο χρησιμοποιείται συνήθως από σχεδιαστές, εμπόρους του μάρκετινγκ, δημιουργούς περιεχομένου και οποιονδήποτε χρειάζεται προσαρμοσμένες εικόνες, προσφέροντας έναν γρήγορο και αποτελεσματικό τρόπο παραγωγής γραφικών από κειμενικά μηνύματα (**Εικόνα 13**).



Εικόνα 13: Ideogramm (<https://ideogram.ai/t/explore>)

Παιδαγωγική διαχείριση: Τα παιδιά εργάζονται σε μικρές ομάδες

Χρόνος διδακτικών δραστηριοτήτων: 8 διδακτικές ώρες

Αφόρμηση: Η νηπιαγωγός ζήτησε από την εφαρμογή ChatGPT να προτείνει δραστηριότητες για τον μαγνητισμό στο νηπιαγωγείο. Η εφαρμογή εξέδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα:

<https://chat.openai.com/share/69c4a509-2fc9-4ad6-bde2-849eae62990>

B

You

activities for magnetism in kindergarten

ChatGPT

ChatGPT

Teaching kindergarten students about magnetism can be both educational and fun! Here are some hands-on activities you can try:

1. Magnetic Sorting: Provide a variety of objects, some magnetic and some non-magnetic (e.g., paper clips, coins, plastic toys, wooden blocks). Have the children use a magnet to sort the objects into two groups: magnetic and non-magnetic.
2. Magnetic Sensory Bin: Create a sensory bin filled with materials like sand, rice, or beans, and hide magnetic and non-magnetic items within. Children can use a magnet wand to explore the bin and discover which items are attracted to the magnet.
3. Magnetic Fishing: Set up a pretend fishing pond by filling a large container with water and adding toy fish (some magnetic, some not). Attach a magnet to a toy fishing rod, and let the children "fish" for the magnetic fish.
4. Magnetic Painting: Mix iron filings into paint and provide paper and magnets. Let the children experiment with moving the iron filings around the paper using the magnet underneath. They can create unique magnetic art pieces!

5. Exploring Magnetic Poles: Give each child a bar magnet and let them explore how the poles attract and repel each other. They can try connecting the opposite poles of two magnets and feel the attraction, then try connecting the same poles and feel the repulsion.

6. Making Magnetic Sculptures: Provide a variety of magnetic objects like magnetic building blocks or magnetic rods and balls. Let the children use their creativity to build sculptures and structures using the magnetic pieces.

7. Magnetic Poetry: Create a magnetic poetry station by providing a variety of words printed on magnets. Let the children arrange the words to create sentences or poems on a magnetic board or cookie sheet.

8. Magnetic Races: Set up a simple race track using magnets and metal cars or other objects. The children can experiment with different sizes and strengths of magnets to see which ones make the objects move faster.

9. Magnetic Story Time: Read a story about magnets, such as "What Makes a Magnet?" by Franklyn M. Branley, and then have a discussion about magnets and their properties.

10. Outdoor Magnet Hunt: Take the children on a magnet hunt outdoors. Provide them with handheld magnets and have them explore the environment to find objects that are attracted to the magnet.

These activities are not only educational but also engaging and interactive, allowing kindergarten students to explore the concepts of magnetism in a hands-on way.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε τις προτεινόμενες δραστηριότητες στα ελληνικά και συζήτησε με τα παιδιά ποιες από αυτές προτιμούν να υλοποιήσουν. Οι δράσεις που επέλεξαν τα παιδιά από τις ανωτέρω και που υλοποίησαν είναι οι ακόλουθες:

Δραστηριότητα 1: Βρίσκω το κρυμμένο μαγνητικό αντικείμενο

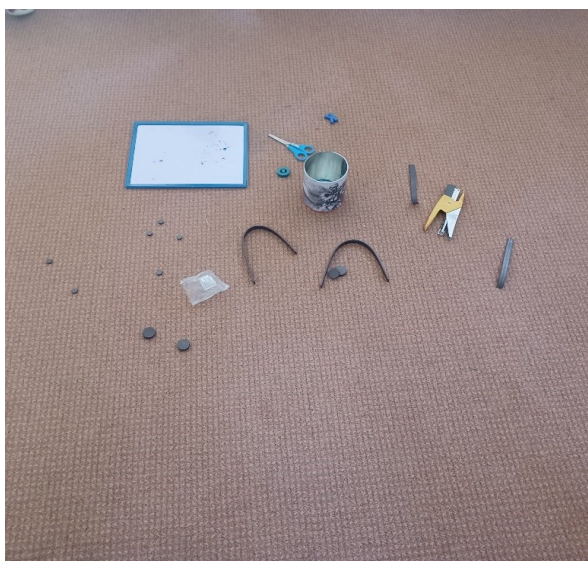
Δραστηριότητα 2: Δημιουργία ιστορίας από κοινού και εικονογράφησης της με εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης

Δραστηριότητα 3: Λίμνη ψαρέματος

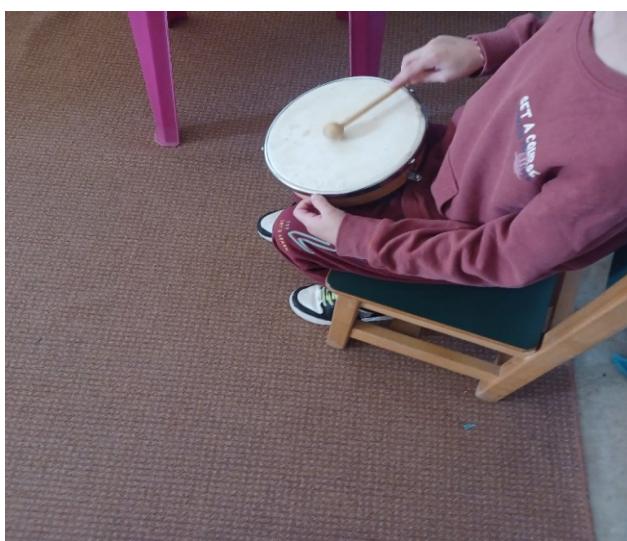
4.1.15.4. Υλοποίηση Δραστηριοτήτων

Δραστηριότητα 1: Βρίσκω το κρυμμένο μαγνητικό αντικείμενο

Τα παιδιά συγκέντρωσαν από την τάξη αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες. Με τη βοήθεια του ταμπουρίνου βρήκαν τους κρυμμένους μαγνήτες. Όταν η ένταση του ταμπουρίνου γινόταν πιο υψηλή, αυτό σήμαινε ότι το παιδί έχει φτάσει πολύ κοντά στο κρυμμένο μαγνητικό αντικείμενο, ενώ όταν η ένταση του ταμπουρίνου γινόταν χαμηλή, αυτό σήμαινε ότι το παιδί ήταν μακριά από το μαγνητικό αντικείμενο (**Εικόνα 14, Εικόνα 15, Εικόνα 16**).



Εικόνα 14: Τα αντικείμενα που συγκέντρωσαν τα παιδιά, που έλκονται από τους μαγνήτες



Εικόνα 15: Ένα παιδί αυξομειώνει την ένταση με την οποία παίζει το ταμπουρίνο για να κατευθύνει τα νήπια στο μέρος όπου είχαν κρυφτεί τα αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες.



Εικόνα 16: Ένα παιδί που καταφέρνει να βρει το κρυμμένο μαγνητικό αντικείμενο

Δραστηριότητα 2: Δημιουργία ιστορίας από κοινού και εικονογράφησης της με εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης

Τα παιδιά αποφάσισαν αντί να διαβάσουμε μια ιστορία για μαγνήτες, να δημιουργήσουν τη δική τους αντίστοιχη εικονογραφημένη ιστορία με την εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης <https://ideogram.ai/t/explore> τα παιδιά από κοινού με τον βοηθό της τεχνητής νοημοσύνης (το λογισμικό <https://chatgpt.com/>), που τα βοήθησε να υπάρχει περαιτέρω ροή στην ιστορία τους, όταν δυσκολεύτηκαν να τη συνεχίσουν.

Η ιστορία δημιουργήθηκε με την τεχνική της δημιουργικής γραφής, όπου κάθε παιδί συνέχιζε την ιστορία από εκεί που την είχε αφήσει το προηγούμενο παιδί, ενώ η νηπιαγωγός κατέγραφε τα λόγια των παιδιών στην εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης. Στο τέλος τα παιδιά είδαν την ιστορία τους να ζωντανεύει μετά από τις επιλογές που είχαν κάνει από τα διαθέσιμα μέσα των παραπάνω εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης.

Δραστηριότητα 2.1. Δημιουργία ιστορίας για τους μαγνήτες

Η ιστορία που ξεκίνησαν τα παιδιά για τους μαγνήτες ήταν η εξής:

Μια φορά κι έναν καιρό ήταν ένας μαγνήτης που ήταν λεπτός και ένας άλλος που ήταν χοντρός. Μετά αυτοί οι μαγνήτες πήγαιναν σε διαφορετικά αντικείμενα και κόλλαγαν: σε σίδερα, σε καρφίτσες, σε μεταλλικές μολυβοθήκες, σε κάγκελα, σε ψαλίδια και σε μέταλλα. Οι δύο μαγνήτες ήταν φίλοι και κολλούσαν και μεταξύ τους και όλοι μέρα έπαιζαν μαζί. Μετά ήρθε και ένας άλλος φίλος τους που ήταν μικρός μαγνήτης.

Τα ανωτέρω λόγια των παιδιών εισήχθησαν στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης Open AI GPT όπου διαμορφώθηκε ως εξής <https://chat.openai.com/share/b596bdf2-544f-459f-8834-7b39683ae881>

Magnetic Trio's Adventures

April 8, 2024

Anonymous

Once upon a time, there was a thin magnet and another that was thick. Then these magnets went to different objects and stuck: to irons, to pins, to metal pencil cases, to bars, to scissors, and metals. The two magnets were friends and attached and played together during the day. Then came another friend of theirs who was a little magnet.

ChatGPT

ChatGPT

Once upon a time, in a world where magnets roamed freely, there existed two magnets: one thin and the other thick. Despite their physical differences, they were inseparable friends. They ventured out into the world, eager to explore and discover the wonders of attraction.

Their magnetic journey led them to various objects, where they showcased their extraordinary power to stick to anything made of iron, pins, metal pencil cases, bars, scissors, and an array of metals. Everywhere they went, they left a trail of fascination and wonder.

As the day unfolded, their playful adventures knew no bounds. They would race towards metallic surfaces, eagerly clinging onto each one as if it were a

new challenge. Together, they reveled in the joy of their magnetic bond, drawing closer with each playful interaction.

However, their magnetic world was about to become even more vibrant with the arrival of a new friend—a little magnet, eager to join in their adventures. With open arms (or rather, magnetic fields), the thin and thick magnets welcomed their new companion, ready to share their experiences and explore new realms together.

From that day forward, the trio embarked on even more exciting escapades, their magnetic friendship growing stronger with each passing moment. Together, they proved that no matter the size or shape, true friendship had the power to attract and unite even the most unlikely of companions in a magnetic embrace. And so, their adventures continued, bound by the invisible forces of friendship and attraction.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε τα λόγια της ΑΙ και προέκυψε η εξής πλοκή της ιστορίας:

Μια φορά κι έναν καιρό, σε έναν κόσμο όπου οι μαγνήτες περιφέρονταν ελεύθερα, υπήρχαν δύο μαγνήτες: ο ένας λεπτός και ο άλλος χοντρός. Παρά τις σωματικές τους διαφορές, ήταν αχώριστοι φίλοι. Βγήκαν στον κόσμο, πρόθυμοι να εξερευνήσουν και να ανακαλύψουν τα θαύματα της έλξης.

Το μαγνητικό τους ταξίδι τους οδήγησε σε διάφορα αντικείμενα, όπου έδειξαν την εξαιρετική τους δύναμη να κολλούν σε οτιδήποτε από σίδηρο, καρφίτσες, μεταλλικές μολυβοθήκες, ράβδους, ψαλίδια και μια σειρά από μέταλλα. Όπου κι αν πήγαιναν, άφησαν ένα ίχνος γοητείας και απορίας.

Καθώς η μέρα εξελίχθηκε, οι παιχνιδιάρικες περιπέτειές τους δεν είχαν όρια. Θα έτρεχαν προς τις μεταλλικές επιφάνειες, κολλώντας ανυπόμονα σε κάθε μία σαν να ήταν μια νέα πρόκληση. Μαζί, απολάμβαναν τη χαρά του μαγνητικού τους δεσμού, πλησιάζοντας πιο κοντά με κάθε παιχνιδιάρικη αλληλεπίδραση.

Ωστόσο, ο μαγνητικός κόσμος τους επρόκειτο να γίνει ακόμα πιο ζωντανός με τον ερχομό ενός νέου φίλου - ενός μικρού μαγνήτη, που θα ήθελε να συμμετάσχει στις περιπέτειές τους. Με ανοιχτές αγκάλες (ή μάλλον μαγνητικά πεδία), οι λεπτόκοκκοι μαγνήτες υποδέχτηκαν τον νέο τους σύντροφο,

έτοιμους να μοιραστούν τις εμπειρίες τους και να εξερευνήσουν μαζί νέα βασίλεια.

Από εκείνη την ημέρα και μετά, οι τρεις μαγνήτες ξεκίνησαν ακόμα πιο συναρπαστικές αποδράσεις, με τη μαγνητική τους φιλία να δυναμώνει κάθε στιγμή που περνούσε. Μαζί, απέδειξαν ότι ανεξάρτητα από το μέγεθος ή το σχήμα, η αληθινή φιλία είχε τη δύναμη να προσελκύσει και να ενώσει ακόμη και τους πιο απίθανους συντρόφους σε μια μαγνητική αγκαλιά. Και έτσι, οι περιπέτειές τους συνεχίστηκαν, δεμένοι από τις αόρατες δυνάμεις της φιλίας και της έλξης.

Έπειτα, τα παιδιά συνέχισαν την ιστορία, λέγοντας:

Μετά ο λεπτός μαγνήτης, χαιρέτισε τους φίλους τους και πήγε σε μια άλλη χώρα με ένα μεταλλικό αεροπλάνο.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε στα αγγλικά τα λόγια των παιδιών και τα εισήγαγε ξανά στην εφαρμογή από όπου προέκυψε η εξής πλοκή της ιστορίας:

Anonymous

Then the thin magnet greeted their friends and went to another country with a metal plane.

ChatGPT

ChatGPT

Excited by the prospect of exploring new horizons, the thin magnet bid farewell to its friends, promising to return with tales of its adventures. With a magnetic wave goodbye, it embarked on an extraordinary journey to another country, traveling aboard a metal plane.

As the plane soared through the sky, the thin magnet marveled at the breathtaking views below, its magnetic field tingling with anticipation. It watched with fascination as cities passed by like specks on the landscape, each one filled with stories waiting to be discovered.

Throughout the flight, the thin magnet couldn't help but feel a sense of wonder at the sheer vastness of the world and the endless possibilities that lay ahead. Despite the distance separating it from its friends, the thin magnet knew that its bond was strong enough to withstand any distance.

Finally, after a thrilling journey across the skies, the metal plane touched down in a new land, and the thin magnet stepped out onto foreign soil, ready to embark on a new chapter of its magnetic adventure. With each step, it embraced the unknown, eager to forge new friendships and create memories that would last a lifetime. And though it may have been far from its friends, the thin magnet carried its magnetic bond with it wherever it went, a constant reminder that no matter the distance, true friendship always remained close at heart.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε τα λόγια της εφαρμογής AI ως ακολούθως:

Ενθουσιασμένος από την προοπτική να εξερευνήσει νέους ορίζοντες, ο λεπτός μαγνήτης αποχαιρέτησε τους φίλους του, υποσχόμενος να επιστρέψει με ιστορίες για τις περιπέτειές του. Με ένα μαγνητικό κύμα χαιρέτισε και ξεκίνησε ένα εξαιρετικό ταξίδι σε μια άλλη χώρα, ταξιδεύοντας με ένα μεταλλικό αεροπλάνο.

Καθώς το αεροπλάνο ανέβαινε στον ουρανό, ο λεπτός μαγνήτης θαύμαζε τις εκπληκτικές όψεις από κάτω, με το μαγνητικό του πεδίο να σφύζει από προσμονή. Παρακολουθούσε με γοητεία τις πόλεις να περνούν σαν μικροσκοπικές κηλίδες στο τοπίο, η καθεμία γεμάτη με ιστορίες που περίμεναν να τις ανακαλύψεις.

Καθ' όλη τη διάρκεια της πτήσης, ο λεπτός μαγνήτης δεν μπορούσε παρά να αισθάνεται μια αίσθηση θαυμασμού για την τεράστια απεραντοσύνη του κόσμου και τις ατελείωτες δυνατότητες που υπήρχαν μπροστά. Παρά την απόσταση που τον χώριζε από τους φίλους του, ο λεπτός μαγνήτης γνώριζε ότι ο δεσμός τους ήταν αρκετά δυνατός ώστε να αντέχει σε οποιαδήποτε απόσταση.

Τελικά, μετά από ένα συναρπαστικό ταξίδι στους ουρανούς, το μεταλλικό αεροπλάνο έφτασε σε μια νέα χώρα και ο λεπτός μαγνήτης βγήκε σε ξένο έδαφος, έτοιμος να ξεκινήσει ένα νέο κεφάλαιο της μαγνητικής του περιπέτειας. Σε κάθε βήμα, αγκάλιαζε το άγνωστο, πρόθυμος να δημιουργήσει νέες φιλίες και αναμνήσεις που θα κρατούσαν μια ζωή. Και παρόλο που μπορεί να ήταν μακριά από τους φίλους του, ο λεπτός μαγνήτης κουβαλούσε μαζί του τον μαγνητικό δεσμό του όπου κι αν πήγαινε, μια

συνεχής υπενθύμιση ότι ανεξάρτητα από την απόσταση, η αληθινή φιλία παρέμενε πάντα στην καρδιά τους.

Τα παιδιά συνέχισαν την ιστορία τους, λέγοντας ότι:

Οι άλλοι μαγνήτες δεν σταμάτησαν να σκέφτονται τον λεπτό μαγνήτη και έφτιαξαν ένα μεταλλικό αεροπλάνο για να πάνε να τον πάρουν και να τον φέρουν πίσω, μαζί με τους νέους του φίλους. Η νηπιαγωγός εισήγαγε τα λόγια των παιδιών στην εφαρμογή AI, από όπου προέκυψε η εξής πλοκή της ιστορίας:

Anonymous

The other magnets didn't stop to think about the thin magnet and made him a metal airplane to go get him and bring him back, along with his new friends.

ChatGPT

ChatGPT

Realizing they missed their friend dearly, the thick magnet and the little magnet decided to act. Determined to reunite with the thin magnet and meet its new friends, they pooled their magnetic powers together and crafted a metal airplane with incredible speed and precision.

With every twist and turn of their magnetic fields, the metal airplane took shape, gleaming in the sunlight as a testament to their unwavering friendship and determination. Once complete, the thick and little magnets wasted no time boarding the airplane, fueled by their desire to bring their friend back home.

As the metal airplane soared through the skies, it sliced through the clouds with ease, guided by the magnetic instincts of its creators. With each passing moment, the distance between them and the thin magnet grew shorter, until finally, they reached the foreign land where their friend now resided.

With a magnetic landing, the airplane touched down gracefully, and the thick and little magnets rushed out, their magnetic fields buzzing with excitement. They found the thin magnet amidst a bustling crowd, surrounded by its new friends, and with joyous cries, they embraced each other in a magnetic hug.

Overjoyed to be reunited, the magnets wasted no time in introducing themselves to the thin magnet's new companions. With warmth and kindness, they welcomed them into their magnetic circle, forging bonds that would last a lifetime.

And so, united once more, the magnets embarked on a journey back home, their metal airplane soaring through the skies as they laughed and reminisced about their adventures. Together, they proved that true friendship knew no bounds, transcending distance and differences to create a magnetic connection that could never be broken.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε την ιστορία των παιδιών ως εξής:

Συνειδητοποιώντας ότι τους έλειπε πολύ ο φίλος τους, ο χοντρός μαγνήτης και ο μικρός μαγνήτης αποφάσισαν να δράσουν. Αποφασισμένοι να επανενωθούν με τον λεπτό μαγνήτη και να συναντήσουν τους νέους του φίλους, συγκέντρωσαν τις μαγνητικές τους δυνάμεις και κατασκεύασαν ένα μεταλλικό αεροπλάνο με απίστευτη ταχύτητα και ακρίβεια.

Με κάθε στροφή των μαγνητικών τους πεδίων, το μεταλλικό αεροπλάνο έπαιρνε σχήμα, που έλαμπε στο φως του ήλιου ως απόδειξη της ακλόνητης φιλίας και της αποφασιστικότητάς τους. Μόλις ολοκληρώθηκε το αεροπλάνο, οι χοντροί και μικροί μαγνήτες δεν έχασαν χρόνο για να επιβιβαστούν σε αυτό, θέλοντας να φέρουν τον φίλο τους πίσω στο σπίτι.

Καθώς το μεταλλικό αεροπλάνο ανέβηκε στα ύψη στους ουρανούς, περνούσε από τα σύννεφα με ευκολία, καθοδηγούμενο από τα μαγνητικά ένστικτα των δημιουργών του. Κάθε στιγμή που περνούσε, η απόσταση μεταξύ τους και του λεπτού μαγνήτη μικραίνει, ώσπου τελικά, έφτασαν στην ξένη χώρα όπου έμενε τώρα ο φίλος τους.

Με μια μαγνητική προσγείωση, το αεροπλάνο προσγειώθηκε με χάρη, και οι χοντροί και μικροί μαγνήτες όρμησαν έξω, με τα μαγνητικά τους πεδία να βουίζουν από ενθουσιασμό. Βρήκαν τον λεπτό μαγνήτη ανάμεσα σε ένα πολύβουο πλήθος, περιτριγυρισμένο από τους νέους του φίλους, και με χαρούμενες κραυγές, αγκάλιασαν ο ένας τον άλλον σε μια μαγνητική αγκαλιά.

Πανευτυχείς που ενώθηκαν ξανά, οι μαγνήτες δεν έχασαν χρόνο για να συστηθούν στους νέους φίλους του λεπτού μαγνήτη. Με ζεστασιά και

καλοσύνη τους υποδέχτηκαν στον μαγνητικό τους κύκλο, δημιουργώντας δεσμούς που θα κρατούσαν μια ζωή.

Και έτσι, ενωμένοι για άλλη μια φορά, οι μαγνήτες ξεκίνησαν ένα ταξίδι πίσω στο σπίτι, με το μεταλλικό τους αεροπλάνο να πετάει στους ουρανούς καθώς γελούσαν και αναπολούσαν τις περιπέτειές τους. Μαζί, απέδειξαν ότι η αληθινή φιλία δεν είχε όρια, ξεπερνώντας τις αποστάσεις και τις διαφορές για να δημιουργήσουν μια μαγνητική σύνδεση που δεν θα μπορούσε ποτέ να σπάσει.

Στο σημείο αυτό, τα παιδιά θέλησαν να ολοκληρώσουν την ιστορία τους για τους μαγνήτες, λέγοντας: Και έζησαν αυτοί καλά κι εμείς καλύτερα.....

Η νηπιαγωγός, αφού μετέφρασε τα λόγια τους, τα εισήγαγε στην εφαρμογή τεχνητής νοημοσύνης Open AI GPT, από όπου προέκυψε η εξής έκβαση της ιστορίας:

Anonymous

And they lived well and we better...

ChatGPT

ChatGPT

And they lived well, their magnetic friendship stronger than ever before. Together, they continued to explore the world, spreading joy and laughter wherever they went. Their adventures were filled with excitement, from soaring through the skies in metal airplanes to discovering new lands and meeting new friends.

Back home, they shared their stories with others, inspiring them to embrace the power of friendship and unity. Their magnetic bond became a symbol of hope and resilience, reminding everyone that no matter the challenges they faced, they could overcome them with their friends' support.

As time passed, their magnetic circle expanded, welcoming even more friends into their fold. They celebrated each other's successes, comforted each other in times of need, and cherished the moments they spent together.

As they looked back on their journey, they realized that life was indeed better when they lived with friends who stuck by each other through thick and thin. With hearts full of gratitude and magnetic fields buzzing with happiness,

they continued to live each day to the fullest, knowing that with their friends by their side, anything was possible.

Η νηπιαγωγός μετέφρασε την ιστορία των παιδιών:

Και έζησαν καλά, η μαγνητική τους φιλία πιο δυνατή από ποτέ. Μαζί συνέχισαν να εξερευνούν τον κόσμο σκορπώντας χαρά και γέλιο όπου κι αν πήγαιναν. Οι περιπέτειές τους ήταν γεμάτες ενθουσιασμό, από το να πετάξουν στα ύψη στους ουρανούς με μεταλλικά αεροπλάνα μέχρι να ανακαλύψουν νέα μέρη και να γνωρίσουν νέους φίλους.

Πίσω στο σπίτι, μοιράστηκαν τις ιστορίες τους με άλλους, εμπνέοντάς τους να εκτιμούν τη δύναμη της φιλίας και της ενότητας. Ο μαγνητικός δεσμός τους έγινε σύμβολο ελπίδας και δύναμης, υπενθυμίζοντας σε όλους ότι ανεξάρτητα από τις δυσκολίες που αντιμετώπιζαν, μπορούσαν να τις ξεπερνούν με την βοήθεια των φίλων τους.

Όσο περνούσε ο καιρός, ο μαγνητικός τους κύκλος διευρύνθηκε, καλωσορίζοντας ακόμη περισσότερους φίλους στην παρέα τους. Χαίρονταν ο ένας με τις επιτυχίες του άλλου, παρηγορούσαν ο ένας τον άλλον σε στιγμές ανάγκης και αγαπούσαν τις στιγμές που περνούσαν μαζί.

Και καθώς αναπολούσαν το ταξίδι τους, συνειδητοποίησαν ότι η ζωή ήταν πράγματι καλύτερη όταν ζούσαν με καλούς φίλους. Με καρδιές γεμάτες ευγνωμοσύνη και μαγνητικά πεδία να βουίζουν από ευτυχία, συνέχισαν να ζουν κάθε μέρα να περνούν τέλεια, μην ξεχνώντας ότι με τους φίλους τους στο πλευρό τους, όλα ήταν δυνατά!!!

Δραστηριότητα 2.2. Εικονογράφηση ιστορίας

Once upon a time, there was a thin magnet and another that was thick. Then these magnets went to different objects and stuck: to irons, to pins, to metal pencil cases, to bars, to scissors, and metals. The two magnets were friends and attached and played together during the day. Then came another friend of theirs who was a little magnet (Εικόνα 17).



Εικόνα 17:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/6qttPkcLQDO3R9mKl1ZzKg.png>

Their magnetic journey led them to various objects, where they showcased their extraordinary power to stick to anything made of iron, pins, metal pencil cases, bars, scissors, and an array of metals. Everywhere they went, they left a trail of fascination and wonder (Εικόνα 18).



Εικόνα 18:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/fYr1TLOOTbSPQJt7Y7AIEQ.png>

As the day unfolded, their playful adventures knew no bounds. They would race towards metallic surfaces, eagerly clinging onto each one as if it were a new challenge. Together, they reveled in the joy of their magnetic bond, drawing closer with each playful interaction.



Εικόνα 19:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/FlcTcN40QgmFSYaZRslH3w.jpg>

However, their magnetic world was about to become even more vibrant with the arrival of a new friend, a little magnet, eager to join in their adventures. With open arms (or rather, magnetic fields), the thin and thick magnets welcomed their new companion, ready to share their experiences and explore new realms together (εικόνα 19).

