



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΙΟΛΟΓΙΑ STEM

«Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές με εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας»

Ανδρικοπούλου Μαρία Ελένη
Καρδαράς Δημήτριος Ελευθέριος

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
Ψυχάρης Σαράντος
Καθηγητής Α.Σ.ΠΑΙ.ΤΕ.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος
Μεταδιδακτορικός ερευνητής Π.Θ.

Παλιώκας Ιωάννης
Επικουρος Καθηγητής ΔΠΘ

Λαμία 28/02 έτος 2025



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

ΔΠΜΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΙΟΛΟΓΙΑ STEM

«Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές με εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας»

Ανδρικοπούλου Μαρία Ελένη
Καρδαράς Δημήτριος Ελευθέριος

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ
Ψυχάρης Σαράντος
Καθηγητής Α.Σ.ΠΑΙ.ΤΕ.

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

Καλοβρέκτης Κωνσταντίνος
Μεταδιδακτορικός ερευνητής Π.Θ.

Παλιόκας Ιωάννης
Επίκουρος Καθηγητής ΔΠΘ

Λαμία 28/02 έτος 2025



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INFORMATICS & TELECOMMUNICATIONS

MASTER OF SCIENCE IN EDUCATIONAL APPLICATIONS WITH STEM
EPISTEMOLOGY

«Virtual Math Trails: Augmented Reality App»

Andrikopoulou Maria Eleni
Kardaras Dimitrios Eleutherios

FINAL THESIS

ADVISOR

Psycharis Sarantos
Professor of ASPETE

CO ADVISORS

Kalovrektis Konstantinos
Postdoctoral researcher U.Th

Paliokas Ioannis
Assistant Professor of D.U.Th

Lamia 28/02 year 2025

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

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.
2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.
3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια
4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 28 / 02 / 2025

Η Δηλούσα

Ο Δηλών

Ανδρικοπούλου Μαρία Ελένη

Καρδαράς Δημήτριος Ελευθέριος

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

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία διερευνά τη συμβολή των Μαθηματικών Διαδρομών (Math Trails) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) στη βελτίωση της μαθησιακής εμπειρίας μαθητών/τριών της Β' Γυμνασίου. Η μελέτη επικεντρώνεται στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking - CT) μέσω μιας διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης που συνδυάζει τα Μαθηματικά και την Πληροφορική.

Στο πλαίσιο της παρέμβασης, οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε μια διώρη δραστηριότητα στα Μαθηματικά, όπου ακολούθησαν μια Μαθηματική Διαδρομή εντός του σχολικού χώρου, επιλύοντας προβλήματα με τη βοήθεια πραγματικών μετρήσεων και εργαλείων. Στη συνέχεια, στο δώρο της Πληροφορικής, δημιούργησαν AR εφαρμογές στο Halo AR, χρησιμοποιώντας τις φωτογραφίες και τα δεδομένα που συνέλεξαν, ώστε να απεικονίσουν τις λύσεις των προβλημάτων μέσω ψηφιακών επαυξήσεων. Για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκε το σταθμισμένο ερωτηματολόγιο του Weese, το οποίο εξετάζει βασικές δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης όπως η ανάλυση προβλημάτων, η αναγνώριση μοτίβων, η αφαίρεση και η αλγοριθμική σκέψη. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η διδακτική παρέμβαση ενίσχυσε σημαντικά την ικανότητα των μαθητών/τριών στην προσέγγιση και επίλυση προβλημάτων μέσω της Υπολογιστικής Σκέψης, βελτίωσε τη συνεργατική μάθηση και αύξησε το ενδιαφέρον τους για τα Μαθηματικά και την Πληροφορική.

Η έρευνα αναδεικνύει τη σημασία της αξιοποίησης βιωματικών και τεχνολογικά εμπλουτισμένων διδακτικών προσεγγίσεων στην εκπαιδευτική διαδικασία, υποστηρίζοντας την ενσωμάτωση της AR και των STEM δραστηριοτήτων για τη βελτίωση της μάθησης.

Λέξεις-κλειδιά: Υπολογιστική Σκέψη, Μαθηματικές Διαδρομές, STEM, Augmented Reality, Εκπαίδευση, Μαθηματικά, Πληροφορική

ABSTRACT

This thesis explores the impact of Mathematical Trails (Math Trails) and Augmented Reality (AR) on enhancing the learning experience of secondary school students (8th grade). The study focuses on developing Computational Thinking (CT) through an interdisciplinary educational intervention, integrating Mathematics and Computer Science.

During the intervention, students participated in a two-hour Mathematics activity, where they followed a Mathematical Trail within the school environment, solving problems using real measurements and tools. Subsequently, in the two-hour Computer Science session, they created AR applications using Halo AR, incorporating the photos and data they collected to visualize problem solutions through digital augmentations. To assess the effectiveness of the intervention, the Weesee standardized questionnaire was used to evaluate key Computational Thinking skills such as problem decomposition, pattern recognition, abstraction, and algorithmic thinking. Findings indicate that the intervention significantly improved students' ability to approach and solve problems through Computational Thinking, enhanced collaborative learning, and increased their interest in Mathematics and Computer Science.

This research highlights the importance of experiential and technology-enhanced teaching approaches in modern education, advocating for the integration of AR and STEM-based activities to improve learning outcomes.

Keywords: Computational Thinking, Mathematical Trails, STEM, Augmented Reality, Education, Mathematics, Computer Science

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	III
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	3
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ.....	5
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2.Α. ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ	5
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.2.Β. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	7
1.3 ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ.....	9
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.1.Α. ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ.....	9
1.4 ΔΟΜΗ.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ.....	14
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.1. STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ	14
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.Α. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ.....	14
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.Β. ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΓΚΑΡΣΙΕΣ ΈΝΝΟΙΕΣ	15
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.Γ. ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ	17
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.Δ. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΤΟΝ 21 ^ο ΑΙΩΝΑ	19
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.1.Ε. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	21
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ	23
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.Α. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΗΝ STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ .	23
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.Β. Η ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΩΣ ΕΡΓΑΛΕΙΟ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΗΣ STEM	
ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.	24
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.Γ. Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ.....	25
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.2.Δ. ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ	
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (AUGMENTED REALITY - AR)	26
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.3. Η ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ (AUGMENTED REALITY –	
AR) ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	28
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3.Α. ΕΡΓΑΛΕΙΑ AR ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	28
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.3.Β. ΤΑ ΟΦΕΛΗ ΤΗΣ ΕΠΑΥΞΗΜΕΝΗΣ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (AUGMENTED	
REALITY – AR) ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....	29
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.4. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ (MATH TRAILS).....	31
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.4.Α. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ ΣΤΗΝ ΔΙΕΘΝΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ	32
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.4.Β. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΣΕ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ (OUTDOORS EDUCATION).....	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	36
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.1. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ.....	36
ΕΝΟΤΗΤΑ 3.1.Α. Η ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ.....	37
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.2. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ.....	39
ΕΝΟΤΗΤΑ 3.2.Α. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	40

ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.3. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ AUGMENTED REALITY – ΕΙΚΟΝΙΚΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ.....	42
ΕΝΟΤΗΤΑ 3.3.Α. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ	43
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	45
 ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	45
Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΑ ΤΗΝ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΜΙΑΣ ΤΕΤΡΑΩΡΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ STEM ΣΤΗΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ ΜΑΘΗΤΩΝ ΗΛΙΚΙΑΣ 13-14 ΕΤΩΝ. Η ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟΚΑΛΥΠΤΕΙ ΣΑΦΕΙΣ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΑΥΤΟΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ (Υ.Σ.) ΤΩΝ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΩΝ ΜΕΤΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ. ΟΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΚΑΤΑΔΕΙΚΝΥΟΥΝ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΙΣ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ Υ.Σ., ΟΠΩΣ Η ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΗ ΣΚΕΨΗ, Η ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ, Η ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ, Η ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ, Η ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ. ΤΟ ΚΥΡΙΟ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑ ΑΦΟΡΑ ΤΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΝΑ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙ ΤΙΣ ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΔΕΞΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ.....	45
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	45
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	45
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	46
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.Α ΑΛΓΟΡΙΘΜΙΚΗ ΣΚΕΨΗ)	46
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.Β ΑΦΑΙΡΕΤΙΚΗ ΣΚΕΨΗ)	47
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.Γ ΈΛΕΓΧΟΣ ΡΟΗΣ)	48
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.Δ ΔΙΑΣΠΑΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ).....	49
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.Ε ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΠΟΙΗΣΗ)	50
(ΕΝΟΤΗΤΑ 4.4.ΣΤ ΣΥΛΛΟΓΗ & ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ).....	51
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.5 ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ.....	52
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	53
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	54
 ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.1. ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΕΥΡΗΜΑΤΩΝ	54
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΈΡΕΥΝΑΣ.....	55
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.3. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΈΡΕΥΝΑ	55
 <u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	57
 ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.1. ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ.....	57
ΕΝΟΤΗΤΑ 6.1.Α. ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ	57
ΕΝΟΤΗΤΑ 6.1.Β. ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ – ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ.....	61
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.2. ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ.....	71
(ΕΝΟΤΗΤΑ 6.2.Α) ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ – ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ AUGMENTED REALITY (AR) ΜΕ HALO AR ΚΑΙ CANVA.....	71
(ΕΝΟΤΗΤΑ 6.2.Β) ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ– ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ AUGMENTED REALITY (AR) ΜΕ HALO AR ΚΑΙ CANVA	73
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.3. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ.....	75
ΥΠΟΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.4. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	76
(ΕΝΟΤΗΤΑ 6.4.Α) ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ VIRTUAL MATH TRAILS	76
(ΕΝΟΤΗΤΑ 6.4.Β) ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ VIRTUAL MATH TRAILS & AR ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	80

(ΕΝΟΤΗΤΑ 6.4.Γ) ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ VIRTUAL MATH TRAILS & AR ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΚΑΛΛΙΤΕΧΝΙΚΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΕΣ ΠΑΙΔΙΩΝ	84
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η διαρκώς αυξανόμενη σημασία των πεδίων STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) στην εκπαίδευση δημιουργούν την ανάγκη για σύγχρονες και καινοτόμες διδακτικές πρακτικές. Η μάθηση δεν μπορεί πλέον να περιορίζεται σε θεωρητικά σχήματα και αφηρημένες έννοιες, αλλά πρέπει να συνδέεται με τη βιωματική εμπειρία και τη διαδραστική εξερεύνηση του φυσικού και ψηφιακού κόσμου. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα έρευνα προτείνει μια διαθεματική διδακτική παρέμβαση, συνδυάζοντας τα Μαθηματικά με την Πληροφορική, μέσω της χρήσης των Μαθηματικών Διαδρομών (Math Trails) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality - AR).

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου στη πρωινή διδακτική ζώνη του σχολείου, ενσωματώνοντας δραστηριότητες που βασίζονται στη βιωματική μάθηση, τη διαθεματικότητα και την τεχνολογική καινοτομία. Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε ένα δίωρο μάθημα Μαθηματικών, όπου μέσω μιας Μαθηματικής Διαδρομής, σχεδιασμένη εντός του σχολείου, εξερεύνησαν μαθηματικά προβλήματα σε πραγματικά περιβάλλοντα, χρησιμοποιώντας φυσικά εργαλεία (μεζούρες, χάρακες, σχοινιά, αλφάδι) και τεχνολογικά μέσα (κινητές συσκευές, εφαρμογές μέτρησης) για να τα επιλύσουν. Στη συνέχεια, στο δίωρο μάθημα της Πληροφορικής, ανέπτυξαν τη δική τους AR εφαρμογή χρησιμοποιώντας το Halo AR, οπτικοποιώντας και επαυξάνοντας τις μαθηματικές λύσεις που είχαν καταγράψει στη διάρκεια της Μαθηματικής Διαδρομής.

Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση στηρίζεται σε σύγχρονες θεωρίες μάθησης, όπως η μάθηση μέσω εμπειριών (experiential learning) και η κατασκευαστική μάθηση (constructivist learning), ενισχύοντας την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και την ανάπτυξη Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking). Παράλληλα, η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία, καθιστώντας την πιο ελκυστική και διαδραστική για τους/τις μαθητές/τριες.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση της επίδρασης της συγκεκριμένης διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης στη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών/τριών. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων που συλλέχθηκαν από ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση, η μελέτη επιχειρεί να αξιολογήσει τον βαθμό κατανόησης των μαθηματικών εννοιών, την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης και την ενίσχυση της ενασχόλησης των μαθητών/τριών με τα STEM πεδία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία ακολουθεί την παρακάτω δομή για να αναλύσει την έρευνα που έγινε γύρω από την διδακτική σχολική παρέμβαση:

- Στο **Κεφάλαιο 1** αναλύονται οι στόχοι, ο σκοπός και η σημασία της έρευνας για τις Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές.
- Στο **Κεφάλαιο 2** παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο που περιλαμβάνει τη STEM εκπαίδευση, την Διαθεματικότητα και τις Εγκάρσιες Έννοιες, τα Διερευνητικά διδακτικά μοντέλα, την Υπολογιστική Σκέψη, την Επαυξημένη Πραγματικότητα και τη σύγχρονη διδασκαλία των Μαθηματικών.
- Στο **Κεφάλαιο 3** αναλύεται η μεθοδολογία της διδακτικής παρέμβασης, περιγράφοντας τα στάδια εφαρμογής στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική.
- Στο **Κεφάλαιο 4** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων και η ανάλυση των επιπτώσεων της παρέμβασης στη μάθηση των μαθητών/τριών.
- Στο **Κεφάλαιο 5** διατυπώνονται τα συμπεράσματα της έρευνας, οι περιορισμοί και οι προτάσεις για μελλοντικές εφαρμογές της συγκεκριμένης διδακτικής προσέγγισης.
- Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται σε Παράρτημα τα Σχέδια Μαθήματος, Φύλλα Εργασίας και Ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε.

Η διπλωματική εργασία φιλοδοξεί να προσφέρει μια καινοτόμα προσέγγιση στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής, γεφυρώνοντας τη θεωρία με την πράξη και ενισχύοντας το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη STEM εκπαίδευση και την Τεχνολογία.

1.2 Σκοπός της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα αποσκοπεί στη μελέτη της επίδρασης μιας διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική, η οποία υλοποιήθηκε σε μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου. Η παρέμβαση αυτή στηρίχθηκε στις Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails), που συνδέουν τη μαθηματική σκέψη με το φυσικό περιβάλλον, και στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR), η οποία χρησιμοποιήθηκε για την οπτικοποίηση των λύσεων των μαθηματικών προβλημάτων.

Βασικός στόχος της έρευνας είναι να διερευνηθεί εάν η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, να ενισχύσει την Υπολογιστική Σκέψη των μαθητών/τριών και να αυξήσει το ενδιαφέρον τους για τα STEM πεδία.

Ενότητα 1.2.α. Ειδικοί Στόχοι της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να διερευνήσει την επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης που συνδυάζει Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) και Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking - CT) των μαθητών/τριών της Β' Γυμνασίου.

Η χρήση του σταθμισμένου Ερωτηματολογίου του Weesee πριν και μετά την παρέμβαση επιτρέπει την αξιολόγηση της επίδρασης της διδακτικής μεθόδου στις δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης, καθώς και στη στάση και αυτοπεποίθηση των μαθητών/τριών απέναντι στη χρήση της τεχνολογίας και του προγραμματισμού.

Για να επιτευχθεί ο βασικός σκοπός της έρευνας, διατυπώνονται οι ακόλουθοι ειδικοί στόχοι, οι οποίοι αποσκοπούν στη βαθύτερη κατανόηση των επιδράσεων της μαθησιακής παρέμβασης στους/στις μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου.

Οι ειδικοί στόχοι της έρευνας περιλαμβάνουν:

1. Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης

- Να αξιολογηθεί κατά πόσο η διδακτική παρέμβαση συμβάλλει στη βελτίωση της Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών/τριών, όπως αυτή αποτυπώνεται στις διαστάσεις του Ερωτηματολογίου του Weesee:
 - Ανάλυση προβλημάτων (decomposition)
 - Αναγνώριση μοτίβων (pattern recognition)
 - Αφαίρεση (abstraction)
 - Αλγοριθμική σκέψη (algorithmic thinking)

- Να εντοπιστούν οι πτυχές της Υπολογιστικής Σκέψης που εμφανίζουν μεγαλύτερη βελτίωση μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου πριν και μετά την παρέμβαση.
- Να αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο οι μαθητές/τριες εφαρμόζουν δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης κατά την επίλυση των προβλημάτων των Μαθηματικών Διαδρομών.

2. Διερεύνηση της επίδρασης στην Ικανότητα Προγραμματισμού

- Να αξιολογηθεί η ικανότητα των μαθητών/τριών να δημιουργήσουν μια AR εφαρμογή στο Halo AR, χρησιμοποιώντας βασικές προγραμματιστικές έννοιες:
 - Βασικές ακολουθίες εντολών
 - Επαναληπτικές δομές (loops)
 - Συνθήκες (conditional statements)
 - Αποθήκευση και ανάκτηση δεδομένων
- Να διερευνηθεί αν η διδακτική παρέμβαση αυξάνει την αυτοπεποίθηση των μαθητών/τριών στην ανάπτυξη προγραμματιστικών λύσεων.
- Να αναλυθεί αν η δημιουργία των AR εφαρμογών ενισχύει την ικανότητα αλγοριθμικού συλλογισμού και την κατανόηση των διαδικασιών επεξεργασίας δεδομένων.

3. Σύνδεση Μαθηματικών και Υπολογιστικής Σκέψης μέσω των Μαθηματικών Διαδρομών και της Επαυξημένης Πραγματικότητας AR

- Να εξεταστεί αν οι μαθητές/τριες μπορούν να εφαρμόσουν τις δεξιότητες που αναπτύσσουν στην Υπολογιστική Σκέψη σε μαθηματικά προβλήματα.
- Να αξιολογηθεί κατά πόσο οι Μαθηματικές Διαδρομές, σε συνδυασμό με την AR τεχνολογία, βοηθούν τους μαθητές/τριες να αναγνωρίσουν Μαθηματικές έννοιες στο φυσικό περιβάλλον.
- Να αναλυθεί αν η βιωματική προσέγγιση των Μαθηματικών Διαδρομών επηρεάζει θετικά την αντίληψη των μαθητών/τριών για τη χρησιμότητα των Μαθηματικών και του Προγραμματισμού.

4. Εξέταση της στάσης των μαθητών/τριών απέναντι στα STEM πεδία πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση

- Να διερευνηθεί αν η χρήση AR τεχνολογίας μπορεί να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τα Μαθηματικά και την Πληροφορική.
- Να αναλυθεί αν η αλληλεπίδραση με τεχνολογικά εργαλεία, όπως το Halo AR, επηρεάζει τη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στη χρήση της τεχνολογίας στην εκπαίδευση.

- Να διαπιστωθεί αν η ενεργός συμμετοχή των μαθητών/τριών σε βιωματικές δραστηριότητες οδηγεί σε θετικότερη στάση απέναντι στη μάθηση των Μαθηματικών και της Υπολογιστικής Σκέψης.

Η επίτευξη των στόχων θα επιτρέψει τη συνολική αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης και τη διαπίστωση του αν και πώς η διαθεματική προσέγγιση STEM μπορεί να μετασχηματίσει τη μαθησιακή εμπειρία. Παράλληλα, προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα για την πιθανή ενσωμάτωση της AR στη μαθηματική εκπαίδευση και στη διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης στο ελληνικό σχολικό περιβάλλον.

Η παρούσα έρευνα στοχεύει στη σύνδεση των Μαθηματικών, της Υπολογιστικής Σκέψης και των Τεχνολογιών Πληροφορικής και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) μέσα από μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση που αξιοποιεί τις Μαθηματικές Διαδρομές και την Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Τα ευρήματα της μελέτης μπορούν να προσφέρουν σημαντικά δεδομένα σχετικά με το πώς η βιωματική και διαδραστική μάθηση ενισχύει τις δεξιότητες των μαθητών/τριών στην Υπολογιστική Σκέψη και στον Προγραμματισμό, και να συμβάλουν στη διαμόρφωση νέων εκπαιδευτικών πρακτικών που ενσωματώνουν την τεχνολογία στη διδασκαλία των Μαθηματικών.