From that day forward, the trio embarked on even more exciting escapades, their magnetic friendship growing stronger with each passing moment. Together, they proved that no matter the size or shape, true friendship had the power to attract and unite even the most unlikely of companions in a magnetic embrace. And so, their adventures continued, bound by the invisible forces of friendship and attraction.

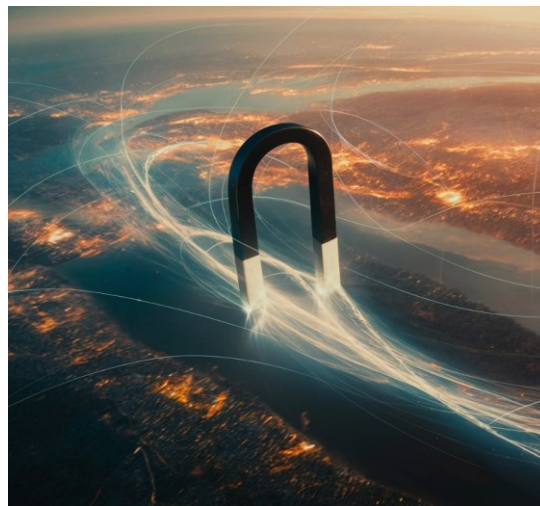
Then the thin magnet greeted their friends and went to another country with a metal plane! (Εικόνα 20).



Εικόνα 20:

https://ideogram.ai/api/images/direct/Biju_5DFSVqVTXAEEPUPHQ.jpg

As the plane soared through the sky, the thin magnet marveled at the breathtaking views below, its magnetic field tingling with anticipation. It watched with fascination as cities passed by like specks on the landscape, each one filled with stories waiting to be discovered (Εικόνα 21).



Εικόνα 21:

https://ideogram.ai/api/images/direct/W42lv6kDQ_SJcuRAJhT2gw.jpg

Throughout the flight, the thin magnet couldn't help but feel a sense of wonder at the sheer vastness of the world and the endless possibilities that lay ahead. Despite the distance separating it from its friends, the thin magnet knew that its bond was strong enough to withstand any distance.

Finally, after a thrilling journey across the skies, the metal plane touched down in a new land, and the thin magnet stepped out onto foreign soil, ready to embark on a new chapter of its magnetic adventure. With each step, it embraced the unknown, eager to forge new friendships and create memories that would last a lifetime. And though it may have been far from its friends, the thin magnet carried its magnetic bond with it wherever it went, a constant reminder that no matter the distance, true friendship always remained close at heart (Εικόνα 22).



Εικόνα 22:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/s2PpGPMNTK6Lc8OBCZWdCw.jpg>

The other magnets didn't stop to think about the thin magnet and made him a metal airplane to go get him and bring him back, along with his new friends (Εικόνα 23).



Εικόνα 23:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/CZNBZdR6RJ2QhWGfsYEpCA.jpg>

With every twist and turn of their magnetic fields, the metal airplane took shape, gleaming in the sunlight as a testament to their unwavering friendship and determination. Once complete, the thick and little magnets wasted no time boarding the airplane, fueled by their desire to bring their friend back home.

As the metal airplane soared through the skies, it sliced through the clouds with ease, guided by the magnetic instincts of its creators. With each passing moment, the distance between them and the thin magnet grew shorter, until finally, they reached the foreign land where their friend now resided.

With a magnetic landing, the airplane touched down gracefully, and the thick and little magnets rushed out, their magnetic fields buzzing with excitement. They found the thin magnet amidst a bustling crowd, surrounded by its new friends, and with joyous cries, they embraced each other in a magnetic hug (Εικόνα 24).



Εικόνα 24:

<https://ideogram.ai/api/images/direct/qJdQj73sRs--CgqUu159GA.jpg>

Overjoyed to be reunited, the magnets wasted no time in introducing themselves to the thin magnet's new companions. With warmth and kindness, they welcomed them into their magnetic circle, forging bonds that would last a lifetime.

And so, united once more, the magnets embarked on a journey back home, their metal airplane soaring through the skies as they laughed and reminisced about their adventures. Together, they proved that true friendship knew no bounds, transcending distance and differences to create a magnetic connection that could never be broken.

And they lived well and we better...

Together, they continued to explore the world, spreading joy and laughter wherever they went. Their adventures were filled with excitement, from soaring through the skies in metal airplanes to discovering new lands and meeting new friends.

Back home, they shared their stories with others, inspiring them to embrace the power of friendship and unity. Their magnetic bond became a symbol of

hope and resilience, reminding everyone that no matter the challenges they faced, they could overcome them with their friends' support.

As time passed, their magnetic circle expanded, welcoming even more friends into their fold. They celebrated each other's successes, comforted each other in times of need, and cherished the moments they spent together.



Εικόνα 25:

https://ideogram.ai/api/images/direct/SRVAZ6lOQJGKlfrRKM_HaA.jpg

As they looked back on their journey, they realized that life was indeed better when they lived with friends who stuck by each other through thick and thin. With hearts full of gratitude and magnetic fields buzzing with happiness, they continued to live each day to the fullest, knowing that with their friends by their side, anything was possible (Εικόνα 25).

Δραστηριότητα 3: Λίμνη ψαρέματος

Τα παιδιά έφτιασαν μία λίμνη με μαγνητικά και μη αντικείμενα. Με ένα αυτοσχέδιο ξυλάκι με κορδόνι και μαγνήτη ψάρεψαν τα μαγνητικά αντικείμενα (Εικόνα 26).



Εικόνα 26: Ένα παιδί φανερά χαρούμενο που κατάφερε να «ψαρέψει» ένα ψαλίδι!

4.2 Μεθοδολογία, Ανάλυση και Παρουσίαση της Ποσοτικής Έρευνας

4.2.1. Σκοπός της έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά των Ελλήνων εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης αναφορικά με τη στάση τους ως προς την εκπαίδευση στα πεδία STEM.

4.2.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Α. Προφίλ εκπαιδευτικών και σχέση με την εκπαίδευση στα πεδία STEM

- Ποιο είναι το προφίλ των εκπαιδευτικών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης ως προς τη χρήση των Ψηφιακών Τεχνολογιών και την εκπαίδευση στα πεδία STEM;
- Πώς σχετίζονται τα δημογραφικά και τα επαγγελματικά χαρακτηριστικά των εκπαιδευτικών (φύλο, ηλικία, χρόνια υπηρεσίας, επίπεδο σπουδών) με:
 - τη στάση τους απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM και

- ο την εφαρμογή δράσεων στα πεδία STEM στην εκπαιδευτική πράξη;

Β. Σχολικό και εργασιακό πλαίσιο εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM

- Πώς επηρεάζει ο τύπος του σχολείου (Νηπιαγωγείο – Δημοτικό) την εφαρμογή δράσεων στα πεδία STEM;
- Υπάρχει σχέση ανάμεσα στον τόπο εργασίας και την εφαρμογή δράσεων στα πεδία STEM;
- Σε ποιον βαθμό η οργανικότητα του σχολείου σχετίζεται με την υλοποίηση δράσεων στα πεδία STEM;

Γ. Αρχική εκπαίδευση, επιμόρφωση και ενημέρωση στην εκπαίδευση στα πεδία STEM

- Σε ποιον βαθμό τα προγράμματα σπουδών των πανεπιστημιακών τμημάτων από τα οποία αποφοίτησαν οι εκπαιδευτικοί περιλάμβαναν μαθήματα σχετικά με την εκπαίδευση στα πεδία STEM και ποια ήταν αυτά;
- Πώς ενημερώνονται οι εκπαιδευτικοί για ζητήματα που αφορούν την εκπαίδευση στα πεδία STEM;
- Έχουν οι εκπαιδευτικοί συμμετάσχει σε επιμορφωτικές δράσεις που να αφορούν την εκπαίδευση στα πεδία STEM και ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά τους (φορέας, μορφή);
- Πώς σχετίζεται η επιμόρφωση στην εκπαίδευση στα πεδία STEM με την εφαρμογή αντίστοιχων δράσεων στο σχολείο;

Δ. Διδακτικές πρακτικές και παιδαγωγικές επιλογές

- Από ποια βαθμίδα θεωρούν οι εκπαιδευτικοί ότι θα πρέπει να ξεκινά η εκπαίδευση στα πεδία STEM και για ποιους λόγους;
- Τι είδους προγράμματα στα πεδία STEM έχουν εφαρμόσει οι εκπαιδευτικοί στην τάξη τους;

- Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις υιοθετούν κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων στα πεδία STEM;
- Ποια διδακτικά υλικά και μέσα χρησιμοποιούν στην εκπαιδευτική πράξη;
- Υπάρχει σχέση ανάμεσα στις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που εφαρμόζουν και στα υλικά που αξιοποιούν;

Ε. Στάσεις, αντιλήψεις και δυσκολίες εφαρμογής

- Ποια είναι η στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM;
- Πώς αντιλαμβάνονται τα οφέλη της εκπαίδευσης στα πεδία STEM για τους μαθητές;
- Ποιες δυσκολίες ή εμπόδια αντιμετωπίζουν κατά την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην τάξη;

ΣΤ. Προτάσεις βελτίωσης

- Ποιες προτάσεις διατυπώνουν οι εκπαιδευτικοί για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην ελληνική σχολική πραγματικότητα;

4.2.3. Ερευνητικές Υποθέσεις

Οι ερευνητικές υποθέσεις της παρούσας μελέτης οργανώνονται σε θεματικές κατηγορίες που σχετίζονται με δημογραφικούς παράγοντες των εκπαιδευτικών, τις αντιλήψεις τους για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, την επιμόρφωσή τους, τα εμπόδια εφαρμογής της προσέγγισης στα πεδία STEM καθώς και προτάσεις για τη βελτίωσή της.

1. Δημογραφικοί παράγοντες και στάσεις εκπαιδευτικών απέναντι στη εκπαίδευση στα πεδία STEM

Η κατηγορία αυτή εξετάζει τη σχέση μεταξύ δημογραφικών χαρακτηριστικών των εκπαιδευτικών και της στάσης τους απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM και την εκπαιδευτική ρομποτική.

Υπόθεση 1: Δεν θα υπάρχει συσχέτιση ανάμεσα στο φύλο και στην στάση των εκπαιδευτικών απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM, καθώς παρόμοιες μελέτες για τους δασκάλους, στην πλειονότητά τους, δεν δηλώνουν διαφορές μεταξύ των δύο φύλων. Επιπλέον, η πρακτική άσκηση ή η εκπαίδευση στα πεδία STEM αύξησε τις στάσεις των φοιτητών πανεπιστημίου στα πεδία STEM. Επιπλέον, τα προπανεπιστημιακά προγράμματα στα πεδία STEM επηρεάζουν θετικά τη στάση απέναντι στα πεδία STEM (Martynenko, 2023). Από την άλλη μεριά, μελέτη έχει καταδείξει την αρνητικότερη άποψη των γυναικών δασκάλων γενικά για την εκπαίδευση στα πεδία STEM σε σχέση με τους συναδέλφους τους άνδρες εκπαιδευτικούς (Park et al., 2016).

Υπόθεση 2: Οι νεότεροι εκπαιδευτικοί θα έχουν θετικότερη στάση απέναντι στη ρομποτική και στην εφαρμογή της στην τάξη, σε σχέση με τους παλιότερους εκπαιδευτικούς. Ομοίως, σε μια έρευνα βρέθηκε ότι οι πιο έμπειροι δάσκαλοι ανησυχούν περισσότερο και έχουν ένα μάλλον αρνητικό συναίσθημα και μια αρνητική στάση αναφορικά με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο επίσημο πρόγραμμα σπουδών. Από την άλλη μεριά, οι νεότεροι δάσκαλοι πιστεύουν ότι η ενσωμάτωση της ρομποτικής στην προσχολική εκπαίδευση βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών (Papadakis et al., 2019).

2. Αντιλήψεις εκπαιδευτικών για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM

Η κατηγορία αυτή αφορά τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται τη σημασία και την κατάλληλη βαθμίδα εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM.

Υπόθεση 3: Αρκετοί εκπαιδευτικοί θα θεωρούν ως κατάλληλη βαθμίδα για την έναρξη της εκπαίδευσης στα πεδία STEM το Δημοτικό Σχολείο. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα μιας μελέτης που πραγματοποιήθηκε στην Πολωνία και στην Ουκρανία μεταξύ των ενδοϋπηρεσιακών δασκάλων και των μελλοντικών εκπαιδευτικών. Στη μελέτη αυτή φάνηκε ότι περισσότερο από το 50% των ερωτηθέντων κατανοούν τον σημαντικό ρόλο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM και

την αναγκαιότητα εισαγωγής της στο δημοτικό σχολείο με εργαστήρια και με άλλες δραστηριότητες (Smyrnona et al., 2016). Από την άλλη υπάρχουν έρευνες που καταδεικνύουν ως καταλληλότερη βαθμίδα εκπαίδευσης για την έναρξη υλοποίησης της εκπαίδευσης στα πεδία STEM την προσχολική εκπαίδευση (Ültay & Ültay, 2020).

Υπόθεση 6: Η πλειοψηφία των εκπαιδευτικών θα διάκειται θετικά απέναντι στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM (Sujarwanto et al., 2019; Dejarnette, 2018). Ομοίως, έρευνα έδειξε ότι η πλειονότητα των δασκάλων αντιλαμβάνεται την θετική συμβολή των πεδίων STEM στην εκπαιδευτική διαδικασία και προσπαθεί να την εντάξει στην πράξη (Γιαβρίμης κ.α., 2011). Αναφορικά με τα οφέλη της εκπαιδευτικής παρέμβασης για τους μαθητές, οι εκπαιδευτικοί, μεταξύ των άλλων, θα αναφέρουν ότι οι μαθητές ανέπτυξαν τις εξής δεξιότητες, που θεωρούνται δεξιότητες του 21ου αιώνα: υπολογιστική σκέψη, επικοινωνία, συνεργασία, κριτική και δημιουργική σκέψη. Οι εκπαιδευτικοί σε αυτή τη μελέτη ανέφεραν, ακόμα, ότι οι μαθητές τους επέδειξαν υπομονή και επιμονή (Nikolopoulou & Tsimperidis, 2023). Ομοίως, μια έρευνα που υλοποιήθηκε κατέληξε στη συμβολή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στη συναισθηματική διάσταση, τονίστηκε ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM προσελκύει την προσοχή και το ενδιαφέρον, προκαλεί την περιέργεια και παρέχει μαθησιακή επιθυμία και κίνητρο, ενισχύει την αυτοπεποίθηση των μαθητών και βοηθά τους μαθητές να συνειδητοποιήσουν τόσο τα προβλήματα της πραγματικής ζωής όσο και τις δικές τους γνώσεις και δεξιότητες. Επίσης, η εκπαίδευση στα πεδία STEM βρέθηκε να συνεισφέρει περισσότερο στην ευαισθητοποίηση σταδιοδρομίας στους μαθητές και τους δίνει τη δυνατότητα να μάθουν διασκεδάζοντας, με αποτέλεσμα την αποτελεσματική και μόνιμη μάθηση και τη συνεργατική και μαθητοκεντρική μάθηση, παρέχοντας ενεργό συμμετοχή και συσχέτιση του περιεχομένου του μαθήματος με την καθημερινή ζωή (Kanadli, 2019). Επίσης, η εκπαίδευση στα πεδία STEM στα σχολεία διατηρεί τη χώρα προηγμένη στην επιστήμη και στις Ψηφιακές Τεχνολογίες (Ültay & Ültay, 2020).

4. Εμπόδια στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM

Η κατηγορία αυτή αφορά τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την εφαρμογή δραστηριοτήτων στα πεδία STEM.

Υπόθεση 5: Οι εκπαιδευτικοί θα αντιμετωπίζουν προβλήματα με τη διαχείριση των αιθουσών, με την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, λόγω του ανεπαρκούς επιπέδου ετοιμότητας των μαθητών και της έλλειψης εξοπλισμού (Bal et al., 2018). Άλλα εμπόδια θα είναι ο χρόνος και η έλλειψη τεχνικής υποστήριξης (Corrola et al., 2015). Επίσης, εμπόδια θα είναι η συμμόρφωση με το πρόγραμμα σπουδών, ο χρόνος που χρειάζεται και η ύπαρξη προϋπολογισμού για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στα σχολεία (Hebebsci, 2021), καθώς και η έλλειψη τεχνογνωσίας των εκπαιδευτικών (Phang et al., 2023). Άλλα εμπόδια στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM θα είναι η προετοιμασία που χρειάζεται από την πλευρά του εκπαιδευτικού (Ültay & Ültay, 2020). Επίσης, ενδεχόμενα εμπόδια μπορεί να αποτελούν η έλλειψη αλληλεπίδρασης των μαθητών, τεχνικά προβλήματα και έλλειψη χώρου ή εξοπλισμού (Tzafilkou et al., 2022). Επιπλέον, στην Ελλάδα, εμπόδια αποτελούν η οικονομική κρίση και οι οικονομικοί πόροι (Mumtaz, 2000), όπως και το ότι η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική ρομποτική δεν υλοποιείται δωρεάν από το Υπουργείο Παιδείας, αλλά οι εκπαιδευτικοί που επιθυμούν να εκπαιδευτούν αναγκάζονται να επιβαρύνονται οι ίδιοι το κόστος των σεμιναρίων που παρακολουθούν (Μπάτσιος, 2021).

4.2.4. Δομή του ερωτηματολογίου

Η δομή του ερωτηματολογίου βασίστηκε σε ερευνητικά εργαλεία που έχουν ελεγχθεί ως προς την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους για την αξιολόγηση της κατανόησης εννοιών στις Φυσικές Επιστήμες (Stylos et al., 2021). Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 25 ερωτήσεις. Οι 7 από τις ερωτήσεις αναφέρονταν στα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων (φύλο, ηλικία, χρόνια υπηρεσίας, σπουδές, τύπος σχολείου, τόπος εργασίας και οργανικότητα του σχολείου). Οι ερωτήσεις αυτές ήταν υποχρεωτικό να απαντηθούν από τους συμμετέχοντες. Οι επόμενες 14 ερωτήσεις αφορούσαν στην επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα πεδία STEM και στην υλοποίηση αντίστοιχων προγραμμάτων στις τάξεις τους. Από τις ερωτήσεις αυτές, οι 7 ήταν υποχρεωτικές. Οι επόμενες 3 ερωτήσεις αναφέρονταν στα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι συμμετέχοντες στην υλοποίηση προγραμμάτων στα πεδία

STEM στις τάξεις τους. Από τις ερωτήσεις αυτές οι 2 ήταν υποχρεωτικές. Η 25^η ερώτηση είναι μια ανοιχτού τύπου ερώτηση, όπου οι συμμετέχοντες καταθέτουν τις προτάσεις τους για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην ελληνική σχολική πραγματικότητα.

Η ηλεκτρονική διεύθυνση του ερωτηματολογίου είναι: [Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της χρήσης STEM στην εκπαιδευτική πράξη \(google.com\)](http://www.google.com). Το ερωτηματολόγιο στάλθηκε στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις δημοτικών σχολείων και νηπιαγωγείων πολλών και διαφόρων περιφερειών της Ελλάδας.

Η έρευνα υλοποιήθηκε από τον Αύγουστο – Νοέμβριο του 2023.

4.2.5. Το δείγμα

Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε από 203 ενεργούς εκπαιδευτικούς της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (δάσκαλοι και νηπιαγωγοί), οι οποίοι υπηρετούσαν σε διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα της Ελλάδας. Το δείγμα περιλαμβάνει εκπαιδευτικούς με διαφορετικά επίπεδα σπουδών, χρόνια υπηρεσίας και τύπους σχολείων, προσφέροντας μια αντιπροσωπευτική εικόνα των στάσεων και πρακτικών των εκπαιδευτικών σε σχέση με την εκπαίδευση στα πεδία STEM.

4.2.6. Αξιοπιστία και Εγκυρότητα του Ερευνητικού Εργαλείου

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του ερευνητικού εργαλείου της παρούσας ποσοτικής έρευνας διασφαλίστηκαν μέσα από τον συνολικό ερευνητικό σχεδιασμό και τον τρόπο εφαρμογής του ερωτηματολογίου. Το εργαλείο αναπτύχθηκε βάσει της σχετικής επιστημονικής βιβλιογραφίας και σχεδιάστηκε ώστε να ανταποκρίνεται στους στόχους και τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης.

Ως προς την αξιοπιστία, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στη σαφή και μονοσήμαντη διατύπωση των ερωτήσεων, καθώς και στη σταθερή δομή και λογική ακολουθία των ενοτήτων του ερωτηματολογίου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ενιαίο τρόπο για το σύνολο του δείγματος, ενώ η κωδικοποίηση και η ανάλυση των απαντήσεων βασίστηκαν σε

προκαθορισμένα και σταθερά κριτήρια. Η συστηματική καταγραφή όλων των σταδίων της ερευνητικής διαδικασίας ενισχύει τη συνέπεια και την επαναληψιμότητα της μελέτης.

Σε επίπεδο εγκυρότητας, ο σχεδιασμός του εργαλείου στηρίχθηκε στη σαφή οριοθέτηση των βασικών εννοιών και στην αντιστοίχισή τους με συγκεκριμένες ομάδες ερωτήσεων, γεγονός που ενισχύει την εννοιολογική συνοχή του ερωτηματολογίου. Οι ερωτήσεις διαμορφώθηκαν με βάση το θεωρητικό πλαίσιο της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, ώστε να αποτυπώνουν ουσιαστικά τις επιμέρους διαστάσεις του υπό μελέτη φαινομένου.

Η δομή και η λογική οργάνωση του ερωτηματολογίου διευκόλυναν την κατανόηση και τη συνεπή συμπλήρωσή του από τους συμμετέχοντες. Παράλληλα, η επιλογή της περιγραφικής παρουσίασης των αποτελεσμάτων στο αντίστοιχο κεφάλαιο, χωρίς πρόωρες ερμηνευτικές παρεμβάσεις, διασφαλίζει ότι τα συμπεράσματα προκύπτουν άμεσα από τα δεδομένα.

Τέλος, η αναλυτική παρουσίαση της μεθοδολογίας, του δείγματος και της διαδικασίας συλλογής δεδομένων επιτρέπει τον έλεγχο και την αναπαραγωγή της ερευνητικής διαδικασίας από μελλοντικές μελέτες, στοιχείο που ενισχύει τόσο την αξιοπιστία όσο και την εγκυρότητα των ευρημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω στοιχεία που αφορούν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα του ερευνητικού εργαλείου, στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα της έρευνας, όπως αυτά προέκυψαν από την επεξεργασία των συλλεχθέντων δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Αποτελέσματα

5.1. Αποτελέσματα διδακτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με εργαλεία των πεδίων STEM στο Νηπιαγωγείο

Στο πλαίσιο της Δραστηριότητας 1 πραγματοποιήθηκε η κατασκευή ιστογράμματος με τη χρήση του λογισμικού Kidspiration με στόχο την καταγραφή της πρότερης γνώσης των παιδιών σχετικά με τους μαγνήτες. Στην ερώτηση «Τι γνωρίζετε για τους μαγνήτες;», τα παιδιά ανέφεραν ότι οι μαγνήτες «κολλάνε στο ψυγείο» και «στα μεταλλικά αντικείμενα», ενώ παράλληλα επισήμαναν ότι «δεν κολλάνε στα παπούτσια, στο κινητό, στα μαλλιά, στα ρούχα, στην πλαστελίνη, στο ποτήρι, στο τραπέζι και στο πρόσωπο». Επιπλέον, διατυπώθηκαν απαντήσεις που συνέδεαν τη μαγνητική έλξη με συγκεκριμένα μεταλλικά αντικείμενα, όπως «το ψαλίδι» και «η μεταλλική ξύστρα». Ορισμένα παιδιά περιέγραψαν και παρατηρήσεις σχετικές με τη μετακίνηση αντικειμένων μέσω μαγνητών, αναφέροντας τη δυνατότητα κίνησης ενός αντικειμένου χωρίς άμεση επαφή.

Στη Δραστηριότητα 2.1 τα παιδιά πειραματίστηκαν με διαφορετικούς μαγνήτες και ποικίλα υλικά. Η πρότερη γνώση τους συνοψίστηκε στη γενική διατύπωση ότι «οι μαγνήτες κολλάνε». Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν περιλάμβαναν αντικείμενα από το κουκλόσπιτο του νηπιαγωγείου και καθημερινά υλικά, όπως πιρούνια, πιατάκια, φρούτα, χάρτινα και μεταλλικά αντικείμενα, πλαστικά και ξύλινα τουβλάκια, κλειδιά και είδη γραφείου.

Μετά τον πειραματισμό, τα παιδιά κατέγραψαν ότι «οι μαγνήτες κολλάνε μεταξύ τους», ότι «ο μαγνήτης κολλάει με αντικείμενα διαφορετικού μεγέθους» και ότι «μπορεί να σηκώσει ελαφριά αλλά όχι βαριά αντικείμενα». Παράλληλα, αναφέρθηκε η δυνατότητα μετακίνησης ενός μαγνήτη μέσω ενός άλλου, ακόμη και όταν παρεμβάλλεται αντικείμενο, όπως ρολό χαρτιού κουζίνας. Οι ομάδες αποτελούνταν από νήπια και προνήπια· παρατηρήθηκε ότι οι ομάδες με μεγαλύτερη συμμετοχή νηπίων παρείχαν πληρέστερες απαντήσεις.

Στη Δραστηριότητα 2.2 τα παιδιά κλήθηκαν να ζωγραφίσουν αντικείμενα που έλκονται και αντικείμενα που απωθούνται από τους μαγνήτες. Οι

ζωγραφικές αναπαραστάσεις περιλάμβαναν διακριτή διαφοροποίηση μεταξύ μεταλλικών και μη μεταλλικών αντικειμένων.

Στη Δραστηριότητα 2.3 τα παιδιά χώρισαν φύλλα χαρτιού A3 και A4 σε δύο μέρη, καταγράφοντας αντικείμενα που έλκονται και αντικείμενα που απωθούνται από τους μαγνήτες. Στα αντικείμενα που καταγράφηκαν ως ελκόμενα περιλαμβάνονταν, μεταξύ άλλων, καρφίτσες, κλειδιά, πιρούνια, κλειδαριές, συνδετήρες, μεταλλικά κουτιά και ψαλίδια. Στα αντικείμενα που καταγράφηκαν ως μη ελκόμενα περιλαμβάνονταν χάρτινα, πλαστικά και ξύλινα αντικείμενα, όπως χάρτινα κουτιά, πλαστικά παιχνίδια και κουδουνίστρες.

Στη Δραστηριότητα 3 τα παιδιά, συνεργαζόμενα σε ομάδες, πραγματοποίησαν σειροθέτηση μαγνητών από τον μικρότερο στον μεγαλύτερο και αντίστροφα, χωρίς να παρατηρηθούν ιδιαίτερες δυσκολίες.

Στη Δραστηριότητα 4 τα παιδιά δημιούργησαν ψηφιακή ιστορία με τη χρήση του λογισμικού Story Jumper, αξιοποιώντας φωτογραφικό υλικό από τις δράσεις της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Μέσα από τη διαδικασία αυτή κατέγραψαν εμπειρίες και γνώσεις που αποκόμισαν από τη συμμετοχή τους στις δραστηριότητες.

Στη Δραστηριότητα 5 τα παιδιά χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες και εργάστηκαν με το ρομποτικό παιχνίδι Beebot. Παρατηρήθηκε ότι ορισμένα νήπια δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες, ωστόσο η συνεργασία εντός της ομάδας και ο πειραματισμός με τους μαγνήτες υποστήριζαν τη λήψη αποφάσεων. Παράλληλα, τα παιδιά χειρίζονταν με ευχέρεια τη Beebot και σχεδίαζαν διαφορετικές διαδρομές προς τα επιλεγμένα αντικείμενα.

Στη Δραστηριότητα 6 καταγράφηκαν με τη χρήση του Kidspiration οι απαντήσεις των παιδιών στην ερώτηση «Τι μάθατε για τους μαγνήτες;». Τα παιδιά συνέκριναν τις αρχικές τους απαντήσεις με τις τελικές, αποτυπώνοντας την εξέλιξη της γνώσης τους κατά τη διάρκεια της εκπαιδευτικής παρέμβασης. Επιπλέον, πρότειναν τη συνέχιση της ενασχόλησής τους με νέες δραστηριότητες που σχετίζονται με τις ιδιότητες του μαγνητισμού και τη χρήση ψηφιακών εργαλείων.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης, από την ανάλυση των δεδομένων της εκπαιδευτικής παρέμβασης, προκύπτει ότι τα παιδιά προσχολικής ηλικίας παρουσίασαν σταδιακή εξέλιξη ως προς την κατανόηση βασικών ιδιοτήτων του μαγνητισμού. Στην αρχική φάση, οι γνώσεις τους εμφανίζονταν αποσπασματικές και στηρίζονταν κυρίως σε εμπειρικές αναφορές της καθημερινής ζωής, χωρίς συστηματική οργάνωση ή σαφή κριτήρια διάκρισης των αντικειμένων.

Με την πρόοδο των δραστηριοτήτων και τον ενεργό πειραματισμό, παρατηρήθηκε ότι τα παιδιά άρχισαν να διαμορφώνουν πιο σαφείς αντιλήψεις σχετικά με τα αντικείμενα που έλκονται και εκείνα που δεν έλκονται από τους μαγνήτες. Οι απαντήσεις τους έγιναν πιο συνεκτικές, ενώ σε αρκετές περιπτώσεις συνοδεύονταν από απλές αιτιολογήσεις, προσαρμοσμένες στο ηλικιακό και γνωστικό τους επίπεδο.

Ιδιαίτερη σημασία φαίνεται να είχε η εργασία σε ομάδες, καθώς η αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών συνέβαλε στην ανταλλαγή απόψεων και στην επιβεβαίωση των παρατηρήσεών τους μέσα από κοινό πειραματισμό. Διαφοροποιήσεις εντοπίστηκαν κυρίως σε σχέση με την ηλικιακή σύνθεση των ομάδων, με τα νήπια να εκφράζουν συχνότερα πιο ολοκληρωμένες απαντήσεις σε σύγκριση με τα προνήπια.

Η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων και δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής ενίσχυσε τη συμμετοχή των παιδιών και παρείχε επιπλέον δεδομένα για το επίπεδο κατανόησης των εννοιών που διερευνήθηκαν. Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι, παρότι η έννοια του μαγνητισμού παραμένει σύνθετη για την προσχολική ηλικία, τα παιδιά παρουσίασαν σαφή πρόοδο σε σχέση με τις αρχικές τους αντιλήψεις, αναπτύσσοντας πιο οργανωμένες και τεκμηριωμένες αναφορές.

5.2. Αποτελέσματα διδακτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με AI στο Νηπιαγωγείο

Τα αποτελέσματα της παρούσας διδακτικής παρέμβασης συνοψίζονται στα εξής:

Αυξήθηκε το ενδιαφέρον των μαθητών σε ό,τι αφορά τη συμμετοχή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ιδιαίτερα με την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης CHATGPT, θεώρησαν την αλληλεπίδραση μαζί της «μαγική» και τα εξέπληξε το γεγονός ότι μπόρεσαν να συντάξουν από κοινού μια ιστορία. Εξίταρε, επιπλέον, το ενδιαφέρον τους η εκδοχή στη συνέχεια της ιστορίας που έδινε το CHATGPT και ωθήθηκαν να σκεφτούν και να εκφράσουν πιο πρωτότυπες εκδοχές της ιστορίας και τα ίδια. Το ίδιο συνέβη και με τη χρήση της εφαρμογής Ideogram, με την οποία εικονογραφήθηκε η ιστορία για τους μαγνήτες, όπου τα παιδιά είδαν τα λόγια τους να μεταμορφώνονται σε πρωτότυπες εικόνες, που δεν είχαν σκεφτεί να τις αποδώσουν, αν καλούνταν να την εικονογραφήσουν τα ίδια με ζωγραφιές τους.

Η μετάβαση στη χρήση εργαλείων της τεχνητής νοημοσύνης ήταν ομαλή και αβίαστη για τα παιδιά, καθώς η εκπαιδευτική παρέμβαση περιείχε απτά και οικεία υλικά για αυτά, μαγνητικά αντικείμενα κ.α., οπότε κινητοποιήθηκε η βιωματική και η παιγνιώδη μάθηση που αποτελούν βασικούς πόλους της προσχολικής εκπαίδευσης.

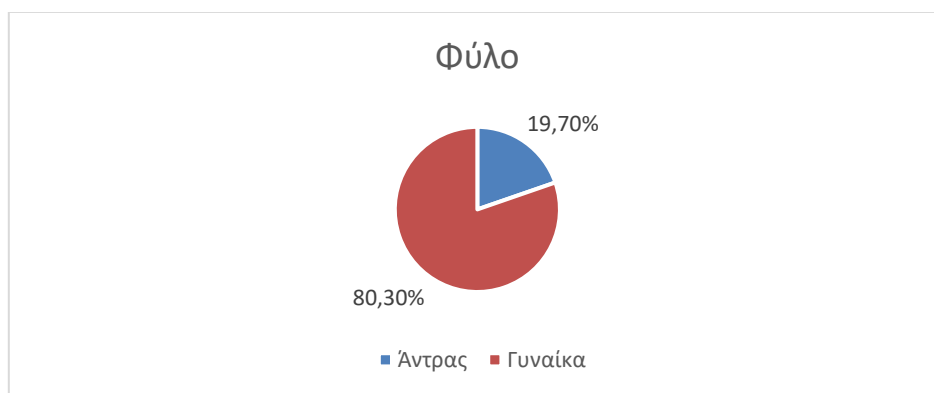
Τα παιδιά ένιωσαν αυτόνομα και δημιουργικά, καθώς εργάστηκαν σε ομάδες και ο ρόλος της νηπιαγωγού ήταν καθαρά υποστηρικτικός και αφορούσα κυρίως τεχνικές δυσκολίες που αντιμετώπισαν με τη χρήση των εφαρμογών.

Τα παιδιά επέλεξαν τα ίδια τις δραστηριότητες που θα υλοποιήσουν από όσες πρότεινε το CHATGPT, ανάλογα με τα ενδιαφέροντά τους και τα υλικά που διέθετε το νηπιαγωγείο, τα οποία συγκέντρωσαν τα ίδια. Τα εξέπληξε η ταχύτητα με την οποία έδινε απαντήσεις η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης, αλλά και η πρωτοτυπία κάποιων από τις απαντήσεις αυτές, που αφορούσαν αρχικά στην καταγραφή των δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία του μαγνητισμού στο νηπιαγωγείο. Είδαν την εφαρμογή ως μέσο εμπλουτισμού της εκπαιδευτικής διαδικασίας, Στο σημείο αυτό, η νηπιαγωγός τους είπε ότι και ή ίδια χρησιμοποιεί την εφαρμογή προκειμένου να εμπλουτίσει τις δικές της ιδέες για τη διδασκαλία εννοιών στο νηπιαγωγείο.

5.3. Αποτελέσματα Ποσοτικής Έρευνας για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης (Νηπιαγωγείο και Δημοτικό Σχολείο)

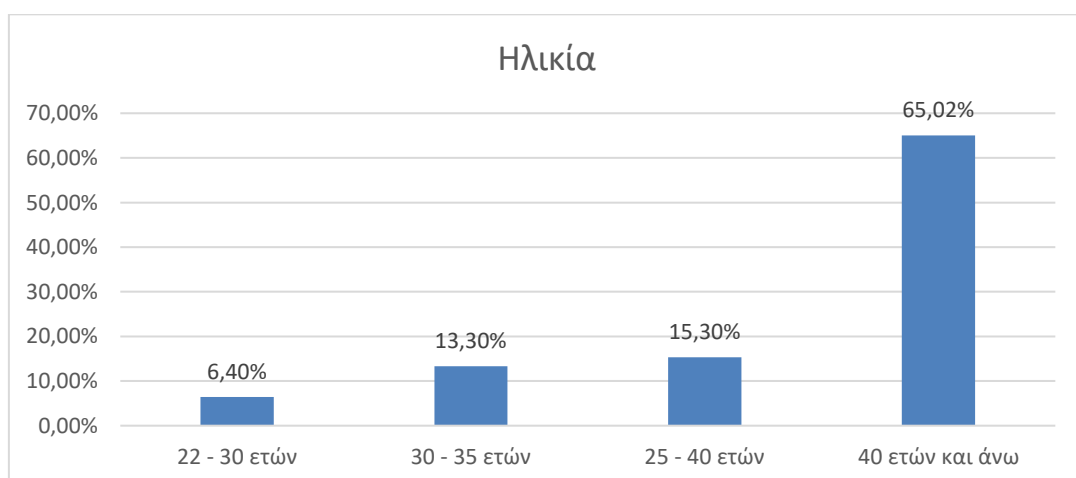
Η έρευνα πραγματοποιήθηκε από τον Αύγουστο έως τον Νοέμβριο του 2023. Η συλλογή δεδομένων έγινε μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία στάλθηκαν με e-mail στις ηλεκτρονικές διευθύνσεις δημοτικών σχολείων και νηπιαγωγείων από διάφορες περιοχές της Ελλάδας.

Από τους συμμετέχοντες στην έρευνα, 163 (80,3%) ήταν γυναίκες, ενώ 40 (19,7%) ήταν άνδρες (Σχήμα 1).



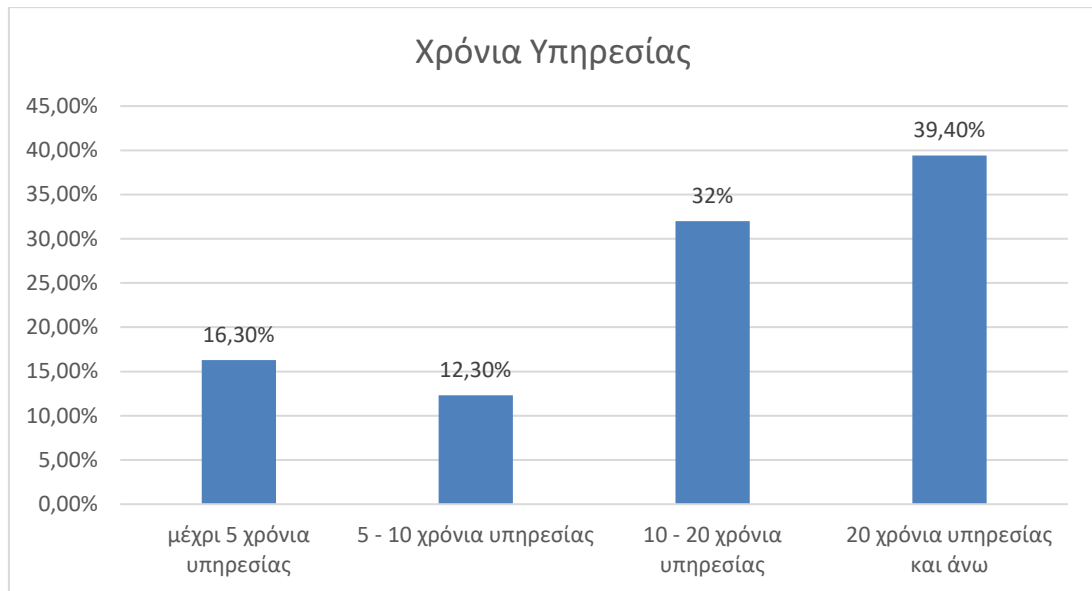
Σχήμα 1: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς το φύλο

Από την ηλικία των συμμετεχόντων, προκύπτει ότι οι 132 (65%) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 40 και άνω, οι 31 (15,3%) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 25 – 40, οι 27 (13,3%) ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 30 – 35, ενώ το 6,4% ανήκε στην ηλικιακή ομάδα των 22 – 30 (Σχήμα 2).



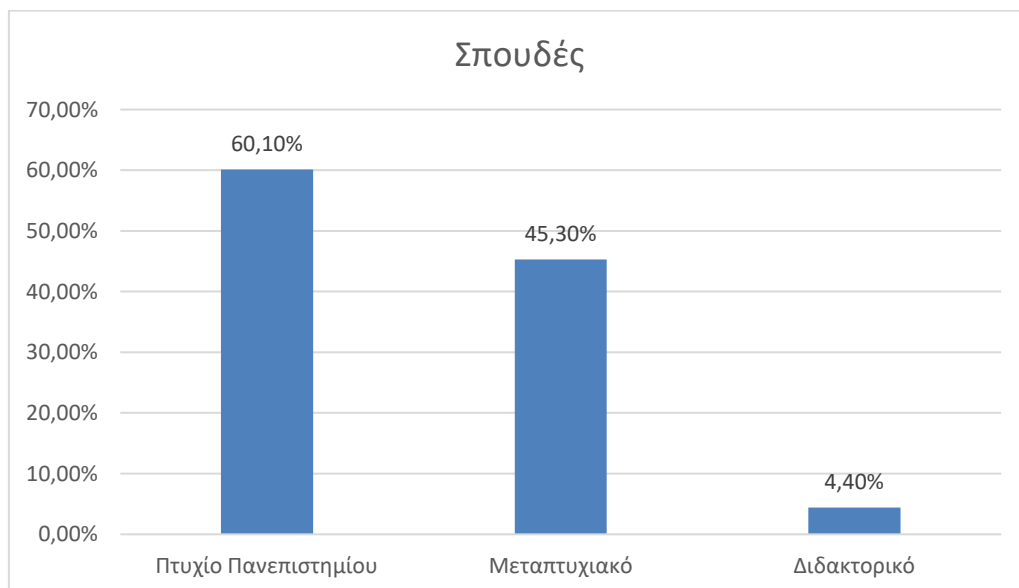
Σχήμα 2: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς την ηλικία

Αναφορικά με τα χρόνια υπηρεσίας, 80 εκπαιδευτικοί (39,4%) είχαν 20 χρόνια υπηρεσίας και άνω, 65 εκπαιδευτικοί (32%) είχαν 10 – 20 χρόνια υπηρεσίας, 33 εκπαιδευτικοί (16,3 %) είχαν έως 5 χρόνια υπηρεσίας και 25 εκπαιδευτικοί (12,3 %) είχαν 5 – 10 έτη υπηρεσίας (**Σχήμα 3**).



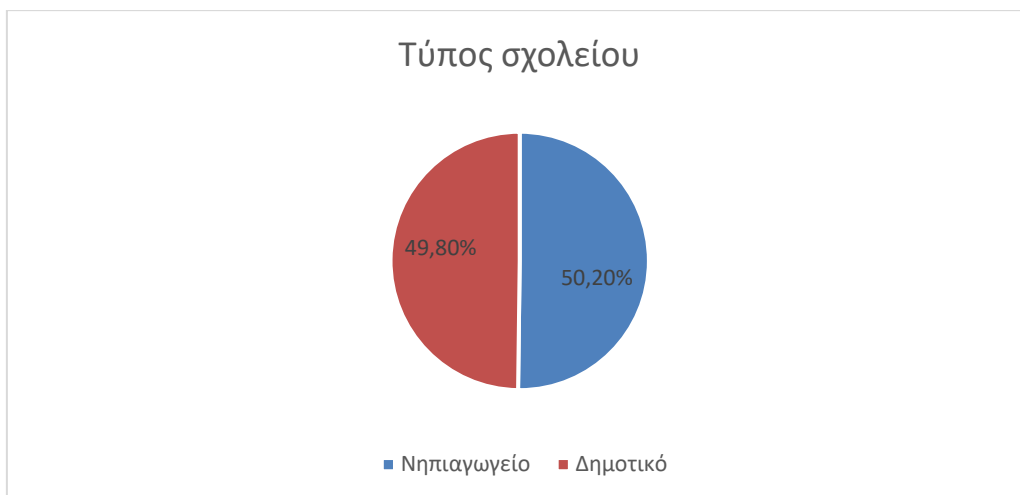
Σχήμα 3: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τα χρόνια υπηρεσίας

Από τους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στην έρευνα, το 60% δήλωσε ότι έχει πτυχίο ΑΕΙ, 1 εκπαιδευτικός δήλωσε ότι διέθετε, πέραν του πτυχίου ΑΕΙ, πτυχίο ΑΤΕΙ (0,5%), περίπου οι μισοί (92) δήλωσαν ότι διαθέτουν μεταπτυχιακό (45,3%) και 9 διδακτορικό (4.4%) (**Σχήμα 4**).



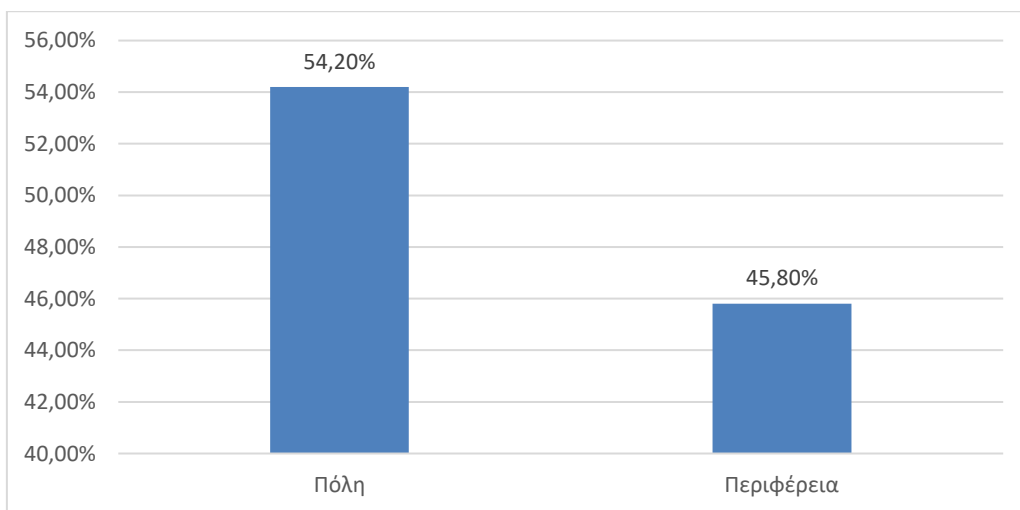
Σχήμα 4: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τις Σπουδές

Αναφορικά με τον τύπο σχολείου που υπηρετούν οι εκπαιδευτικοί, 102 συμμετέχοντες δήλωσαν ότι υπηρετούν σε δημόσιο νηπιαγωγείο (50,2%), ενώ 101 δήλωσαν ότι υπηρετούν σε δημόσιο Δημοτικό σχολείο (49,8%) (Σχήμα 5).



Σχήμα 5: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τον τύπο σχολείου που υπηρετούν

Για τον τόπο εργασίας τους, 110 εκπαιδευτικοί (54,2%) δήλωσαν ότι υπηρετούν σε δημόσιο σχολείο αστικής περιοχής, ενώ 93 εκπαιδευτικοί δήλωσαν ότι υπηρετούν σε σχολείο ημιαστικής ή αγροτικής περιοχής (45,8%) (Σχήμα 6).



Σχήμα 6: Κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τον τόπο όπου βρίσκεται το σχολείο που υπηρετούν

Στην ερώτηση για το εάν το Πρόγραμμα Σπουδών στο Πανεπιστήμιο από το οποίο αποφοίτησαν, περιείχε μαθήματα που να αφορούν τα πεδία STEM, η πλειονότητα των συμμετεχόντων απάντησε αρνητικά (184 εκπαιδευτικοί από 203, 90,6%), ενώ πολλοί λίγοι εκπαιδευτικοί απάντησαν θετικά (19 εκπαιδευτικοί, 9,4%).

Τα μαθήματα που ανέφεραν οι εκπαιδευτικοί ότι παρακολούθησαν στο Πανεπιστήμιο, σχετικά με τα πεδία STEM, είναι τα εξής:

- Εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιούν τα παιδιά για να εξοικειωθούν με αριθμούς, γράμματα, χρώματα, δημιουργία ιστορίας, κ.λπ.
- Διδακτική των Μαθηματικών, Εγγραμματισμός στις φυσικές επιστήμες.
- Διδακτική στα πεδία STEM
- Εισαγωγή στα πεδία STEM
- Μαθηματικά
- Φυσική
- Καλλιτεχνικά
- Πληροφορική
- Πρακτική άσκηση στο Πανεπιστήμιο
- Πρακτική σε τάξη
- Ρομποτική
- Χημεία

Στην ερώτηση για το αν οι εκπαιδευτικοί έχουν συμμετάσχει σε κάποια επιμόρφωση σχετική με τα πεδία STEM, μόνο το 32% απάντησε θετικά, ενώ η πλειονότητα των εκπαιδευτικών απάντησε αρνητικά (68%).

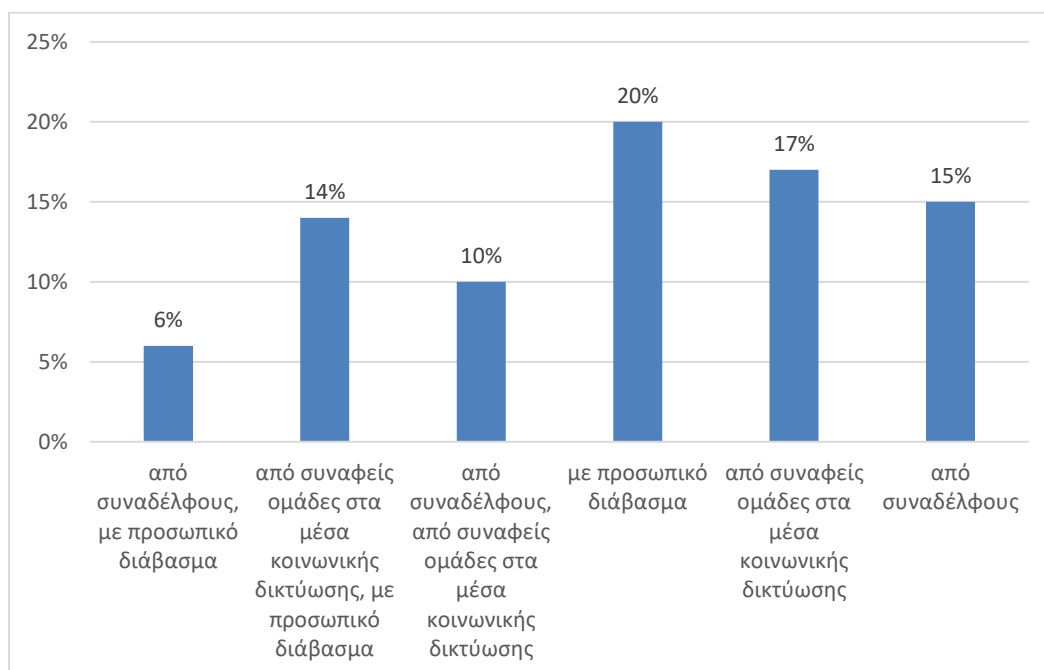
Όσοι εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι είχαν επιμορφωθεί σχετικά με τα πεδία STEM ανέφεραν ως φορείς επιμόρφωσης τους εξής:

- E- Twinning
- Διευθύνσεις Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης/Ενδοσχολική Επιμόρφωση
- Πανεπιστήμια
- Ενώσεις Εκπαιδευτικών (ΕΕΠΕΚ)
- Υπουργείο Παιδείας (Ψηφιακές Τεχνολογίες, επίπεδο Β)

Αναφορικά με τον χρόνο επιμόρφωσης, η πλειονότητα των εκπαιδευτικών απάντησε ότι αυτή κυμαίνονταν από 2 – 14 ώρες, ενώ πολύ λίγοι εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι συμμετείχαν σε σχετική επιμόρφωση διάρκειας 120 – 300 ωρών.

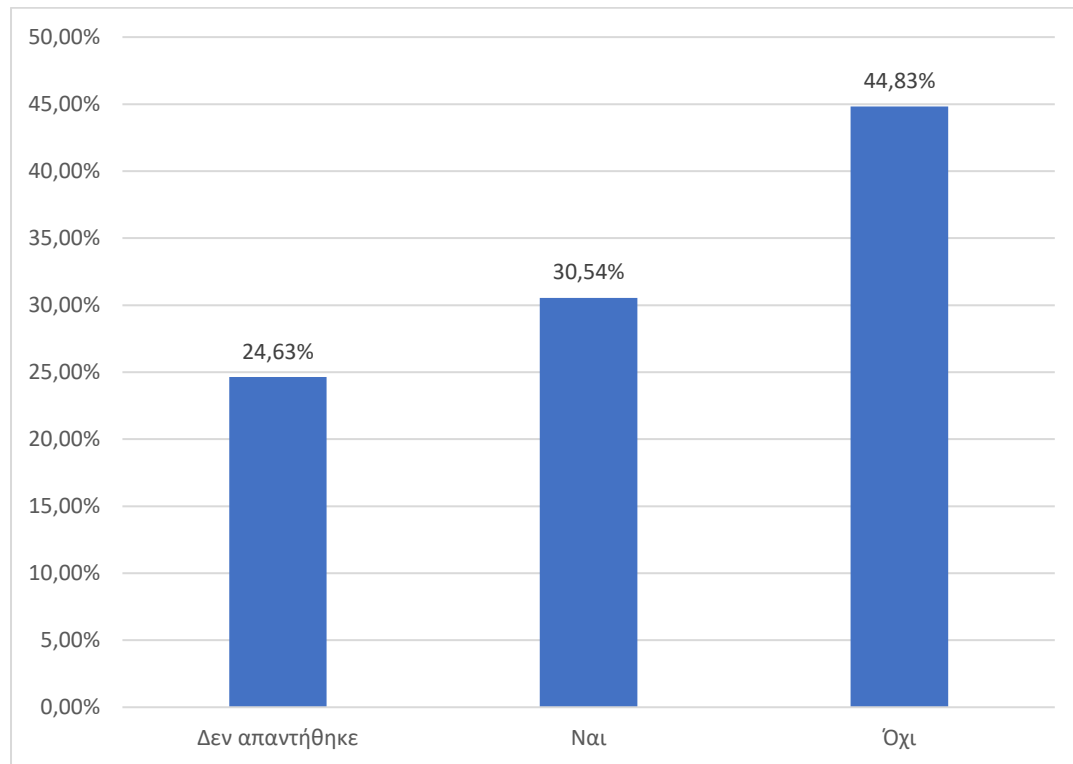
Στην μη υποχρεωτική ερώτηση για το εάν ο φορέας που υλοποίησε την επιμόρφωση στα πεδία STEM ήταν δημόσιος ή ιδιωτικός φορέας, σε σύνολο 70 απαντήσεων, 53 εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι ο φορέας που υλοποίησε την επιμόρφωσή τους ήταν δημόσιος (91,6%), ενώ 17 εκπαιδευτικοί απάντησαν ότι ήταν ιδιωτικός φορέας (8,37%).