Ενότητα 1.2.β. Ερευνητικά Ερωτήματα

Η παρούσα έρευνα στοχεύει να διερευνήσει τον αντίκτυπο μιας διδακτικής παρέμβασης, που συνδυάζει Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) και Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking - CT) των μαθητών/τριών της Β' Γυμνασίου. Για την αποτίμηση της επίδρασης της παρέμβασης, χρησιμοποιήθηκε το σταθμισμένο Ερωτηματολόγιο του Weesee, το οποίο αξιολογεί τις διαστάσεις της Υπολογιστικής Σκέψης μέσω αυτοαναφοράς των μαθητών/τριών, τόσο πριν όσο και μετά την παρέμβαση.

Βασικός άξονας της μελέτης είναι η ανάλυση του επιπέδου Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών/τριών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσο η εμπλοκή τους σε δραστηριότητες που συνδυάζουν Μαθηματικά, Πληροφορική και AR βελτιώνει δεξιότητες όπως η ανάλυση προβλημάτων, η αναγνώριση μοτίβων, η αφαίρεση, η διάσπαση προβλημάτων σε μικρότερα μέρη και ο αλγοριθμικός συλλογισμός.

Με βάση αυτά, τα κύρια ερευνητικά ερωτήματα που τίθενται είναι:

1. Κατά πόσο η συμμετοχή σε μια διδακτική παρέμβαση με Μαθηματικές Διαδρομές και AR επηρεάζει την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης των μαθητών/τριών;

- Υπάρχει διαφορά στα επίπεδα Υπολογιστικής Σκέψης πριν και μετά την παρέμβαση, όπως καταγράφεται από το Ερωτηματολόγιο του Weesee;
- Ποιοι τομείς της Υπολογιστικής Σκέψης παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη βελτίωση;

2. Σε ποιο βαθμό οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν δεξιότητες όπως η ανάλυση προβλημάτων, η αναγνώριση μοτίβων και η διάσπαση ενός προβλήματος σε μικρότερα μέρη;

- Ποιες στρατηγικές αξιοποιούν οι μαθητές/τριες κατά την επίλυση των προβλημάτων της Μαθηματικής Διαδρομής;
- Σε τι βαθμό βελτιώνεται η ικανότητά τους να αναλύουν προβλήματα και να εντοπίζουν μοτίβα σε μαθηματικά πλαίσια;

3. Πώς επηρεάζει η διδακτική παρέμβαση τη στάση και την αυτοπεποίθηση των μαθητών/τριών απέναντι στον προγραμματισμό και την Υπολογιστική Σκέψη;

- Παρατηρείται αύξηση στην αυτοαντίληψη των μαθητών/τριών σχετικά με την ικανότητά τους να χρησιμοποιούν βασικές προγραμματιστικές έννοιες, όπως λούπες, συνθήκες, μεταβλητές και μηνύματα επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών τμημάτων ενός προγράμματος;
- Βελτιώνεται η στάση τους απέναντι στη χρήση του προγραμματισμού ως εργαλείου επίλυσης προβλημάτων;

4. Πώς η ενσωμάτωση της AR στο πλαίσιο των Μαθηματικών Διαδρομών συμβάλλει στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης;

- Σε ποιο βαθμό οι μαθητές/τριες χρησιμοποιούν αλγοριθμικές διαδικασίες κατά τη δημιουργία των AR εφαρμογών τους στο Halo AR;
- Πώς αξιοποιούν την Υπολογιστική Σκέψη για να σχεδιάσουν μια εφαρμογή που να απεικονίζει μαθηματικές λύσεις μέσω AR;

Τα παραπάνω ερωτήματα στοχεύουν να εξετάσουν ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα σχετικά με την απόδοση, τη στάση και την εμπειρία των μαθητών/τριών κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Τα ευρήματα που θα προκύψουν αναμένεται να συνεισφέρουν στον εκπαιδευτικό σχεδιασμό και στην ανάπτυξη νέων παιδαγωγικών προσεγγίσεων που συνδυάζουν τα STEM πεδία με τεχνολογίες αιχμής, όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα.

Η απάντηση στα ερευνητικά ερωτήματα θα επιτρέψει τη διατύπωση τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής των Μαθηματικών Διαδρομών και της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως εργαλείων ενίσχυσης της μαθησιακής εμπειρίας και ανάπτυξης της Υπολογιστικής Σκέψης σε μαθητές/τριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Θα δώσει επίσης πολύτιμα στοιχεία για τη σχέση της Μαθηματικής Εκπαίδευσης, της Υπολογιστικής Σκέψης και των ΤΠΕ, καθώς και για το πώς μπορούν οι καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις να ενισχύσουν τη μάθηση.

1.3 Σημασία της Έρευνας

Η εκπαίδευση στα STEM πεδία εξελίσσεται συνεχώς, ενσωματώνοντας νέες παιδαγωγικές προσεγγίσεις και τεχνολογίες που καθιστούν τη μάθηση πιο προσβάσιμη, διαδραστική και αποτελεσματική. Η παρούσα έρευνα έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς μελετά την εφαρμογή των Μαθηματικών Διαδρομών (Math Trails) και της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality - AR) στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής, δύο βασικών συνιστωσών της STEM εκπαίδευσης.

Η έρευνα εστιάζει σε μια καινοτόμα διαθεματική προσέγγιση, όπου η βιωματική μάθηση συνδυάζεται με την τεχνολογική καινοτομία, προσφέροντας στους/στις μαθητές/τριες ένα περιβάλλον μάθησης που ενισχύει την κριτική σκέψη, τη δημιουργικότητα και την Υπολογιστική Σκέψη. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε μπορεί να αποτελέσει έναν οδηγό για εκπαιδευτικούς, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ενσωματώσουν τις Math Trails και την AR στη διδασκαλία τους με στόχο την κατανόηση αφηρημένων μαθηματικών εννοιών και την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων.

Ενότητα 1.1.α. Επιστημονική και Εκπαιδευτική Συνεισφορά

Η έρευνα παρέχει τεκμηριωμένα στοιχεία που μπορούν να βοηθήσουν τους/τις εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν τη νέα τεχνολογία στη διδασκαλία τους και να μεταμορφώσουν τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται, κατανοούν και αλληλεπιδρούν με τα μαθηματικά και την πληροφορική.

Η σημασία της έρευνας εκτείνεται τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο:

1. Συνεισφορά στην εκπαιδευτική έρευνα

- Διερευνά τον ρόλο της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας.
- Μελετά πώς οι Μαθηματικές Διαδρομές μπορούν να γεφυρώσουν τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εφαρμογή.
- Παρέχει τεκμηριωμένα δεδομένα σχετικά με τον αντίκτυπο της διαθεματικής μάθησης στους/στις μαθητές/τριες.

2. Πρακτικές εφαρμογές στην εκπαιδευτική διαδικασία

- Παρέχει ένα δείγμα διδακτικού σχεδιασμού για την ενσωμάτωση των AR εργαλείων στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής.
- Προτείνει συγκεκριμένες παιδαγωγικές στρατηγικές για τη σύνδεση των STEM αντικειμένων μέσω βιωματικής και διαδραστικής μάθησης.
- Διερευνά πώς η δημιουργία AR εφαρμογών από μαθητές/τριες μπορεί να ενισχύσει τις δεξιότητες προγραμματισμού και λογικής σκέψης.

3. Ενίσχυση της STEM εκπαίδευσης

- Αναδεικνύει τρόπους με τους οποίους οι νέες τεχνολογίες μπορούν να καταστήσουν τα STEM πεδία πιο προσιτά και ελκυστικά.
- Δίνει έμφαση στην εξατομικευμένη και μαθητοκεντρική μάθηση, ενισχύοντας την αυτονομία και τη δημιουργικότητα των μαθητών/τριών.
- Προτείνει μια προσέγγιση που μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς.

Η παρούσα έρευνα φιλοδοξεί να συμβάλει στη διαμόρφωση ενός σύγχρονου παιδαγωγικού πλαισίου, όπου η τεχνολογία δεν αποτελεί απλώς εργαλείο υποστήριξης, αλλά έναν πυρήνα της μαθησιακής διαδικασίας. Οι Μαθηματικές Διαδρομές με Επαυξημένη Πραγματικότητα δεν είναι απλώς καινοτομίες, αλλά βασικά συστατικά μιας σύγχρονης και αποτελεσματικής εκπαιδευτικής προσέγγισης που εστιάζει στην εμπειρική μάθηση, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στην ενίσχυση του ενδιαφέροντος για τα πεδία της STEM.

1.4 Δομή

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι οργανωμένη σε πέντε κεφάλαια, με σκοπό να παρουσιάσει το θεωρητικό πλαίσιο, τη μεθοδολογία, την υλοποίηση και τα αποτελέσματα της ερευνητικής παρέμβασης που διεξήχθη στο πλαίσιο της εκπαίδευσης STEM.

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Το πρώτο κεφάλαιο θέτει το θεμέλιο της έρευνας, παρουσιάζοντας το γενικό πλαίσιο, τη σημασία και τους στόχους της. Στο κεφάλαιο αναλύεται το γενικό πλαίσιο της έρευνας. Παρουσιάζεται η σημασία και οι στόχοι της μελέτης, καθώς και τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν. Περιγράφεται επίσης η συμβολή της έρευνας στην εκπαιδευτική κοινότητα και η δομή της εργασίας. Αναλυτικά, περιλαμβάνει:

1.1 Εισαγωγή: Γίνεται μια επισκόπηση της σημασίας της STEM εκπαίδευσης και της χρήσης της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στη μαθησιακή διαδικασία.

1.2 Σκοπός της Έρευνας: Παρουσιάζονται οι γενικοί και ειδικοί στόχοι της μελέτης, καθώς και τα ερευνητικά ερωτήματα.

- 1.2.α Ειδικοί Στόχοι της Έρευνας
- 1.2.β Ερευνητικά Ερωτήματα

1.3 Σημασία της Έρευνας: Αναδεικνύεται η επιστημονική και πρακτική αξία της παρέμβασης και η συμβολή της στην εκπαιδευτική κοινότητα.

1.4 Δομή της Εργασίας: Παρουσιάζεται η οργάνωση της διπλωματικής εργασίας.

Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό Πλαίσιο

Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζει το **υπόβαθρο της έρευνας**, εστιάζοντας σε βασικές έννοιες και θεωρίες που σχετίζονται με τη STEM εκπαίδευση. Το κεφάλαιο εστιάζει στο θεωρητικό πλαίσιο που υποστηρίζει τη μελέτη. Αναλύονται βασικές έννοιες της STEM εκπαίδευσης, η διαθεματικότητα, τα διερευνητικά διδακτικά μοντέλα και η υπολογιστική σκέψη. Επίσης, εξετάζονται η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην εκπαίδευση και η χρήση των μαθηματικών διαδρομών ως διδακτική προσέγγιση. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει:

- **2.1 Η σημασία της STEM εκπαίδευσης:** Ανάλυση των θεωρητικών προσεγγίσεων που στηρίζουν την εκπαίδευση STEM.
 - 2.1.α Η σημασία της STEM εκπαίδευσης
 - 2.1.β Διαθεματική προσέγγιση και Εγκάρσιες Έννοιες
 - 2.1.γ Διερευνητικά Διδακτικά Μοντέλα
 - 2.1.δ Διδασκαλία των Μαθηματικών τον 21ο αιώνα
 - 2.1.ε Προκλήσεις και μελλοντικές προοπτικές
- **2.2 Υπολογιστική Σκέψη και STEM Εκπαίδευση:** Σύνδεση της Υπολογιστικής Σκέψης με τις διδακτικές πρακτικές των STEM πεδίων.
- **2.3 Επαυξημένη Πραγματικότητα και Εκπαίδευση:** Ο ρόλος της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία, με έμφαση σε εργαλεία όπως το Zappworks και το Halo AR.
 - 2.3.α Εργαλεία AR στην εκπαίδευση
 - 2.3.β Τα οφέλη της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση
- **2.4 Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) στην Εκπαίδευση:** Παρουσίαση του πλαισίου των Math Trails και ανάλυση διεθνών εφαρμογών τους.
 - 2.4.α Μαθηματικές Διαδρομές στη διεθνή εκπαίδευση
 - 2.4.β Διδασκαλία σε υπαίθριους χώρους (Outdoors Education)

Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία Έρευνας

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η **διδακτική παρέμβαση** και μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Το κεφάλαιο περιγράφει τη διδακτική παρέμβαση και τη μεθοδολογία της έρευνας. Εξηγεί τον σχεδιασμό του μαθήματος στα Μαθηματικά και την Πληροφορική, καθώς και τη χρήση του Halo AR για τη δημιουργία εικονικών μαθηματικών διαδρομών. Περιγράφονται επίσης τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων και τα μέσα αξιολόγησης της παρέμβασης. Πιο αναλυτικά, περιλαμβάνει:

- **3.1 Σχεδιασμός της Έρευνας:** Αναφορά στη μεθοδολογία της έρευνας και στο ερευνητικό πλαίσιο.
 - 3.1.α Η δομή της διδακτικής παρέμβασης
- **3.2 Διδακτική Παρέμβαση στα Μαθηματικά:** Ανάλυση του δώρου μαθήματος Μαθηματικών με Math Trails.
 - 3.2.α Μεθοδολογική Προσέγγιση
- **3.3 Διδακτική Παρέμβαση στην Πληροφορική:** Περιγραφή του τρόπου κατασκευής AR εφαρμογών από τους/τις μαθητές/τριες στο Halo AR.
 - 3.4.α Εργαλεία και τεχνικές συλλογής δεδομένων
 - 3.4.β Ανάλυση δεδομένων και στατιστικές μέθοδοι
 - 3.4.γ Αξιολόγηση μαθητών/τριών μέσω ερωτηματολογίων
- **3.4 Μέθοδοι Συλλογής και Ανάλυσης Δεδομένων:** Παρουσίαση των ερωτηματολογίων και των εργαλείων ανάλυσης.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα και Ανάλυση

Το τέταρτο κεφάλαιο εστιάζει στα **ευρήματα της έρευνας** και την ανάλυσή τους. Στο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα ερωτηματολόγια πριν και μετά την παρέμβαση. Γίνεται αξιολόγηση των επιδόσεων των μαθητών/τριών και της επίδρασης της AR και των math trails στη μάθηση και την υπολογιστική σκέψη τους. Αναλυτικά περιλαμβάνει:

- **4.1 Ανάλυση Αποτελεσμάτων από το Δίωρο των Μαθηματικών:** Παρουσίαση των επιδόσεων των μαθητών/τριών στη Μαθηματική Διαδρομή.
 - 4.4.α Αλγοριθμική Σκέψη
 - 4.4.β Αφαιρετική Σκέψη
 - 4.4.γ Έλεγχος Ροής
 - 4.4.δ Διάσπαση Προβλήματος
 - 4.4.ε Παραλληλοποίηση
 - 4.4.στ Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων
- **4.2 Ανάλυση Αποτελεσμάτων από το Δίωρο της Πληροφορικής:** Αξιολόγηση των AR εφαρμογών που δημιούργησαν οι μαθητές/τριες.
- **4.3 Αποτελέσματα Ερωτηματολογίων:** Σύγκριση απαντήσεων πριν και μετά την παρέμβαση.
- **4.4 Συγκριτική Ανάλυση και Συμπεράσματα:** Σχέση μεταξύ της χρήσης Math Trails, AR και Υπολογιστικής Σκέψης.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα και Προτάσεις

Το τελευταίο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα κύρια **συμπεράσματα** της έρευνας, καθώς και προτάσεις για μελλοντικές εφαρμογές. Το πέμπτο κεφάλαιο συνοψίζει τα βασικά ευρήματα της έρευνας και εξάγει συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης. Επίσης, προτείνονται βελτιώσεις και μελλοντικές κατευθύνσεις για την εφαρμογή της AR και των μαθηματικών διαδρομών στην εκπαίδευση.

- **5.1 Συμπεράσματα της Έρευνας:** Βασικά ευρήματα και η σημασία τους για τη STEM εκπαίδευση.
- **5.2 Εκπαιδευτικές Προεκτάσεις και Εφαρμογές:** Πώς μπορούν τα αποτελέσματα να αξιοποιηθούν από εκπαιδευτικούς.
- **5.3 Περιορισμοί της Έρευνας:** Παράγοντες που επηρέασαν τα αποτελέσματα.
- **5.4 Μελλοντικές Προτάσεις:** Περαιτέρω έρευνα για την εφαρμογή της AR και των Math Trails.

Κεφάλαιο 6: Παράρτημα

Το έκτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συμπληρωματικά υλικά της έρευνας και αναλύεται στις εξής ενότητες:

6.1 Σχέδιο Μαθήματος Μαθηματικά

- 6.1.α Σχέδιο Μαθήματος – Μαθηματικές Διαδρομές
- 6.1.β Φύλλο Εργασίας – Μαθηματικές Διαδρομές

6.2 Σχέδιο Μαθήματος Πληροφορική

- 6.2.α Σχέδιο Μαθήματος – Δημιουργία Augmented Reality (AR) με Halo AR και Canva
- 6.2.β Φύλλο εργασίας– Δημιουργία Augmented Reality (AR) με Halo AR και Canva

6.3 Ερωτηματολόγιο

- 6.4 Φωτογραφικό Υλικό
- 6.4.α Φωτογραφίες Virtual Math Trails
- 6.4.β Φωτογραφίες Virtual Math Trails & AR επεξεργασία
- 6.4.γ Φωτογραφίες Virtual Math Trails & AR επεξεργασία με καλλιτεχνικές δημιουργίες μαθητών/τριών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Υποκεφάλαιο 2.1. STEM Εκπαίδευση και Διαθεματικότητα

Η εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) αποτελεί έναν σύγχρονο εκπαιδευτικό προσανατολισμό που συνδυάζει τις τέσσερις επιστημονικές περιοχές Επιστήμες, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά που σκοπό έχουν την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επίλυσης προβλημάτων και την καλλιέργεια της δημιουργικότητας στους/στις μαθητές/τριες. Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση δεν περιορίζεται στη διδασκαλία του κάθε αντικειμένου ξεχωριστά, αλλά επιδιώκει τη διαθεματική ενσωμάτωσή τους σε ρεαλιστικά αληθινά προβλήματα και εφαρμογές, ενισχύοντας έτσι τη σύνδεση της μάθησης με την πραγματική ζωή. (Darmawansah et al., 2023).

Ενότητα 2.1.α. Η σημασία της STEM εκπαίδευσης

Η παγκόσμια στροφή προς την καινοτομία και την τεχνολογία τα τελευταία χρόνια, έχει ενισχύσει την ανάγκη για εκπαιδευτικές πρακτικές που προωθούν τις δεξιότητες στα πεδία της STEM στους/στις μαθητές/τριες. Η εκπαίδευση STEM εστιάζει σε προσεγγίσεις βασισμένες στην επιστημονική έρευνα, στην επίλυση προβλημάτων και στην ανάπτυξη του ψηφιακού γραμματισμού, ενώ παράλληλα καλλιεργεί δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας μέσω της ομαδοσυνεργασίας. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές/τριες που συμμετέχουν σε STEM εκπαιδευτικές δραστηριότητες έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να επιλέξουν σχετικούς επιστημονικούς και τεχνολογικούς κλάδους στις μελλοντικές τους σπουδές και τις επαγγελματικές τους επιλογές (Kayan-Fadlelmula et al., 2022).

Η εκπαίδευση STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) έχει αναδειχθεί ως ένα από τα πιο σημαντικά παιδαγωγικά μοντέλα στον 21ο αιώνα, καθώς απαντά στις αυξανόμενες απαιτήσεις της κοινωνίας της γνώσης και της τεχνολογικής ανάπτυξης. Μέσα από τη STEM εκπαιδευτική προσέγγιση, οι μαθητές/τριες αποκτούν όχι μόνο γνωστικές δεξιότητες, αλλά και ικανότητες ανάλυσης, επίλυσης προβλημάτων και δημιουργικότητας, που είναι απαραίτητες για τον σύγχρονο επαγγελματικό κόσμο (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018). Η μάθηση δεν περιορίζεται στην απομνημόνευση γνώσεων, αλλά ενισχύεται μέσω της πρακτικής εφαρμογής και της διερευνητικής μάθησης, προετοιμάζοντας τους μαθητές/τριες να αντιμετωπίσουν σύνθετα προβλήματα της καθημερινότητας και της αγοράς εργασίας.

Επιπλέον, η STEM εκπαίδευση προωθεί την ανάπτυξη της **Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking)**, η οποία αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την κατανόηση και τη διαχείριση προβλημάτων που σχετίζονται με τις επιστήμες, την

τεχνολογία και τη μηχανική (Psycharis et al., 2018). Οι μαθητές/τριες που συμμετέχουν σε STEM εκπαιδευτικά προγράμματα συχνά αναπτύσσουν δεξιότητες αλγοριθμικής σκέψης και μοντελοποίησης προβλημάτων, ενισχύοντας παράλληλα τη μαθηματική και επιστημονική τους αυτοπεποίθηση (Psycharis & Kallia, 2017).

Ειδικά στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, η ενσωμάτωση των STEM προσεγγίσεων έρχεται να καλύψει το κενό μεταξύ θεωρίας και πράξης, βοηθώντας τους μαθητές να εφαρμόσουν τη γνώση τους σε πραγματικά σενάρια. Η διαθεματική διδασκαλία STEM, όταν συνδυάζεται με τη φυσική υπολογιστική (physical computing) και την πειραματική προσέγγιση, μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερη κατανόηση εννοιών και αυξημένη εμπλοκή των μαθητών (Psycharis et al., 2018).

Ενότητα 2.1.β. Διαθεματική προσέγγιση και Εγκάρσιες Έννοιες

Η διαθεματικότητα στην εκπαίδευση STEM επιτρέπει στους μαθητές/τριες να κατανοήσουν τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, προάγοντας έτσι μια ολιστική προσέγγιση στη μάθηση. Μέσα από προσεγγίσεις όπως η μάθηση βασισμένη σε έργα (project-based learning) και η διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning), οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν δεξιότητες επίλυσης πραγματικών προβλημάτων, όπως συμβαίνει στις **Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails)** που ενσωματώνουν τη μαθηματική σκέψη σε πραγματικά περιβάλλοντα (Nneamaka et al., 2024).

Σύμφωνα με έρευνα των Wang et al. (2022), η ενσωμάτωση παιχνιδιών και τεχνολογικών εργαλείων στα πεδία της STEM ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία, αυξάνοντας την αφοσίωση των μαθητών και τη γνωστική τους ανάπτυξη. Η τεχνολογία, όπως η **Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)**, μπορεί να υποστηρίξει τη διαθεματική εκπαίδευση, καθώς επιτρέπει τη δημιουργία δυναμικών και αλληλεπιδραστικών περιβαλλόντων μάθησης.

Η διαθεματικότητα αποτελεί έναν από τους βασικούς άξονες της εκπαίδευσης STEM, καθώς επιτρέπει τη σύνδεση διαφορετικών επιστημονικών πεδίων και ενθαρρύνει την ολιστική μάθηση. Αντί οι μαθητές/τριες να διδάσκονται τις Επιστήμες, τα Μαθηματικά, την Τεχνολογία και τη Μηχανική ξεχωριστά, καλούνται να αναπτύξουν γνώσεις και δεξιότητες μέσα από τη σύνθεση και την συνεργασία αυτών των αντικειμένων σε πρακτικά και ρεαλιστικά σενάρια (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018). Για παράδειγμα, σε ένα **διαθεματικό έργο (project)**, οι μαθητές/τριες μπορούν να κατασκευάσουν ένα ρομπότ χρησιμοποιώντας προγραμματισμό (Πληροφορική), αισθητήρες και κυκλώματα (Μηχανική και Φυσική) και να αναλύσουν δεδομένα (Μαθηματικά).

Μια σημαντική διάσταση της διαθεματικής προσέγγισης είναι η ενσωμάτωση των **εγκάρσιων εννοιών (crosscutting concepts)** στην εκπαίδευση, διότι καλλιεργούν την αλληλεπίδραση, τη συστημική σκέψη, την αιτιότητα και τη διαχείριση δεδομένων στον τρόπο μάθησης. Οι έννοιες αυτές επιτρέπουν στους μαθητές/τριες να κατανοούν καλύτερα τη συνδεσιμότητα μεταξύ διαφορετικών

γνωστικών αντικειμένων και να αναπτύσσουν δεξιότητες που είναι κρίσιμες για την επίλυση προβλημάτων στην πραγματική ζωή (Psycharis 2018).

Η χρήση τεχνολογικών εργαλείων, όπως η **Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality)** και τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα, ενισχύει την αποτελεσματικότητα των διαθεματικών STEM δραστηριοτήτων. Με βάση την έρευνα του Psycharis & Kotzampasaki (2019), η ενσωμάτωση σεναρίων μάθησης που περιλαμβάνουν προγραμματισμό και παιχνίδια διερεύνησης, αυξάνει την αυτοπεποίθηση των μαθητών στη χρήση τεχνολογικών εργαλείων και στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης.

Ωστόσο, η υλοποίηση διαθεματικών STEM δραστηριοτήτων / έργων συνοδεύεται από κάποιες προκλήσεις. Ένας από τους βασικούς περιορισμούς είναι η έλλειψη κατάλληλης επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, οι οποίοι συχνά δεν διαθέτουν την απαραίτητη προετοιμασία για να εφαρμόσουν καινοτόμες διδακτικές μεθόδους. Επιπλέον, η ανάγκη για αλλαγές στα αναλυτικά προγράμματα και η πρόσβαση σε κατάλληλο εξοπλισμό στα σχολεία είναι ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την επιτυχή εφαρμογή της STEM εκπαίδευσης στην Ελλάδα (Psycharis et al., 2018).

Ενσωμάτωση Εγκάρσιων Εννοιών στη διαθεματική STEM εκπαίδευση

Η διαθεματική STEM εκπαίδευση βασίζεται σε επτά **εγκάρσιες έννοιες (crosscutting concepts)**, οι οποίες λειτουργούν ως θεμελιώδη δομικά στοιχεία για τη διασύνδεση των επιστημονικών και μαθηματικών εννοιών σε διαφορετικά πεδία (Ψυχάρης & Καλοβρέκτης, 2018). Οι επτά εγκάρσιες έννοιες είναι:

1. **Μοτίβα (Patterns):** Οι μαθητές/τριες αναγνωρίζουν και αναλύουν επαναλαμβανόμενα πρότυπα στη φύση και το περιβάλλον γύρω τους, στα μαθηματικά και στις επιστήμες, αναπτύσσοντας τη δεξιότητα της πρόβλεψης και της ανάλυσης δεδομένων.
2. **Αιτία και αποτέλεσμα (Cause and effect):** Εξετάζοντας σχέσεις αιτίου και αποτελέσματος, οι μαθητές/τριες κατανοούν πώς διαφορετικοί παράγοντες επηρεάζουν φυσικά φαινόμενα, τεχνολογικές εξελίξεις ή μαθηματικά προβλήματα.
3. **Κλίμακες, αναλογίες και ποσότητες (Scale, proportion, and quantity):** Η έννοια αυτή βοηθά στη σύγκριση μεγεθών και ποσοτήτων, ενισχύοντας τη μαθηματική σκέψη και την κατανόηση των φυσικών μεγεθών.
4. **Συστήματα και μοντέλα (Systems and models):** Οι μαθητές/τριες κατανοούν πολύπλοκα φαινόμενα μέσω της δημιουργίας μοντέλων που προσομοιώνουν την πραγματικότητα, είτε πρόκειται για ένα φυσικό σύστημα είτε για ένα προγραμματιστικό περιβάλλον.

5. **Ενέργεια και ύλη (Energy and matter):** Η κατανόηση της ροής της ενέργειας και της μετατροπής της ύλης είναι κρίσιμη για την επιστήμη, τη μηχανική και τις τεχνολογικές εφαρμογές.
6. **Δομή και λειτουργία (Structure and function):** Η ανάλυση της σχέσης μεταξύ της δομής και της λειτουργίας των αντικειμένων ή των οργανισμών επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να κατανοούν καλύτερα πώς λειτουργούν οι φυσικοί και τεχνητοί μηχανισμοί.
7. **Σταθερότητα και αλλαγή (Stability and change):** Οι μαθητές/τριες διερευνούν πώς αλλάζουν τα συστήματα με την πάροδο του χρόνου και ποιες μεταβλητές επηρεάζουν τη σταθερότητα ή την προσαρμογή τους σε νέα δεδομένα.

Οι εγκάρσιες έννοιες αποτελούν ένα ενοποιητικό πλαίσιο που βοηθά τους μαθητές/τριες να διαμορφώσουν μια βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών και τεχνολογικών αρχών, ενισχύοντας τη συσχέτιση μεταξύ θεωρίας και πρακτικής εφαρμογής (Psycharis et al., 2018).

Ενότητα 2.1.γ. Διερευνητικά Διδακτικά Μοντέλα

Παρόλο που η STEM εκπαίδευση θεωρείται μια από τις πιο καινοτόμες Η εκπαιδευτική διαδικασία έχει εξελιχθεί σημαντικά, με τη διδασκαλία να μεταβαίνει από τη μετωπική παράδοση της γνώσης σε πιο διερευνητικά και βιωματικά μοντέλα. Τα διερευνητικά διδακτικά μοντέλα στοχεύουν στη δημιουργία ενός μαθητοκεντρικού περιβάλλοντος, όπου οι μαθητές/τριες ανακαλύπτουν τη γνώση μέσω παρατήρησης, πειραματισμού και ενεργούς συμμετοχής.

Τα μοντέλα αυτά βασίζονται στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism), σύμφωνα με την οποία η μάθηση δεν είναι απλή μετάδοση πληροφοριών, αλλά μια διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης μέσα από εμπειρίες και ανακαλύψεις (Pedaste et al., 2015). Μεθοδολογίες όπως η καθοδηγούμενη έρευνα (Guided Research Model), η διερευνητική διδασκαλία (Inquiry-Based Teaching), η μάθηση μέσω έργου (Project-Based Learning - PBL) και το εκπαιδευτικό μοντέλο 5E (5E Instructional Model) προωθούν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών, ενισχύουν την κριτική σκέψη και συνδέουν τη γνώση με ρεαλιστικά προβλήματα.

Καθοδηγούμενη Έρευνα (Guided Research Model)

Το μοντέλο της καθοδηγούμενης έρευνας ενθαρρύνει τους μαθητές/τριες να εξετάζουν προβλήματα με συστηματικό τρόπο. Χωρίζεται σε πέντε φάσεις:

1. **Ανάδειξη του φαινομένου ως πρόβλημα:** Ο/Η εκπαιδευτικός παρουσιάζει ένα θέμα και διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών.
2. **Προτάσεις για αντιμετώπιση:** Οι μαθητές/τριες κάνουν υποθέσεις και διατυπώνουν προβλέψεις.

3. **Εφαρμογή μιας πρότασης:** Οι μαθητές/τριες εκτελούν ένα πείραμα, καταγράφουν δεδομένα και αναλύουν αποτελέσματα.
4. **Θεωρητικό υπόβαθρο των ευρημάτων:** Συγκρίνουν τα αποτελέσματα με τις αρχικές προβλέψεις.
5. **Παγίωση:** Η νέα γνώση συζητείται και ενσωματώνεται στο μαθησιακό τους υπόβαθρο.

Αυτό το μοντέλο συμβάλλει στην ανάπτυξη αναλυτικών δεξιοτήτων και κριτικής σκέψης, καθώς οι μαθητές/τριες δεν λαμβάνουν έτοιμες απαντήσεις, αλλά αναζητούν λύσεις μέσα από δομημένες ερευνητικές διαδικασίες (Kusmin, 2019).

Διερευνητική Διδασκαλία (Inquiry-Based Teaching)

Η διερευνητική διδασκαλία προωθεί την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών, καθώς τους/τις τοποθετεί στο επίκεντρο της ανακάλυψης της γνώσης. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει:

1. **Δραστηριότητες για την προώθηση ερωτήσεων:** Ο/Η εκπαιδευτικός παρέχει ερεθίσματα μέσω εικόνων, βίντεο ή πειραμάτων.
2. **Ενεργός έρευνα:** Οι μαθητές/τριες προτείνουν εξηγήσεις και σχεδιάζουν πειράματα.
3. **Δημιουργία:** Συγκέντρωση και ανάλυση δεδομένων μέσω πειραματισμού.
4. **Συζήτηση:** Ανταλλαγή απόψεων και διαμόρφωση επιστημονικών εξηγήσεων.
5. **Σκέψη:** Αναστοχασμός και παρουσίαση των αποτελεσμάτων.

Το μοντέλο αυτό εφαρμόζεται ευρέως στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και των STEM πεδίων, καθώς βελτιώνει τη μεταγνωστική επίγνωση και την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Pedaste et al., 2015).

Μάθηση μέσω Έργου (Project-Based Learning - PBL)

Η μάθηση μέσω έργου είναι μια μαθητοκεντρική προσέγγιση όπου οι μαθητές/τριες συνεργάζονται για να επιλύσουν πραγματικά προβλήματα. Η διαδικασία περιλαμβάνει:

1. **Καθορισμό του στόχου:** Οι μαθητές/τριες χωρίζονται σε ομάδες και επιλέγουν ένα πρόβλημα.
2. **Σχεδιασμό:** Αναζητούν πληροφορίες και διαμορφώνουν ένα πλάνο δράσης.
3. **Εκτέλεση:** Πραγματοποιούν έρευνα και καταγράφουν δεδομένα.
4. **Παρουσίαση των αποτελεσμάτων:** Μοιράζονται τα ευρήματά τους με την υπόλοιπη τάξη.
5. **Αξιολόγηση:** Ο/Η εκπαιδευτικός και οι μαθητές/τριες αναστοχάζονται πάνω στη διαδικασία και τα αποτελέσματα.

Η PBL προωθεί την αυτενέργεια και την ανακαλυπτική μάθηση, καθώς οι μαθητές/τριες καλλιεργούν δεξιότητες έρευνας και συνεργασίας (Guo et al., 2020).

Το Εκπαιδευτικό Μοντέλο 5E (5E Instructional Model)

Το μοντέλο 5E ακολουθεί μια κυκλική πορεία μάθησης:

1. **Ενασχόληση (Engagement):** Ο/Η εκπαιδευτικός προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών.
2. **Εξερεύνηση (Exploration):** Οι μαθητές/τριες ανακαλύπτουν έννοιες μέσω πειραμάτων.
3. **Εξήγηση (Explanation):** Οι μαθητές/τριες διαμορφώνουν τις δικές τους εξηγήσεις.
4. **Επεξεργασία (Elaboration):** Εφαρμόζουν τη γνώση σε νέες καταστάσεις.
5. **Αξιολόγηση (Evaluation):** Ελέγχουν την κατανόηση των εννοιών.

Το μοντέλο 5E ενισχύει την ενεργή μάθηση και έχει ευρεία εφαρμογή στα STEM πεδία (Turan & Matteson, 2020).

Τα διερευνητικά διδακτικά μοντέλα ενισχύουν τη μαθητοκεντρική προσέγγιση, προωθώντας την αυτονομία των μαθητών/τριών και τη βαθύτερη κατανόηση των εννοιών. Η εφαρμογή τους στη διδασκαλία των STEM αντικειμένων μπορεί να αυξήσει τη μαθησιακή απόδοση και το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών, καθιστώντας τη μάθηση πιο ουσιαστική και διαδραστική.

Ενότητα 2.1.δ. Διδασκαλία των Μαθηματικών τον 21^ο αιώνα

Η διδασκαλία των Μαθηματικών στον 21^ο αιώνα βρίσκεται σε μια διαρκή διαδικασία αναδιαμόρφωσης, καθώς η ανάγκη για καινοτόμες διδακτικές προσεγγίσεις γίνεται ολοένα και πιο επιτακτική. Η παραδοσιακή διδασκαλία, βασισμένη στην απομνημόνευση τύπων και την εκτέλεση υπολογισμών, δεν ανταποκρίνεται πλέον στις γνωστικές και κοινωνικές απαιτήσεις των μαθητών/τριών. Η σύγχρονη μαθηματική εκπαίδευση δεν πρέπει να περιορίζεται μόνο στη μηχανιστική εξάσκηση, αλλά να καλλιεργεί κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

Η μαθηματική εκπαίδευση, όπως εφαρμόζεται σήμερα στα σχολεία, συχνά οδηγεί σε φοβία προς τα μαθηματικά, καθώς οι μαθητές/τριες έρχονται αντιμέτωποι/ες με αποσπασματικές έννοιες, χωρίς να κατανοούν τη χρησιμότητά τους στον πραγματικό κόσμο. Ο Dan Meyer (2010) παρομοιάζει τη διδασκαλία των μαθηματικών με την προώθηση ενός προϊόντος που οι μαθητές/τριες είναι υποχρεωμένοι/ες να αγοράσουν, χωρίς να γνωρίζουν την αξία του. Σύμφωνα με τον Meyer, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να απομακρυνθούν από την έμφαση στους υπολογισμούς και να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων που βοηθούν τους μαθητές/τριες να διακρίνουν χρήσιμες και περιττές πληροφορίες σε ένα πρόβλημα.

Προβλήματα της Παραδοσιακής Διδασκαλίας

Η μαθηματική εκπαίδευση, όπως εφαρμόζεται σήμερα, παρουσιάζει ορισμένες αδυναμίες:

- **Έλλειψη πρωτοβουλίας των μαθητών/τριών:** Οι μαθητές/τριες δεν συμμετέχουν ενεργά στο μάθημα, καθώς η διδασκαλία ακολουθεί τη μορφή διάλεξης.
- **Έλλιπής κατανόηση των μαθηματικών εννοιών:** Πολλές έννοιες χρειάζονται συνεχή επανάληψη, καθώς οι μαθητές/τριες δεν κατανοούν σε βάθος τη μαθηματική τους εφαρμογή.
- **Φοβία προς τα λεκτικά προβλήματα:** Οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να αναλύσουν προβλήματα που απαιτούν την εξαγωγή δεδομένων και την εφαρμογή μαθηματικών εργαλείων.

Τα σχολικά εγχειρίδια, ακολουθώντας συγκεκριμένα μοτίβα ασκήσεων, δεν ενθαρρύνουν την κριτική σκέψη και την εξερεύνηση. Οι μαθητές/τριες εξασκούνται κυρίως σε προβλήματα που έχουν προκαθορισμένες λύσεις, κάτι που δεν αντικατοπτρίζει τις πραγματικές συνθήκες επίλυσης προβλημάτων στον πραγματικό κόσμο.

Αναδιαμόρφωση της Μαθηματικής Διδασκαλίας

Η παραδοσιακή διδασκαλία των Μαθηματικών βασίζεται στην παρουσίαση θεωρητικών εννοιών και στην εκτέλεση ασκήσεων, χωρίς να εμπλέκει ενεργά τους μαθητές/τριες στη διαδικασία της ανακάλυψης. Έτσι, οι μαθητές/τριες συχνά δεν αναπτύσσουν μαθηματική σκέψη, αλλά περιορίζονται στην εφαρμογή έτοιμων τύπων. Αυτό εντείνει τη μαθηματική φοβία, ειδικά όταν οι μαθητές/τριες καλούνται να αντιμετωπίσουν λεκτικά προβλήματα, στα οποία πρέπει να επεξεργαστούν δεδομένα και να τα μετατρέψουν σε μαθηματική έκφραση.

Η σύγχρονη μαθηματική εκπαίδευση πρέπει να επικεντρωθεί στα Ρεαλιστικά Μαθηματικά, δηλαδή στην εφαρμογή των μαθηματικών εννοιών στον πραγματικό κόσμο. Οι μαθητές/τριες πρέπει να αποκτούν εμπειρική κατανόηση των μαθηματικών, ώστε να μπορούν να τα εφαρμόσουν σε καθημερινές καταστάσεις. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω της διερευνητικής μάθησης (inquiry-based learning), της βιωματικής διδασκαλίας και της εφαρμογής της τεχνολογίας.

Σύγχρονες Διδακτικές Προσεγγίσεις

Για να είναι αποτελεσματική η διδασκαλία των μαθηματικών στον 21ο αιώνα, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ενσωματώσουν:

- **Τεχνολογικά μέσα:** Η χρήση εργαλείων, όπως λογισμικά μαθηματικών προσομοιώσεων ή εφαρμογές Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), μπορεί να βοηθήσει στην οπτικοποίηση των μαθηματικών εννοιών.

- **Διερευνητική μάθηση:** Οι μαθητές/τριες ενθαρρύνονται να ανακαλύπτουν μόνοι/ες τους τις μαθηματικές έννοιες, αντί να λαμβάνουν έτοιμες απαντήσεις.
- **Δημιουργία αυθεντικών προβλημάτων:** Οι μαθητές/τριες πρέπει να συμμετέχουν στη διαμόρφωση των προβλημάτων, αντί να τους δίνονται έτοιμες ασκήσεις με προκαθορισμένες πληροφορίες.
- **Ανάπτυξη της μαθηματικής διαίσθησης:** Οι μαθητές/τριες μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τα μαθηματικά, όταν ξεκινούν από την παρατήρηση και τη διαίσθηση, αντί να ακολουθούν αυστηρά μαθηματικά μοντέλα.