Στην ερώτηση για το πώς ενημερώνονται οι συμμετέχοντες για την εκπαίδευση στα πεδία STEM, το 15% απάντησε ότι ενημερώνεται από συναδέλφους, το 17% απάντησε ότι ενημερώνεται από συναφείς ομάδες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης, ενώ ποσοστό 20% απάντησε ότι ενημερώνεται με προσωπικό διάβασμα. Υπήρξαν και συνδυαστικές απαντήσεις, όπου το 14% απάντησε ότι ενημερώνεται από συναφείς ομάδες στα κοινωνικά δίκτυα και προσωπικό διάβασμα, και το 10% απάντησε ότι ενημερώνεται από συναδέλφους και από συναφή κοινωνικά δίκτυα (Σχήμα 7).



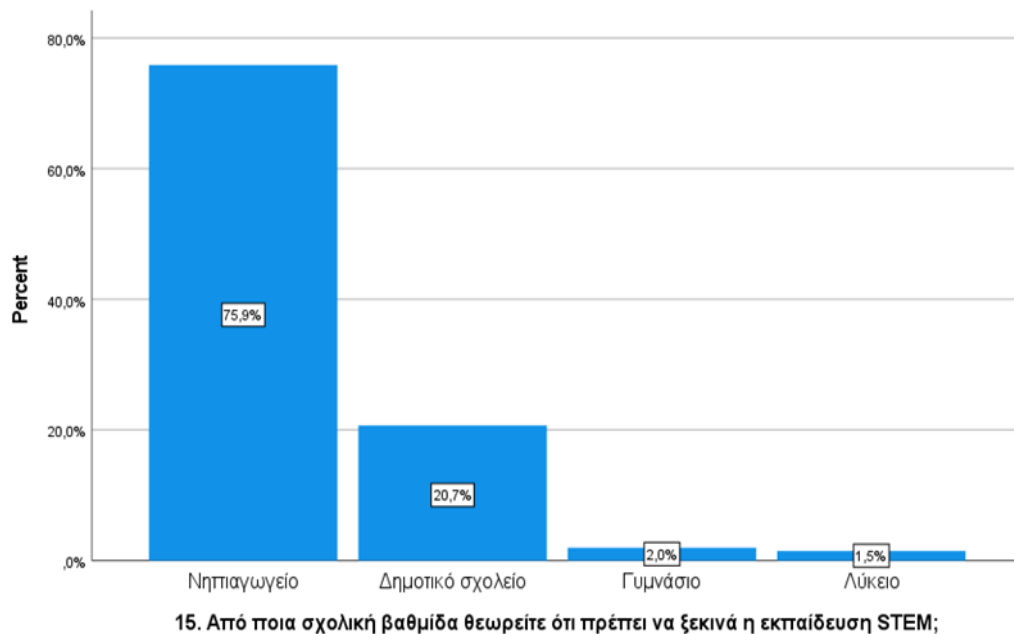
Σχήμα 7: Με ποιους άλλους τρόπους ενημερώνεστε για την εκπαίδευση στα πεδία STEM;

Στην ερώτηση για το αν η επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα πεδία STEM ή οι σπουδές τους αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων στα πεδία STEM στην τάξη τους, ερώτηση που δεν ήταν υποχρεωτική, απάντησαν 153 εκπαιδευτικοί. Η πλειονότητα των εκπαιδευτικών απάντησε αρνητικά στην ερώτηση (90 εκπαιδευτικοί, ποσοστό: 44,83%), ενώ ένα ποσοστό 31% απάντησε θετικά (**Σχήμα 8**).



Σχήμα 8: Η επιμόρφωσή σας στα πεδία STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων στα πεδία STEM στην τάξη σας;

Στην ερώτηση για το από ποια σχολική βαθμίδα θεωρούν ότι πρέπει να ξεκινά η εκπαίδευση στα πεδία STEM, 154 εκπαιδευτικοί (75,9%) απάντησαν ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM πρέπει να ξεκινά από το νηπιαγωγείο, 42 εκπαιδευτικοί (20,7%) απάντησε από το Δημοτικό Σχολείο, 4 εκπαιδευτικοί απάντησαν από το Γυμνάσιο (2%), ενώ 3 εκπαιδευτικοί (1,5%) απάντησαν από το Λύκειο (**Σχήμα 9**).



Σχήμα 9: Βαθμίδα από όπου θα πρέπει να ξεκινά η εκπαίδευση στα πεδία STEM

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι εκπαιδευτικοί ανά βαθμίδα εκπαίδευσης, είναι οι εξής:

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM πρέπει να ξεκινά από το **Νηπιαγωγείο**, διότι:

- Όσο νωρίτερα τόσο καλύτερα.
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, ομαδικότητας, εξερεύνησης, επίλυσης προβλήματος, κριτικής σκέψης, διαχείρισης έργου.
- Υπάρχει χρόνος για την ανάπτυξη τέτοιων project.
- Τα παιδιά εξοικειώνονται με την επιστημονική προσέγγιση, την παρατήρηση, τον πειραματισμό και τον υπολογισμό.
- Αποκτούν τεχνολογικές γνώσεις
- Ανακαλύπτουν τα ταλέντα τους και αποκτούν απαραίτητες δεξιότητες για το μέλλον.
- Βοηθά στην οργάνωση και στην ευελιξία της σκέψης, στη δημιουργικότητα, στην αξιοποίηση των Ψηφιακών Τεχνολογιών με δημιουργικό τρόπο.

- Βοηθά τα παιδιά να βελτιώσουν την αντίληψή τους για τον εαυτό τους και τους γύρω τους.
- Βοηθά στον τρόπο σκέψης.
- Για εμπέδωση
- Για εξοικείωση των παιδιών από μικρή ηλικία.
- Για να προετοιμαστούν τα παιδιά για τις επόμενες βαθμίδες.
- Γιατί η εκπαίδευση στα πεδία STEM έχει παιγνιώδη μορφή, κάτι που συνάδει απόλυτα με τη φύση των νηπίων.
- Γιατί τα νήπια μπορούν να τα καταφέρουν, μιας και διαθέτουν υπολογιστική σκέψη.
- Γιατί τα παιδιά είναι σε θέση να προγραμματίσουν ανάλογα για την ηλικία τους ρομπότ και είναι ένα αντικείμενο που τα ενθουσιάζει.
- Γιατί τα παιδιά σε αυτήν την ηλικία μπορούν καλύτερα να αφομοιώσουν γνώσεις τέτοιου επιπέδου.
- Η εκπαίδευση στα πεδία STEM συμπεριλαμβάνεται στο Νέο Πρόγραμμα Σπουδών για το Νηπιαγωγείο.
- Δόμηση και απόκτηση γνώσεων με βιωματικό τρόπο, μέσω ανακάλυψης
- Είναι ένας ελκυστικός τρόπος διδασκαλίας για τα παιδιά.
- Μέσω της εκπαίδευσης στα πεδία STEM τα μαθαίνουν το πώς να μαθαίνουν.
- Λόγω της ετοιμότητας των μαθητών.
- Είναι πράγματα που κάνουμε στο Νηπιαγωγείο, πειράματα, κατασκευές με ξύλινο οικοδομικό υλικό, κατασκευές με άχρηστα υλικά, ρομποτάκι Beebot.
- Βοηθά στην ανάπτυξη του εγκεφάλου.
- Είναι σημαντική για την κοινωνικοσυναισθηματική ανάπτυξη των παιδιών και για τις απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής.
- Συνδυάζει τη μάθηση με το παιχνίδι.
- Προωθεί το κίνητρο των παιδιών.
- Συμβάλλει στη μετατροπή των σχολείων σε δημιουργικές κυψέλες γνώσης και καινοτομίας

- Η αλγοριθμική σκέψη είναι απαραίτητο να καλλιεργείται από μικρή ηλικία.
- Η έμφυτη περιέργεια των νηπίων παίζει σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση στα πεδία STEM.
- Η εξέλιξη των Ψηφιακών Τεχνολογιών επιβάλλει την εξοικείωση των παιδιών με την εκπαίδευση στα πεδία STEM
- Η κατάκτηση του χώρου και οι ρουτίνες αποτελούν τους πρώτους αλγορίθμους.
- Ενεργοποιεί και αυξάνει το ενδιαφέρον των παιδιών προς την Επιστήμη.
- Η εκπαίδευση στα πεδία STEM προάγει τη διεπιστημονική προσέγγιση της γνώσης και της μάθησης.
- Υπάρχουν κατάλληλα λογισμικά.

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM πρέπει να ξεκινά από το **Δημοτικό Σχολείο**, λόγω:

- Ανωριμότητας στα προνήπια
- Απαίτησης της εποχής
- Απόκτησης άνεσης
- Εξοικείωσης των μαθητών από μικρή ηλικία
- Για να αποκτήσουν οι μαθητές τις κατάλληλες δεξιότητες
- Για την προετοιμασία των μαθητών στον χειρισμό ψηφιακών εργαλείων και συστημάτων
- Έναρξης της καλλιέργειας της υπολογιστικής σκέψης
- Διεύρυνσης της θεώρησης των παιδιών σχετικά με το τι είναι Ψηφιακές Τεχνολογίες, πέρα από κινητά και παιχνιδομηχανές.
- Θα έχει αποτέλεσμα στις μεγαλύτερες ηλικίες
- Είναι δύσκολο να γίνει κατανοητό από μικρά παιδιά νηπιαγωγείου
- Η εκπαίδευση στα πεδία STEM μπορεί να υποστηριχθεί από καθηγητή Πληροφορικής
- Τα παιδιά μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα κάποιες εντολές
- Το παιδιά ηλικιακά είναι πιο ώριμα
- Στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού

- Για να συσχετίζονται τα Μαθηματικά, οι Φυσικές Επιστήμες και οι Ψηφιακές Τεχνολογίες.

- Τα παιδιά έχουν υψηλότερη αναλυτική σκέψη και ικανότητες να συναρμολογούν.

- Χρειάζεται μακρόχρονη εξοικείωση

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM πρέπει να ξεκινά από το **Γυμνάσιο**, διότι:

- Η εκπαίδευση στα πεδία STEM απαιτεί την κατάκτηση πολύπλοκων δεξιοτήτων από τους μαθητές, κάτι που είναι εφικτό από αυτήν μόνο την ηλικία.

- Λόγω της ανώτερης αφαιρετικής σκέψης των μαθητών.

- Οι μαθητές μπορούν να ανταπεξέλθουν με αποτελεσματικότητα.

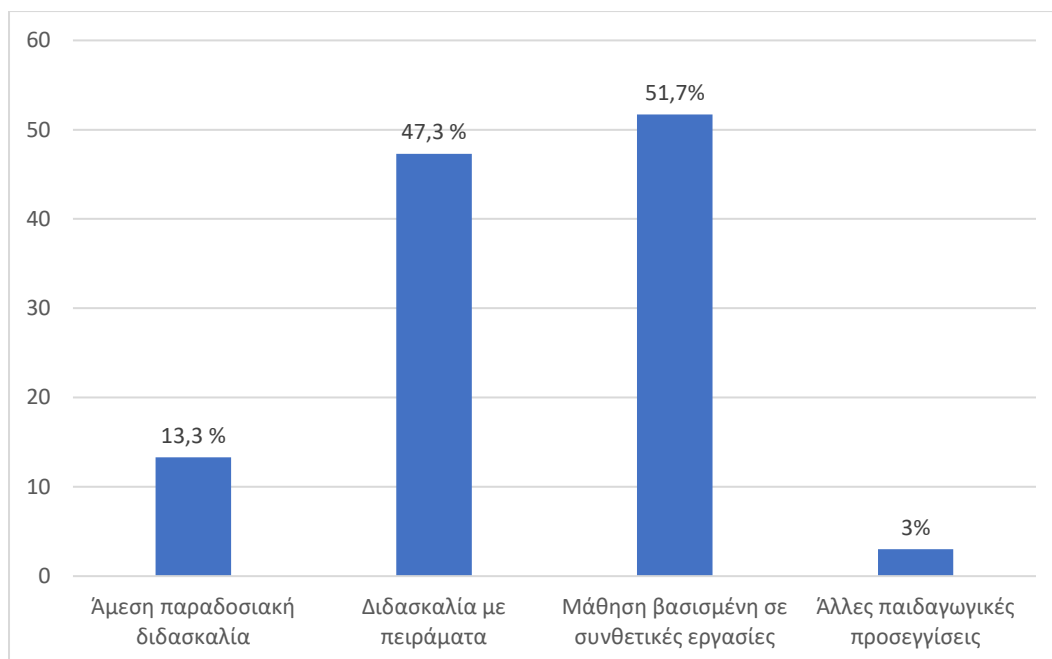
- Τα παιδιά διαθέτουν ανώτερη συνθετική και αφηρημένη σκέψη.

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM πρέπει να ξεκινά από το **Λύκειο**:

- Λόγω της νοητικής ωρίμανσης των μαθητών.

- Λόγω ηλικίας.

Αναφορικά με τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί στην τάξη τους κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων των πεδίων STEM, το 13,3% απάντησε ότι εφαρμόζει την άμεση παραδοσιακή διδασκαλία, το 47,3% τη διδασκαλία με πειράματα, το 51,7% τη μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project)/προβλήματα, ενώ το 3% απάντησε ότι εφαρμόζει άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις από τις προαναφερόμενες (**Σχήμα 10**).

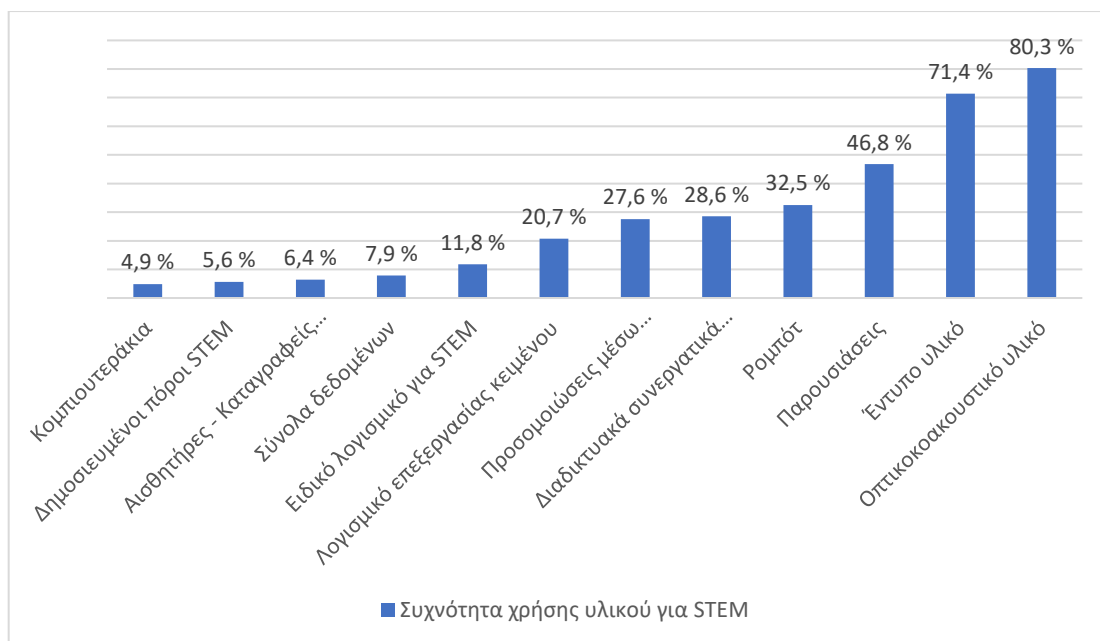


Σχήμα 10: Παιδαγωγικές Προσεγγίσεις για την εκπαίδευση στα πεδία STEM

Οι άλλες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, στις οποίες αναφέρθηκαν οι εκπαιδευτικοί ήταν εξής:

- Βιωματική προσέγγιση
- Διερευνητική μάθηση
- Θεατρικό παιχνίδι και κουκλοθέατρο
- Απλή παρουσίαση ρομπότ

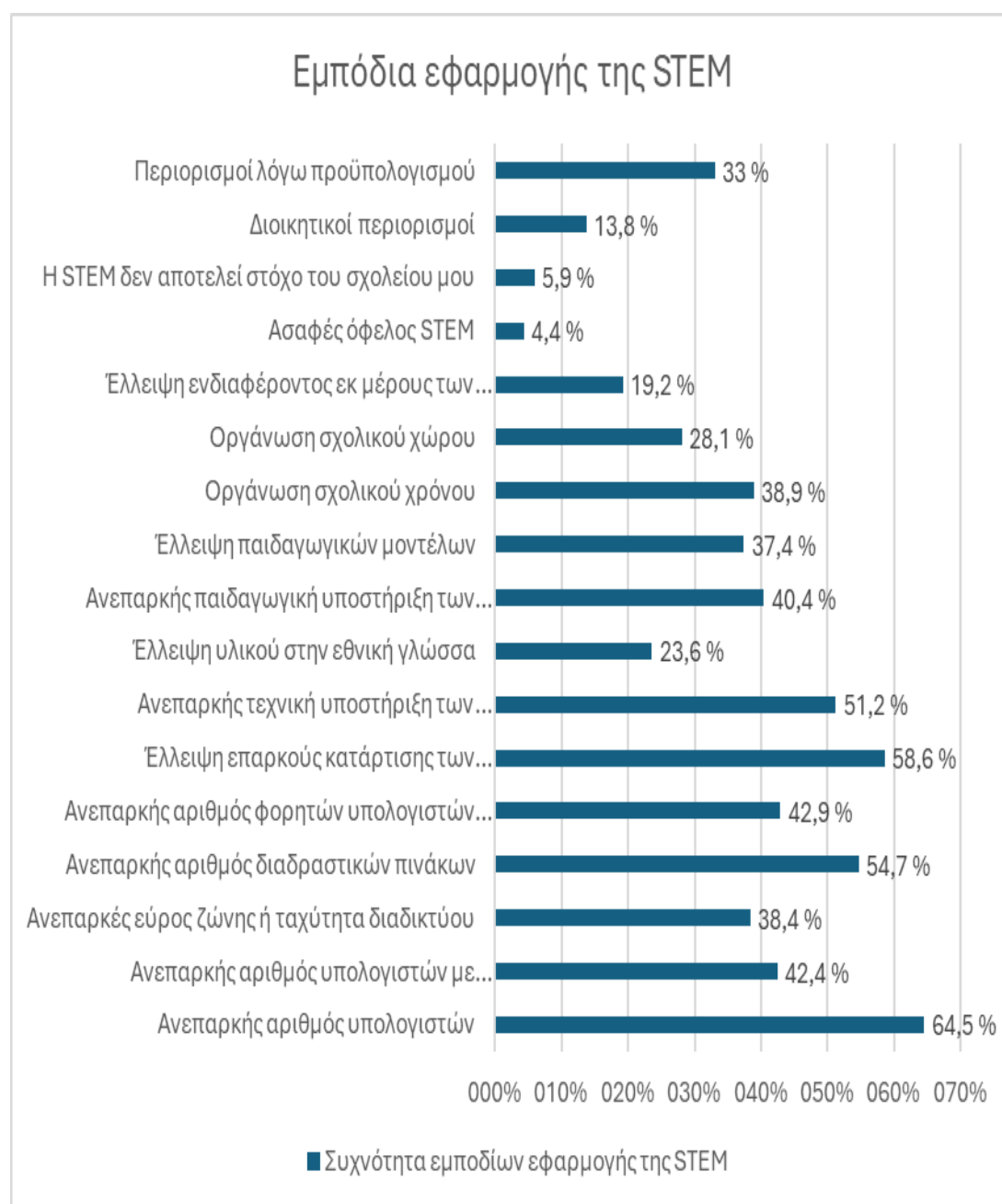
Στην ερώτηση για το τι υλικά χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί στην τάξη τους όταν διδάσκουν, το 4,9% τα κομπιουτεράκια, το 5,6% τους δημοσιευμένους πόρους από ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς των πεδίων STEM, το 6,4% τους αισθητήρες – καταγραφείς δεδομένων, το 7,9% τα σύνολα δεδομένων, το 11,8% το ειδικό λογισμικό για τα πεδία STEM, το 20,7% το λογισμικό επεξεργασίας κειμένου, το 27,6% τις προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή, το 28,6 % τα διαδικτυακά συνεργατικά εργαλεία, το 32,5% το ρομπότ, 46,8% τις παρουσιάσεις, 71,4% των συμμετεχόντων ανέφερε το έντυπο υλικό και το 80,3% το οπτικοακουστικό υλικό (**Σχήμα 11**).



Σχήμα 11: Τι υλικά χρησιμοποιείτε όταν διδάσκετε πεδία STEM στην τάξη σας;

Στην ερώτηση για το ποια είναι τα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί στην εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην τάξη, το 64,5% έθεσε ως εμπόδιο τον ανεπαρκή αριθμό των υπολογιστών, το 42,4% τον ανεπαρκή αριθμό υπολογιστών με σύνδεση στο διαδίκτυο, το 38,4% το ανεπαρκές εύρος ζώνης ή την ανεπαρκή ταχύτητα διαδικτύου, το 54,7% τον ανεπαρκή αριθμό διαδραστικών πινάκων, το 42,9% τον ανεπαρκή αριθμό φορητών υπολογιστών και τους παρωχημένους υπολογιστές στο σχολείο που χρήζουν επισκευής, το 58,6% την έλλειψη επαρκούς κατάρτισης των εκπαιδευτικών, το 51,2% την ανεπαρκή τεχνική υποστήριξη των εκπαιδευτικών, το 23,6% την έλλειψη υλικού στην εθνική γλώσσα, το 40,4% την ανεπαρκή παιδαγωγική υποστήριξη των εκπαιδευτικών, το 37,4% την έλλειψη παιδαγωγικών μοντέλων σχετικά με το πώς να γίνεται η διδασκαλία των πεδίων STEM με ελκυστικό τρόπο, το 38,9% την οργάνωση σχολικού χρόνου, το 28,1% την οργάνωση σχολικού χώρου, το 19,2% την έλλειψη ενδιαφέροντος εκ μέρους των εκπαιδευτικών, το 4,4% επειδή θεωρεί ότι δεν υπάρχει κανένα όφελος ή ότι είναι ασαφές το όφελος χρήσης των Ψηφιακών Τεχνολογιών για τη διδασκαλία των πεδίων STEM, το 5,9% αναφέρει ότι η χρήση των Ψηφιακών

Τεχνολογιών στη διδασκαλία και τη μάθηση δεν συνιστά στόχο στο σχολείο τους, το 13,8% αναφέρεται σε διοικητικούς περιορισμούς που δυσχεραίνουν την πρόσβαση σε επαρκές περιεχόμενο/υλικό διδασκαλίας, το 33% αναφέρεται σε περιορισμούς λόγω προϋπολογισμού που δυσχεραίνουν την πρόσβαση σε επαρκές περιεχόμενο/υλικό διδασκαλίας (Σχήμα 12).



Σχήμα 12: Συχνότητα εμποδίων εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM

Οι προτάσεις των συμμετεχόντων στην έρευνα για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στην ελληνική σχολική πραγματικότητα ήταν οι ακόλουθες:

- Εκπαίδευση και κατάρτιση των εκπαιδευτικών, σεμινάρια από δημόσιους φορείς, συνεχής επιμόρφωση για να έχουν λιγότερο άγχος οι εκπαιδευτικοί, για να έχουν αυτοπεποίθηση και για να είναι πιο αποτελεσματικοί, υποχρεωτική επιμόρφωση των εκπαιδευτικών.

- Ένταξη της εκπαίδευσης των πεδίων STEM στο Πρόγραμμα Σπουδών του σχολείου.

- Δημιουργία ειδικών προγραμμάτων που να αφορούν τα πεδία STEM.

- Εξοπλισμός των σχολείων με το κατάλληλο υλικό και με διαδραστικούς πίνακες.

- Συνεργασία με Πανεπιστήμια, επιστημονικά κέντρα και επιχειρήσεις για την παροχή εμπειρικής γνώσης και πρακτικών στους μαθητές.

- Ενίσχυση διαγωνισμών και εκπαιδευτικών events.

- Επαρκής χρόνος για την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στα σχολεία.

- Παιδαγωγική υποστήριξη των εκπαιδευτικών.

- Αναβάθμιση της ισχύος των υπολογιστών.

- Ανάπτυξη διδακτικών σεναρίων στα πεδία STEM.

- Αύξηση των ωρών διδασκαλίας στις Ψηφιακές Τεχνολογίες-Απευθείας ανάθεση Εργαστηρίων Δεξιοτήτων στους Εκπαιδευτικούς Πληροφορικής.

- Γρήγορες συνδέσεις internet.

- Κίνητρα προς τους εκπαιδευτικούς για να ασχοληθούν με την εκπαίδευση στα πεδία STEM.

- Μείωση του μαθητικού δυναμικού των τμημάτων.

- Υποχρεωτικά μαθήματα στο Πανεπιστήμιο, στα πλαίσια υλοποίησης του βασικού κύκλου σπουδών των εκπαιδευτικών.

- Ενημέρωση των γονέων.

- Φορητοί υπολογιστές σε όλους τους μαθητές.

- Διαθεματική προσέγγιση των πεδίων STEM σε όλες τις σχολικές βαθμίδες.

- Εκπαιδευτικοί ειδικότητας ως αρωγοί στη διδασκαλία των πεδίων STEM.

- Μείωση της διδακτέας ύλης.
- Κιτ ρομποτικής σε όλα τα σχολεία.
- Ενίσχυση των σχολικών μονάδων με τεχνική υποστήριξη.
- Ένταξη υποχρεωτικής ενότητας των πεδίων STEM στις πρώτες τάξεις του Δημοτικού.

- Τα πεδία STEM να διδάσκονται από έμπειρους συναδέλφους και να μην εφαρμόζονται μόνο πιλοτικά σε σχολεία που συμμετέχουν σε συναφείς διαγωνισμούς.

- Δωρεάν θερινά Πανεπιστήμια για την εκπαίδευση στα πεδία STEM για τους εκπαιδευτικούς.

- Επαρκής και κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή
- Καταλληλότεροι χώροι – τάξεις
- Κατάλληλο ελεύθερο λογισμικό
- Η διδακτική στα πεδία STEM να εφαρμόζεται μέσα από πειράματα
- Δημιουργία σχολικών εγχειριδίων για τα πεδία STEM
- Εργαστήρια για τα πεδία STEM σε όλα τα σχολεία και τα Πανεπιστήμια
- Επαρκής προϋπολογισμός που να επιτρέπει την αγορά εργαλείων που ενισχύουν τις δραστηριότητες στα πεδία STEM, π.χ. lego, ρομποτάκια, διάδρομοι.

- Λιγότερα διοικητικά καθήκοντα στους εκπαιδευτικούς
- Ενημέρωση των εκπαιδευτικών για την καταλληλότητα εκπαιδευτικού υλικού στα πεδία STEM, για να το χρησιμοποιούν στο σχολείο τους.

- Συνεχόμενο διδακτικό δίωρο στην διδακτική των πεδίων STEM
- Ένταξη της διδακτικής των πεδίων STEM στο ολοήμερο με ομάδες εργασίας

5.4. Ανάλυση των αποτελεσμάτων για τις αντιλήψεις των εκπαιδευτικών

Η συσχέτιση του φύλου και της εφαρμογής δράσεων στα πεδία STEM δείχνει ότι το 34,8% των ανδρών και το 42,3% των γυναικών έχουν θετική στάση απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM **(Πίνακας 1)**.