Η μετάβαση σε ένα ρεαλιστικό μοντέλο διδασκαλίας μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση οπτικοποιήσεων, προσομοιώσεων και εργαλείων AR, που βοηθούν τους μαθητές/τριες να κατανοήσουν καλύτερα την εφαρμογή των μαθηματικών στη ζωή τους.

Η διδασκαλία των Μαθηματικών στον 21ο αιώνα δεν μπορεί να παραμείνει στατική. Οι μαθητές/τριες πρέπει να καλλιεργήσουν δεξιότητες μαθηματικής σκέψης, οι οποίες θα τους/τις βοηθήσουν να προσεγγίζουν την επίλυση προβλημάτων με αυτοπεποίθηση και δημιουργικότητα. Η ένταξη της τεχνολογίας, της διερευνητικής μάθησης και της ρεαλιστικής προσέγγισης στην εκπαίδευση είναι αναγκαία, ώστε τα Μαθηματικά να πάψουν να θεωρούνται μια αποκομμένη και δυσνόητη επιστήμη, και να αναδειχθούν ως ένα εργαλείο ανάλυσης και κατανόησης του κόσμου.

Ενότητα 2.1.ε. Προκλήσεις και μελλοντικές Προοπτικές

Παρόλο που η STEM εκπαίδευση θεωρείται μια από τις πιο καινοτόμες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών, η εφαρμογή της εξακολουθεί να αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις. Μία από τις κυριότερες δυσκολίες που αντιμετωπίζει για την εφαρμογή της, είναι η έλλειψη κατάλληλης επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, η περιορισμένη πρόσβαση σε τεχνολογικά μέσα και η ανάγκη για αναπροσαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων (Aslam et al., 2023). Οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται πρόσθετη εκπαίδευση και συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη, ώστε να είναι σε θέση να εφαρμόσουν διεπιστημονικές προσεγγίσεις και να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τις νέες τεχνολογίες. Επιπλέον, συχνά παρατηρείται αντίσταση στην αλλαγή τόσο από τους εκπαιδευτικούς όσο και από το ίδιο το εκπαιδευτικό σύστημα, το οποίο είναι ακόμα προσανατολισμένο στη διαχωρισμένη διδασκαλία των μαθημάτων (Ψυχάρης και Καλοβρέκτης, 2018). Ωστόσο, η συνεχής έρευνα και οι επενδύσεις στην εκπαίδευση STEM υποδεικνύουν ότι πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό μοντέλο με μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης. Ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα είναι η πρόσβαση σε πόρους και τεχνολογικά μέσα, ιδιαίτερα σε σχολεία που δεν διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό ή την υποστήριξη για την εφαρμογή STEM δραστηριοτήτων. Η χρήση προηγμένων τεχνολογιών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα (AR), η ρομποτική και η φυσική υπολογιστική, απαιτεί επενδύσεις σε εξοπλισμό και εκπαιδευτικό υλικό, γεγονός που αποτελεί εμπόδιο για πολλά σχολεία, ιδιαίτερα σε αγροτικές ή υποχρηματοδοτούμενες περιοχές.

Παρά τις προκλήσεις, η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και η αυξανόμενη αναγνώριση της σημασίας της STEM εκπαίδευσης από κυβερνητικούς και εκπαιδευτικούς φορείς ανοίγουν δρόμους για νέες ευκαιρίες. Η ενσωμάτωση της STEM εκπαίδευσης σε επίσημα αναλυτικά προγράμματα, η δημιουργία συνεργασιών μεταξύ σχολείων και βιομηχανιών, καθώς και η παροχή κινήτρων για τους εκπαιδευτικούς αποτελούν μέτρα που μπορούν να συμβάλουν στην αποτελεσματικότερη εφαρμογή της (Psycharis & Kotzampasaki, 2019). Ειδικά στην Ελλάδα, προγράμματα όπως αυτά που περιγράφονται στο έργο των Ψυχάρη και Καλοβρέκτη (2018) δείχνουν ότι η σταδιακή ενσωμάτωση της STEM φιλοσοφίας στα σχολεία μπορεί να επιφέρει σημαντικές βελτιώσεις στις δεξιότητες των μαθητών και στην ποιότητα της διδασκαλίας και της μάθησης.

Υποκεφάλαιο 2.2. Υπολογιστική Σκέψη

Η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking - CT) αποτελεί μια θεμελιώδη δεξιότητα του 21ου αιώνα και έναν από τους βασικούς πυλώνες της εκπαίδευσης STEM. Ο όρος εισήχθη από τη Wing (2006) ως μια μέθοδος επίλυσης προβλημάτων που περιλαμβάνει την αλγοριθμική σκέψη, την αναγνώριση μοτίβων, την ανάλυση δεδομένων και τον κώδικα-προγραμματισμό. Έκτοτε έχει εξελιχθεί σε έναν θεμελιώδη πυλώνα της εκπαιδευτικής πολιτικής πολλών χωρών, συμβάλλοντας στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των επιστημονικών και των τεχνολογικών πεδίων (Su & Yang, 2023).

Η Υπολογιστική Σκέψη (Computational Thinking) αποτελεί βασικό στοιχείο της σύγχρονης εκπαίδευσης STEM, καθώς επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, αλγοριθμικής σκέψης και ανάλυσης δεδομένων. Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, η Υπολογιστική Σκέψη δεν περιορίζεται στη διδασκαλία του προγραμματισμού, αλλά εφαρμόζεται σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα, ενισχύοντας παράλληλα τη διαθεματικότητα και τη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη (Psycharis & Kalonrektis, 2018).

Η ενσωμάτωση της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαιδευτική διαδικασία επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να αναπτύξουν κριτική σκέψη, δημιουργικότητα και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Τους βοηθά επίσης να αποκτήσουν μια συστηματική προσέγγιση στην ανάλυση σύνθετων προβλημάτων και να καλλιεργήσουν σημαντικές δεξιότητες, όπως η αφηρημένη σκέψη, η ανάλυση προβλημάτων, η ανάπτυξη αλγορίθμων και η αυτοματοποίηση διαδικασιών. Σύμφωνα με τον Psycharis (2018), η Υπολογιστική Σκέψη δεν περιορίζεται μόνο στη διδασκαλία του προγραμματισμού, αλλά αφορά μια ευρύτερη μεθοδολογία σκέψης που μπορεί να εφαρμοστεί σε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, από τα Μαθηματικά έως τις Κοινωνικές Επιστήμες. Στη STEM εκπαίδευση, η Υπολογιστική Σκέψη λειτουργεί ως εργαλείο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων που σχετίζονται με την τεχνολογία και τις θετικές επιστήμες, επιτρέποντας στους/στις μαθητές/τριες να προγραμματίζουν μέσω κώδικα, να σχεδιάζουν μοντέλα και να προσομοιώνουν δεδομένα (Rafiq et al., 2023).

Ενότητα 2.2.α. Η σημασία της Υπολογιστικής Σκέψης στην STEM εκπαίδευση

Η διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης συμβάλλει στη βελτίωση της κριτικής σκέψης των μαθητών/τριών, καθώς τους ενθαρρύνει να διασπούν ένα πολύπλοκο πρόβλημα σε μικρότερα διαχειρίσιμα μέρη (decomposition), να αναγνωρίζουν μοτίβα (pattern recognition), να αναπτύσσουν αλγοριθμικές λύσεις (algorithmic thinking) και να γενικεύουν λύσεις για παρόμοια προβλήματα (abstraction) (Lockwood & Mooney, 2017).

Σύμφωνα με τους Küçükaydın, Çite και Ulum (2024), η Υπολογιστική Σκέψη έχει άμεση σχέση με την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η

δημιουργικότητα, η επίλυση προβλημάτων και η συνεργασία. Οι ερευνητές βρήκαν ότι η καλλιέργεια της Υπολογιστικής Σκέψης σε προγράμματα STEM βελτιώνει τη μαθησιακή εμπειρία και την αυτοπεποίθηση των μαθητών/τριών απέναντι στις θετικές επιστήμες. Επιπλέον, η Υπολογιστική Σκέψη βοηθά στη διαμόρφωση ενός εξελικτικού τρόπου σκέψης (iterative thinking), όπου οι μαθητές/τριες δεν φοβούνται να κάνουν λάθη, αλλά αντιθέτως δοκιμάζουν διαφορετικές λύσεις και αναθεωρούν την προσέγγισή τους βάσει των δεδομένων που συλλέγουν.

Η Υπολογιστική Σκέψη ενισχύει την ικανότητα των μαθητών/τριών να αναλύουν δεδομένα, να αναγνωρίζουν μοτίβα και να αναπτύσσουν λύσεις με μεθοδικό και αλγοριθμικό τρόπο. Σύμφωνα με τους Küçükaydin, Çite και Ulum (2024), οι δεξιότητες αυτές είναι απαραίτητες για τη σύγχρονη αγορά εργασίας, καθώς επιτρέπουν στους/στις μαθητές/τριες να εφαρμόζουν τεχνικές ανάλυσης και προγραμματισμού σε διάφορα επιστημονικά και τεχνολογικά πεδία.

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν οι Psycharis και Kotzampasaki (2019), οι οποίοι διαπίστωσαν ότι η ενσωμάτωση παιχνιδιών STEM και διαδραστικών δραστηριοτήτων ενισχύει τη διάθεση των μαθητών/τριών να ασχοληθούν με την τεχνολογία. Διαπίστωσαν επίσης ότι μαθητές/τριες που συμμετείχαν σε προγράμματα STEM με έντονο στοιχείο Υπολογιστικής Σκέψης είχαν αυξημένη αυτοπεποίθηση στην επίλυση προβλημάτων και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τις θετικές επιστήμες.

Επιπρόσθετα, η Υπολογιστική Σκέψη σχετίζεται άμεσα με την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων, καθώς οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να αξιολογούν τις διαδικασίες σκέψης τους και να προσαρμόζουν τις στρατηγικές τους ανάλογα με τις ανάγκες του προβλήματος (Saidin et al., 2021). Αυτή η προσέγγιση ενισχύει τη δια βίου μάθηση, καθώς οι μαθητές/τριες γίνονται πιο αυτόνομοι/ες στην αναζήτηση λύσεων και την κατανόηση νέων εννοιών.

Ενότητα 2.2.β. Η Υπολογιστική Σκέψη ως εργαλείο ενίσχυσης της STEM διαθεματικότητας στην εκπαίδευση.

Ένα από τα σημαντικότερα οφέλη της Υπολογιστικής Σκέψης είναι ότι λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ των διαφορετικών πεδίων του STEM, επιτρέποντας στους/στις μαθητές/τριες να συνδυάζουν γνώσεις από τη Φυσική, τα Μαθηματικά, την Τεχνολογία και τη Μηχανική (Triantafyllou et al., 2024). Για παράδειγμα, σε ένα εκπαιδευτικό σενάριο STEM, οι μαθητές/τριες μπορούν να προγραμματίσουν έναν αισθητήρα θερμοκρασίας ώστε να συλλέγει δεδομένα (Φυσική), να αναλύσουν τα δεδομένα αυτά μέσω στατιστικής επεξεργασίας (Μαθηματικά) και να σχεδιάσουν ένα μοντέλο που θα παρουσιάζει τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο (Πληροφορική).

Η ενσωμάτωση τεχνικών παιχνιδιοποίησης (gamification) έχει επίσης αποδειχθεί αποτελεσματική στη διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης. Οι Triantafyllou, Sarpounidis και Farhaoui (2024) έδειξαν ότι η χρήση στοιχείων παιχνιδιού, όπως οι

πόντοι, οι προκλήσεις και οι ανταγωνιστικές δραστηριότητες, αυξάνει την ενασχόληση των μαθητών/τριών και ενισχύει τη μάθηση μέσω του παιχνιδιού (game-based learning).

Προκλήσεις και προοπτικές της Υπολογιστικής Σκέψης στην εκπαίδευση

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα της Υπολογιστικής Σκέψης, υπάρχουν προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή της στην εκπαίδευση. Μία από τις κύριες δυσκολίες είναι η **έλλειψη κατάλληλης επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών**, καθώς πολλοί/ές διδάσκοντες/ουσες δεν έχουν προετοιμαστεί επαρκώς για να διδάξουν την Υπολογιστική Σκέψη με διαθεματικό τρόπο (Saidin et al., 2021). Επιπλέον, οι Rafiq et al. (2023) αναφέρουν ότι ενώ η Υπολογιστική Σκέψη είναι κοινός παρονομαστής για όλες τις επιστήμες, υπάρχει ακόμη ασάφεια σχετικά με τον τρόπο που θα πρέπει να εισαχθεί στα επίσημα αναλυτικά προγράμματα.

Ωστόσο, οι πρόσφατες έρευνες δείχνουν ότι η Υπολογιστική Σκέψη θα συνεχίσει να εξελίσσεται και να παίζει κεντρικό ρόλο στην εκπαίδευση STEM. Η ενσωμάτωσή της σε σύγχρονα εργαλεία, όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI), θα επιτρέψει στους/στις μαθητές/τριες να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση της τεχνολογίας και να προετοιμαστούν για τις προκλήσεις του μέλλοντος (Angraini et al., 2023).

Ενότητα 2.2.γ. Η σημασία της Υπολογιστικής Σκέψης στα Μαθηματικά

Η Υπολογιστική Σκέψη και τα **Μαθηματικά** είναι άρρηκτα συνδεδεμένα, καθώς πολλές μαθηματικές έννοιες, όπως η ακολουθία εντολών, η λογική σκέψη και η επεξεργασία δεδομένων, βασίζονται σε αλγοριθμική σκέψη, προτύπα μοτίβα και ανάλυση δεδομένων και αποτελούν κεντρικά στοιχεία της Υπολογιστικής Σκέψης (Ye et al., 2023). Σύμφωνα με τον Psycharis (2018), η εισαγωγή προγραμματιστικών περιβαλλόντων, όπως το Scratch και την Python, μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, καθώς οι μαθητές/τριες εφαρμόζουν αλγοριθμικές διαδικασίες για την επίλυση προβλημάτων μέσω κώδικα και προγραμματισμό.

Συγκεκριμένα, οι Saidin et al. (2021) υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή της Υπολογιστικής Σκέψης στα Μαθηματικά βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να αναπτύξουν μεταγνωστικές στρατηγικές, δηλαδή να αξιολογούν τη διαδικασία σκέψης τους και να βελτιώνουν τις μεθόδους που χρησιμοποιούν για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Επιπλέον, η χρήση της ρομποτικής και της φυσικής υπολογιστικής (physical computing) επιτρέπει την απτή εφαρμογή των Μαθηματικών, γεγονός που διευκολύνει την κατανόηση αφηρημένων εννοιών (Psycharis et al., 2018).

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση της Υπολογιστικής Σκέψης σε προβλήματα γεωμετρίας, όπου οι μαθητές/τριες καλούνται να προγραμματίσουν αλγορίθμους για τη δημιουργία γεωμετρικών σχημάτων και τη μέτρηση γωνιών και αποστάσεων. Η εισαγωγή τεχνολογικών περιβαλλόντων όπως το GeoGebra στη διδασκαλία των μαθηματικών μπορεί να ενισχύσει τη λογική σκέψη και την αφηρημένη ανάλυση των μαθητών/τριών. Η χρήση προγραμματιστικών εργαλείων επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να πειραματιστούν με διαφορετικές λύσεις, να παρατηρήσουν τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο και να βελτιώσουν τις στρατηγικές τους μέσω δοκιμής και σφάλματος (Ye et al., 2023).

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) αποτελεί ένα από τα πιο καινοτόμα εργαλεία που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση STEM και να ενισχύσουν τη διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης. Μέσω της AR, οι μαθητές/τριες μπορούν να οπτικοποιήσουν αφηρημένες έννοιες, να αλληλεπιδράσουν με δεδομένα και να δημιουργήσουν δυναμικές μαθησιακές εμπειρίες.

Σύμφωνα με τον Angraini et al. (2023), η χρήση της AR στη διδασκαλία των μαθηματικών και της πληροφορικής επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να αναπτύξουν δεξιότητες προγραμματισμού, χωρικής αντίληψης και ανάλυσης δεδομένων. Σε ένα εκπαιδευτικό σενάριο, οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές AR για να δημιουργήσουν τρισδιάστατα μοντέλα μαθηματικών προβλημάτων ή να προγραμματίσουν διαδραστικές δραστηριότητες που ενσωματώνουν φυσική και μαθηματικά.

Ενότητα 2.2.δ. Συσχέτιση της Υπολογιστικής Σκέψης με την Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR)

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) αποτελεί ένα από τα πιο καινοτόμα εργαλεία που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση STEM και να ενισχύσουν τη διδασκαλία της Υπολογιστικής Σκέψης. Μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR), οι μαθητές/τριες μπορούν να οπτικοποιήσουν αφηρημένες έννοιες, να αλληλεπιδράσουν με δεδομένα και να δημιουργήσουν δυναμικές μαθησιακές εμπειρίες.

Σύμφωνα με τον Angraini et al. (2023), η χρήση της AR στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Πληροφορικής επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να αναπτύξουν δεξιότητες προγραμματισμού, χωρικής αντίληψης και ανάλυσης δεδομένων. Σε ένα εκπαιδευτικό σενάριο, οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν εφαρμογές AR για να δημιουργήσουν τρισδιάστατα μοντέλα μαθηματικών προβλημάτων ή να προγραμματίσουν διαδραστικές δραστηριότητες που ενσωματώνουν τα μαθηματικά στο περιβάλλον τους.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα μεταξύ της θεωρίας και της πρακτικής εφαρμογής, επιτρέποντας στους/στις μαθητές/τριες να βλέπουν σε πραγματικό χρόνο τις αλλαγές που συμβαίνουν στα δεδομένα και να αναλύουν τις επιπτώσεις διαφορετικών μεταβλητών σε ένα πείραμα. Αυτό καθιστά

τη μάθηση περισσότερο βιωματική και διαδραστική, αυξάνοντας την ενασχόληση και το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τις STEM επιστήμες.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αποτελεί μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση, παρέχοντας στους/στις μαθητές/τριες διαδραστικές και βιωματικές εμπειρίες μάθησης. Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα (VR), η οποία δημιουργεί έναν πλήρως εικονικό κόσμο, η AR εμπλουτίζει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακές πληροφορίες, εικόνες, βίντεο και τρισδιάστατα μοντέλα (Ajit, 2021).

Υποκεφάλαιο 2.3. Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) στην Εκπαίδευση

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) αποτελεί μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες που μπορούν να ενσωματωθούν στην εκπαίδευση, παρέχοντας στους/στις μαθητές/τριες διαδραστικές και βιωματικές εμπειρίες μάθησης. Σε αντίθεση με την Εικονική Πραγματικότητα (VR), η οποία δημιουργεί έναν πλήρως εικονικό κόσμο, η AR εμπλουτίζει τον πραγματικό κόσμο με ψηφιακές πληροφορίες, εικόνες, βίντεο και τρισδιάστατα μοντέλα (Ajit, 2021).

Ενότητα 2.3.α. Εργαλεία AR στην εκπαίδευση

Υπάρχουν διάφορα εργαλεία AR που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση, καθιστώντας τη δημιουργία και την εφαρμογή AR πιο προσυτή για εκπαιδευτικούς και μαθητές/τριες. Παρακάτω παρουσιάζονται δύο πλατφόρμες Επαυξημένης Πραγματικότητας, χρήσιμες για εκπαιδευτικούς σκοπούς και δημιουργίας AR εφαρμογών.

Zappworks: Είναι μια πλατφόρμα δημιουργίας AR εμπειριών που επιτρέπει την ανάπτυξη διαδραστικών AR εφαρμογών χωρίς προγραμματισμό. Λειτουργεί μέσω web-based εργαλείων και υποστηρίζει διάφορες μορφές περιεχομένου, όπως 3D μοντέλα, βίντεο, ηχητικά εφέ και κουίζ. Οι μαθητές/τριες μπορούν να δημιουργήσουν AR εφαρμογές και να χρησιμοποιούν κινητές συσκευές ή tablets για να σαρώσουν τους QR κωδικούς και να αλληλεπιδράσουν με το AR περιεχόμενο.

Halo AR: Πρόκειται για ένα φιλικό προς τον χρήστη εργαλείο που επιτρέπει τη δημιουργία AR εμπειριών βασισμένων σε εικόνες-ερεθίσματα (trigger images). Οι χρήστες μπορούν να εισάγουν δικές τους εικόνες (όπως φωτογραφίες από μαθηματικά προβλήματα ή φυσικά πειράματα) και να τις συνδέσουν με ψηφιακές πληροφορίες και αναδυόμενα πολυμέσα. Το Halo AR είναι πολύ απλό στη χρήση και ιδιαίτερα χρήσιμο για STEM εφαρμογές, καθώς επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να δουν σε πραγματικό χρόνο τις λύσεις μαθηματικών προβλημάτων ή τα αποτελέσματα φυσικών πειραμάτων μέσω AR εφαρμογών.

Η Επαυξημένη Πραγματικότητα έχει εφαρμογές σε διάφορα STEM γνωστικά αντικείμενα, ενισχύοντας τη μάθηση μέσω της οπτικοποίησης και της αλληλεπίδρασης.

Μαθηματικά: Οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιούν AR εφαρμογές για να προβάλλουν τρισδιάστατα γεωμετρικά σχήματα, να μετρούν αποστάσεις σε πραγματικό χρόνο και να πειραματίζονται με μαθηματικές συναρτήσεις μέσω διαδραστικών εφαρμογών όπως το FootMath (Cerqueira et al., 2020).

Φυσική: Με την AR, οι μαθητές/τριες μπορούν να προσομοιώνουν φαινόμενα όπως η βαρύτητα, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και οι μηχανικές κινήσεις σε πραγματικό χρόνο.

Βιολογία: Η AR επιτρέπει την ανατομία οργανισμών σε τρισδιάστατη προβολή, βοηθώντας στην καλύτερη κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος και της οικολογίας (Ajit, 2021).

Αστρονομία: Οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιούν εφαρμογές AR για να εξερευνήσουν τους πλανήτες, τους γαλαξίες και τα ουράνια σώματα, δημιουργώντας μια βιωματική εμπειρία Αστρονομίας (Zanella et al., 2022).

Ενότητα 2.3.β. Τα οφέλη της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented reality – AR) στην Εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας στην εκπαίδευση παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα και οφέλη που αναλύονται παρακάτω:

- **Αυξημένη αλληλεπίδραση και εμπλοκή:** Η AR παρέχει έναν πιο ελκυστικό και διαδραστικό τρόπο μάθησης, επιτρέποντας στους/στις μαθητές/τριες να συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία εκμάθησης (Sirakaya & Alsancak, 2020).
- **Καλύτερη κατανόηση αφηρημένων εννοιών:** Ιδιαίτερα σε STEM μαθήματα, η AR βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να κατανοήσουν δύσκολες έννοιες μέσω οπτικοποίησης.
- **Ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης:** Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν να αλληλεπιδρούν με ψηφιακά δεδομένα και να αναπτύσσουν αλγοριθμική σκέψη και επίλυση προβλημάτων (Ajit, 2021).
- **Εξατομικευμένη μάθηση:** Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόσουν τα AR εργαλεία ώστε να καλύπτουν διαφορετικά μαθησιακά προφίλ και διδακτικές ανάγκες.

Η χρήση AR εργαλείων στην εκπαίδευση μπορεί επίσης να προσφέρει πολλαπλά οφέλη για τους εκπαιδευτικούς και τους/τις μαθητές/τριες :

- **Προσαρμοστικότητα και ευελιξία:** Τα εργαλεία AR, όπως το Halo AR και το Zappworks, προσφέρουν εύκολη ενσωμάτωση στην καθημερινή διδασκαλία χωρίς ανάγκη εξειδικευμένων τεχνικών γνώσεων.
- **Αύξηση μαθησιακών αποτελεσμάτων:** Οι έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες που χρησιμοποιούν AR θυμούνται περισσότερο το διδακτικό

περιεχόμενο και έχουν αυξημένα ποσοστά επιτυχίας σε τεστ αξιολόγησης (Ajit, 2021).

- **Ενίσχυση της συμμετοχής:** Η AR μπορεί να μετατρέψει ένα παθητικό μάθημα σε διαδραστική εμπειρία, διατηρώντας το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών υψηλό.
- **Διαθεματική προσέγγιση:** Η AR επιτρέπει τη διασύνδεση διαφορετικών επιστημονικών πεδίων, όπως τα Μαθηματικά, η Φυσική και η Βιολογία, ενισχύοντας τη διεπιστημονικότητα στην εκπαίδευση.

Υποκεφάλαιο 2.4. Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails)

Οι Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) αποτελούν μια καινοτόμα προσέγγιση στη μαθηματική εκπαίδευση, όπου οι μαθητές/τριες συμμετέχουν σε διαδραστικές μαθησιακές εμπειρίες, εξερευνώντας μαθηματικά μοτίβα και προβλήματα στο φυσικό τους περιβάλλον. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να εφαρμόζουν μαθηματικές έννοιες σε πραγματικά σενάρια, συνδυάζοντας τη βιωματική μάθηση με την ανάπτυξη υπολογιστικής και αναλυτικής σκέψης με το καθημερινό τους περιβάλλον (σχολείο, πάρκο, σπίτι, κλπ).

Πρόκειται για μια καινοτομία στην εκπαίδευση, χάρης στη βιωματική διδακτική προσέγγιση που επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να ανακαλύψουν τα Μαθηματικά στο φυσικό και αστικό περιβάλλον τους. Κατά τη διάρκεια μιας μαθηματικής διαδρομής, οι συμμετέχοντες/ουσες σταματούν σε προεπιλεγμένα σημεία όπου εξερευνούν τη χρήση και την παρουσία των Μαθηματικών στην καθημερινή ζωή, λύνουν προβλήματα και αναπτύσσουν την κριτική τους σκέψη. Τέτοιες ερωτήσεις μπορεί να αφορούν συμμετρίες, μοτίβα, αναλογίες, γεωμετρικές ιδιότητες, μέτρηση αποστάσεων και αρχιτεκτονικές κατασκευές (English et al., 2019).

Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει τη μάθηση με την κίνηση και την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον, γεγονός που τη συνδέει με την ενσώματη μάθηση (embodied learning). Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) μπορούν να εφαρμοστούν σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες και να συνδυαστούν με την υπαίθρια εκπαίδευση (Outdoor Education), τη STEM εκπαίδευση και τις ΤΠΕ (Dudley, 1987).

Δημιουργία και Υλοποίηση Μαθηματικών Διαδρομών

Η επιτυχία μιας μαθηματικής διαδρομής εξαρτάται από τη σωστή σχεδίαση και εφαρμογή της:

1. **Καθορισμός στόχων:** Τι έννοιες θα εξερευνηθούν; Ποιες δεξιότητες θα αναπτυχθούν;
2. **Επιλογή τοποθεσίας:** Μπορεί να είναι το προαύλιο του σχολείου, ένα πάρκο, ένα μουσείο ή ένα ιστορικό κτίριο.
3. **Δημιουργία δραστηριοτήτων:** Οι δραστηριότητες πρέπει να βασίζονται σε πραγματικά δεδομένα και γεωμετρικά σχήματα.
4. **Ενσωμάτωση τεχνολογίας:** Η χρήση εφαρμογών Augmented Reality (AR) μπορεί να ενισχύσει την εμπειρία.
5. **Αξιολόγηση και ανατροφοδότηση:** Μετά την ολοκλήρωση της διαδρομής, οι μαθητές/τριες συζητούν τις παρατηρήσεις τους και τα συμπεράσματά τους.

Ένας τρόπος εισαγωγής των μαθητών/τριών στα Math Trails είναι η διερεύνηση απλών μαθηματικών μοτίβων στην τάξη, πριν από την πραγματική εξόρμηση στον εξωτερικό χώρο.

Τα Math Trails αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο βιωματικής μάθησης, το οποίο βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να κατανοήσουν τις μαθηματικές έννοιες με πρακτικό, διαδραστικό και διασκεδαστικό τρόπο. Η ενσωμάτωση των Μαθηματικών στο περιβάλλον τους μετατρέπει τη μάθηση σε μια ανακαλυπτική και προσωπικά σχετική εμπειρία.

Στην εποχή της ψηφιακής τεχνολογίας, η σύνδεση των Math Trails με την Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) και τις διαδραστικές εκπαιδευτικές πλατφόρμες προσφέρει ακόμα μεγαλύτερες δυνατότητες εμπλουτισμού της μαθησιακής εμπειρίας.

Όπως σημειώνει ο Steve Humble, **"τα Μαθηματικά βρίσκονται παντού γύρω μας αρκεί να έχουμε τα κατάλληλα εργαλεία και την κατάλληλη οπτική για να τα ανακαλύψουμε"**.

Ενότητα 2.4.α. Μαθηματικές Διαδρομές στην διεθνή εκπαίδευση

Η χρήση των Μαθηματικών Διαδρομών στην εκπαίδευση έχει εφαρμοστεί σε διάφορες χώρες, με σημαντικά αποτελέσματα στη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών/τριών.

Στο πλαίσιο ενός διεθνούς ερευνητικού προγράμματος στη **Νορβηγία**, οι μαθητές/τριες από δύο σχολεία στο Όσλο συμμετείχαν σε κινητές μαθηματικές διαδρομές (Mobile Math Trails) χρησιμοποιώντας εφαρμογές όπως το Actionbound. Οι μαθητές/τριες περιηγήθηκαν σε διάφορες τοποθεσίες της πόλης και του σχολείου, όπου έπρεπε να λύσουν μαθηματικά προβλήματα σε πραγματικό χρόνο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ενσώματη μάθηση ενίσχυσε την κατανόηση μαθηματικών μοντέλων και βελτίωσε την ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Buchholtz & Orey, 2020).

Στην **Ισπανία**, τα Math Trails ενσωματώθηκαν σε ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, όπου φοιτητές/τριες παιδαγωγικών σχολών σχεδίασαν και υλοποίησαν διαδρομές για μαθητές/τριες δημοτικού. Οι δραστηριότητες επικεντρώνονταν κυρίως στη γεωμετρία και στη μέτρηση αντικειμένων του φυσικού περιβάλλοντος, ενώ λιγότεροι γρίφοι αφορούσαν αλγεβρικές και πιθανολογικές έννοιες (Martínez-Jiménez et al., 2022) .

Σε ένα δημοτικό σχολείο στην **Ελλάδα**, οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε μια διαδραστική Μαθηματική Διαδρομή σε πάρκο, χρησιμοποιώντας κινητές συσκευές για να καταγράψουν μετρήσεις και να επιλύσουν μαθηματικές προκλήσεις που σχετίζονταν με το φυσικό περιβάλλον. Η χρήση της τεχνολογίας διευκόλυνε τη μαθησιακή διαδικασία, ενώ τα παιδιά ανέπτυξαν καλύτερη αντίληψη για τη σχέση μαθηματικών και καθημερινότητας (Fesakis et al., 2018) .

Στην **Πορτογαλία** ανέπτυξαν μια αλγεβρική μαθηματική διαδρομή χρησιμοποιώντας την εφαρμογή MathCityMap. Οι μαθητές/τριες έπρεπε να εντοπίσουν μοτίβα και ακολουθίες αριθμών σε αστικά τοπία, όπως σε κτίρια, δρόμους και πλατείες. Η προσέγγιση αυτή βελτίωσε την κατανόηση της άλγεβρας και ενίσχυσε τη συμμετοχή των μαθητών/τριών στη μάθηση (Barbosa et al., 2022).

Διεθνή Προγράμματα Μαθηματικών Διαδρομών

Πολλά διεθνή προγράμματα έχουν ενσωματώσει τα Math Trails στην εκπαίδευση:

Ηνωμένο Βασίλειο – Mathstastic Project: Ένα πρωτοποριακό πρόγραμμα που ενσωματώνει μαθηματικές διαδρομές σε αστικά και φυσικά περιβάλλοντα, ενισχύοντας τη βιωματική μάθηση.

ΗΠΑ – NCTM Mathematics Trails Initiative: Το Εθνικό Συμβούλιο Διδασκαλίας Μαθηματικών (NCTM) έχει αναπτύξει οδηγίες για τη χρήση των Math Trails ως μέρος του STEM curriculum.

Αυστραλία – Sydney Math Trails: Μαθηματικές περιηγήσεις σε αρχιτεκτονικά μνημεία της πόλης, σχεδιασμένες για να ενισχύσουν την αντίληψη των μαθητών/τριών για τις μαθηματικές δομές στο δομημένο περιβάλλον.

Φινλανδία – Outdoor Mathematics Explorations: Ενσωμάτωση των Math Trails στο αναλυτικό πρόγραμμα, με έμφαση στη φυσική και αστική γεωμετρία.

Οι Μαθηματικές Διαδρομές δεν είναι απλώς ένας εναλλακτικός τρόπος διδασκαλίας των Μαθηματικών, αλλά ένας τρόπος να μεταμορφώσουμε την αντίληψη των μαθητών/τριών για τον κόσμο γύρω τους. Μέσα από αυτές τις δραστηριότητες, τα παιδιά μαθαίνουν να βλέπουν το περιβάλλον τους ως ένα σύνολο μαθηματικών μοτίβων και γεωμετρικών σχημάτων. Ένα κτίριο δεν είναι απλώς ένα σύνολο τοίχων και παραθύρων – είναι μια συλλογή από γεωμετρικές αναλογίες και συμμετρίες. Μια πλατεία δεν είναι μόνο ένας χώρος συνάντησης, αλλά ένα μαθηματικό πεδίο, γεμάτο με υπολογισμούς γωνιών, εμβαδών και συμμετριών.

Οι μαθητές/τριες, μέσα από τη συμμετοχή τους σε Math Trails, αποκτούν έναν νέο τρόπο σκέψης, όπου τα μαθηματικά δεν είναι πια μια αφηρημένη θεωρία αλλά ένας ζωντανός και χρήσιμος τρόπος ανάλυσης του κόσμου. Η εκπαίδευση μέσω των Μαθηματικών Διαδρομών ενισχύει την περιέργεια και την παρατήρηση, καθιστώντας τους/τις μαθητές/τριες εξερευνητές του μαθηματικού κόσμου που τους περιβάλλει. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, η μάθηση γίνεται όχι μόνο πιο αποτελεσματική και ενδιαφέρουσα, αλλά και πιο ουσιαστική, συνδέοντας τα Μαθηματικά με τη ζωή και το περιβάλλον γύρω μας.

Η διδασκαλία σε υπαίθριους χώρους (Outdoor Education - OE) αποτελεί μια διεπιστημονική παιδαγωγική προσέγγιση που δίνει έμφαση στη μάθηση μέσω εμπειριών και στην άμεση αλληλεπίδραση με το φυσικό και πολιτισμικό περιβάλλον. Σύμφωνα με το Centre for Environmental and Outdoor Education του Linköping University, η Outdoor Education στοχεύει στην ενεργή σύνδεση μεταξύ βιωματικής εμπειρίας, κριτικής σκέψης και μάθησης, προσφέροντας στους/στις μαθητές/τριες μια πιο αυθεντική και ουσιαστική προσέγγιση στη γνώση (Mallette et al., 2024).

Έρευνες δείχνουν ότι το υπαίθριο περιβάλλον βελτιώνει τη μαθησιακή διαδικασία, καθώς αυξάνει τη συγκέντρωση, ενισχύει την ψυχολογική ευεξία και προάγει τη δημιουργικότητα των μαθητών/τριών (Oberle et al., 2021). Η μάθηση δεν περιορίζεται μόνο στην ακοή και την όραση, αλλά ενεργοποιεί όλες τις αισθήσεις (όσφρηση, αφή, γεύση, κίνηση), γεγονός που την καθιστά πιο ουσιαστική και μακροχρόνια.

Οφέλη της Διδασκαλίας σε Υπαίθριους Χώρους

Η Outdoor Education στηρίζεται στην ενσώματη μάθηση (embodied learning), όπου οι μαθητές/τριες εμπλέκονται ενεργά στη διαδικασία ανακάλυψης της γνώσης. Τα βασικά της πλεονεκτήματα περιλαμβάνουν:

- **Αυθεντική μάθηση:** Οι μαθητές/τριες αποκτούν γνώση μέσα από πραγματικές εμπειρίες και όχι από αφηρημένες έννοιες των σχολικών εγχειριδίων.
- **Συνδυασμός φυσικής άσκησης και μάθησης:** Η κινητικότητα κατά τη διάρκεια των μαθημάτων ενισχύει την καρδιαγγειακή υγεία και τη γνωστική λειτουργία (Woodforde et al., 2021).
- **Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση:** Η επαφή με τη φύση αυξάνει το αίσθημα ευθύνης απέναντι στο περιβάλλον και προάγει τη βιωσιμότητα (Gómez-Ruiz et al., 2021).
- **Βελτίωση της συγκέντρωσης και της διάθεσης:** Έρευνες δείχνουν ότι η υπαίθρια διδασκαλία μειώνει το άγχος και αυξάνει την προσοχή και τη δημιουργικότητα (Kiviranta et al., 2023).
- **Ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων:** Οι ομαδικές δραστηριότητες σε υπαίθριους χώρους ενισχύουν τη συνεργασία και την επικοινωνία μεταξύ των μαθητών/τριών (Waller, 2023).

Δραστηριότητες και Χώροι για Outdoor Education

Η Outdoor Education μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ποικίλα περιβάλλοντα, ανάλογα με το αντικείμενο της διδασκαλίας:

- **Δασικές περιοχές και πάρκα:** Ιδανικά για τη μελέτη της βιοποικιλότητας, των οικοσυστημάτων και των φυσικών φαινομένων.
- **Αστικά περιβάλλοντα:** Περιπάτοι σε ιστορικά σημεία της πόλης, μουσεία, αρχαιολογικοί χώροι, όπου οι μαθητές/τριες συνδέουν τη γνώση με την πολιτιστική κληρονομιά.
- **Σχολικές αυλές:** Μετατροπή του προαυλίου σε έναν χώρο βιωματικής μάθησης, μέσω μαθηματικών μονοπατιών (math trails), πειραμάτων φυσικής ή γεωγραφίας.
- **Αγροκτήματα και θερμοκήπια:** Για τη μελέτη της γεωργίας, της βιολογίας και της κλιματικής αλλαγής.

Outdoor Education και STEM Μαθήματα

Η υπαίθρια μάθηση μπορεί να εφαρμοστεί στα STEM πεδία με καινοτόμους τρόπους:

- **Μαθηματικά:** Οι μαθητές/τριες μπορούν να μετρούν γεωμετρικά σχήματα και μοτίβα στη φύση ή να υπολογίζουν την περίμετρο και το εμβαδόν αντικειμένων στο περιβάλλον τους.
- **Φυσική:** Εφαρμογή του νόμου της βαρύτητας, μελέτη της κίνησης και των δυνάμεων μέσω δραστηριοτήτων, όπως το πέταγμα χαρταετού ή η αναπήδηση μιας μπάλας σε διαφορετικές επιφάνειες.
- **Βιολογία:** Παρατήρηση της πανίδας και χλωρίδας, μελέτη των οικοσυστημάτων και των βιολογικών κύκλων.
- **Γεωγραφία:** Προσανατολισμός με χάρτες και πυξίδες, μελέτη των γεωμορφολογικών αλλαγών στο τοπίο.

Η υπαίθρια εκπαίδευση αποτελεί ένα καινοτόμο παιδαγωγικό εργαλείο, που μπορεί να αναβαθμίσει τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών/τριών, βελτιώνοντας τη συγκέντρωση, την κριτική σκέψη και την περιβαλλοντική τους συνείδηση. Ενσωματώνοντας δραστηριότητες σε εξωτερικούς χώρους, μπορούμε να διαμορφώσουμε ένα πιο δυναμικό και αποδοτικό μαθησιακό περιβάλλον, που προάγει την ολιστική ανάπτυξη των μαθητών/τριών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Μεθοδολογία

Υποκεφάλαιο 3.1. Περιγραφή της διδακτικής Παρέμβασης

Η παρούσα διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε με σκοπό να συνδυάσει τα Μαθηματικά και την Πληροφορική, εφαρμόζοντας βιωματικές δραστηριότητες που βασίζονται στη διαθεματική μάθηση, τις Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) και την Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR). Οι μαθητές/τριες της Β' Γυμνασίου συμμετείχαν σε ένα δίωρο εργαστήριο Μαθηματικών και ένα δίωρο εργαστήριο Πληροφορικής, όπου ενεπλάκησαν σε ενεργή και ανακαλυπτική μάθηση. Η διδακτική παρέμβαση είχε τα εξής κύρια χαρακτηριστικά:

1. Εμπλοκή των μαθητών/τριών σε πραγματικά μαθησιακά περιβάλλοντα

- Εξερεύνηση του σχολικού χώρου μέσω των Μαθηματικών Διαδρομών, όπου οι μαθητές/τριες πραγματοποίησαν μετρήσεις, υπολογισμούς και επίλυσαν αληθινά προβλήματα στον φυσικό χώρο.
- Σύνδεση θεωρητικών μαθηματικών εννοιών με πρακτικές εφαρμογές, όπως η χρήση του Πυθαγορείου Θεωρήματος για την εκτίμηση αποστάσεων ή η εύρεση εμβαδών και περιμέτρων σε σχολικές εγκαταστάσεις.