Πίνακας 1: Συσχέτιση μεταξύ του φύλου των εκπαιδευτικών και των δράσεων στα πεδία STEM

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Γένος	Άντρας	17	8	15	40
	Γυναίκα	33	54	76	163
	Σύνολο	50	62	91	203
		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Γένος	Άντρας	17	8	15	40
	Γυναίκα	33	54	76	163
	Σύνολο	50	62	91	203

Η συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας των εκπαιδευτικών και της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM με την εφαρμογή αντίστοιχων προγραμμάτων στην τάξη τους, έδειξε ότι σε ποσοστό 52,4% επί των εκπαιδευτικών ηλικίας 25 – 40 ετών, η επιμόρφωσή τους στα πεδία STEM ή οι σπουδές τους στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων στα πεδία STEM στην τάξη τους, έναντι του 40% των εκπαιδευτικών ηλικίας 22 – 30 ετών και 30 – 35 ετών, καθώς και του 38% ηλικίας 40 και άνω **(Πίνακας 2)**.

Πίνακας 2: Συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και της υλοποίησης προγραμμάτων στα πεδία STEM στην τάξη τους

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Ηλικία	22-30 ετών	3	4	6	13
	30-35 ετών	7	8	12	27
	25-40 ετών	10	11	10	31
	40 ετών και άνω	30	39	63	132
Σύνολο		50	62	91	203

Η συσχέτιση μεταξύ της προϋπηρεσίας των εκπαιδευτικών που είχαν επιμορφωθεί στα πεδία STEM και της εφαρμογής αντίστοιχων προγραμμάτων στην τάξη τους έδειξε ότι 47,1% των εκπαιδευτικών εχόντων προϋπηρεσία 5 – 10 ετών, που είχαν επιμορφωθεί στα πεδία STEM, εφάρμοσαν προγράμματα στην τάξη τους στα πεδία STEM, έναντι του 44,7% που είχαν προϋπηρεσία 10 – 20 έτη, του 38,5% που είχαν προϋπηρεσία 20 έτη και άνω και του 37,5% που είχε προϋπηρεσία έως 5 έτη (**Πίνακας 3**).

Πίνακας 3: Συσχέτιση μεταξύ των χρόνων υπηρεσίας των εκπαιδευτικών και των δράσεων στα πεδία STEM

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Χρόνια υπηρεσίας	έως 5 έτη	9	9	15	33
	5 - 10 έτη	8	8	9	25
	10 - 20 έτη	18	20	27	65
	20 έτη και άνω	15	25	40	80
Σύνολο		50	62	91	203

Αναφορικά με τον τύπο του σχολείου που υπηρετούσαν οι συμμετέχοντες και την εφαρμογή δράσεων στα πεδία STEM στο σχολείο τους, απάντησε θετικά το 49,4% των εκπαιδευτικών που υπηρετούσαν στο Νηπιαγωγείο και το 30% των εκπαιδευτικών που υπηρετούσαν στο Δημοτικό Σχολείο (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Συσχέτιση τύπου σχολείου που υπηρετούν οι εκπαιδευτικοί, επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και υλοποίησης αντίστοιχων προγραμμάτων

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Τύπος	Νηπιαγωγείο	21	40	41	102
σχολείου	Δημοτικό	29	22	50	101
Σύνολο		50	62	91	203

Οι εκπαιδευτικοί που υπηρετούν σε σχολείο της πόλης απάντησαν θετικά σε ό,τι αφορά την εφαρμογή δράσεων στα πεδία STEM στο σχολείο τους σε ποσοστό 50,6%, έναντι του 29,4% των εκπαιδευτικών που υπηρετούν στην περιφέρεια (Πίνακας 5).

Πίνακας 5: Συσχέτιση του τόπου εργασίας των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στα πεδία STEM και της υλοποίησης προγραμμάτων στα πεδία STEM

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Τόπος	Πόλη	25	42	43	110
εργασίας	περιφέρεια	25	20	48	93
Σύνολο		50	62	91	203

Το 41,3% των εκπαιδευτικών που διέθετε μεταπτυχιακό και το 50% των εκπαιδευτικών που κατείχαν διδακτορικό τίτλο εφάρμοσαν την εκπαίδευση στα πεδία STEM στην τάξη τους. Από τους εκπαιδευτικούς που δήλωσαν ότι διέθεταν μόνο τον βασικό τίτλο σπουδών, το 38% εφάρμοσε την εκπαίδευση στα πεδία STEM στην τάξη του **(Πίνακας 6)**.

Πίνακας 6: Συσχέτιση μεταξύ των Σπουδών των εκπαιδευτικών, της επιμόρφωσής τους στη στα πεδία STEM και της εφαρμογής αντίστοιχων προγραμμάτων

		Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;			Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Σπουδές	Πτυχίο Πανεπιστημίου	29	27	44	100
	10	1	0	0	1
	11	1	0	0	1
	Πτυχίο ΑΤΕΙ	0	1	0	1
	Μεταπτυχιακό	13	27	38	78
	Διδακτορικό	2	2	2	6
	7	3	3	7	13
	8	0	1	0	1
	9	1	1	0	2
Σύνολο		50	62	91	203

Αναφορικά με τη συσχέτιση παιδαγωγικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιούν οι εκπαιδευτικοί κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων στα πεδία STEM στην τάξη τους και υλικών που χρησιμοποιούν, παρατηρούνται τα εξής:

Άμεση παραδοσιακή διδασκαλία: Το 81,5% των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν την άμεση παραδοσιακή διδασκαλία χρησιμοποιούν στην τάξη τους οπτικοακουστικό **(Πίνακας 7)** και έντυπο υλικό **(Πίνακας 8)**, το 37% Παρουσιάσεις **(Πίνακας 9)**, το 29,6% Ρομπότ **(Πίνακας 10)**, το 0% Αισθητήρες – Καταγραφείς δεδομένων, κομπιουτεράκια και πόρους δημοσιευμένους από ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς στα πεδία STEM. Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή χρησιμοποιεί το 18,5 %

(Πίνακας 11), ειδικό λογισμικό στα πεδία STEM και σύνολα δεδομένων το 3,7%, λογισμικό επεξεργασίας κειμένου το 14,8% και διαδικτυακά συνεργατικά εργαλεία το 18,5%.

Στον Πίνακα 7 παρουσιάζεται η κατανομή των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν παραδοσιακή άμεση διδασκαλία σε συνάρτηση με τη χρήση οπτικοακουστικού υλικού.

**Πίνακας 7: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας
Οπτικοακουστικό υλικό**

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Οπτικο-ακουστικό υλικό Crosstabulation

			Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας; Οπτικο-ακουστικό υλικό		Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	Ναι	Σύνολο	22	5	27
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας; Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	81,5%	18,5%	100,0%
	Όχι	Σύνολο	141	35	176
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	80,1%	19,9%	100,0%
Σύνολο			163	40	203
			80,3%	19,7%	100,0%

Στη συνέχεια, στον Πίνακα 8 αποτυπώνεται η αντίστοιχη κατανομή της παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας σε σχέση με τη χρήση έντυπου υλικού.

Πίνακας 8: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Έντυπο υλικό

			Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας; Έντυπο υλικό		Σύνολο
			Ναι	Όχι	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας; Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	N	Count	22	5	27
	α	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας; Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	81,5%	18,5%	100,0%
	ι				
	Ό	Σύνολο	123	53	176
	Χ	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας; Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	69,9%	30%	100,0%
	ι				
Σύνολο			145	58	203
			71,4%	28%	100%

Ακολούθως, στον Πίνακα 9 καταγράφεται η χρήση παρουσιάσεων στο πλαίσιο της ίδιας παιδαγωγικής προσέγγισης.

Πίνακας 9: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Παρουσιάσεις

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξ
 σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξ
 σας;_Παρουσιάσεις (MS Power Point, Libre Office Impress, Sway...) Crosstabulation

			Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Παρουσιάσεις (MS Power Point, Libre Office Impress, Sway...)			
			Ναι	Όχι	Σύνολο	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	Να	Σύνολο	10	17	27	
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	37,0%	63,0%	100,0%	
	Όχι	Σύνολο	85	91	176	
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	48,3%	51,7%	100,0%	
Σύνολο			95	108	203	
			% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	46,8%	53,2%	100,0%

Στον Πίνακα 10 παρουσιάζεται η αντίστοιχη κατανομή των εκπαιδευτικών ως προς τη χρήση ρομπότ στο πλαίσιο της παραδοσιακής διδασκαλίας.

Πίνακας 10: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Ρομπότ

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ρομπότ Crosstabulation

	N	Σύνολο	Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ρομπότ	Σύνολο
			Να	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	α	% within	8	27
	ι	Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	29,6%	100%
Όχι	Σύνολο		58	176
	ι	% within	33,0%	100,0%
Σύνολο			66	203
		% within	32,5%	100%

Στον Πίνακα 11 καταγράφεται η χρήση προσομοιώσεων στο πλαίσιο της ίδιας παιδαγωγικής προσέγγισης.

Πίνακας 11: Συσχέτιση παραδοσιακής άμεσης διδασκαλίας – Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου και υπολογιστή

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας; Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή Crosstabulation

		Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή			
		Ναι	Όχι	Σύνολο	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	N	5	22	27	
	α	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	18,5%	81,5%	100,0%
	ι				
	Ό	Σύνολο	51	125	176
Χ	ι	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	29,0%	71,0%	100,0%
Σύνολο		56	147	203	
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία	27,6%	72,4%	100,0%

Στον Πίνακα 12 παρουσιάζεται η κατανομή των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν διδασκαλία με πειράματα σε συνάρτηση με τη χρήση παρουσιάσεων.

- **Διδασκαλία με πειράματα**

Το 70,8% των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν διδασκαλία με πειράματα χρησιμοποιούν στην τάξη τους έντυπο υλικό, το 80,2% οπτικοακουστικό

υλικό, το 53,1% Παρουσιάσεις (Πίνακας 12), το 47,9% Ρομπότ (Πίνακας 13), το 10,4% Αισθητήρες – Καταγραφείς δεδομένων, το 5,2% κομπιουτεράκια, το 33,3% Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή, το 18,8% ειδικό λογισμικό των πεδίων STEM, το 10,4% Σύνολα δεδομένων, το 24% λογισμικό επεξεργασίας κειμένου και το 33,3% διαδικτυακά συνεργατικά εργαλεία και 9,4% πόρους δημοσιευμένους από ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς των πεδίων STEM.

Πίνακας 12: Συσχέτιση διδασκαλίας με πειράματα – Παρουσιάσεις

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Διδασκαλία με πειράματα * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Παρουσιάσεις (MS Power Point, Libre Office Impress, Sway...) Crosstabulation

		Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Παρουσιάσεις (MS Power Point, Libre Office Impress, Sway...)			
		N	αι	Όχι	Σύνολο
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Διδασκαλία με πειράματα	N	Σύνολο	51	45	96
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Διδασκαλία με πειράματα	53,1%	46,9%	100,0%
	Όχι	Σύνολο	44	63	107
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Διδασκαλία με πειράματα	41,1%	58,9%	100,0%
Σύνολο			95	108	203
		% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Διδασκαλία με πειράματα	46,8%	53,2%	100,0%

Ακολουθως, στον Πίνακα 13 αποτυπώνεται η χρήση ρομπότ από εκπαιδευτικούς που εφαρμόζουν τη συγκεκριμένη παιδαγωγική προσέγγιση.

Πίνακας 13: Συσχέτιση διδασκαλίας με πειράματα – Ρομπότ

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην σας;_Διδασκαλία με πειράματα * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ρομπότ Crosstabulation

			Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ρομπότ			
			Ναι	Όχι	Σύνολο	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην σας;_Διδασκαλία με πειράματα	N	Σύνολο	46	50	96	
	α	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην σας;_Διδασκαλία με πειράματα	47,9%	52,1%	100	
	ι	Σύνολο	20	87	107	
	Όχι	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην σας;_Διδασκαλία με πειράματα	18,7%	81,3%	100	
Σύνολο			66	137	203	
			% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην σας;_Διδασκαλία με πειράματα	32,5%	67,5%	100

Στον Πίνακα 14 παρουσιάζεται η χρήση ειδικού λογισμικού των πεδίων STEM στο πλαίσιο της μάθησης που βασίζεται σε συνθετικές εργασίες και επίλυση προβλημάτων.

- Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) προβλήματα

Ποσοστό 69,5% των εκπαιδευτικών που εφαρμόζουν τη μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) προβλήματα, χρησιμοποιούν στην τάξη τους, όταν διδάσκουν, έντυπο υλικό, 83,8% οπτικοακουστικό υλικό, 61,9% παρουσιάσεις, 45,7% Ρομπότ, 8,6% Αισθητήρες, 3,8% κομπιουτεράκια, 38,1% προσομοιώσεις, 20% ειδικό λογισμικό των πεδίων STEM **(Πίνακας 14)**, 11,4% σύνολα δεδομένων, 41% διαδικτυακά συνεργατικά εργαλεία και 8,6% πόρους δημοσιευμένους από ιδιωτικές εταιρείες.

Πίνακας 14: Συσχέτιση μάθησης βασισμένης σε συνθετικές εργασίες – Ειδικό Λογισμικό για τα πεδία STEM

Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα * Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ειδικό λογισμικό για STEM Crosstabulation

		Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας;_Ειδικό λογισμικό για STEM			
		Ναι	Όχι	Σύνολο	
Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα	N	21	84	105	
	α				
	ι	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα	20,0%	80%	100%
	Ο	Count	3	95	98
	χι	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα	3,1%	96,9%	100%
Σύνολο	Count	24	179	203	
	% within Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις αντικειμένων STEM στην τάξη σας;_Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα	11,8%	88,2%	100%	

Συνοψίζοντας, τα αποτελέσματα της ποσοτικής ανάλυσης αποτυπώνουν τις πρακτικές που ακολουθούν οι εκπαιδευτικοί πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σε σχέση με την εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, καθώς και τα εκπαιδευτικά μέσα που αξιοποιούνται στο πλαίσιο διαφορετικών παιδαγωγικών προσεγγίσεων. Μέσα από τους πίνακες που προηγήθηκαν, παρουσιάστηκαν αναλυτικά οι συσχετίσεις μεταξύ δημογραφικών και επαγγελματικών χαρακτηριστικών των εκπαιδευτικών, των μορφών επιμόρφωσης, καθώς και των διδακτικών πρακτικών και εργαλείων που χρησιμοποιούνται.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη σχέση μεταξύ των παιδαγωγικών προσεγγίσεων και των μέσων των πεδίων STEM, αναδεικνύοντας τις διαφοροποιήσεις που καταγράφονται στην επιλογή και χρήση εκπαιδευτικού υλικού ανάλογα με το διδακτικό πλαίσιο. Τα ευρήματα παρουσιάστηκαν με περιγραφικό τρόπο, χωρίς ερμηνευτική προσέγγιση, προκειμένου να αποτυπωθεί με σαφήνεια η υφιστάμενη κατάσταση όπως αυτή προκύπτει από τα δεδομένα της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6°

Συμπεράσματα

6.1. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης για την εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης στην Εκπαίδευση, Διδασκαλία και Μάθηση των Φυσικών Επιστημών με ΑΙ

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσφέρει σε μαθητές και δασκάλους πολλές δυνατότητες στον σχεδιασμό δράσης, στην υλοποίηση, στην αξιολόγηση, στην ανατροφοδότηση γνώσεων και στην εξατομικευμένη μάθηση. Η εισαγωγή της ΑΙ πρέπει να γίνεται από την προσχολική εκπαίδευση, για την εξοικείωση των μικρών παιδιών μαζί της και για τη μεγιστοποίηση τη γνωστικής τους και νοητικής τους λειτουργίας. Είναι επιτακτική ανάγκη να εμπλουτιστεί η βιβλιογραφία με σχετικές εφαρμογές ΑΙ. Αυτό θα αποτελέσει τη βάση για την εξέλιξη των υφιστάμενων Εφαρμογών και για τη δημιουργία νέων, περισσότερο αποτελεσματικών και εμπλουτισμένων. Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη χρήση αυτών των εφαρμογών για την υλοποίηση δράσεων, όπου θα εμπλέκεται η δημιουργικότητα και η πρωτοτυπία του μαθητή και θα αποφεύγεται η παροχή έτοιμων γνώσεων.

6.2. Συμπεράσματα βιβλιογραφικής ανασκόπησης για τη Διδασκαλία και τη Μάθηση της έννοιας του Μαγνητισμού

Μια μεθοδική προσέγγιση είναι απαραίτητη για την ανάπτυξη ενός δομημένου πλαισίου ανάλυσης για τη σύγκριση των τεχνικών επικοινωνίας και του αντίκτυπού τους στην ανάπτυξη δραστηριοτήτων στο νηπιαγωγείο που σχετίζονται με τους μαγνήτες και τη μαγνητική έλξη. Κατά την εξέταση των ευρημάτων της βιβλιογραφίας της παραπάνω έρευνας σχετικά με τις παρανοήσεις των παιδιών της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης σχετικά με την έννοια του Μαγνητισμού, είναι επιτακτική ανάγκη για κάθε εκπαιδευτικό να λάβει υπόψη του τους ακόλουθους παράγοντες πριν σχεδιάσει σχετικές δραστηριότητες:

1. Τα παιδιά προσπαθούν να διατυπώσουν την έννοια του μαγνητισμού, μερικές φορές βασιζόμενα στις καθημερινές τους εμπειρίες, αποδίδουν

λανθασμένα τη μαγνητική έλξη σε φαινόμενα όπως «ηλεκτρισμός», «πίεση αέρα» ή σε «μια μορφή βαρύτητας».

2. Τα παιδιά δεν γνωρίζουν την ικανότητα των μαγνητών να απωθούν, παρά μόνο να προσελκύουν.

3. Τα παιδιά πιστεύουν ότι οι μαγνήτες μπορούν να προσελκύσουν όλα τα είδη μετάλλων. Περιλαμβάνουν στις απαντήσεις τους για τα υλικά που μπορούν να προσελκύσουν οι μαγνήτες και αυτά που δεν παρουσιάζουν καμία έλξη προς τους μαγνήτες.

4. Τα παιδιά μπορεί να δυσκολεύονται να καταλάβουν ότι δύο άλλοι μαγνήτες παράγονται όταν ένας μαγνήτης διχοτομείται, ο καθένας από τους οποίους έχει έναν θετικό και έναν αρνητικό πόλο.

5. Τα παιδιά πιστεύουν ότι η επίδραση ενός μέσου (όπως ενός μαγνήτη) είναι υψηλότερη όταν είναι πιο μοναδικό ή διαφορετικό από αυτό που έχουν συνηθίσει.

6. Τα παιδιά τείνουν να βλέπουν τους γιγάντιους μαγνήτες ως πιο ισχυρούς από τους μικρότερους μαγνήτες.

7. Τα παιδιά πιστεύουν ότι η εγγύτητα του μαγνήτη σε ένα αντικείμενο θα επηρεάσει τη μαγνητική του έλξη. Αυτή την πεποίθηση συμμερίζονται τα παιδιά ηλικίας 9 έως 18 ετών, τα οποία έχουν εκφράσει ότι «ο μαγνήτης πρέπει να αγγίξει ένα υλικό για να το προσελκύσει σωματικά».

6.3. Συμπεράσματα εκπαιδευτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με εργαλεία των πεδίων STEM στο Νηπιαγωγείο

Η εκπαιδευτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε ανέδειξε τη δυνατότητα των παιδιών προσχολικής ηλικίας να προσεγγίσουν βασικές έννοιες του μαγνητισμού μέσα από βιωματικές, πειραματικές και συνεργατικές δραστηριότητες. Αρχικά, οι γνώσεις των παιδιών ήταν αποσπασματικές και στηρίζονταν κυρίως σε εμπειρικές παρατηρήσεις της καθημερινής ζωής. Ωστόσο, καθώς τα παιδιά συμμετείχαν σε πειραματισμούς με πραγματικά αντικείμενα και σε ομαδικές δραστηριότητες, άρχισαν να αναγνωρίζουν πιο

σαφώς τα αντικείμενα που έλκονται από τους μαγνήτες και να διατυπώνουν πιο οργανωμένες απαντήσεις (Skothou & Trapali, 2025)

Παράλληλα, η εργασία σε ομάδες φάνηκε να ενισχύει τη μάθηση, καθώς η αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών τους επέτρεψε να συζητούν, να συγκρίνουν και να επιβεβαιώνουν τις παρατηρήσεις τους, αναπτύσσοντας ταυτόχρονα δεξιότητες συνεργασίας και κοινωνικής επικοινωνίας. Αυτό ευθυγραμμίζεται με τις σύγχρονες θεωρητικές προσεγγίσεις που τονίζουν τη σημασία της κοινωνικοπολιτισμικής διάστασης της μάθησης (Papantonis Stajcic & Nilsson, 2024; Skothou & Trapali, 2025).

Η χρήση ψηφιακών εργαλείων και εκπαιδευτικής ρομποτικής προσέφερε στα παιδιά πρόσθετες ευκαιρίες για εξερεύνηση και έκφραση των παρατηρήσεών τους, ενισχύοντας την ενεργό συμμετοχή τους και διατηρώντας το ενδιαφέρον τους σε όλη τη διάρκεια των δραστηριοτήτων (Skothou & Trapali, 2025). Ταυτόχρονα, παρατηρήθηκε ότι η έννοια του μαγνητισμού παραμένει απαιτητική για την προσχολική ηλικία, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη γενίκευση και τη βαθύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων.

Συνολικά, τα ευρήματα υποστηρίζουν ότι οι διερευνητικές και στα πεδία STEM-προσανατολισμένες προσεγγίσεις, όταν σχεδιάζονται με παιγνιώδη, πολυαισθητηριακό και συνεργατικό χαρακτήρα, μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στην ανάπτυξη πρώιμων επιστημονικών εννοιών, στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των παιδιών και στη διαμόρφωση θετικής στάσης απέναντι στη μάθηση των φυσικών επιστημών (Papantonis Stajcic & Nilsson, 2024; Skothou & Trapali, 2025).

6.4. Συμπεράσματα εκπαιδευτικής παρέμβασης της έννοιας του Μαγνητισμού με AI στο Νηπιαγωγείο

Η παρούσα εκπαιδευτική παρέμβαση ανέδειξε ότι η ενσωμάτωση εφαρμογών τεχνητής νοημοσύνης στον σχεδιασμό και την υλοποίηση δραστηριοτήτων για τον μαγνητισμό στο νηπιαγωγείο μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά τόσο στη γνωστική όσο και στη συναισθηματική και κοινωνική ανάπτυξη των παιδιών. Τα ευρήματα δείχνουν ότι, όταν η τεχνητή νοημοσύνη

αξιοποιείται ως παιδαγωγικό εργαλείο και όχι ως αυτόνομη πηγή γνώσης, μπορεί να ενισχύσει τη διερευνητική μάθηση, τη δημιουργικότητα και τη συμμετοχική εμπλοκή των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία.

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει το γεγονός ότι οι δραστηριότητες που σχεδιάστηκαν με τη συνδρομή της τεχνητής νοημοσύνης δεν αντικατέστησαν τον ρόλο της νηπιαγωγού, αλλά λειτούργησαν συμπληρωματικά, προσφέροντας εναύσματα για διάλογο, επιλογή και συνδιαμόρφωση της μαθησιακής πορείας από τα ίδια τα παιδιά. Η ενεργή συμμετοχή τους στη λήψη αποφάσεων σχετικά με τις δραστηριότητες που θα υλοποιηθούν ενίσχυσε το αίσθημα αυτονομίας και προσωπικής εμπλοκής, στοιχείο που θεωρείται κρίσιμο στη σύγχρονη προσχολική παιδαγωγική (OECD, 2023; Papantonis Stajcic & Nilsson, 2024).

Η δραστηριότητα της συλλογικής δημιουργίας και εικονογράφησης ιστορίας ανέδειξε τον ρόλο της τεχνητής νοημοσύνης ως γνωστικού «συνεταίρου», ο οποίος υποστήριξε τη ροή της αφήγησης χωρίς να περιορίσει τη φαντασία και τον αυθορμητισμό των παιδιών. Μέσα από τη διαδικασία της δημιουργικής γραφής, τα παιδιά δεν αναπαρήγαγαν απλώς πληροφορίες σχετικές με τον μαγνητισμό, αλλά ενσωμάτωσαν επιστημονικές έννοιες σε ένα αφηγηματικό πλαίσιο, μετασχηματίζοντάς τις σε προσωπικά νοήματα. Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται με σύγχρονες έρευνες που υποστηρίζουν ότι η αφήγηση και η πολυτροπική έκφραση αποτελούν αποτελεσματικά μέσα για την οικοδόμηση πρώιμων επιστημονικών εννοιών (Fleer, 2023).

Παράλληλα, οι βιωματικές δραστηριότητες, όπως το «μαγνητικό ψάρεμα» και η αναζήτηση κρυμμένων μαγνητικών αντικειμένων, συνέβαλαν στη σταδιακή κατανόηση των ιδιοτήτων των μαγνητών μέσα από το σώμα και τη δράση. Ωστόσο, επιβεβαιώθηκε ότι η έννοια του μαγνητισμού παραμένει σύνθετη για τα παιδιά προσχολικής ηλικίας, ιδίως ως προς τη γενίκευση και τη μεταφορά της γνώσης σε νέα πλαίσια. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία επισημαίνει ότι οι φυσικές επιστήμες στην προσχολική ηλικία απαιτούν επαναλαμβανόμενες εμπειρίες και διαφοροποιημένες προσεγγίσεις για την εδραίωση εννοιών (Skothou & Trapali, 2025).

Συνολικά, η έρευνα καταδεικνύει ότι η παιδαγωγικά ελεγχόμενη αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να εμπλουτίσει ουσιαστικά τις δραστηριότητες στα πεδία STEM στο νηπιαγωγείο, ενισχύοντας τη δημιουργικότητα, τη συνεργασία και τη γλωσσική έκφραση των παιδιών, χωρίς να αποδυναμώνει τον παιδαγωγικό ρόλο του/της εκπαιδευτικού. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν την ανάγκη επιμόρφωσης των νηπιαγωγών στη διδακτική αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης, ώστε αυτή να εντάσσεται με κριτικό και παιδαγωγικά τεκμηριωμένο τρόπο στη σχολική πράξη, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση ενεργών, δημιουργικών και κριτικά σκεπτόμενων αυριανών πολιτών.

6.5. Συμπεράσματα ποσοτικής έρευνας

Τα ευρήματα της ποσοτικής έρευνας αναδεικνύουν μια πολυδιάστατη εικόνα της εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στο ελληνικό σχολικό πλαίσιο, στην οποία συνυπάρχουν θετικές στάσεις, περιορισμένη πρακτική εφαρμογή και σημαντικά θεσμικά εμπόδια. Τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος δείχνουν ότι η εκπαίδευση στα πεδία STEM αποτελεί πλέον ένα γνωστό παιδαγωγικό πεδίο για τους εκπαιδευτικούς, χωρίς ωστόσο να έχει εδραιωθεί ως σταθερή διδακτική πρακτική.

Ως προς το φύλο, οι γυναίκες εκπαιδευτικοί εμφανίζουν ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά εφαρμογής δράσεων στα πεδία STEM σε σύγκριση με τους άνδρες συναδέλφους τους. Το αποτέλεσμα αυτό διαφοροποιείται από παλαιότερες έρευνες που κατέγραφαν πιο επιφυλακτικές ή αρνητικές στάσεις των γυναικών απέναντι στην εκπαίδευση στα πεδία STEM (Park et al., 2016), γεγονός που ενδεχομένως υποδηλώνει μια σταδιακή μετατόπιση αντιλήψεων τα τελευταία χρόνια, στο πλαίσιο της αυξανόμενης παρουσίας των Ψηφιακών Τεχνολογιών και της εκπαιδευτικής καινοτομίας στο σχολείο.