2. Ενσωμάτωση της Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση

- Χρήση του Halo AR για τη δημιουργία εφαρμογών Επαυξημένης Πραγματικότητας, όπου οι μαθητές/τριες ανέπτυξαν ψηφιακά μοντέλα που αποτύπωναν τις λύσεις των μαθηματικών προβλημάτων που είχαν επιλύσει προηγουμένως.
- Σύνδεση της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking) με τις δραστηριότητες ανάπτυξης AR εφαρμογών, δίνοντας στους/στις μαθητές/τριες τη δυνατότητα να προγραμματίσουν και να οργανώσουν τις πληροφορίες τους μέσω τεχνολογικών εργαλείων.

3. Συνεργατική και Ανακαλυπτική Μάθηση

- Οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, αναπτύσσοντας δεξιότητες κριτικής σκέψης, επικοινωνίας και συνεργασίας.
- Η διαδικασία περιλάμβανε αυτοκατευθυνόμενη μάθηση, όπου οι μαθητές/τριες καθοδηγήθηκαν από τους/τις εκπαιδευτικούς, αλλά κλήθηκαν να εξερευνήσουν, να ανακαλύψουν και να επιλύσουν προβλήματα με τη δική τους πρωτοβουλία.

Η συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση επιχείρησε να γεφυρώσει το θεωρητικό υπόβαθρο των Μαθηματικών με την πρακτική εφαρμογή και την τεχνολογική καινοτομία, ενισχύοντας τη συμμετοχή στη διαδικασία της μάθησης, την κατανόηση εννοιών και την υπολογιστική σκέψη των μαθητών/τριών. Η μέθοδος αυτή μπορεί να αποτελέσει ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία και άλλων αντικειμένων στα πεδία της STEM, προσφέροντας εμπειρική και συνεργατική μάθηση με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών.

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε σε δύο στάδια και έγινε κατά την διάρκεια της πρωινής ζώνης στο σχολείο «:

A. Δίωρο Μαθηματικών: Μαθηματική Διαδρομή (Math Trail)

Το πρώτο μέρος της παρέμβασης περιλάμβανε μια Μαθηματική Διαδρομή, όπου οι μαθητές/τριες επισκέφθηκαν διάφορα σημεία του σχολείου και εκτέλεσαν μαθηματικές δραστηριότητες. Οι μαθητές/τριες κατέγραψαν τις μετρήσεις τους, φωτογράφησαν τα σημεία ενδιαφέροντος και κατέγραψαν τις λύσεις των ασκήσεων, ώστε να τις ενσωματώσουν στο δεύτερο μέρος της παρέμβασης.

Σχολική Αίθουσα

- Υπολογισμός εμβαδού και περιμέτρου πίνακα, παραθύρων και πόρτας.
- Ανάλυση συμμετρίας και γωνιών στα αντικείμενα της τάξης.
- Επίλυση αληθινών προβλημάτων (π.χ. πόσο γυαλί θα χρειαστεί για να επισκευάσουμε τα παράθυρα της τάξης)

Σχολικός Διάδρομος

- Μέτρηση του ύψους και του μήκους των σκαλοπατιών.
- Εφαρμογή του Πυθαγορείου Θεωρήματος για τον υπολογισμό της διαγωνίου του τοίχου.

Γήπεδο Σχολείου

- Υπολογισμός περιμέτρου και εμβαδού του γηπέδου.
- Χρήση της εφαπτομένης γωνίας για την εκτίμηση του ύψους μιας μπασκέτας.

Οι μαθητές/τριες κατέγραψαν τις μετρήσεις τους, φωτογράφησαν τα σημεία ενδιαφέροντος και κατέγραψαν τις λύσεις των ασκήσεων, ώστε να τις ενσωματώσουν στο δεύτερο μέρος της παρέμβασης.

B. Δίωρο Πληροφορικής: Δημιουργία AR Εφαρμογής στο Halo AR

Στο δεύτερο μέρος της παρέμβασης, οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ψηφιακά περιβάλλοντα, μετατρέποντας τις λύσεις των μαθηματικών προβλημάτων τους σε AR εφαρμογές με τη χρήση του Halo AR.

- Ενσωμάτωσαν τις φωτογραφίες που είχαν τραβήξει ως trigger images για την AR εφαρμογή.
- Σχεδίασαν ψηφιακά pop-up στοιχεία που παρουσίαζαν τις μαθηματικές λύσεις σε επαυξημένη πραγματικότητα, στη Ζωγραφική και στο Canva.
- Εφαρμογή αρχών Υπολογιστικής Σκέψης, όπως διάσπαση προβλήματος (decomposition), αναγνώριση μοτίβων (pattern recognition) και αλγοριθμική σκέψη (algorithmic thinking).

Υποκεφάλαιο 3.2. Μαθηματικά και Μαθηματικές Διαδρομές

Η παρούσα ενότητα περιγράφει αναλυτικά τη διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε στα Μαθηματικά στο πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης. Η διδασκαλία βασίστηκε στη μέθοδο των Μαθηματικών Διαδρομών (Math Trails), η οποία επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να εφαρμόσουν τις μαθηματικές έννοιες σε πραγματικά περιβάλλοντα, γεφυρώνοντας τη θεωρία με την πράξη.

Η διδασκαλία των Μαθηματικών μέσω των Μαθηματικών Διαδρομών (Math Trails) αποτελεί μια σύγχρονη, βιωματική προσέγγιση που συνδέει τη θεωρητική γνώση με την πραγματικότητα. Οι μαθητές/τριες καλούνται να εξερευνήσουν το φυσικό και σχολικό τους περιβάλλον, εφαρμόζοντας μαθηματικές έννοιες στην πράξη. Στη διδακτική παρέμβαση που πραγματοποιήθηκε, οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε μια δομημένη διαδρομή, όπου μετρούσαν, υπολόγιζαν και ανέλυαν γεωμετρικές και αριθμητικές σχέσεις, καταγράφοντας τα αποτελέσματά τους για περαιτέρω επεξεργασία.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου των Math Trails έχει αναγνωριστεί διεθνώς ως ένας τρόπος ενίσχυσης της μαθηματικής σκέψης και της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων. Έρευνες δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες που συμμετέχουν σε διαδραστικές και βιωματικές μαθησιακές δραστηριότητες παρουσιάζουν βελτιωμένη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και αυξημένο ενδιαφέρον για το μάθημα (Buchholtz & Orey, 2020).

Οφέλη των Μαθηματικών Διαδρομών

Η εφαρμογή των Math Trails ενισχύει:

- Την εφαρμογή της μαθηματικής γνώσης σε πραγματικές καταστάσεις
- Την ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης και της λογικής ανάλυσης
- Τη συνεργασία και την ομαδική εργασία
- Την κινητοποίηση των μαθητών/τριών μέσω της βιωματικής μάθησης
- Τη διαθεματική σύνδεση των Μαθηματικών με άλλες επιστήμες (Φυσική, Γεωγραφία, Βιολογία)

Έρευνες δείχνουν ότι τα Math Trails έχουν θετική επίδραση τόσο στο γνωστικό τομέα (κατανόηση εννοιών, ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων), όσο και στο συναισθηματικό και κοινωνικό τομέα, ενισχύοντας την αυτοπεποίθηση και την αίσθηση συνεργασίας (Ofsted Report, 2008).

Η εφαρμογή των Math Trails στη διδακτική παρέμβαση σχεδιάστηκε βάσει των αρχών της βιωματικής μάθησης, της συνεργατικής μάθησης και της διαθεματικότητας. Οι μαθητές/τριες δεν διδάχθηκαν απλώς θεωρητικές έννοιες, αλλά κλήθηκαν να τις ανακαλύψουν μέσω πραγματικών εφαρμογών.

Η διαδικασία περιλαμβάνει τρία βασικά στάδια:

1. **Εξερεύνηση του περιβάλλοντος:** Οι μαθητές/τριες εντόπισαν σημεία στο σχολικό χώρο όπου θα μπορούσαν να εφαρμόσουν μαθηματικές έννοιες, όπως μέτρηση αποστάσεων, εμβαδών και συμμετρίας.
2. **Καταγραφή και υπολογισμοί:** Σε κάθε σημείο της διαδρομής, οι μαθητές/τριες πραγματοποίησαν μετρήσεις και υπολογισμούς, χρησιμοποιώντας απλά εργαλεία (χάρακες, μεζούρες) και τεχνολογικά μέσα (κινητά τηλέφωνα για καταγραφή δεδομένων).
3. **Ανάλυση και οπτικοποίηση δεδομένων:** Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες ανέλυσαν τις πληροφορίες και συζήτησαν τα αποτελέσματά τους, θέτοντας τα θεμέλια για την περαιτέρω ψηφιακή επεξεργασία στην Πληροφορική.

Η εκπαιδευτική αυτή προσέγγιση βασίζεται στο Realistic Mathematics Education (RME), το οποίο προωθεί την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/τριών και τη σύνδεση των μαθηματικών με αυθεντικές καταστάσεις (Fesakis et al., 2018).

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε βασίστηκε στις εξής αρχές:

- **Βιωματική και ενεργητική μάθηση:** Οι μαθητές/τριες συμμετείχαν σε πραγματικές μετρήσεις και υπολογισμούς, συνδέοντας τις μαθηματικές έννοιες με το φυσικό περιβάλλον.
- **Διαθεματικότητα:** Η Μαθηματική Διαδρομή σχεδιάστηκε ώστε να συνδέεται με την Πληροφορική, καθώς οι μαθητές/τριες χρησιμοποίησαν τις φωτογραφίες και τις μετρήσεις τους στο επόμενο στάδιο, όπου δημιούργησαν AR εφαρμογές.
- **Συνεργατική μάθηση:** Οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες, αναπτύσσοντας δεξιότητες επικοινωνίας και επίλυσης προβλημάτων.
- **Αυτοκατευθυνόμενη μάθηση:** Οι μαθητές/τριες καθοδηγήθηκαν μέσω δομημένων φύλλων εργασίας, αλλά είχαν αυτονομία στην ανακάλυψη των λύσεων.

Η εφαρμογή των Μαθηματικών Διαδρομών στη διδασκαλία των Μαθηματικών αποτελεί έναν καινοτόμο τρόπο μάθησης, που επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να κατανοούν αφηρημένες έννοιες μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον τους. Η χρήση των Μαθηματικών Διαδρομών υποστηρίζεται από τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία τονίζει ότι:

- Η βιωματική μάθηση αυξάνει την κατανόηση των μαθηματικών εννοιών (Barbosa et al., 2022).
- Η εφαρμογή των μαθηματικών σε πραγματικά περιβάλλοντα βελτιώνει τη μαθηματική σκέψη (Loof et al., 2022).
- Η συνεργατική μάθηση μέσω Math Trails προωθεί τη μαθηματική επίλυση προβλημάτων (Martella et al., 2023).

Η χρήση των Μαθηματικών Διαδρομών στη διδασκαλία των Μαθηματικών αποδεικνύεται ένας αποτελεσματικός τρόπος εμπλοκής των μαθητών/τριών με το αντικείμενο. Συνδυάζοντας τη βιωματική μάθηση με τις τεχνολογικές εφαρμογές, ενισχύεται η κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων.

Το επόμενο βήμα της διδακτικής παρέμβασης ήταν η μεταφορά των εμπειριών των μαθητών/τριών στην Πληροφορική, όπου οι φωτογραφίες και οι μετρήσεις τους χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία AR εφαρμογών. Αυτή η προσέγγιση αποτελεί έναν καινοτόμο τρόπο διδασκαλίας, που προετοιμάζει τους/τις μαθητές/τριες για τη σύγχρονη τεχνολογική και ψηφιακή εποχή.

Υποκεφάλαιο 3.3. Πληροφορική και εφαρμογές Augmented Reality – Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές

Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR) έχει πλέον ενταχθεί στην εκπαίδευση, επιτρέποντας στους/στις μαθητές/τριες να αλληλεπιδρούν με ψηφιακό περιεχόμενο που ενσωματώνεται στον πραγματικό κόσμο. Στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση, οι μαθητές/τριες αξιοποίησαν την AR για να δημιουργήσουν Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές, όπου οι λύσεις των μαθηματικών προβλημάτων που είχαν επιλύσει προηγουμένως στο μάθημα των Μαθηματικών οπτικοποιήθηκαν μέσω της χρήσης του Halo AR.

Η εκπαιδευτική αξία της AR στην εκπαίδευση STEM έχει τεκμηριωθεί από έρευνες που υποδεικνύουν ότι η χρήση της βελτιώνει τη μαθησιακή απόδοση, ενισχύει την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και αυξάνει το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών (Talan, 2021). Η προσέγγιση αυτή συνδυάζει τη βιωματική μάθηση με την υπολογιστική σκέψη, καθώς οι μαθητές/τριες εργάζονται με πραγματικά δεδομένα και δημιουργούν διαδραστικές εφαρμογές.

Η ενσωμάτωση της Επαυξημένης Πραγματικότητας (Augmented Reality – AR) στην εκπαίδευση αποτελεί μια καινοτόμο παιδαγωγική προσέγγιση, που επιτρέπει στους/στις μαθητές/τριες να οπτικοποιούν αφηρημένες έννοιες και να αλληλεπιδρούν με το ψηφιακό περιβάλλον. Στο πλαίσιο της παρούσας διδακτικής παρέμβασης, οι μαθητές/τριες δημιούργησαν διαδραστικές AR εφαρμογές, βασισμένες στις μετρήσεις και τις λύσεις που είχαν καταγράψει στο μάθημα των Μαθηματικών.

Το μάθημα της Πληροφορικής υλοποιήθηκε σε δύο διδακτικές ώρες και είχε ως βασικούς στόχους:

- Την ανάπτυξη δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης μέσω της κατασκευής ψηφιακών εφαρμογών.
- Τη χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας ως εργαλείο κατανόησης μαθηματικών εννοιών.
- Την ενίσχυση της δημιουργικότητας και της συνεργατικής μάθησης, καθώς οι μαθητές/τριες εργάστηκαν σε ομάδες.

Η μεθοδολογία ακολουθούσε το μοντέλο της οικοδόμησης της γνώσης μέσω πειραματισμού και πρακτικής εφαρμογής, δίνοντας έμφαση στη μάθηση μέσω έργου (project-based learning, PBL).

Η εφαρμογή των Εικονικών Μαθηματικών Διαδρομών μέσω του Halo AR ακολούθησε μια μεθοδική διαδικασία που περιλάμβανε:

- Εξοικείωση με την τεχνολογία AR: Οι μαθητές/τριες εκπαιδεύτηκαν στη χρήση του Halo AR, μαθαίνοντας πώς να δημιουργούν trigger images και pop-up εικόνες.
- Δημιουργία AR εφαρμογής: Ενσωμάτωσαν τις φωτογραφίες που είχαν τραβήξει στο μάθημα των Μαθηματικών ως σημεία ενεργοποίησης της AR.
- Οπτικοποίηση μαθηματικών λύσεων: Δημιούργησαν ψηφιακά αντικείμενα και κινούμενες εικόνες που παρουσίαζαν τις λύσεις των προβλημάτων τους.
- Ανάπτυξη Υπολογιστικής Σκέψης: Εργάστηκαν σε ένα προγραμματιστικό περιβάλλον που απαιτούσε αλγοριθμική σκέψη, ανάλυση δεδομένων και μοντελοποίηση προβλημάτων.

Η εκπαιδευτική αυτή διαδικασία βασίζεται στο Constructionist Learning Theory, όπου η μάθηση επιτυγχάνεται μέσω της δημιουργίας ψηφιακών προϊόντων και της ενεργής συμμετοχής των μαθητών/τριών (Sirakaya & Alsancak Sirakaya, 2020). Η χρήση της AR στην εκπαίδευση έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την εμπειρική μάθηση, αυξάνει την αλληλεπίδραση και προάγει την κατανόηση αφηρημένων εννοιών (Moorhouse et al., 2019).

- Η μάθηση μέσω έργου (PBL) ενισχύει τη δημιουργικότητα και την κριτική σκέψη (Ersozlu et al., 2023).
- Η Υπολογιστική Σκέψη μπορεί να αναπτυχθεί μέσω δραστηριοτήτων με AR εφαρμογές (Angraini et al., 2024).
- Η τεχνολογία βελτιώνει την κατανόηση μαθηματικών εννοιών μέσω πολυαισθητηριακής αλληλεπίδρασης (Talan, 2021).

Η ενσωμάτωση της AR στη διδασκαλία της Πληροφορικής και των Μαθηματικών προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα:

- Αυξάνει το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των μαθητών/τριών.
- Βοηθά στην οπτικοποίηση αφηρημένων μαθηματικών εννοιών.
- Αναπτύσσει την Υπολογιστική Σκέψη, ενισχύοντας την ικανότητα ανάλυσης προβλημάτων.
- Επιτρέπει τη δημιουργία εξατομικευμένων μαθησιακών εμπειριών.

Με βάση τα παραπάνω, η χρήση της Επαυξημένης Πραγματικότητας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της μάθησης στα STEM πεδία, καθιστώντας τη διδασκαλία πιο διαδραστική, αποτελεσματική και προσαρμοσμένη στις ανάγκες των μαθητών/τριών (Ajit, 2021).

Το σχέδιο μαθήματος στην Πληροφορική, σε συνδυασμό με τη χρήση AR, ανέδειξε νέες δυνατότητες στη διδασκαλία των Μαθηματικών και της Υπολογιστικής Σκέψης. Μέσω της διαδικασίας δημιουργίας των Εικονικών

Μαθηματικών Διαδρομών, οι μαθητές/τριες εφάρμοσαν τις γνώσεις τους, ανέπτυξαν ψηφιακές δεξιότητες και καλλιέργησαν μια βαθύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Το μάθημα της Πληροφορικής επέτρεψε στους/στις μαθητές/τριες να μετατρέψουν τις μαθηματικές γνώσεις τους σε διαδραστικές AR εφαρμογές, ενισχύοντας τόσο την κατανόηση όσο και τις δεξιότητές τους στην Υπολογιστική Σκέψη.

Η επιτυχία αυτής της διδακτικής προσέγγισης υπογραμμίζει τη σημασία της διαθεματικής μάθησης με τη βοήθεια τεχνολογίας, ενισχύοντας τόσο τη θεωρητική όσο και την πρακτική γνώση των μαθητών/τριών. Η προσέγγιση αυτή αναδεικνύει πώς η Επαυξημένη Πραγματικότητα μπορεί να αποτελέσει εργαλείο εκπαίδευσης και να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/τριες αντιλαμβάνονται τα Μαθηματικά και την Πληροφορική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Υποκεφάλαιο 4.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη διερευνά την επίδραση μιας τετράωρης διδακτικής παρέμβασης STEM στην υπολογιστική σκέψη μαθητών ηλικίας 13-14 ετών. Η συγκριτική ανάλυση των δεδομένων αποκαλύπτει σαφείς διαφοροποιήσεις στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας της Υπολογιστικής Σκέψης (Υ.Σ.) των συμμετεχόντων μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι στατιστικές αναλύσεις καταδεικνύουν σημαντικές αλλαγές στις επιμέρους διαστάσεις της Υ.Σ., όπως η αλγοριθμική σκέψη, η αφαιρετική σκέψη, η διάσπαση προβλήματος, η συλλογή και ανάλυση δεδομένων, η παραλληλοποίηση και ο έλεγχος ροής. Το κύριο ερευνητικό ερώτημα αφορά τη δυνατότητα της παρέμβασης να ενισχύσει τις σχετικές δεξιότητες των μαθητών.

Υποκεφάλαιο 4.2 Μεθοδολογία

Το δείγμα της έρευνας περιλάμβανε μαθητές ηλικίας 13-14 ετών. Η παρέμβαση διήρκεσε συνολικά τέσσερις ώρες και βασίστηκε σε δραστηριότητες STEM, σχεδιασμένες με στόχο την ανάπτυξη υπολογιστικής σκέψης. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων, τα οποία συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά την εφαρμογή της παρέμβασης. Για την ανάλυση των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκαν μέσοι όροι και t-tests, με σκοπό την εξέταση της στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών μεταξύ των δύο μετρήσεων.

Υποκεφάλαιο 4.3 Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Διάσταση	M.O. (Πριν)	M.O. (Μετά)	T.A. (Πριν)	T.A. (Μετά)	p- value	Σημαντικότητα
Αλγοριθμική Σκέψη	3.2	4.1	0.5	0.4	0.001	Υψηλή
Αφαιρετική Σκέψη	3.0	3.8	0.6	0.5	0.003	Υψηλή
Διάσπαση Προβλήματος	3.5	4.0	0.7	0.6	0.010	Μετρίου
Παραλληλοποίηση	2.8	3.5	0.8	0.7	0.015	Μετρίου
Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων	3.1	3.9	0.6	0.5	0.002	Υψηλή
Έλεγχος Ροής	3.3	4.2	0.5	0.4	0.001	Υψηλή

Τα δεδομένα δείχνουν ότι η παρέμβαση οδήγησε σε στατιστικά σημαντική βελτίωση στις περισσότερες διαστάσεις της υπολογιστικής σκέψης. Ιδιαίτερα έντονη ήταν η βελτίωση στις διαστάσεις της αλγοριθμικής σκέψης, του ελέγχου ροής και της συλλογής και ανάλυσης δεδομένων, όπου η διαφορά πριν και μετά την παρέμβαση κρίθηκε υψηλής στατιστικής σημασίας ($p < 0.005$).

Υποκεφάλαιο 4.4 Ανάλυση Αποτελεσμάτων

Η συγκριτική ανάλυση των δεδομένων αποκαλύπτει σαφείς βελτιώσεις στις δεξιότητες των μαθητών μετά την παρέμβαση.

Η συγκριτική ανάλυση των δεδομένων αποκαλύπτει σαφείς διαφοροποιήσεις στα επίπεδα αυτοαποτελεσματικότητας της Υπολογιστικής Σκέψης (Υ.Σ.) των συμμετεχόντων μετά τη διδακτική παρέμβαση. Οι στατιστικές αναλύσεις καταδεικνύουν σημαντικές αλλαγές στις επιμέρους διαστάσεις της Υ.Σ., όπως η αλγοριθμική σκέψη, η αφαιρετική σκέψη, η διάσπαση προβλήματος, η συλλογή και ανάλυση δεδομένων, η παραλληλοποίηση και ο έλεγχος ροής.

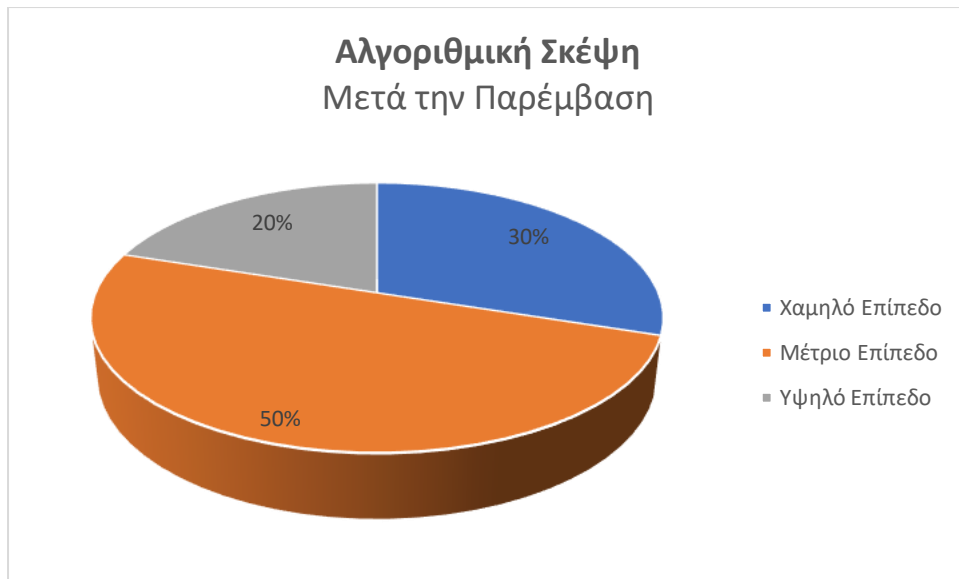
(Ενότητα 4.4.α Αλγοριθμική Σκέψη)

Ο αρχικός μέσος όρος στην αλγοριθμική σκέψη ήταν 3.2, ο οποίος αυξήθηκε σε 4.1 ($p < 0.001$). Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική, υποδηλώνοντας βελτίωση στην ικανότητα των συμμετεχόντων να αναπτύσσουν και να κατανοούν αλγοριθμικές δομές.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.1: Αλγοριθμική Σκέψη Πριν την Παρέμβαση



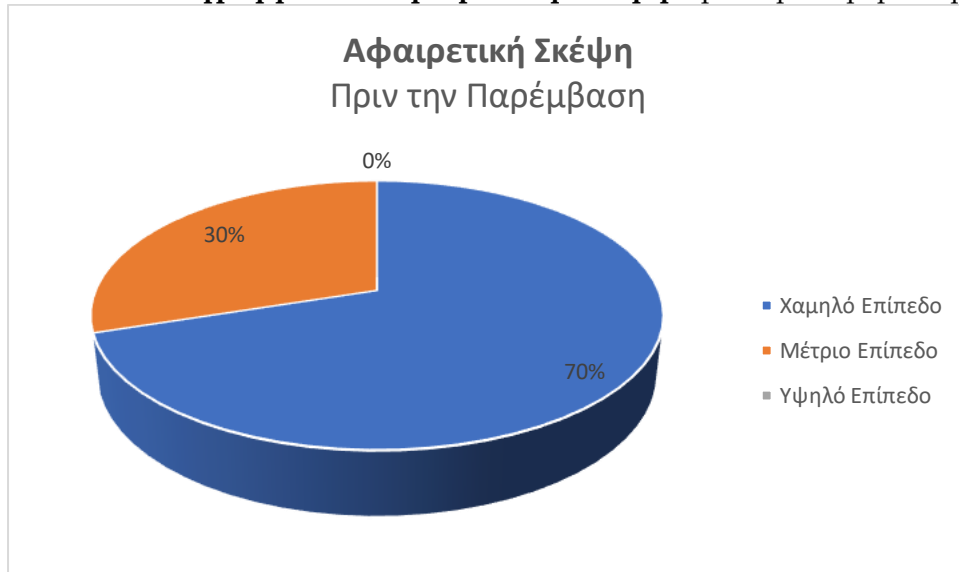
Κυκλικό Διάγραμμα 4.2: Αλγοριθμική Σκέψη Μετά την Παρέμβαση



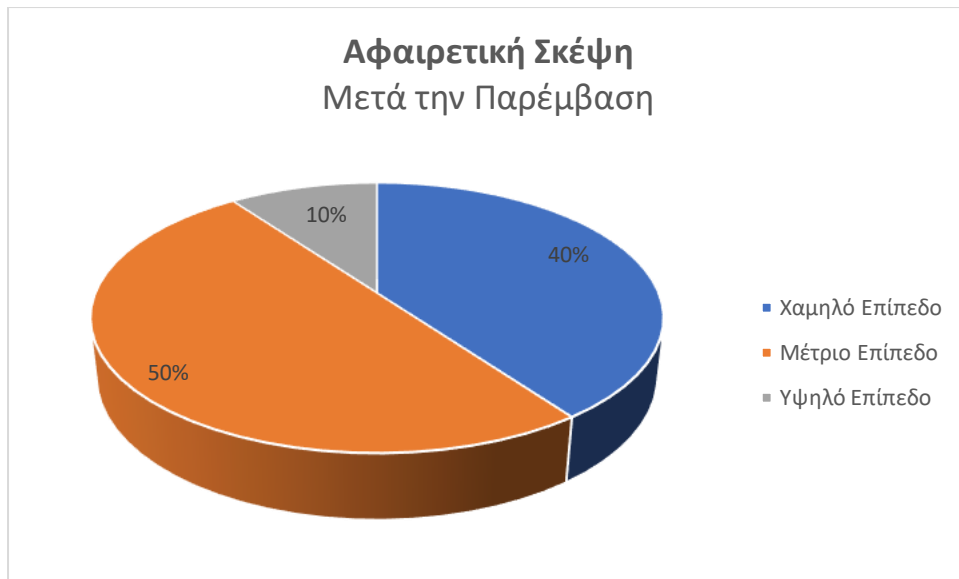
(Ενότητα 4.4.β Αφαιρετική Σκέψη)

Στο πεδίο της αφαιρετικής σκέψης η αρχική επίδοση (Μ.Ο. = 3.0) βελτιώθηκε σε 3.8 ($p = 0.003$). Αν και η βελτίωση είναι στατιστικά σημαντική, η πρόοδος είναι μικρότερη σε σύγκριση με άλλες διαστάσεις.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.3: Αφαιρετική Σκέψη Πριν την Παρέμβαση



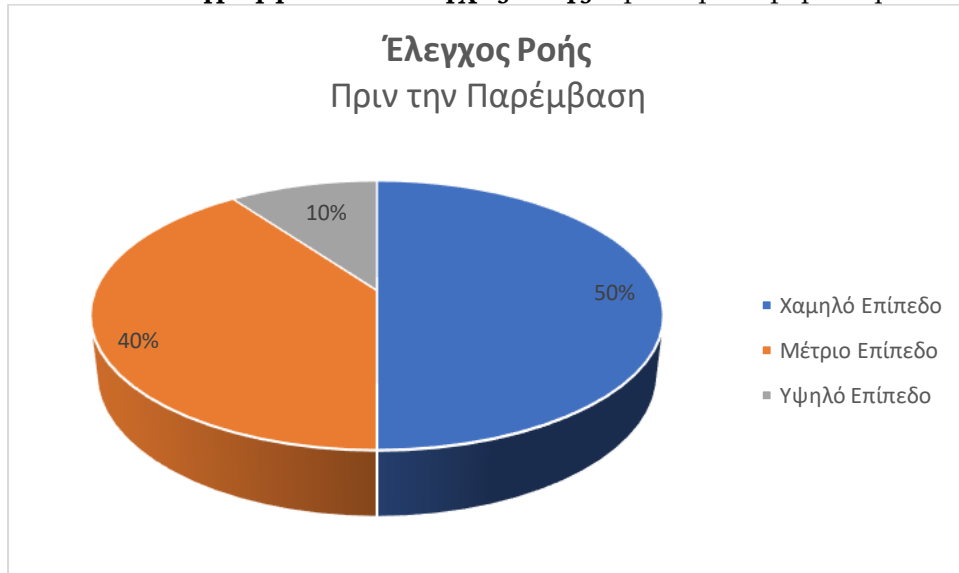
Κυκλικό Διάγραμμα 4.4: Αφαιρετική Σκέψη Μετά την Παρέμβαση



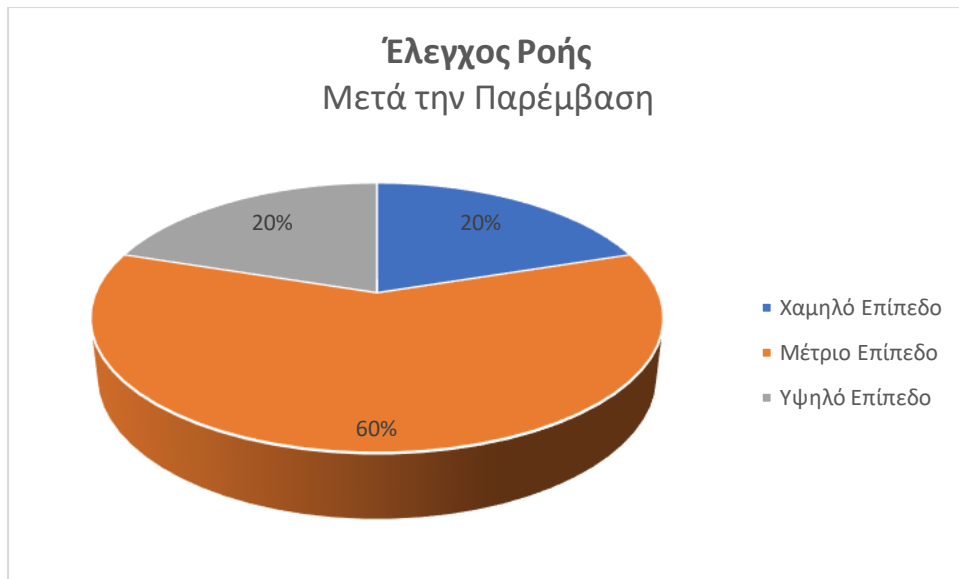
(Ενότητα 4.4.γ Έλεγχος Ροής)

Στο πεδίο του ελέγχου ροής παρουσιάζεται αξιοσημείωτη βελτίωση από 3.3 σε 4.2 ($p = 0.001$), υποδεικνύοντας ότι οι μαθητές ανέπτυξαν ισχυρότερη ικανότητα στη διαχείριση λογικών δομών και συνθηκών.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.5: Έλεγχος Ροής Πριν την Παρέμβαση



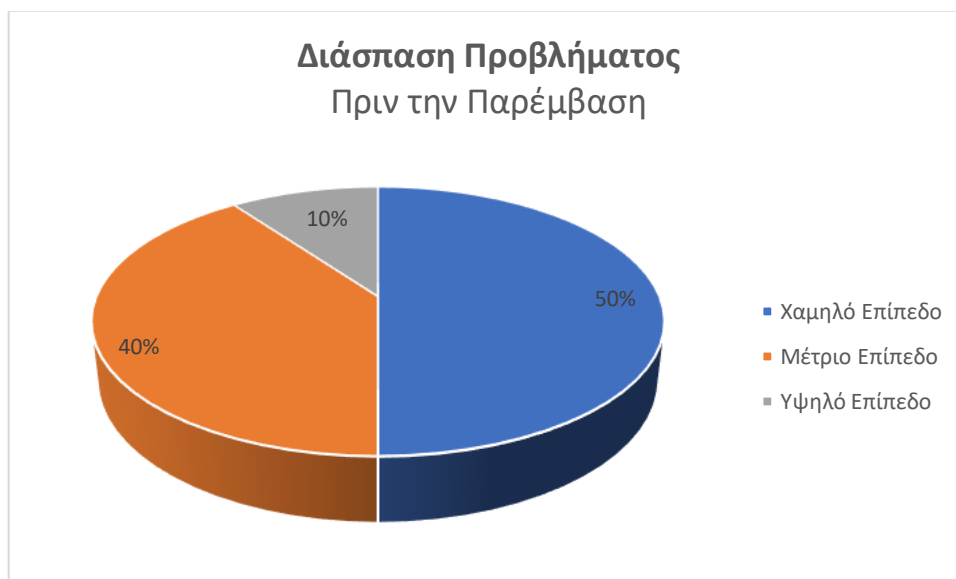
Κυκλικό Διάγραμμα 4.6: Έλεγχος Ροής Μετά την Παρέμβαση



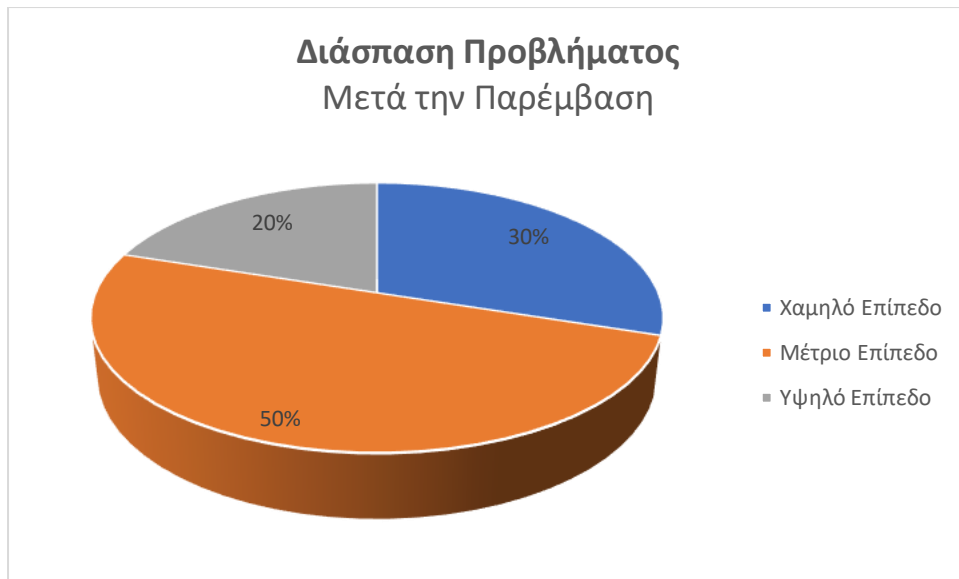
(Ενότητα 4.4.8 Διάσπαση Προβλήματος)

Στο πεδίο της διάσπασης προβλήματος η επίδοση αυξήθηκε από 3.5 σε 4.0 ($p = 0.010$). Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική, αν και λιγότερο έντονη συγκριτικά με άλλες δεξιότητες.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.7: Διάσπαση Προβλήματος Πριν την Παρέμβαση



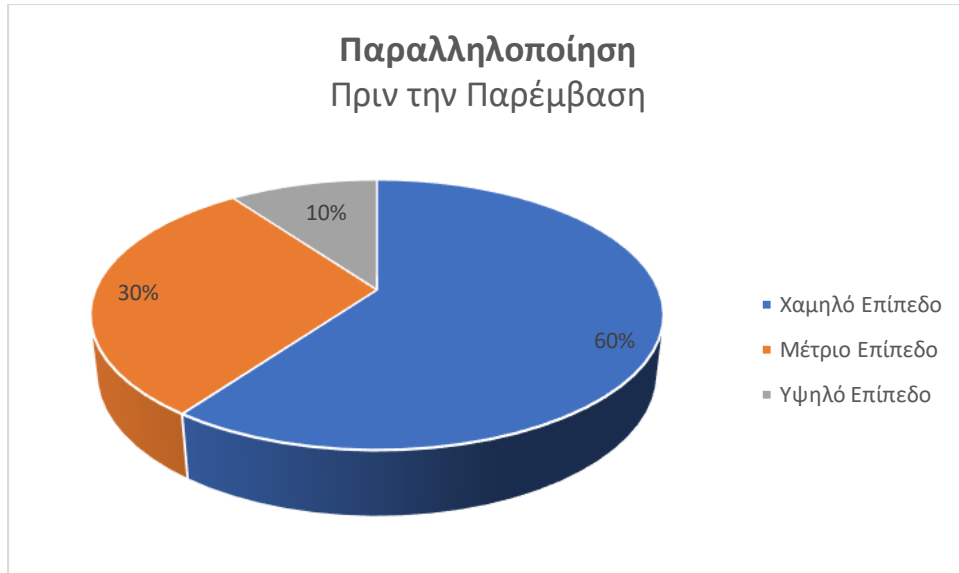
Κυκλικό Διάγραμμα 4.8: Διάσπαση Προβλήματος Μετά την Παρέμβαση



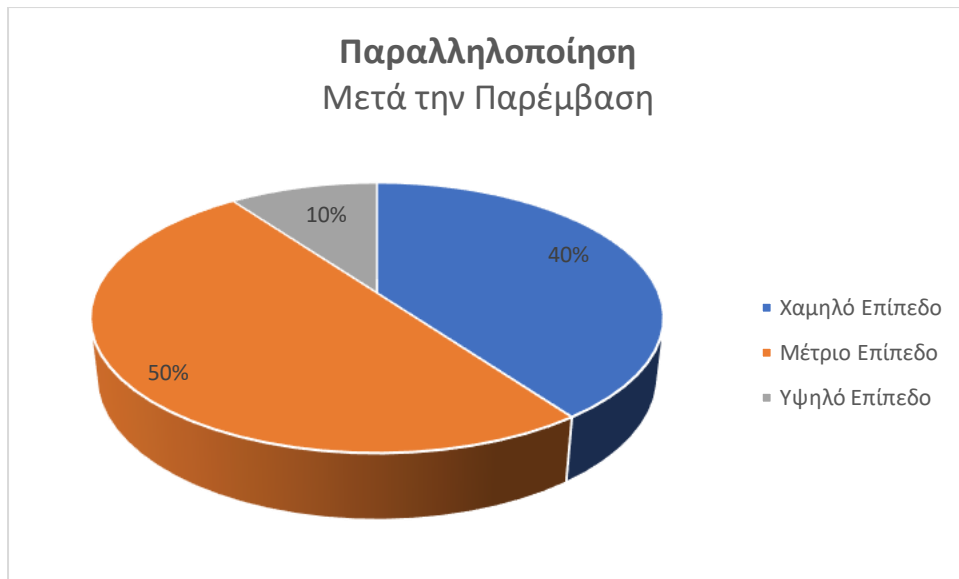
(Ενότητα 4.4.ε Παραλληλοποίηση)