Η ηλικία και η επαγγελματική εμπειρία αναδεικνύονται ως κρίσιμοι παράγοντες διαφοροποίησης. Οι εκπαιδευτικοί μεσαίας επαγγελματικής εμπειρίας (5–20 έτη υπηρεσίας) φαίνεται να υιοθετούν την εκπαίδευση στα πεδία STEM πιο συστηματικά σε σχέση τόσο με τους νεότερους όσο και με τους

ιδιαίτερα έμπειρους συναδέλφους τους. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι η εφαρμογή καινοτόμων προσεγγίσεων προϋποθέτει έναν συνδυασμό παιδαγωγικής ωριμότητας και επαγγελματικής αυτοπεποίθησης. Αντίθετα, οι εκπαιδευτικοί με πολυετή εμπειρία εμφανίζουν μεγαλύτερη επιφυλακτικότητα, εύρημα που συμφωνεί με μελέτες οι οποίες αναδεικνύουν αυξημένο άγχος και αρνητικό συναίσθημα των έμπειρων εκπαιδευτικών απέναντι στη ρομποτική και στις τεχνολογικά υποστηριζόμενες πρακτικές (Papadakis et al., 2019).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η επιμόρφωση στα πεδία STEM δεν φαίνεται να λειτουργεί αυτοτελώς ως κινητήριος μοχλός για την εφαρμογή σχετικών προγραμμάτων στην τάξη. Η περιορισμένη διάρκεια των περισσότερων επιμορφώσεων, καθώς και η απουσία συστηματικής παιδαγωγικής υποστήριξης, φαίνεται να μειώνουν την επίδρασή τους στη διδακτική πράξη. Το εύρημα αυτό έρχεται σε αντίθεση με διεθνείς μελέτες που τεκμηριώνουν τη θετική επίδραση της μακροπρόθεσμης και υποστηριζόμενης επαγγελματικής ανάπτυξης της εκπαίδευσης στα πεδία STEM (Martynenko, 2023· Fridberg et al., 2023), αναδεικνύοντας ένα σαφές κενό στη δομή των επιμορφωτικών πολιτικών στην ελληνική εκπαιδευτική πραγματικότητα.

Το σχολικό περιβάλλον αναδεικνύεται επίσης ως καθοριστικός παράγοντας. Οι εκπαιδευτικοί που υπηρετούν σε σχολεία αστικών περιοχών εφαρμόζουν συχνότερα δράσεις στα πεδία STEM σε σχέση με τους συναδέλφους τους στην περιφέρεια, γεγονός που συνδέεται άμεσα με ανισότητες στην υλικοτεχνική υποδομή, στη διαθεσιμότητα εξοπλισμού και στην τεχνική υποστήριξη.

Σε επίπεδο παιδαγωγικών πρακτικών, η επικράτηση διερευνητικών προσεγγίσεων, όπως η μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) και τα πειράματα, επιβεβαιώνει ότι οι εκπαιδευτικοί αναγνωρίζουν τη συμβατότητα των πεδίων STEM με ενεργητικές και μαθητοκεντρικές μορφές μάθησης. Ωστόσο, η περιορισμένη αξιοποίηση εξειδικευμένων εργαλείων των πεδίων STEM, όπως αισθητήρες, καταγραφείς δεδομένων και σύνολα δεδομένων, υποδηλώνει ότι η εφαρμογή παραμένει συχνά σε εισαγωγικό επίπεδο, επηρεασμένη από τις διαθέσιμες υποδομές και τις επιμορφωτικές εμπειρίες των εκπαιδευτικών.

Η ισχυρή συναίνεση των συμμετεχόντων υπέρ της έναρξης της εκπαίδευσης στα πεδία STEM από το Νηπιαγωγείο αναδεικνύει μια κυρίαρχη παιδαγωγική αντίληψη, σύμφωνα με την οποία τα πεδία STEM μπορούν να ενσωματωθούν αποτελεσματικά από τις πρώτες εκπαιδευτικές βαθμίδες, μέσα από το παιχνίδι, τον πειραματισμό και τη βιωματική μάθηση (Kanadli, 2019· Ültay & Ültay, 2020). Οι απόψεις των εκπαιδευτικών δείχνουν ότι αντιλαμβάνονται τα πεδία STEM όχι μόνο ως γνωστικό αντικείμενο, αλλά και ως μέσο ανάπτυξης γνωστικών, κοινωνικών και μεταγνωστικών δεξιοτήτων.

Τέλος, τα εμπόδια που καταγράφηκαν —με κυριότερα την ανεπαρκή υλικοτεχνική υποδομή, την έλλειψη επιμόρφωσης και παιδαγωγικής υποστήριξης, καθώς και τους οργανωτικούς και διοικητικούς περιορισμούς— καταδεικνύουν ότι η αποτελεσματική ενσωμάτωση των πεδίων STEM δεν μπορεί να βασιστεί αποκλειστικά στην ατομική προσπάθεια των εκπαιδευτικών. Αντιθέτως, απαιτείται ένας συνολικός και συνεκτικός σχεδιασμός σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής, που θα δημιουργεί τις απαραίτητες προϋποθέσεις για τη βιώσιμη και ουσιαστική εφαρμογή των πεδίων STEM στην ελληνική σχολική πραγματικότητα.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η εκπαίδευση στα πεδία STEM, με τους τρόπους που υλοποιείται στην Ελλάδα, δεν φαίνεται να συνδράμει στην εφαρμογή αντίστοιχων προγραμμάτων από μέρους των εκπαιδευτικών. Αυτό μπορεί να οφείλεται είτε στην απουσία της γενίκευσής της στους εκπαιδευτικούς όλων των σχολικών βαθμίδων, είτε στον περιορισμένο χρόνο που προσφέρεται σε αυτούς, είτε στην μη σύνδεσή της με τη σχολική πράξη, λόγω της μη υποχρεωτικότητάς της στα Ελληνικά Προγράμματα Σπουδών.

Εντούτοις, είναι πολύ σημαντικό να επέλθουν οι δέουσες αλλαγές προκειμένου η εκπαίδευση στα πεδία STEM να προσφέρεται συστηματικά και δωρεάν στους εκπαιδευτικούς, συνδεδεμένη και με αντίστοιχες πρακτικές στην σχολική τάξη, ούτως ώστε να αποτελέσει το έναυσμα προκειμένου να ξεπεραστούν τυχόν ανασφάλειες από μέρους τους, γεγονός που θα

αποτελέσει το έναυσμα για την θέαση της εκπαίδευσης στα πεδία STEM ως ενός πολύτιμου και απαραίτητου για την εποχή μας εκπαιδευτικού εργαλείου.

Η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να προσφέρει πολλές δυνατότητες τόσο στους μαθητές, όσο και στους εκπαιδευτικούς, σε τομείς που αφορούν τον σχεδιασμό των δράσεων, την υλοποίησή και την αξιολόγησή τους, αλλά και στον τομέα της ανατροφοδότησης της γνώσης και της εξατομικευμένης μάθησης.

Η εισαγωγή των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης πρέπει να ξεκινά από την προσχολική εκπαίδευση, προκειμένου να επιτευχθεί η εξοικείωσή των μικρών παιδιών με αυτά και να αναπτυχθεί στον μέγιστο βαθμό το γνωστικό και νοητικό δυναμικό τους.

Είναι επιτακτική ανάγκη να υλοποιηθούν έρευνες εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης που να αφορούν τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα, προκειμένου να εμπλουτιστεί η βιβλιογραφία με αντίστοιχες πρακτικές, που θα αποτελέσουν τη βάση για την εξέλιξη των υπαρχόντων εφαρμογών, αλλά και για τη δημιουργία νέων, πιο αποτελεσματικών και πιο εμπλουτισμένων.

Εκεί που πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βάση είναι στη χρήση των εφαρμογών αυτών για την υλοποίηση δράσεων, όπου θα εμπλέκεται η δημιουργικότητα και η πρωτοτυπία των μαθητών και να αποφευχθεί, με αυτόν τον τρόπο, η παροχή της έτοιμης γνώσης.

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η παρούσα έρευνα διάκειται σε κάποιους περιορισμούς.

Αρχικά, αναφορικά με τα αποτελέσματα της δράσης των παιδιών για την έννοια του Μαγνητισμού με τη χρήση εργαλείων των πεδίων STEM, αυτά δεν μπορούν να γενικευθούν, διότι το δείγμα των συμμετεχόντων ήταν μικρό και τυχαίο. Επίσης, οι δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν με τη χρήση του ρομπότ, προϋποθέτουν την εξοικείωση των παιδιών με αυτό, μέσω της προηγούμενης ενασχόλησής τους με άλλες δραστηριότητες, στις οποίες χρησιμοποιήθηκε ως μέσο. Επίσης, τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευθούν, διότι προκειμένου να υλοποιηθεί μια παρόμοια δράση σε

κάποιο άλλο νηπιαγωγείο, θα πρέπει να έχει προηγηθεί η ανάπτυξη της φωνολογικής ενημερότητας των παιδιών καθώς και η συμμετοχή τους σε δράσεις δημιουργικής γραφής.

Επιπλέον, οι στόχοι, τα υλικά, τα μέσα και οι μέθοδοι υλοποίησης των δραστηριοτήτων διαφέρουν ανάλογα με το σχετικό πρόγραμμα προσχολικής εκπαίδευσης κάθε χώρας. Ωστόσο, θα ήταν μεγάλη πρόκληση για κάθε χώρα να αναπτύξει παρόμοιες δραστηριότητες, που θα αποτελέσουν πηγή έμπνευσης για συναδέλφους από άλλες χώρες, οι οποίοι θα προσάρμοζαν τις ενέργειες στο επίπεδο των μαθητών τους, σύμφωνα με το πολιτιστικό και εκπαιδευτικό πλαίσιο της τάξης τους.

Στην παρούσα έρευνα, υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί, αναφορικά και με τις απαντήσεις των εκπαιδευτικών στα ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν ηλεκτρονικά.

Πιο συγκεκριμένα, το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε δεν είναι αρκετά μεγάλο, όμως είναι αντιπροσωπευτικό των τάσεων και των αντιλήψεων των Ελλήνων εκπαιδευτικών, αφού διανεμήθηκε ηλεκτρονικά σε σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης της Ελλάδας (νηπιαγωγούς και δασκάλους), που υπηρετούν σε διάφορες περιφέρειες της χώρας, λαμβάνοντας υπόψιν τις γεωγραφικές ιδιαιτερότητες της καθεμιάς. Επίσης, οι απαντήσεις που έδωσαν οι εκπαιδευτικοί συνδράμουν στον εμπλουτισμό της έρευνας για τις αντιλήψεις τους αναφορικά με την βαθμίδα εκκίνησης της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, συμφωνούν με τα μέχρι τώρα βιβλιογραφικά ευρήματα για το ότι η εκπαίδευση αυτή, προκειμένου να είναι αποτελεσματική και ουσιαστική θα πρέπει να ξεκινά από πολύ νωρίς, ήδη από την προσχολική ηλικία (Kalogiannakis et al., 2018, Samara & Kotsis, 2023a).

Για την επέκταση της έρευνας θα μπορούσαν να εφαρμοστούν περαιτέρω εξειδικευμένα Προγράμματα Εφαρμογής της εκπαίδευσης στα πεδία STEM στα σχολεία της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης και να αξιολογηθούν τα Προγράμματα αυτά, π.χ. σε ό, τι αφορά τη χρήση παιδαγωγικών προσεγγίσεων και υλικών, με τη μορφή ερωτηματολογίων, από τους εκπαιδευτικούς και από τους μαθητές, όπως έχει ήδη γίνει και σε άλλες έρευνες (Samara & Kotsis, 2025a). Με τον τρόπο αυτό θα δημιουργηθεί ένα

σημαντικό αποθετήριο καλών Πρακτικών της εκπαίδευσης στα πεδία STEM, που θα προσφέρει από την μία μεριά ασφάλεια και ιδέες στους νέους εκπαιδευτικούς, αλλά και έναυσμα για καινοτόμες Πρακτικές για τους πιο έμπειρους, με απώτερο στόχο τη γενικευμένη και συστηματική εφαρμογή της εκπαίδευσης στα πεδία STEM σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης.

BİBLİYOĞRAΦΙΑ

Afra et al. (2009). Students' alternative concepts about electricity and the effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 103-132. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9106-7>

Ahmed, H. D., & Asiksoy, G. (2021). The effects of gamified flipped learning method on student's innovation skills, self-efficacy towards virtual physics lab course and perceptions. *Sustainability*, 13(18), 10163. <https://doi.org/10.3390/su131810163>

Akcanca N, (2020a). 21st Century skills: The predictive role of attitudes regarding STEM education and problem-based learning. *International Journal of Progressive Education*, 16(5), 443-458.

Akcanca N, (2020b). A new trend in educational change and transformation process: STEAM. *Journal of Preschool and Elementary Education*,1(1). 75-101. <https://jpee.penpublishing.net/makale/1959>

Akdeniz, M., & Özdiñç, F. (2021). Maya: An artificial intelligence-based smart toy for preschool children. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 29, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100347>

Akturk, A. A. (2019). Development of a STEM based engineering design curriculum for parental involvement in early childhood education [Doctoral thesis, Middle East Technical University]. <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12623578/index.pdf>

Alade et al. (2016). Measuring with Murray: Touchscreen technology and preschoolers' STEM learning. *Computers in Human Behavior*, 62, 433-441. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.03.080>

Alan U., (2020). Investigation of the effectiveness of STEM education program for preschoolers. Unpublished Doctoral Thesis. Hacettepe University

Aleven et al. (2016). Help helps, but only so much: Research on help seeking with intelligent tutoring systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 205–223. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0089-1>

Alfieri et al. (2015). Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. *International Journal of STEM Education*, 2(4). https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-015-0017-9?utm_source=chatgpt.com

Annawati et al. (2022). Improving early childhood teachers' professionalism in STEM education. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, 13(2), 4678-4684. <https://doi.org/10.20533/ijcdse.2042.6364.2022.0575>

Apostolou, Z. T. (2023). Perspectives for project-based STE(A)M activities in Early Childhood Education. *Journal of STEM Teacher Institutes*, 3(1), 13–25. https://jstei.com/index.php/jsti/article/view/45?utm_source=chatgpt.com

Aronin S, & Floyd, K. (2013). Using an IPAD in inclusive preschool classrooms to introduce STEM concepts. *Teaching Exceptional Children*, 45(4), 34-39. <https://doi.org/10.1177/004005991304500404>

Arslan, O. (2021). A different perspective on design-skill workshops and STEM education: Teachers' opinions. *Journal of STEM Teacher Institutes*, 1(1), 58-65. <https://jstei.com/index.php/jsti/article/view/6>

Artvinli, E. (2010). Action research as a teacher research: A reflective practice for science teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 2256–2260. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.335>

Atalay, S. & Hamurcu, H. (2022). Primary school teachers' orientations on integrative STEM practices: İzmir Bornova sample. *The Journal of Limitless Education and Research*, 7(1), 56–89. <https://doi.org/10.29250/sead.1066571>

Australian Council for education research (ACER). <https://www.acer.org/gb>

Aydın-Ceran, S. (2021). yüzyıl becerileri bağlamında fen eğitiminin bugünü ve geleceği: Türkiye perspektifinde bir analiz [Science education today and future in the context of 21st century skills: A Turkish perspective]. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(4), 3191–3218. <https://doi.org/10.15869/itobiad.908645>

Bagiati, A. (2011). Early engineering: A developmentally appropriate curriculum for young children. Unpublished Doctoral Thesis. Purdue University. <https://docs.lib.purdue.edu/dissertations/AAI3512219/>

Bagiati, A., & Evangelou, D. (2016). Practicing engineering while building with blocks: Identifying engineering thinking. *European Early Childhood Education Research Journal*, 24(1), 67–85. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2015.1120521>

Baglama et al. (2017). Special education teachers' views on using technology in teaching mathematics. <https://oapub.org/edu/index.php/ejse/article/view/936>

Bagno, E., & Eylon, B. S. (1997). From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism. *American Journal of Physics*, 65(8), 726-736. <https://doi.org/10.1119/1.18642>

Bailey et al. (1987). Exploring ideas about magnets. *Research in Science Education*, 17, 113–116. <https://doi.org/10.1007/BF02357178>

Bal, A. P., & Bedir, S. G. (2021). Examining teachers' views on stem education. *European Journal of Education Studies*, 8(3), 327-341. <https://doi.org/10.46827/ejes.v8i3.3650>

Ballen et al. (2017). Enhancing diversity in undergraduate science: self-efficacy drives performance gains with active learning. *CBE—Life Sciences Education*, 16(4), ar56. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-12-0344>

Bar, V., & Zinn, B. (1998). Similar frameworks of action-at-a-distance: Early scientists' and pupils' ideas. *Science and Education*, 7, 471-498. <https://doi.org/10.1023/A:1008687204309>

Bar et al. (1997). Children's ideas about action at a distance. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1137-1157. <https://doi.org/10.1080/0950069970191003>

Bardige, K., & Russell, M. (2014). Collections: A STEM-Focused Curriculum (Implementation Guide). Heritage Museums & Gardens. <https://www.mass.edu/stem/documents/preschoolcurricular/Collections%20A%20STEM%20Focused%20Curriculum%2C%20Implementation%20Guide.pdf>

Barrow, H. (2000). Do elementary science methods textbooks facilitate the understanding of magnet concepts; *Journal of Science Education and Technology*, 9(3), 199-205. <https://www.jstor.org/stable/40186569>

Barrow, LH. (1987). Magnet Concepts and Elementary Students' Misconceptions. In J. Novak (Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 3 (pp. 17-22). Ithaca NY: Cornell University Press. https://mlrg.org/Proceedings_of_the_2nd_Intl_Misconceptions_Seminar_-_Proc_2_-_Vol_3_-_July_26-29_1987.pdf?utm_source=chatgpt.com

Başaran, M, (2018). The applicability of STEM approach in preschool education (Action research). Unpublished Doctoral Thesis. Gazi University. https://www.academia.edu/38916297/The_Applicability_of_STEM_Approach_in_Preschool_Education_Action_Research

Batsios, Ch. (2021). Robotics in education: educational utilization of robotic constructions in the teaching of mathematical concepts and informatics. <https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/2262>

Beatoven. <https://www.beatoven.ai/>

BeeBot. <https://grobotronics.com/bee-bot.html>

Bell, J. T., & Fogler, H. S. (1995). The investigation and application of virtual reality as an educational tool. In *Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference*. <https://www.cs.uic.edu/~jbell/Professional/Papers/aseepap2.pdf>

Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131511002508>

Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: Early childhood and engineering student teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14, 59-73. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-2734-1>

Bers et al. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>

Bini, S. A. (2018). Artificial intelligence, machine learning, deep learning, and cognitive computing: What do these terms mean, and how will they impact health care? *Journal of Arthroplasty*, 33(8), <https://doi.org/10.1016/j.arth.2018.02.067> 2358-2361

Bodur et al. (2009). The role of teacher in web enhanced learning activities in primary school information technologies lesson: A case study. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 1043–1051. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2009.01.188>

Bonawitz et al. (2019). Sticking to the Evidence? A Behavioral and Computational Case Study of Micro-Theory Change in the Domain of Magnetism. *Cognitive Science*, 43(8), 1-29. <https://doi.org/10.1111/cogs.12765>

Borges, A. T., & Gilbert, J. K. (1998). Models of magnetism. *International Journal of Science Education*, 20(3), 361–387. <https://doi.org/10.1080/0950069980200308>

Brooks et al. (2019). What is my next step? School students' perceptions of feedback. *Frontiers in Education*, 4, 96. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00096>

Bryant et al. (2020). How artificial intelligence will impact K-12 teachers. McKinsey & Company. Deputy Minister of Education and Religions of the Greek Republic. (2023, February 10). Πρόγραμμα σπουδών για την προσχολική εκπαίδευση [Curriculum for preschool education]. *Gazette of the Government of the Greek Republic*, (2), 687. <https://www.edweek.gr/wp-content/uploads/2023/02/fek-b-687-10-02-2023-prosholiki-ekpaidefsi.pdf>

Burgoon et al. (2011). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher Education*, 22(2). <https://doi.org/10.1007/s10972-010-9196-x>

Büyüktaşkapu et al. (2012). The effects of constructivist science teaching program on scientific processing skills of 6 year-old children. *Education and Science*, 37(165), 275-292. <https://doi.org/10.15390/ES.2012.1067>

Bybee et al. (2006). The BSCS5e instructional model: origins, effectiveness, and applications. Colorado Springs BSCS. CENTROBOT. www.centrobot.eu

Cakir, M. (2008). Constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 193–206. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ894860.pdf>

Çakıroğlu, Ü., & Kılıç, M. (2024). Exploring students' mathematical thinking skills in educational robotics activities. *Thinking Skills and Creativity*, 53, 101595. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2024.101595>

Cambell, C., & Speldewinde, C. (2022). Early childhood STEM education for sustainable development. *Sustainability*, 14(6), 3524. <https://doi.org/10.3390/su14063524>

Camilleri, M. A. (2016). Reconceiving corporate social responsibility for business and educational outcomes. *Cogent Business & Management*, 3(1). <https://hdl.handle.net/10419/205855>

Capobianco, B. M., & Rupp, M. (2014). STEM teachers' planned and enacted attempts at implementing engineering design-based instruction. *School Science and Mathematics*, 114(6), 258–270. <https://doi.org/10.1111/ssm.12078>

Castiñeira-Ibáñez et al. (2022). Sustainable development goals and their implementation in physics. In Proceedings of the 14th International Conference on Education and New Learning Technologies (pp. 9378–9383). IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.2263>

Cejka et al. (2006). Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. *International Journal of Engineering Education*, 22(4), 711–722.

CENTROBOT. <http://www.centrobot.eu>

Chaidi et al. (2021). Educational robotics in primary education: A case in Greece. *Research, Society and Development*, 10(9), e17110916371. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.16371>

Chalmers et al. (2022). Humanoid robots go to school. *Education and Information Technologies*, 27, 7563–7581. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10913-z>

Chat GPT. <https://chat.openai.com/>

Chatzidimitriou, P. (2015). Creating a technology-supported learning environment in the context of STEM Education by combining the collaborative Jigsaw strategy with Cognitive Learning methods for Primary School Education. <https://dione.lib.unipi.gr/xmlui/handle/unipi/9266>

Chesloff, D., (2013). STEM Education Must Start in Early Childhood. *Education Week*, 32, 32–27. <https://www.edweek.org/ew/articles/2013/03/06/23chesloff.h32.html>

Christidou et al. (2009). Teaching magnetic attraction to preschool children: A comparison of different approaches. *The International Journal of Learning Annual Review*, 16(2), 115-128. https://ir.lib.uth.gr/xmlui/handle/11615/26670?utm_source=chatgpt.com

Christonasis, A., & Kotsis, K. T. (2022). Understanding circular motion via two types of learning activities. *European Journal of Education Studies*, 9(10). <https://doi.org/10.46827/ejes.v9i10.4493>

CodeSkills4Robotics. (n.d.). Promoting coding and STEM skills through robotics: Supporting primary schools to develop inclusive digital strategies for all. <http://codeskills4robotics.eu/>

Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research methods in education* (4th ed.). London: Routledge.

Constantinou et al. (2013). Pre-schoolers construction of operational definitions in magnetism. *The Journal of Emergent Science*, 5, 6–21.

Coppola et al. (2015). Assessing teachers' experiences with STEM and perceived barriers to teaching engineering. In Proceedings of the 122nd ASEE Annual Conference & Exposition. ASEE. <https://doi.org/10.18260/p.23583>

Council of the European Union. (2018). Council recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning. Official Journal of the European Union, C 189/1.

Creswell, J. W. (2011). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Εκδόσεις Ίλων.

Crippen, K. J., & Archambault, L. (2012). Scaffolded Inquiry-Based Instruction with Technology: A Signature Pedagogy for STEM Education. *Computers in the Schools*, 29(1-2), 157–173. <https://doi.org/10.1080/07380569.2012.658733>

CS Unplugged. (n.d.). Computer Science Unplugged – Activities and principles for teaching computing without computers.

https://www.csunplugged.org/en/about/?utm_source=chatgpt.com%20D

Davis, J. (2001). Conceptual Change. In M. Orey (Ed.), *Emerging Perspectives on Learning, Teaching, and Technology*.

<http://itstudio.coe.uga.edu/ebook/index.htm>

de la Fuente et al. (2023). Editorial: Executive functions, self-regulation and external-regulation: relations and new evidence. *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1335354. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1335354>

DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the early childhood classroom. *European Journal of STEM Education*, 3(3), Article 18.

<https://doi.org/10.20897/eisteme/3878>

Detsikas, N., & Alimisis, D., (2011). Status and trends in educational robotics-worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. In *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives (ISSEP)*, Comenius University, Bratislava.

https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1130924.pdf?utm_source=chatgpt.com

Dilek et al. (2020). Preschool children 's science motivation and process skills during inquiry-based STEM activities. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 6(2), 92-104.

<https://doi.org/10.21891/jeseh.673901>

Dimitriou, D. (2015). Cultivating science skills in kindergarten by teaching magnets and their properties (Master thesis).

<https://dspace.uowm.gr/xmlui/handle/123456789/200>

Doğru, M. (2008). The application of problem-solving method on science teacher trainees on the solution of environmental problems. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(1), 9–18.

Doise et al. (1998). The social construction of knowledge: Social marking and socio-cognitive conflict. In U. Flick (Ed.), *The psychology of the social* (pp. 77-90). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Driver et al. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12. <https://doi.org/10.3102/0013189X023007005>

Driver et al. (1994). *Making sense of secondary science*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315747415>

Driver et al. (1998). *Building science concepts. A global summary of student ideas*. Print. Educational Policy Institute. (2014). New curriculum for kindergarten.

Early Childhood Curriculum (2023). <https://www.edweek.gr/wp-content/uploads/2023/02/fek-b-687-10-02-2023-prosholiki-ekpaidefsi.pdf>

Ebrahim, A. (2012). The effect of cooperative learning strategies on elementary students' science achievement and social skills in Kuwait. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(2), 293–314. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9293-0>

Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (Eds.), *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010* (pp. 4006–4014). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <https://www.learntechlib.org/primary/p/34007/>

Einarsdottir et al. (2009). Making meaning: children's perspectives expressed through drawings. *Early Child Development and Care*, 179(2), 217–232. <https://doi.org/10.1080/03004430802666999>

Emembolu et al. (2020). Using action research to design and evaluate sustained and inclusive engagement to improve children's knowledge and perception of STEM careers. *International Journal of Science Education*, 42(5), 764–782. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1729442>

EngQuest. The EngQuest Website. <https://mcp8yny3rlytqg61-8pxm35h7qlm.pub.sfmcc-content.com/m1yrppsfglc>

Erdogan, N., & Stuessy, C. L. (2015). Modeling successful STEM high schools in the United States: An ecology framework. *International Journal of Education*

in Mathematics. *Science and Technology*, 3(1), 77–92.
https://ijemst.com/index.php/ijemst/issue/view/55?utm_source=chatgpt.com

Eshach, H., & Fried, M. N. (2005). Should science be taught in early childhood? *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 315–336.
<https://doi.org/10.1007/s10956-005-4421-9>

Evripidou et al. (2020). Educational Robotics: Platforms, Competitions and Expected Learning Outcomes. *IEEE Access*, 8, 219534–219562.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042555>

Fanchamps et al. (2024). Teaching Educational Robotics blended and online with Augmented Reality a report (2024). eROBSON Consortium.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32285.52964>

Faresta et al. (2024). Utilization of technology in physics education: A literature review and implications for the future physics learning. Lensa. *Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(1), 1–27. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i1.11676>

Farrow, S. & Bailey, R. (1998). Play and Problem-Solving in a New Light. *International Journal of Early Years Education* 6(3), 265-275 Gopnik A, 2012.
<https://doi.org/10.1080/0966976980060302>

Fauzan et al. (2023). Changes in students' cognitive abilities through STEM-based learning in elementary schools. Mosharafa. *Journal of Mathematics Education*, 12(1), 89–100. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i1.2122>

Finley, F.-N. (1986). Evaluating instruction: The complementary use of clinical interviews. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 635–650. Frey, K. (1991). Project method. <https://doi.org/10.1002/tea.3660230706>

FIRST Lego League. <http://www.firstlegoleague.org>

Fleer, M. (2021). Conceptual Playworlds: the role of imagination in play and learning. *Early Years*, 41(4), 353–364.
<https://doi.org/10.1080/09575146.2018.1549024>

Fragkiadaki et al. (2021). Dramatic play as a means to explore and support preschool children's thinking about thermal insulation. *Journal of Childhood, Education & Society*, 2(3), 220–234.
<https://doi.org/10.37291/2717638X.20212395>

Franenfield, J. (2020). Artificial Intelligence. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/a/artificial-intelligence-ai.asp>

Frey, K., (1991). *Project method*. Translation: Malliou St. Thessaloniki: Kyriakidis.

Fridberg et al. (2023). Spanish and Swedish teachers' perspective of teaching STEM and robotics in preschool—results from the bot STEM project. *International Journal of Technology and Design Education*, 33, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09717-y>

García-Carrillo et al. (2021). Teacher perspectives on teaching the STEM approach to educational coding and robotics in primary education. *Education Sciences*, 11(2), Article 64. <https://doi.org/10.3390/educsci11020064>

Gavrilas, L., & Kotsis, K. T. (2024). Investigating perceptions of primary and preschool educators regarding incorporation of educational robotics into STEM education. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 5(1), ep24003. <https://doi.org/10.30935/conmaths/14384>

Gavrilas et al. (2022). Attitudes and behaviors of university students towards electromagnetic radiation. *Aquademia*, 6(2), ep22009. <https://doi.org/10.30935/aquademia/12393>

Ghazali et al. (2024). A scoping review on STEM education: The best practices recorded through previous studies in early childhood education setting. *International Journal of Education in Mathematics. Science and Technology (IJEMST)*, 12(3), 810–835. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3880>

Gilson et al. (2023). How does ChatGPT perform on the United States Medical Licensing Examination (USMLE)? The implications of large language models for medical education and knowledge assessment. *JMIR Medical Education*. <https://doi.org/10.1101/2022.12.23.22283901>

Gopnik A. (2012). Scientific thinking in young children: theoretical advances, empirical research, and policy implications. *Science*, 337(6102), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1223416>

Graffin et al. (2022). 'More than Robots': Reviewing the Impact of the FIRST® LEGO® League Challenge Robotics Competition on School Students' STEM Attitudes, Learning, and Twenty-First Century Skill Development.

*Journal for STEM Educ, Res*5, 322–343. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>

Greenspan, Y. F. (2016). *A guide to teaching elementary science: Ten easy steps*. Sense Publishers / Brill. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-367-4>

Güneş, B. (2017). Doğru known wrongly, wrongly known gorkulara: Fizikte kavramyanılgıları [From correct known incorrects to incorrect known corrects]. Ankara: Palme Yayıncılık.

Günşen et al. (2017). STEM-based preschool teaching application example and its effects on 5-year-old children: "Come on, we make our drinking water! ". In IVth International Eurasian Educational Research Congress. Denizli. Turkey. Gutenberg.

Hackling et al. (2007). Primary Connections: Reforming science teaching in Australian primary schools. *Teaching Science*, 53(3), 12–16. https://ro.ecu.edu.au/ecuworks/1446/?utm_source=chatgpt.com

Hackling, MW (2008). Impact of primary connections on students' science processes, literacies of science and attitudes towards science. <https://ro.ecu.edu.au/ecuworks/5527/>

Hadzigeorgiou, Y. & Stefanich, G. (2000). *Imagination in Science Education*. *Contemporary Education*, 71(4), 23-29.

Han et al. (2016). Effects of STEAM professional development on teachers' teaching capacity. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(3), 399–411.

Hebecci, M. T. (2021). Investigation of teacher opinions on STEM education. In M. Shelley, I. Chiang, & O. T. Ozturk (Eds.), *Proceedings of ICRES 2021--International Conference on Research in Education and Science* (pp. 56-72). ISTES Organization. <https://www.2021.icres.net/proceedings/25>. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1288519.pdf?utm_source=chatgpt.com

Hewitt, P. G. (2002). *Conceptual physics* (9th ed.). Pearson/Addison Wesley.

Hickey, R. & Schibeci, R. A. (1999). The attraction of magnetism. *Physics Education*, 34(6), 383–388. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/6/408>

Hu et al. (2020). "Once upon a star": A science education program based on personification storytelling in promoting preschool children's understanding of

astronomy concepts. *Early Education and Development*, 32(1), 7-25.
<https://doi.org/10.1080/10409289.2020.1759011>

Iatrou et al. (2022). Teachers' perceptions on the need for the development of their digital skills, under the Tech Talent School for Educators program, in the COVID-19 era. *Hellenic Journal of STEM Education*, 3(1), 1–8.
<https://doi.org/10.51724/hjstemed.v3i1.25>

Ideogram. <https://ideogram.ai/t/explore>

Ioannou, M., & Bratitsis, T. (2017). Teaching the notion of speed in kindergarten using the Sphero SPRK robot. In Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2017) (pp. 311–312). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2017.70>

Ivanova, E. (2022). Implementation of STEM approach and its varieties in Bulgaria – Historical overview and current situation. EDULEARN22 Proceedings (σ. 3603–3609). IATED Academy. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2022.0884>

Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284–301.

Jiles, D. C. (1990). *Introduction to Magnetism and Magnetic Materials*. Springer.

John et al. (2018). An iterative participatory approach to developing an early childhood problem-based STEM curriculum. *European Journal of STEM Education*, 3(3), Article 07. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3867>

Kakiroglou et al. (2022). Understanding problem-solving processes of preschool children in CS unplugged activities. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 5(3), 35–53.
<https://doi.org/10.21585/ijcses.v5i3.133>

Kalogiannakis, M. (2018). *Teaching Science in Preschool Education. Challenges and Prospects*. Athens: Gutenberg.

Kalogiannakis et al. (2018). Teaching Magnetism to Preschool Children: The Effectiveness of Picture Story Reading. *Early Childhood Educ J* 46, 535–546 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10643-017-0884-4>

Kanadli, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12162a>

Kandlhofer et al. (2016). Artificial intelligence and computer science in education: From kindergarten to university. Proceedings of the 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 1–9. IEEE.
<https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757570>

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62, 15-25.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>

Kappou, A. (2020). Views of primary and secondary education teachers on the integration of educational robotics into the educational process.
<https://amitos.library.uop.gr/xmlui/handle/123456789/6308>

Karabacak, U. (2014). Öz düzenleme ve ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin fen başarısının incelenmesi [Examination of self-regulation and science achievements of the 2nd levels of primary school students] [Master's thesis, Balıkesir University].

Karakosta et al. (2019). Using the humanoid robot Kaspar in a Greek school environment to support children with autism spectrum condition.
<https://doi.org/10.1515/pjbr-2019-0021>

Karanikola et al. (2022). Teacher competencies and learning in the 4th Industrial Revolution. In Proceedings of the International Conference on Open & Distance Education (pp. 15-27).

Karisan, D., & Zeidler, D. L. (2017). Contextualization of Nature of Science within the Socioscientific Issues framework: A review of research. *International Journal of Education in Mathematics. Science and Technology*, 5(2), 139–152.
<https://doi.org/10.18404/ijemst.270186>

Katz LG, (2010). STEM in the early years. SEED papers.
<http://ecrp.uiuc.edu/beyond/seed/katz.html>

Katz, L. G. & Chard, S. C. (2004). *The Project method: the development of critical thinking and creativity of preschool children*. Atrapos.

Kaygisiz et al. (2020). The case of prospective teachers' integration of coding-robotics practices into science teaching with STEM approach. *Elementary Education Online*, 19(3), 1200-1213. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2020.728020>

Kazakoff et al. (2012). The effect of a classroom-based robotics curriculum on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Research & Practice*, 14(1). <https://eric.ed.gov/?id=EJ982826>

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: Communicative action and the public sphere. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *The Sage handbook of qualitative research* (3rd ed., pp. 559–603). Sage Publications.

Keramida, A. (2022). Exploring the features of educational robotics and STEM research in primary education: A case study on learner engagement and critical thinking. *Education Sciences*, 12(5), 305. <https://doi.org/10.3390/educsci12050305>

Kermani, H., & Aldemir, J. (2015). Preparing children for success: Integrating science, math, and technology in early childhood classroom. *Early Child Development and Care*, 185(9), 1504-1527. <https://doi.org/10.1080/03004430.2015.1007371>

Kidspiration. <https://learningworksforkids.com/apps/kidspiration/>

Kızılay, E. (2018). STEM alanlarının birbirleri ile ilişkisi hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri [Opinions of pre-service science teachers about the relationship between STEM fields]. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 174-186. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/612427>

Kostakopoulou, N. (2022). Enhancing algorithmic thinking through educational robotics teaching interventions supported by visual programming tools (Αποθετήριο εργασιών). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο. https://apothesis.eap.gr/archive/item/171165?utm_source=chatgpt.com

Kotsis, K. T. (2023). Alternative ideas about concepts of physics, a timelessly valuable tool for physics education. *Eurasian Journal of Science and Environmental Education*, 3(2), 83-97. <https://doi.org/10.30935/ejsee/13776>

Kotsis, K. T. (2024). Integrating artificial intelligence in science education: Benefits and challenges. *International Journal of Educational Innovation*, 6(3), 39-49. <https://doi.org/10.69685/ICAS1772>

Kotsis, K. T. (2024a). Integration of artificial Intelligence in science teaching in primary education: Applications for teachers. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 2(3), ejceel.2024.2(3).04 27-43. <https://doi.org/10.59324/>

Kotsis, K. T. (2024b). Artificial intelligence helps primary school teachers to plan and execute physics classroom experiments. *Journal of Effective Teaching Methods*, 2(2), 1 9. <https://doi.org/10.59652/jetm.v2i2.158>

Kotsis, K. T. (2024c). Correcting students' misconceptions in physics using experiments designed by ChatGPT. *European Journal of Contemporary Education and E-Learning*, 2(2), 83 100. [https://doi.org/10.59324/ejceel.2024.2\(2\).07](https://doi.org/10.59324/ejceel.2024.2(2).07)

Kotsis, K. T. (2025a). Transforming Misconceptions into Knowledge: The Use of Artificial Intelligence in Teaching Electromagnetic Radiation. *European Journal of Open Education and E-learning Studies*, 10(3), 1-16. <http://dx.doi.org/10.46827/ejoe.v10i3.6081>

Kotsis, K. T. (2025b). Issues between Artificial Intelligence and Personal Data in Education. *International Research in Education*, 13(1), pp. 45-65. <http://dx.doi.org/10.5296/ire.v13i1.22850>

Kotsis, K. T. (2025c). Integrating Artificial Intelligence for Science Teaching in High School. *LatIA*, 3, 89. <https://doi.org/10.62486/latia202589>

Kotsis, K. T. (2025d). From Chalkboard to Chatbot: The Future of Physics Education through Artificial Intelligence Integration. *EIKI Journal of Effective Teaching Methods*, 3(2), 74-79. <https://doi.org/10.59652/jetm.v3i2.515>

Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2022). Using alternative ideas for determining the learning curve on the concept of force. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 495–506. <https://doi.org/10.30935/scimath/12251>

Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2023). Self-concept of Greek primary school teachers and their conceptions of force and weight. *International Journal of*

Professional Development, Learners and Learning, 5(1), ep2301.
<https://doi.org/10.30935/ijpdll/12628>

Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2023a). The determination of the learning curve on the concept of energy using the alternative ideas. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 4(1), ep23011.
<https://doi.org/10.30935/conmaths/13022>

Kotsis, K. T., & Panagou, D. (2023b). Self-concept of Greek primary school teachers and their conceptions of force and weight among their years of service. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 5(1), ep2301. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/12628>

Kotsis, K. T., & Stylos, G. (2023a). Relationship of IQ with alternative ideas on force and weight. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(1), 21–25.
<https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.1.544>

Kotsis, K. T., & Stylos, G. (2023b). Correlation of students' misconceptions about mechanics concepts. *European Journal of Education Studies*, 10(1), 77–90.
<https://doi.org/10.46827/ejes.v10i1.4619>

Kotsis, K. T., & Tsiouri, E. (2023). Use of one-to-one iPad in primary school to teach energy. *European Journal of Education Studies*, 10(3), 33–45.
<http://dx.doi.org/10.46827/ejes.v10i3.4696>

Koutsikouri et al. (2008). Critical success factors in collaborative multi-disciplinary design projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 6(3), 198-226. <https://doi.org/10.1108/17260530810918243>

La Force et al. (2017). Problem-based learning (PBL) and student interest in STEM careers: The roles of motivation and ability beliefs. *Education Sciences*, 7(4), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci7040092>

Leinhardt et al. (1990). Functions, graphs, and graphing: tasks, learning and teaching. *Review of Educational Research*, 60(1), 1–64.
<https://doi.org/10.3102/00346543060001001>

Lemmer et al. (2020). Analysis of students' conceptions of basic magnetism from a complex systems perspective. *Research in Science Education*, 50(2), 375–392. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9693-z>

- Lestari, M., & Kurniati, E. (2021). STEM flexible model in kindergarten. *Paedagogia: Jurnal Penelitian Pendidikan*, 24(2), 94–103. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v24i2.53774>
- Li, J. (2012). Improving students' understanding of electricity and magnetism. Doctoral Dissertation. University of Pittsburgh. (Unpublished). [https://d-scholarship.pitt.edu/11767/1/Jing Li%27s Doctoral Thesis 4 a%26s format revised7.pdf](https://d-scholarship.pitt.edu/11767/1/Jing_Li%27s_Doctoral_Thesis_4_a%26s_format_revised7.pdf)
- Liu et al. (2023). Effect of reverse engineering pedagogy on primary school students' computational thinking skills in STEM learning activities. *Journal of Intelligence*, 11(2), 36. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11020036>
- MacDonald et al. (2020). Effective early childhood STEM education: Findings from the Little Scientists evaluation. *Early Childhood Education Journal*, 48(3), 353-363. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-01004-9>
- Mann et al. (2011). Integrating engineering into K-6 curriculum: Developing talent in the STEM disciplines. *Journal of Advanced Academics*, 22(4), 639-658. <https://doi.org/10.1177/1932202X11415007>
- Mantzicopoulos et al. (2009). The development and validation of the science learning assessment (SLA): A measure of kindergarten science learning. *Journal of Advanced Academics*, 20(3), 502-535. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ860959.pdf>
- Mao et al. (2024). Generative artificial intelligence in education and its implications for assessment. *TechTrends*, 68, <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00911-4> 58-66
- Margot, K., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6, Article 2. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Marinou, B. (2022). Modern Educational Approaches to the teaching of Robotics. <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/2697>
- Martynenko et al. (2023). Exploring attitudes towards STEM education: A global analysis of university, middle school, and elementary school perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics. Science and Technology Education*, 19(3), Article em2234. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12968>

Maryland State Department of Education, (2012).
<https://marylandpublicschools.org/Pages/Default.aspx>

Mateos-Núñez et al. (2020). Learning science in primary education with STEM workshops: Analysis of teaching effectiveness from a cognitive and emotional perspective. *Sustainability*, 12(8), 3095. <https://doi.org/10.3390/su12083095>

Matzakos et al. (2023). Learning mathematics with large language models: A comparative study with computer algebra systems and other tools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(20), 51-71.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v18i20.42979>

Mayor, A. (2018). *Gods and Robots: Myths, machines, and ancient dreams of technology*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvc779xn>

McClure et al. (2017). STEM starts early: Grounding science, technology, engineering, and math education in early childhood. The Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop.

Media Lab of MIT. <https://www.media.mit.edu/>

Mesutoglu, C., & Corlu, M. S. (2023). The early STEM Program: An evaluation through teacher perceptions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 23, 145–160.
<https://doi.org/10.1007/s42330%E2%80%911023%E2%80%91100264%E2%80%9113>

MINEDUC (Ministerio de Educación, Chile) (2015). Ley N° 20.845: Ley de Inclusión Escolar. Gobierno de Chile. <https://www.leychile.cl/N?i=1078172>

Minsky, M. (2006). *The Emotion Machine: Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind*. New York, NY: Simon & Schuster.

MIT Media Lab. (n.d.). About the MIT Media Lab. Massachusetts Institute of Technology.
https://www.media.mit.edu/about/overview/?utm_source=chatgpt.com

Mödritscher, F. (2006). E-learning theories in practice: A comparison of three methods. *Journal of Universal Science and Technology of Learning*, 0(0), 3-18.
https://www.jucs.org/justl_0_0/elearning_theories_in_practice/justl_0_0_003_0018_moedritscher.pdf

Moomaw, S., & Davis, J. (2010). STEM comes to preschool. *Young Children*, 65(5), 12-18.

Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5–10.
https://karlsmithmn.org/wp-content/uploads/2017/08/Moore-SmithSTEMIntegrationJSTEMEd-3-24-14-draft.pdf?utm_source=chatgpt.com

Mosley et al. (2016). Robotic cooperative learning promotes student STEM interest. *American Journal of Engineering Education*, 7(2), 117–128.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1131333.pdf>

Movahedazarhouli et al. (2023). STEM integrated curriculums in early childhood education: An exploration of teachers' pedagogical beliefs and practices. *International Journal of Modern Education Studies*, 7(1), 106–127.
<https://www.ijonmes.net/index.php/ijonmes/article/view/266/113>

Mumtaz, S. (2000). Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of literature. *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9, 319–341
<http://dx.doi.org/10.1080/14759390000200096>

Murdick, D. (2020). Patents and artificial intelligence. A Primer.
<https://doi.org/10.51593/20200038>

Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2019). STEM Integration: A synthesis of conceptual and empirical evidence. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

National Governors Association, (2007).
https://www.nga.org/timeline_slider_post/2007/

National Governors Association, 2007. <https://www.nga.org/wp-content/uploads/2021/03/2007NGAWinterMeeting.pdf>

National Research Council. (2012a). Education for life and work: Developing transferable knowledge and skills in the 21st century. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13398>

National Science Foundation, (2012). *Babies are born scientists* [Press release]. http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=125575

Nikolopoulou, K., & Tsimperidis, I. (2023). STEM education in early primary years: Teachers' views and confidence. *Journal of Digital Educational Technology*, 3(1), Article ep2302. <https://www.idet.net/article/stem-education-in-early-primary-years-teachers-views-and-confidence-12971>

NSF (2012). STEM education. <https://www.nsf.gov/reports/indicators/stem-education-data-trends>

OECD (2023). *Empowering Young Children in the Digital Age, Starting Strong*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/50967622-en>

ONET Online. (n.d.). Browse by skills. National Center for ONET Development. <https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Skills>

Open Schools for Open Societies (OSOS). (n.d.). Open Schools for Open Societies – Open Schools. https://www.openschools.eu/?utm_source=chatgpt.com

Ostashewski et al. (2011). The iPad as mobile teaching device: Multimedia database access in a classroom context. Proceedings of Global TIME 2011 (σ. 49–53). AACE. <http://hdl.handle.net/20.500.11937/27843>

Ozdemir et al. (2018). Examining the opinions of mathematics teacher candidates on the effectiveness of coding activities in the teaching-learning process [Paper presentation]. *British Society for Research into Learning Mathematics*.

Panhellenic Educational Robotics Competition. <https://wrohellas.gr/panellinos-diagonismos-stem-and-ekpaideutikis-robotikis/>

Pantazis et al. (2021). The effect of 3D printing technology on primary school students' knowledge and interest toward science. *International Journal of Educational Innovation*, 3(1), 38–50. <https://doi.org/10.69685/YTQA3097>

Papadakis et al. (2019). Factors that hinder in-service teachers from incorporating educational robotics into their daily or future teaching practice. In Proceedings of the 13th International Conference on Computer Supported Education (pp. 55-63). <https://www.scitepress.org/Link.aspx?doi=10.5220/0010413900550063>

Papantonis Stajcic, M., & Nilsson, P. (2024). Teachers' considerations for a digitalised learning context of preschool science. *Research in Science Education*, 54, 499–521. https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-023-10150-5?utm_source=chatgpt.com

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, New York.

Park et al. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739–1753. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>

Park, W., & Kwon, H. (2024). Implementing artificial intelligence education for middle school technology education in the Republic of Korea. *International Journal of Technology and Design Education*, (34), 109-135. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09812-2>

Patrinopoulos, M., & Iatrou, P. (2019). Implementation of STEM tinkering approaches in primary school education in Greece. *Sino-US English Teaching*, 16(12), 510–516. https://www.davidpublisher.com/Public/uploads/Contribute/5df34e2aa23bb.pdf?utm_source=chatgpt.com

Phang et al. (2023). *Exploration of spatiotemporal heterogeneity and socio-demographic determinants on COVID-19 incidence rates in Sarawak, Malaysia*. *BMC Public Health*, 23, 874. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16300-8>

Piaget, J., & Chollet, M. (1973). Le problème de l'attraction à propos des aimants. In J. Piaget (ed.). *La formation de la notion de force* (pp. 223-243). PUF, Paris.

Pöhner, N (2021). Educational robotics competitions as out-of-school learning setting for STEM education: An empirical study on students' learning of problem-solving skills through participation in the World Robot Olympiad (2021). <https://doi.org/10.25972/OPUS-24317>

Poimenidou, M., & Christidou, V. (2010). Communication practices and the construction of meaning: science activities in the kindergarten. *Creative Education*, 1(2), 81–92. <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2010.12013>

Ponce-Toledo et al. (2017). An early-branching freshwater cyanobacterium at the origin of plastids. *Current Biology*, 27(3), <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.11.056> 386-391

Primary Connections. (n.d.). Primary Connections – Science education for primary teachers. https://primaryconnections.org.au/?utm_source=chatgpt.com

Putnam, C. & Chong, L., (2008). *Software and technologies designed for people with autism*. In: Proceedings of the 10th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility -Assets '08. New York, USA.ACM Press, New York, pp. 3., <https://doi.org/10.1145/1414471.1414475>

Queiroz, B.C., Ferreira, F. (2022). *Soccer Robots Modeling Project Based on RoboCupJunior: Simulation Environment for Physical Robot Improvement*. In: Alami, R., Biswas, J., Cakmak, M., Obst, O. (eds). https://doi.org/10.1007/978-3-030-98682-7_10

Ramulumo, M. (2024). Exploring the impact of early STEM education on science and visual literacy. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 10(3), 216–229. <https://doi.org/10.55549/jeseh.725>

Rasyid et al. (2021). Teaching STEM through play in kindergarten: Analysis towards pre-service early childhood teachers preparing the lesson plan. *Journal of Physics: Conference Series*, 1810, 012034. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1810/1/012034>

Ravanis, K. (1994). The discovery of elementary magnetic properties in Preschool age. Qualitative and quantitative research within a Piagetian framework. *European Early Childhood Education Research Journal*, 2(2), 79–91. <http://dx.doi.org/10.1080/13502939485207621>

Rendon et al. (2022). Alternative Teaching Methods in Electricity and Magnetism. *International Journal of Multidisciplinary: Applied Business and Education Research*, 3(8), 1600-1606. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.03.08.23>

Roberta Teacher Training. www.iais.fraunhofer.de/robertateacher-training.html

Robo Cup Junior. <http://www.robocupjunior.org>

RoboCup 2021: *Robot World Cup XXIV*. RoboCup 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 13132. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-98682-7_10

ROBOCUP JUNIOR. <https://www.robocupjunior.org.au/>

Robot @ scuola. www.scuoladirobotica.it/en/RobotAtScuola/index.html

Robotika.SK. (n.d.). Robotika.SK – občianske združenie pre podporu robotiky.
<https://robotika.sk/mains.php>

Robson, C. (2007). *Real world research* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Publishing.

Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). STEM/STEAM in Early Childhood Education for Sustainability (ECEfS): A systematic review. *Sustainability*, 15(4), 3721. <https://doi.org/10.3390/su15043721>

Rodríguez-García et al. (2021). Evaluation of an online intervention to teach artificial intelligence with learningML to 10-16 year-old students. In M. Sherriff & L. (Eds.) – *Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '21)* (pp. 177–183). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432393>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2020). Designing activities for the environmental dimension of light in preschool education. *International Journal of Educational Innovation*, 2(6), 19–30. <https://doi.org/10.69685/FIZY4260>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2020). Preschool children's perceptions of the role of light and chlorophyll in plants' photosynthesis. *International Journal of Educational Innovation*, 2(5), 146–157. <https://doi.org/10.69685/LWNW3690>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023a). A teaching intervention for magnetism using STEM in kindergarten. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 5(2), Article ep2312. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/13667>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023b). 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. <https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.629>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023c). Primary school teachers' perceptions of using STEM in the classroom attitudes, obstacles, and suggestions: A literature review. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 4(2), Article ep23018. <https://doi.org/10.30935/conmaths/13298>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2023d). The use of new technologies and robotics (STEM) in the teaching of sciences in primary education: The concept of magnetism: A bibliographic review. *European Journal of Education Studies*, 10(2). <https://doi.org/10.46827/ejes.v10i2.4652>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2025a). Profile of Greek primary education teachers regarding their attitude towards STEM. *International Journal of Professional Development, Learners and Learning*, 7(1), Article e2507. <https://doi.org/10.30935/ijpdll/15805>

Samara, V., & Kotsis, K. T. (2025b). The use of STEM as a tool for teaching the concept of magnetism in kindergarten. *Journal of Research in Environmental and Science Education*, 2(1), 1-17. <https://doi.org/10.70232/jrese.v2i1.1>

Samarapungavan et al. (2009). The development and validation of the Science Learning Assessment (SLA): A measure of kindergarten science learning. *Journal of Advanced Academics*, 20(3), 502–535. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1177/1932202X0902000306>

Scaradozzi et al. (2015). Teaching robotics at the primary school: an innovative approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 174, 3838-3846. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.1122>

Schwab, K. (2017). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. SCIENTIX. <https://scientix.ellak.gr/>

Selman et al. (1982). Concrete Operational Thought and the Emergence of the Concept of Unseen Force in Children's Theories of Electromagnetism and Gravity. *Science Education*, 66, 181-194. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660205>

Sevimli, E., & Unal, E., (2022). Is the STEM approach useful in teaching mathematics? Evaluating the views of mathematics teachers. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 01. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11775>

Sharapan, H. (2012). From STEM to STEAM: How early childhood educators can apply Fred Rogers' approach. *Young Children*, 67(1), 36. <https://eric.ed.gov/?id=EJ975479>

Sheikh et al. (2023). Artificial intelligence: Definition and background. In H. Sheikh, C. Prins, & E. Schrijvers (Eds.), *Mission AI, Research for Policy* (pp. 15-41). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21448-6_2

Simsar et al. (2022). Preservice early childhood teachers' science conceptual changes with STEM-based science activities. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 10(2), 291-312. <https://doi.org/10.17478/jegys.1113590>

Sireci et al. (2001). STEMTEC evaluation report for year 4 (Fall 2000/Spring 2001). https://www.researchgate.net/publication/39728284_STEMTEC_Evaluation_Report_For_Year_4_Fall_2000Spring_2001/references

Skamp, K. (2011). Teaching primary science constructively. Cengage Learning. SKILLS4ROBOTICS. http://codeskills4robotics.eu/.STEMEDUCATION.STEM_educational_Programs.https://stem.edu.gr/?gclid=Cj0KCQiA0oagBhDHARIsAIBbgdldomo12FU0hKP1JLYsLLbnmN3cQOYCSPTatRsUzCp5oCT82ftcAaAphwEALw_wcB

Skothou, S., & Trapali, M. (2025). Natural sciences in early childhood: Teaching magnetism to preschool children using ICT. *European Scientific Journal*, 39, 228. https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/19217?utm_source=chatgpt.com

Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2005/2006). The Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. *International Journal of Learning*, 12(7), 185-193.

Smolleck, L., & Hershberger, V. (2011). Playing with science: An investigation of young children's science conceptions and misconceptions. *Current Issues in Education*, 14(1), 1-32. <https://cie.asu.edu/ojs/index.php/cieatasu/article/view/324/120>

Smyrnova-Trybulska et al. (2016). Educational robots in primary school teachers' and students' opinion about STEM education for young learners [Paper presentation]. International Conferences on Internet Technologies & Society,

Education Technologies, and Sustainability, Technology and Education.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED571601.pdf>

Sneideman, JM. (2013). Engaging children in STEM education EARLY!
Retrieved from: <http://naturalstart.org/feature-stories/engaging-children-stem-education-early>

Spolaôr, N., & Benitti, F. B. V. (2017). Robotics applications grounded in learning theories on tertiary education: A systematic review. *Computers & Education*, 112, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.05.001>

STEM Education. (2001). Educational robotics, science, technology and mathematics organization. <https://stem.edu.gr/>

STEMNET. Creating innovative and sustainable school-led networks to strengthen the teaching of design & technology and engineering.
<https://www.london.gov.uk/programmes-strategies/education-and-youth/improving-standards-schools-and-teaching/london-schools-excellence->

STEMTEC Evaluation Report for Year 4 (Fall 2000/Spring 2001).
https://www.researchgate.net/publication/39728284_STEMTEC_Evaluation_Report_For_Year_4_Fall_2000Spring_2001

Story jumper.
<https://www.storyjumper.com/book/read/16476072/StoryJumper>

Stylos, G., & Kotsis, K. T. (2021). Use of a simple homemade apparatus to teach basic thermal concepts. *The Physics Teacher*, 59, 477–479.
<https://doi.org/10.1119/10.0006134>

Stylos et al. (2022). Assessment of Greek pre-service primary teachers' efficacy beliefs in physics teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 34(1), 44–62. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2021.2023959>

Stylos et al. (2021). Validation of the thermal concept evaluation test for Greek university students. *International Journal of Science Education*, 43(2), 247–273. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1865587>

Stylos et al. (2023). Assessing Greek pre-service primary teachers' scientific literacy. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 271–282. <https://doi.org/10.30935/scimath/12637>

Sujarwanto et al. (2019). Attitude, knowledge, and application of STEM owned by science teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1), 012096. <https://doi.org/10.1088/1742%E2%80%9916596/1417/1/012096>

Sukariasih, L. (2016). The use of cognitive conflict strategy to reduce student misconceptions on the subject matter of rectilinear motion. *International Journal of Education and Research*, 4(6), 483–492. <https://www.ijern.com/journal/2016/July-2016/38.pdf>

Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: Learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 3–20. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9304-5>. https://eric.ed.gov/?id=EJ1087267&utm_source=chatgpt.com

Sun et al. (2023). Evaluation and development of STEAM teachers' computational thinking skills: Analysis of multiple influential factors. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11777-7>

Tanel, Z., & Erol, M. (2005). Lisans düzeyindeki öğrencilerin manyetik alan şiddeti, manyetik akı yoğunluğu ve manyetizasyon kavram-larına yönelik yanlışları [Misconceptions of undergraduate students on the magnitude of magnetic field, magnetic flux density and magnetisation]. *Türk Fizik Derneği* 23. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=el&user=5MaOOIMAAAJ&citation_for_view=5MaOOIMAAAJ:kh2fBNsKQNwC

Tang et al. (2020). Teachers' perceptions of the potential use of educational robotics in management education. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 313-324. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1780269>

Temertzidou et al. (2014). A study of preschool children's skills in classifying materials based on their magnetic properties (Greek). In *Natural Sciences and Environment in Preschool Education Searches and Suggestions*. https://www.researchgate.net/publication/280801641_Melete_ton_dexioteton_paidion_proscholikes_elikias_sten_taxinomese_ylikon_me_base_tis_magnetikes_tous_idiotetes#fullTextFileContent

TERECop. www.terecop.eu

Torres - Crespo NM, Kraatz E, Pallarsch L, (2014). From fearing STEM to playing with it: The natural integration of STEM into the preschool classroom. *SRATE Journal*, 23(2), 8-16.

https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044758.pdf?utm_source=chatgpt.com

Tosmur-Bayazit et al. (2018). An Example of STEM Teacher Professional Development: Exploration of Edible Cars Activity from Teacher Education Perspective. *Journal of Science Teaching*. 6(2). 213-232.

Tozlu et al. (2019). Activity Application for STEM Education: Sample of Force and Energy. Yüzüncü Yıl University. *Journal of Education Faculty*, 16(1), 869-896. <http://dx.doi.org/10.23891/efdyu.2019.145>

TREASURY (2002). Treasury reporting rates of Exchange. https://www.govinfo.gov/app/details/GOVPUB-T63_100-fab63240b6208a926bd391a4d87ad4e2

Trophée de robotique. <http://www.planete-sciences.org/robot>

U.S. Chamber of Commerce Foundation (2017). Workforce of today, workforce of tomorrow: The business case for high-quality childcare. U.S. Chamber of Commerce Foundation. <https://www.uschamberfoundation.org/education/workforce-of-today-workforce-of-tomorrow>

Ültay, N., & Aktaş, B. (2020). An example implementation of STEM in preschool education: Carrying eggs without breaking. *Science Activities*, 57(1), 16–24. <https://doi.org/10.1080/00368121.2020.1782312>

Ultay, N., & Ultay, E. (2020). A comparative investigation of the views of preschool teachers and teacher candidates about STEM. *Journal of Science Learning*, 3(2), 67-78. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i2.20796>

Uyulan, V., & Aslan, S. (2024). Development of students' critical thinking skills with STEM activities in early childhood science education. *Anadolu University Journal of Education Faculty*, 8(3), 971–999. <https://doi.org/10.34056/aujef.1464605>

Vakarou et al. (2024). Effect of didactic intervention in Einsteinian physics on students' interest in physics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 200–210. <https://doi.org/10.30935/scimath/14303>

van Aalderen-Smeets et al. (2012). Primary teachers' attitudes toward science: A new theoretical framework. *Science Education*, 96(1), 158–182. <https://doi.org/10.1002/sce.20467>

Van Hook, S., & Huziak-Clark, T. (2007). Tip-to tail: Developing a conceptual model of magnetism with kindergartens using inquiry based instruction. *Journal of Elementary Science Education*, 19(2), 45–58. <https://doi.org/10.1007/BF03173662>

van Tuijl, C., & van der Molen, J. H. (2016). Study choice and career development in STEM fields: An overview and integration of the research. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(2), 159–183. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9308-1>

Vlachos et al. (2024). Primary school teachers' attitudes towards experimentation in physics teaching. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(1), 60–70. <https://doi.org/10.30935/scimath/13830>

Vlasopoulou et al. (2021). Investigating teachers' attitudes and behavioral intentions for the impending integration of STEM education in primary schools. In S. Papadakis, & M. Kalogiannakis (Eds.), *Handbook of research on using educational robotics to facilitate student learning* (pp. 235–256). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6717-3.ch009>

Vosniadou, S., & Mason, L. (2012). *Conceptual change and education*. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 1–17). Routledge.

Vosniadou, S., & Skopeliti, I. (2014). Conceptual change from the framework theory side of the fence. *Science and Education*, 23, 1427–1445. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-013-9640-3>

Wahyuningsih et al. (2020). STEAM learning in early childhood education: A literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33–44. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>

Wai Leng et al. (2023). Issues and challenges for the implementation of preschool stream education: What do the preschool teachers say? *Southeast Asia Early Childhood Journal*, 12(1), 54–69. <https://ojs.upsi.edu.my/index.php/SAECJ/article/view/6808>

Wang HH, (2012). *A new era of science education: science teachers' perceptions and classroom practices of science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration*. Dissertation University of Minnesota ProQuest Dissertations Publishing. <https://hdl.handle.net/11299/120980>

Wang, P. (2019). Defining artificial intelligence. *Journal of Artificial General Intelligence*. <https://doi.org/10.2478/jagi-2019-0002>

Wang, S. (2020). Findings from a survey on pre-K teachers' perception of STEM integration and education in early years. *Academic Journal of Humanities & Social Sciences*, 30(6), 26-30.

Wangchuk et al. (2023). Exploring students' perceived difficulties of learning physics. *Educational Innovation and Practice*, 6. <https://eip.sce.edu.bt/index.php/eip/article/view/57>

Way et al. (2022). STEM 1, 2, 3: Levelling Up in Primary Schools. *Education Sciences*, 12(11), 827. <https://doi.org/10.3390/educsci12110827>

Weber, A. M., & Greiff, S. (2023). ICT skills in the deployment of 21st century skills: A cognitive developmental perspective through early childhood. *Applied Sciences*, 13(7), 4615. <https://doi.org/10.3390/app13074615>

Wei, W. K., & Maat, S. M. (2020). The attitude of primary school teachers towards STEM education. *TEM Journal*, 9(3), 1243–1251. <https://doi.org/10.18421/TEM93-53>

What Works Clearinghouse (WWC). (n.d.). Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. https://ies.ed.gov/ncee/wwc/?utm_source=chatgpt.com

World Robot Olympiad, (2012). <https://wro-association.org/>

World Robotics Olympiad in Greece. <http://wrohellas.gr>

Wu et al. (2021). Realistic drawing & painting with ai - supported geometrical and computational method (Fun-Joy). In: Arabnia, H.R., Ferens, K., de la Fuente, D., Kozerenko, E.B., Olivas Varela, J.A., Tinetti, F.G. (eds) *advances in artificial intelligence and applied cognitive computing. Transactions on Computational Science and Computational Intelligence*. SpringerCham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70296-0_58. WWC. <https://ies.ed.gov/ncee/wwc>

Xezonaki, A. (2022). Gamification in preschool science education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 2(2), 308–320. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2022.02.001>

Yang, K. K. (2025). Exploring integrated scientific inquiry and engineering design process effects on students' problem-solving performance. *Thinking Skills and Creativity*, 56, 101790. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101790>

Yildirim, S. (2000). Effects of an educational computing course on preservice and Inservice teachers: a discussion and analysis of attitudes and use. <https://doi.org/10.1080/08886504.2000.10782293>

Zakariah et al. (2016). STEM Teaching Strategies of Primary School Science Teachers: An Exploratory Study. https://www.researchgate.net/publication/311693544_STEM_Teaching_Strategies_of_Primary_School_Science_Teachers_An_Exploratory_Study

Zdybel et al. (2019). Developing STEM skills in kindergarten: Opportunities and challenges from the perspective of future teachers. *Elementary Education in Theory & Practice*, 14(54), 71-94. <https://doi.org/10.35765/eetp.2019.1454.06>

Zhang et al. (2024). A systematic umbrella review on computational thinking assessment in higher education. *European Journal of STEM Education*, 9(1), Article 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/14175>

Zuhrie et al. (2021). Learning tool for robotics basic programming based on contextual teaching and learning to improve problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 26(1). <https://doi.org/10.21831/jptk.v25i1.22856>

Γιαβρίμης κ.α. (2010). Απόψεις εκπαιδευτικών για την εφαρμογή των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. <http://www.etpe.gr/custom/pdf/etpe1562.pdf>

Γλαβά, Ε., & Σερέτης, Κ. (2022). Ανάπτυξη του περιγραφικού λόγου μέσω της ρομποτικής εκπαίδευσης σε μαθητές με Μαθησιακές Δυσκολίες. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 15, 55–66. <https://doi.org/10.12681/thete.39952>

Ίδρυμα Ελληνικού Παιδαγωγικού Προγράμματος Σπουδών (2020). Πρόγραμμα Σπουδών για τις ΤΠΕ στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Υπουργείο Παιδείας. <https://bit.ly/3EHqu6s>

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ) (2021). Πρόγραμμα Σπουδών για την Προσχολική Εκπαίδευση (ΦΕΚ 5961/τ.Β/17-12-2021). Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ελλάδα. https://repository-eduill.ekt.gr/edull/handle/10795/1947?utm_source=chatgpt.com

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2023). Πρόγραμμα Σπουδών: Φυσικά (Δημοτικό). Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, Ελλάδα. <http://hdl.handle.net/10795/1986>

Ίσαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (2015). Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας: Εφαρμογές στην ψυχολογία και στην εκπαίδευση. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών – Κάλλιπος.

Καγκάνη κ.α. (2005). Μία μελέτη περίπτωσης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. Στα Α. Τζιμογιάννης (Επιμ.), Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005.

Καρατζίδου, Κ. (2022). Αξιοποίηση της ρομποτικής πλατφόρμας Bee-Bot σε μαθητές προσχολικής ηλικίας: σχεδιασμός εκπαιδευτικών σεναρίων για τη διδασκαλία του μαθήματος της γλώσσας (Μεταπτυχιακή εργασία). Τμήμα Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας. <https://dspace.uowm.gr/handle/123456789/2785>

Κόκκοτας, Π. (2005). Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών: θεωρία και πράξη. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Κόκκοτας, Π. Β. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία και μάθηση των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Κορομπίλη, Σ., & Τόγια, Α. (2015). Πληροφοριακός γραμματισμός [ηλεκτρονικό βιβλίο]. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο σε <http://hdl.handle.net/11419/2704>

Κουτσούκος, Α. Π., & Σμυρναίου, Ζ. Γ. (2007). *Γνωστική ψυχολογία και διδακτική: Η συμβολή του Jean Piaget στη σύγχρονη παιδαγωγική και διδακτική σκέψη*. Εκδόσεις Ηρόδοτος, Αθήνα.

Λέκκα, Α. (2019). Αξιοποίηση και επίδραση των ρομπότ κοινωνικής αρωγής στη διδασκαλία του μαθήματος της ιστορίας σε μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
<https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/23697>

Ματσαγγούρας, Η. Γ. (2003). *Η σχολική τάξη*. Αθήνα: Γρηγόρη.

Μπαράς, Γ. (2013). Εισαγωγή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη διδασκαλία μαθημάτων Θετικών Επιστημών: ένα σενάριο μαθήματος σύμφωνα με το μοντέλο της διερευνητικής μάθησης (Inquiry Based Science Education – IBSE). Πρακτικά 5ου Conference on Informatics in Education – Η Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Πειραιάς, Ελλάδα.

Μποτζάκη κ.α. (2024). Digital STEM Labs: STEM δραστηριότητες σε ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης. Στα πρακτικά του 13ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση.
<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/CoDiSTE/article/view/6957>

Παγκόσμια Ολυμπιάδα ρομποτικής στην Ελλάδα.
<http://wrohellas.grwww.rie2013.eu>

Πανελλήνιος Διαγωνισμός Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. (n.d.). WRO Hellas – Educational Robotics competitions in Greece. https://wro-association.org/?utm_source=chatgpt.com

Παπαγιαννοπούλου κ.α. (2025). Προσδιορισμός των στάσεων των Ελλήνων εκπαιδευτικών ως προς την Εκπαίδευση STEM: Διερεύνηση του ρόλου της ετοιμότητάς τους μέσω ενός δομικού μοντέλου εξίσωσης. 14ο Συνέδριο Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 14(1).
<https://doi.org/10.12681/codiste.7555>

Πλακίτση, Κ. (2008). *Διδακτική των φυσικών επιστημών στην προσχολική και πρώτη σχολική ηλικία: Σύγχρονες τάσεις και προοπτικές*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.

Ραβάνης, Κ. (1993). Η κατανόηση του φαινομένου της άσκησης δυνάμεων αλληλεπίδρασης σε μαγνητικό πεδίο από μαθητές Τρίτης Γυμνασίου. Πρακτικά του 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών. Ένωση Ελλήνων Φυσικών.

Σαμαρά, Β., & Κώτσης, Κ. (2023). Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών της Πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για την έννοια του μαγνητισμού: Βιβλιογραφική ανασκόπηση. CoDiSTE – Conference Proceedings. <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/CoDiSTE/article/view/5244/5276>

Σκουμιός, Α., & Σκουμπουρδή, Δ. (2015). *Η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών: Θεωρία και εφαρμογή*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.

Χατζηγεωργίου, Ε. (2022). Ρομποτική και τεχνολογίες πληροφοριών στην εκπαίδευση: διερεύνηση των στάσεων των εκπαιδευτικών στη χρήση κοινωνικών ρομπότ στη σχολική αίθουσα (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Μακεδονίας. <https://dspace.lib.uom.gr/handle/2159/27271>

Χατζημιχάλης, Μ. (2022). Δράσεις εκπαιδευτικής ρομποτικής και STEM: Περιπτώσεις εφαρμογής σε σχολικά περιβάλλοντα. https://kastellorizofestival.com/el/rodion-paidia-2022/?utm_source=chatgpt.com

Χρυσafίδης, Κ., & Κουτσουβάνου, Ε. (Επιμ.). (2002). *Μέθοδος project και προσχολική εκπαίδευση: Μικροί ερευνητές*. Αθήνα: Μεταίχμιο.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Ερωτηματολόγιο ποσοτικής έρευνας

Σύνδεσμος Ερωτηματολογίου:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSc2AAW49j2XDfZg3x1z1i8bxIxdT_PoSNzl7nfq4l0Bmkb_1A/viewform?usp=header

Ερωτηματολόγιο διερεύνησης της χρήσης STEM στην εκπαιδευτική πράξη



Το παρόν ερωτηματολόγιο στοχεύει στη διερεύνηση της χρήσης και της πρόθεσης χρήσης των Νέων Τεχνολογιών και της STEM στη διδακτική πράξη. Απευθύνεται σε εκπαιδευτικούς της προσχολικής ηλικίας, καθώς και σε εκπαιδευτικούς της δημοτικής εκπαίδευσης. Υλοποιείται στα πλαίσια της εκπόνησης διδακτορικής διατριβής με τίτλο "Η αξιοποίηση των Νέων Τεχνολογιών και της Ρομποτικής (STEM) στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Η έννοια του Μαγνητισμού" από την υποψήφια διδάκτωρ Βασιλική Σαμαρά, με Επιβλέποντα Καθηγητή τον κ. Κωνσταντίνο Κώση, του ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η συμβολή σας στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου είναι πολύτιμη και απαραίτητη προκειμένου να εξαχθούν σημαντικά και ωφέλιμα συμπεράσματα που αφορούν τους ανωτέρω στόχους διενέργειάς της και κατ' επέκταση στην δημιουργική αξιοποίηση τους για την βελτίωση της διδακτικής πράξης με τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών και της STEM. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου υπολογίζεται γύρω στα 20 λεπτά. Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για τον πολύτιμο χρόνο σας που θα διαθέσετε για να απαντήσετε. Για περαιτέρω πληροφορίες ή για οποιαδήποτε διευκρίνιση μπορείτε να επικοινωνήσετε μαζί μου στο mail: v.samara@uoi.gr.

Με εκτίμηση,

Βασιλική Σαμαρά
Υποψήφια διδάκτωρ, ΠΤΔΕ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Μετά την ενότητα 1 Συνέχεια στην επόμενη ενότητα

Δημογραφικά και προσωπικά στοιχεία

Περιγραφή (προαιρετικό)

1. Φύλο *

- ☐ Άντρας
- ☐ Γυναίκα

2. Ηλικία *

- ☐ 22-30
- ☐ 30-35
- ☐ 25-40
- ☐ 40 και άνω

3. Χρόνια υπηρεσίας *

- ☐ έως 5 έτη
- ☐ 5-10 έτη
- ☐ 10 - 20 έτη
- ☐ 20 έτη και άνω

4. Σπουδές *

- ☐ πτυχίο ΑΕΙ
- ☐ πτυχίο ΤΕΙ
- ☐ πτυχίο ΑΤΕΙ
- ☐ πτυχίο ΙΕΚ
- ☐ μεταπτυχιακό
- ☐ διδακτορικό

5. Τύπος σχολείου που υπηρετώ *

- ☐ Νηπιαγωγείο
- ☐ Δημοτικό σχολείο

6. Τόπος εργασίας *

- ☐ πόλη
- ☐ περιφέρεια

7. Οργανικότητα του σχολείου *

- ☐ 1/θ
- ☐ 2/θ
- ☐ 3/θ
- ☐ 4/θ και άνω

Επιμόρφωση και υλοποίηση STEM



Περιγραφή (προαιρετικό)

8. Το πρόγραμμα Σπουδών στο Πανεπιστήμιο από το οποίο αποφοιτήσατε, περιείχε μαθήματα * που να αφορούν τη STEM;

☐ Ναι

☐ Όχι

9. Αν απαντήσατε ναι στην παραπάνω ερώτηση, αναφέρετε τον τίτλο των μαθημάτων που παρακολουθήσατε στον κύκλο των βασικών σπουδών σας

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

10. Έχετε συμμετάσχει σε κάποια επιμόρφωση σχετική με τη STEM; *

☐ Ναι

☐ Όχι

11. Αν ναι, αναφέρετε το φορέα της επιμόρφωσης και τον χρόνο που διήρκεσε η επιμόρφωση αυτή

Κείμενο σύντομης απάντησης

12. Ο φορέας που υλοποίησε την επιμόρφωση στη STEM ήταν

☐ δημόσιος φορέας (δωρεάν)

☐ ιδιωτικός φορέας (με κάλυψη ιδίων πόρων)

13. Με ποιους άλλους τρόπους ενημερώνεστε για τη STEM; *

- ☐ Από συναδέλφους
- ☐ Από συναφείς ομάδες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης
- ☐ Με προσωπικό διάβασμα
- ☐ Άλλο

14. Αν στην προηγούμενη ερώτηση απαντήσατε "Άλλο", περιγράψτε

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

15. Από ποια σχολική βαθμίδα θεωρείτε ότι πρέπει να ξεκινά η εκπαίδευση STEM; *

- ☐ Νηπιαγωγείο
- ☐ Δημοτικό σχολείο
- ☐ Γυμνάσιο
- ☐ Λύκειο

16. Αιτιολογήστε την παραπάνω απάντησή σας *

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

17. Η επιμόρφωσή σας στη STEM ή οι σπουδές σας στο Πανεπιστήμιο αποτέλεσαν το έναυσμα για την εφαρμογή προγραμμάτων STEM στην τάξη σας;

- ☐ Ναι
- ☐ Όχι

18. Περιγράψτε τα προγράμματα STEM που εφαρμόσατε στην τάξη σας

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

19. Ποιες παιδαγωγικές προσεγγίσεις χρησιμοποιείτε κατά τη διδασκαλία των αντικειμένων STEM στην τάξη σας;

- ☐ Παραδοσιακή άμεση διδασκαλία
- ☐ Διδασκαλία με πειράματα
- ☐ Μάθηση βασισμένη σε συνθετικές εργασίες (project) /προβλήματα
- ☐ Άλλο:

20. Αν στην παραπάνω ερώτηση απαντήσατε "Άλλο", προσδιορίστε

Κείμενο σύντομης απάντησης
.....

21. Τι υλικά χρησιμοποιείτε, όταν διδάσκετε στην τάξη σας; *

- ☐ Εντυπο υλικό
- ☐ Οπτικο-ακουστικό υλικό
- ☐ Παρουσιάσεις (MS Power Point, Libre Office Impress, Sway...)
- ☐ Ρομπότ
- ☐ Αισθητήρες, καταγραφείς δεδομένων
- ☐ Κομπιουτεράκια
- ☐ Προσομοιώσεις μέσω διαδικτύου ή υπολογιστή
- ☐ Ειδικό λογισμικό για STEM
- ☐ Σύνολα δεδομένων / Spreadsheets (MS Excel, Libre Office Calc,...)
- ☐ Λογισμικό επεξεργασίας κειμένου (π.χ. MS Word, LibreOffice Write, OneNote, Notepad...)
- ☐ Διαδικτυακά συνεργατικά εργαλεία (Padlet, κ.α.)
- ☐ Πόρους δημοσιευμένους από ιδιωτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στους τομείς STEM

Μετά την ενότητα 3 Συνέχεια στην επόμενη ενότητα



Εμπόδια στην υλοποίηση της STEM στην τάξη



Περιγραφή (προαιρετικό)

22. Ποια είναι τα εμπόδια που αντιμετωπίζετε στην εφαρμογή της STEM στην τάξη σας; *

- ☐ Ανεπαρκής αριθμός υπολογιστών
- ☐ Ανεπαρκής αριθμός υπολογιστών με σύνδεση στο διαδίκτυο
- ☐ Ανεπαρκές εύρος ζώνης ή ανεπαρκής ταχύτητα διαδικτύου
- ☐ Ανεπαρκής αριθμός διαδραστικών πινάκων
- ☐ Ανεπαρκής αριθμός φορητών υπολογιστών (laptops/notebooks)
- ☐ Παρωχημένοι υπολογιστές στο σχολείο και/ή που χρήζουν επισκευής
- ☐ Ελλιπής επαρκούς κατάρτισης των εκπαιδευτικών
- ☐ Ελλιπής επαρκούς κατάρτισης των εκπαιδευτικών
- ☐ Ανεπαρκής τεχνική υποστήριξη των εκπαιδευτικών
- ☐ Ανεπαρκής παιδαγωγική υποστήριξη των εκπαιδευτικών
- ☐ Ελλιπής υλικού στην εθνική γλώσσα
- ☐ Ελλιπής παιδαγωγικών μοντέλων σχετικά με το πώς να γίνεται η διδασκαλία του STEM με ελκυστικό...
- ☐ Οργάνωση σχολικού χρόνου
- ☐ Οργάνωση σχολικού χώρου
- ☐ Ελλιπής ενδιαφέροντος εκ μέρους των εκπαιδευτικών
- ☐ Κανένα ή ασαφές το όφελος χρήσης των ΤΠΕ για τη διδασκαλία των STEM
- ☐ Η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία και τη μάθηση δεν συνιστά στόχο στο σχολείο μας
- ☐ Διοικητικοί περιορισμοί που δυσχεραίνουν την πρόσβαση σε επαρκές περιεχόμενο/υλικό διδασκαλίας
- ☐ Περιορισμοί λόγω προϋπολογισμού που δυσχεραίνουν την πρόσβαση σε επαρκές περιεχόμενο/υλικό ...
- ☐ Άλλο:

23. Αν στην παραπάνω ερώτηση απαντήσατε "Άλλο", προσδιορίστε

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης

24. Ποια είναι τα οφέλη από την εφαρμογή της STEM στην τάξη, για τους μαθητές; *

	Καθόλου	Λίγο	Αρκετά	Πολύ	Πάρα πολύ
Οι μαθητές συ...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι μαθητές κα...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι μαθητές αισ...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι μαθητές κα...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι μαθητές θυ...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι μαθητές αν...	☐	☐	☐	☐	☐
Τονώνεται το ...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι ΤΠΕ διευκο...	☐	☐	☐	☐	☐
Οι ΤΠΕ βελτιώ...	☐	☐	☐	☐	☐

25. Ποιες είναι οι προτάσεις σας για την αποτελεσματικότερη εφαρμογή της STEM στην ελληνική σχολική πραγματικότητα; *

Κείμενο μακροσκελούς απάντησης