Στο πεδίο της παραλληλοποίησης παρότι καταγράφηκε αύξηση από 2.8 σε 3.5 ($p = 0.015$), η διάσταση αυτή παρουσίασε τη μικρότερη βελτίωση, υποδεικνύοντας την ανάγκη περαιτέρω υποστήριξης των μαθητών στον τομέα της ταυτόχρονης επεξεργασίας διαδικασιών.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.9: Παραλληλοποίηση Πριν την Παρέμβαση



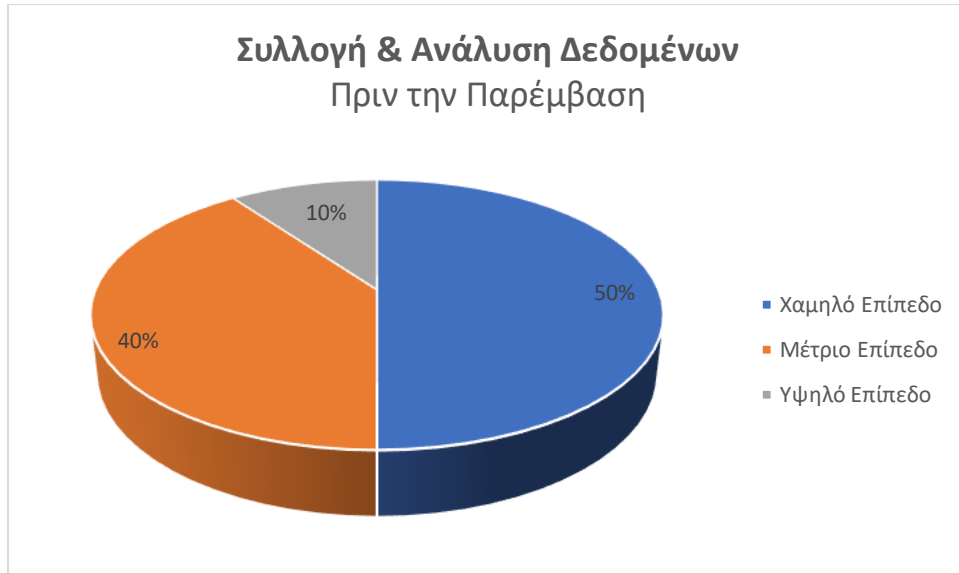
Κυκλικό Διάγραμμα 4.10: Παραλληλοποίηση Μετά την Παρέμβαση



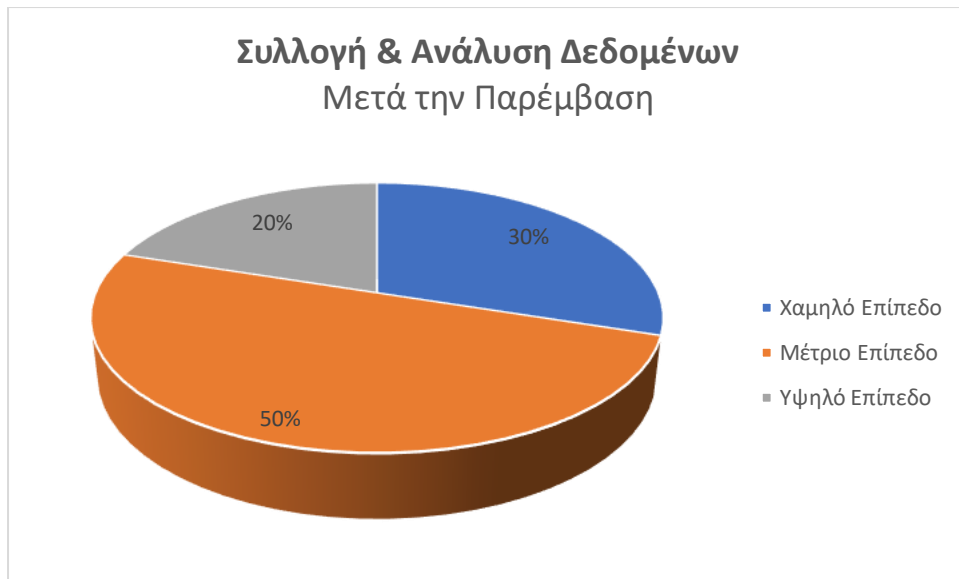
(Ενότητα 4.4.στ Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων)

Στο πεδίο της συλλογής & ανάλυσης δεδομένων η αύξηση από 3.1 σε 3.9 ($p = 0.002$) φανερώνει ότι η παρέμβαση ενίσχυσε σημαντικά την ικανότητα των μαθητών στη διαχείριση δεδομένων.

Κυκλικό Διάγραμμα 4.11: Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων Πριν την Παρέμβαση



Κυκλικό Διάγραμμα 4.12: Συλλογή & Ανάλυση Δεδομένων Μετά την Παρέμβαση



Υποκεφάλαιο 4.5 Συσχετίσεις Διαστάσεων της Υπολογιστικής Σκέψης

Η ανάλυση των συντελεστών συσχέτισης κατέδειξε ισχυρές θετικές συσχετίσεις μεταξύ συγκεκριμένων διαστάσεων της Υ.Σ.:

- Αλγοριθμικής Σκέψης & Έλεγχος Ροής: $r(38) = 0.736, p < 0.001$
- Παραλληλοποίηση & Συλλογή Δεδομένων: $r(38) = 0.743, p < 0.001$

Οι υπόλοιπες διαστάσεις παρουσίασαν χαμηλότερες ή μη σημαντικές συσχετίσεις.

Συσχέτιση μεταξύ Επίλυσης Προβλήματος και Υπολογιστικής Σκέψης

Η ανάλυση έδειξε χαμηλή προς μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών Επίλυσης Προβλήματος και Υπολογιστικής Σκέψης, με $r(38) = 0.441, p = 0.006$.

Επιπλέον, σημαντικές συσχετίσεις βρέθηκαν μεταξύ των διαστάσεων Αλγοριθμικής Σκέψης και Έλεγχου Ροής ($r(38) = 0.413, p = 0.010$), καθώς και Παραλληλοποίησης και Συλλογής Δεδομένων ($r(38) = 0.425, p = 0.008$).

Συσχέτιση Διαστάσεων Επίλυσης Προβλήματος και Υπολογιστικής Σκέψης

Η ανάλυση των συντελεστών Spearman's rho και Pearson r έδειξε χαμηλή προς μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ της Αλγοριθμικής Σκέψης και της αντίστοιχης διάστασης στην Επίλυση Προβλήματος ($\rho(38) = 0.413, p = 0.010$) και μεταξύ της Συλλογής Δεδομένων και της αντίστοιχης διάστασης στην Επίλυση Προβλήματος ($\rho(38) = 0.425, p = 0.008$).

Υποκεφάλαιο 4.6 Συμπεράσματα Ανάλυσης Δεδομένων

Η παρούσα έρευνα καταδεικνύει τη θετική επίδραση μιας στοχευμένης διδακτικής παρέμβασης STEM στην ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης των μαθητών. Οι παρατηρούμενες βελτιώσεις, ιδίως στις διαστάσεις της αλγοριθμικής σκέψης, του ελέγχου ροής και της συλλογής δεδομένων, υπογραμμίζουν τη σημασία της ενσωμάτωσης παρόμοιων προσεγγίσεων στο σχολικό πρόγραμμα.

Για μελλοντική έρευνα, προτείνεται:

- Η διερεύνηση της μακροπρόθεσμης επίδρασης τέτοιων παρεμβάσεων.
- Η εφαρμογή της παρέμβασης σε μεγαλύτερο δείγμα μαθητών για ενίσχυση της γενικευσιμότητας των αποτελεσμάτων.
- Η ανάπτυξη ειδικών δραστηριοτήτων για περαιτέρω βελτίωση της αφαιρετικής σκέψης και της παραλληλοποίησης.

Τα ευρήματα υποστηρίζουν τη σημασία της εκπαιδευτικής ενσωμάτωσης των STEM δραστηριοτήτων για την ενίσχυση της υπολογιστικής σκέψης, συμβάλλοντας στη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης στις θετικές επιστήμες και την τεχνολογία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συμπεράσματα

Υποκεφάλαιο 5.1. Συζήτηση Ευρημάτων

Η παρούσα έρευνα είχε ως στόχο να εξετάσει την επίδραση μιας διαθεματικής διδακτικής παρέμβασης βασισμένης στις Μαθηματικές Διαδρομές (Math Trails) και στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality - AR) στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών, στην ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης (Computational Thinking) και στη γενικότερη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στα STEM πεδία. Τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν σημαντικές βελτιώσεις στις δεξιότητες των μαθητών/τριών και επιβεβαίωσαν τη θετική συμβολή της προτεινόμενης μεθοδολογίας.

Η ανάλυση των δεδομένων αποκάλυψε ότι οι μαθητές/τριες που συμμετείχαν στη διδακτική παρέμβαση παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών. Οι δραστηριότητες των Μαθηματικών Διαδρομών, σε συνδυασμό με την τεχνολογία AR, επέτρεψαν στους μαθητές/τριες να συνδέσουν τις μαθηματικές έννοιες με το φυσικό περιβάλλον και να αναπτύξουν βαθύτερη κατανόηση μέσω βιωματικής μάθησης.

Επιπλέον, η Υπολογιστική Σκέψη ενισχύθηκε σημαντικά, καθώς οι μαθητές/τριες εξασκήθηκαν σε δεξιότητες όπως η ανάλυση προβλήματος, η αλγοριθμική σκέψη και η αφαιρετική σκέψη μέσω της ανάπτυξης AR εφαρμογών. Η χρήση του Halo AR ως εργαλείο μάθησης αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματική στην ενίσχυση των δεξιοτήτων προγραμματισμού και λογικής σκέψης, προσφέροντας ένα περιβάλλον πειραματισμού και αυτορρύθμισης της μάθησης.

Ένα ακόμα σημαντικό εύρημα αφορά τη στάση των μαθητών/τριών απέναντι στα STEM πεδία. Τα δεδομένα των ερωτηματολογίων κατέδειξαν αυξημένο ενδιαφέρον και θετικότερη διάθεση προς τη χρήση τεχνολογικών εργαλείων στη μαθησιακή διαδικασία. Οι μαθητές/τριες ανέφεραν ότι η συμμετοχή τους στην παρέμβαση ενίσχυσε την αυτοπεποίθησή τους στη χρήση τεχνολογίας και τους παρακίνησε να εξερευνήσουν περαιτέρω τα STEM αντικείμενα.

Υποκεφάλαιο 5.2. Περιορισμοί της Έρευνας

Παρά τα θετικά αποτελέσματα, η έρευνα παρουσίασε ορισμένους περιορισμούς που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για μελλοντικές μελέτες. Ένας από τους κύριους περιορισμούς ήταν το μέγεθος του δείγματος, το οποίο περιορίστηκε σε συγκεκριμένο αριθμό μαθητών/τριών από μια μόνο εκπαιδευτική μονάδα. Ένα μεγαλύτερο και πιο διαφοροποιημένο δείγμα θα μπορούσε να προσφέρει πιο γενικεύσιμα αποτελέσματα.

Επιπλέον, η διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ήταν σχετικά σύντομη (4 διδακτικές ώρες), γεγονός που δεν επέτρεψε την εξέταση της μακροπρόθεσμης επίδρασης της χρήσης των Μαθηματικών Διαδρομών και της AR στη μαθησιακή διαδικασία. Μια εκτενέστερη παρέμβαση θα μπορούσε να παράσχει πληρέστερα δεδομένα σχετικά με τη διατήρηση της γνώσης και την εδραίωση των νέων δεξιοτήτων.

Τέλος, ένας επιπλέον περιορισμός αφορά τη διαθεσιμότητα τεχνολογικών μέσων. Η επιτυχής εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση απαιτεί τη χρήση κινητών συσκευών ή tablets με επαρκείς δυνατότητες επεξεργασίας, κάτι που ενδέχεται να μην είναι εφικτό σε όλα τα σχολεία. Η πρόσβαση σε τεχνολογικούς πόρους αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την υιοθέτηση τέτοιων καινοτόμων προσεγγίσεων.

Υποκεφάλαιο 5.3. Προτάσεις για μελλοντική Έρευνα

Βάσει των ευρημάτων της παρούσας μελέτης, προκύπτουν αρκετές προτάσεις για μελλοντική έρευνα που θα μπορούσαν να εμπλουτίσουν τη σχετική βιβλιογραφία και να βελτιώσουν την εφαρμογή της AR στην εκπαίδευση.

1. **Επέκταση της διάρκειας της διδακτικής παρέμβασης:** Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να διερευνήσουν τη μακροπρόθεσμη επίδραση της AR και των Μαθηματικών Διαδρομών στη μάθηση, παρακολουθώντας την εξέλιξη των δεξιοτήτων των μαθητών/τριών για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.
2. **Εφαρμογή σε μεγαλύτερο και πιο διαφοροποιημένο δείγμα:** Η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί σε διαφορετικά σχολικά περιβάλλοντα και εκπαιδευτικές βαθμίδες, προκειμένου να εξεταστεί η αποτελεσματικότητα της προσέγγισης σε διαφορετικές συνθήκες.
3. **Σύγκριση με άλλες εκπαιδευτικές τεχνολογίες:** Θα είχε ενδιαφέρον να συγκριθεί η αποτελεσματικότητα της AR με άλλες διαδραστικές τεχνολογίες, όπως η Εικονική Πραγματικότητα (VR) ή τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα.

4. **Διερεύνηση της επίδρασης στην αυτονομία της μάθησης:** Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να εξετάσουν αν η χρήση της AR ενισχύει την αυτορυθμιζόμενη μάθηση και τη μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών/τριών.
5. **Ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων αξιολόγησης:** Η ανάπτυξη εργαλείων που θα μετρούν με ακρίβεια την πρόοδο των μαθητών/τριών στην Υπολογιστική Σκέψη και στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών θα μπορούσε να βελτιώσει την αποτίμηση των αποτελεσμάτων.

Συνοψίζοντας, η παρούσα έρευνα επιβεβαιώνει τη σημασία της ενσωμάτωσης της AR και των Μαθηματικών Διαδρομών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η τεχνολογία AR μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών, ενισχύοντας την εμπλοκή των μαθητών/τριών και προωθώντας σύγχρονες, διαδραστικές μεθόδους μάθησης. Η συνέχιση της έρευνας σε αυτό το πεδίο είναι απαραίτητη για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων της εκπαιδευτικής τεχνολογίας στο σύγχρονο σχολικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 - Παράρτημα

Υποκεφάλαιο 6.1. Σχέδιο Μαθήματος Μαθηματικά

Ενότητα 6.1.α. Σχέδιο Μαθήματος – Μαθηματικές Διαδρομές

Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές

Virtual Math Trails

Διαθεματική παρέμβαση στη Πληροφορική και στα Μαθηματικά της Β' γυμνασίου

Δείγμα: 26 μαθητές

Ηλικία: 13-14 χρονών

Μάθημα: Μαθηματικά Β γυμνασίου

Διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

Δύο διδακτικές ώρες Μαθηματικά

Οι μαθητές του σχολείου “Εκπαιδευτικός Όμιλος Αργολίδας: Νέο Σχολείο” θα περιηγηθούν στις προγραμματισμένες Μαθηματικές Διαδρομές και με τη βοήθεια τεχνολογικών και φυσικών εργαλείων θα λύσουν μαθηματικούς γρίφους - αληθινά προβλήματα. Οι γρίφοι - προβλήματα βρίσκονται σε προκαθορισμένα σημεία της μαθηματικής διαδρομής που έχει δημιουργηθεί για τις ανάγκες του εκπαιδευτικού σεναρίου και αναλύονται στην συνέχεια.

Οι μαθητές θα ξεκινήσουν τις μαθηματικές διαδρομές από την τάξη τους, θα κατευθυνθούν προς τον προαύλιο χώρο του σχολείου και θα περάσουν από τον διάδρομο και τις σκάλες του σχολείου. Κατά την διάρκεια της Μαθηματικής Διαδρομής οι μαθητές θα σταματήσουν σε τρία προκαθορισμένα σημεία και θα λύσουν πέντε μαθηματικούς γρίφους σε κάθε ένα από αυτά. Οι μαθητές θα βγάζουν φωτογραφίες τα σημεία των γρίφων της Μαθηματικής Διαδρομής που διένυσαν ώστε αργότερα να τα επαυξήσουν με 3D ψηφιακά αντικείμενα για να φτιάξουν τις δικές τους Augmented Reality εφαρμογές.

Μέσα από τις Μαθηματικές Διαδρομές οι μαθητές θα ζήσουν μια βιωματική και διαδραστική εμπειρία που συνδέουν μαθηματικές έννοιες με τον περιβάλλοντα χώρο και θα τους αποτυπωθεί στην εκμάθηση βασικών Μαθηματικών εννοιών Γεωμετρίας.

- Θα έχουν φυσικά εργαλεία στα χέρια τους: μεζούρες, χάρακες, μέτρο, μολύβι, Φύλλο Εργασίας, σχοινί, τετραγωνικό μέτρο / δέκατο / εκατοστό
- Θα χρησιμοποιήσουν τεχνολογικά εργαλεία: την κάμερα του κινητού τους τηλεφώνου για φωτογραφία και το app “Αλφάδι” για την μέτρηση μοιρών
- Θα αναλαμβάνουν ρόλους για την επίλυση των γρίφων: μετρήσεις, καταγραφή, φωτογραφία, επίλυση προβλήματος

Θα δοθούν Φύλλα Εργασίας με τα μαθηματικά προβλήματα που θα επιλυθούν στα διάφορα προκαθορισμένα σημεία της μαθηματικής διαδρομής.

Ενδεικτικά εργαλεία:

Φυσικά: Μετρο, Μεζούρες, Σχοινιά, Αλφάδι, Χάρακες και Μοιρογνωμόνια πίνακα

Τεχνολογικά: Κάμερα Κινητού/Τάμπλετ για φωτογραφίες και App Αλφάδι

ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ - Ατομική Εργασία “χαρτόνια τ.μ”

Οι μαθητές θα φτιάξουν από χαρτόνι ένα τετραγωνικό εκατοστό (τ.εκ.), ένα τετραγωνικό δέκατο (τ.δεκ.) και ένα τετραγωνικό μέτρο (τ.μ.), για να το χρησιμοποιήσουν αργότερα ως εργαλείο μέτρησης εμβαδού στους μαθηματικούς γρίφους την ημέρα της παρέμβασης.

Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή της μαθηματικής διαδρομής, καθώς και οι μαθηματικοί γρίφοι που είναι βασισμένοι στην ύλη της Α, Β γυμνασίου. Για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων, οι μαθητές είναι χωρισμένοι σε τέσσερις ομάδες των πέντε ατόμων και μια ομάδα των έξι ατόμων, σύνολο πέντε ομάδες μαθητών.

Προκαθορισμένα Σημεία της Μαθηματικής Διαδρομής

Προκαθορισμένο Σημείο 1 - Τάξη:

A) Πίνακας της τάξης

B) Παράθυρα της τάξης

Γ) Πίνακας ανακοινώσεων

Δ) Πόρτα της τάξης

Προκαθορισμένο Σημείο 2 - Διάδρομος / Σκάλες:

A) Πινάκίδα “Γραφείο”

B) Τοιχάκι στις Σκάλες

Γ) Πόρτες Αίθουσας

Δ) Εξωτερικές Σκάλες

Προκαθορισμένο Σημείο 3 - Προαύλιο:

A) Γήπεδο

B) Κεντρικός Κύκλος γηπέδου

Γ) Μπασκέτα

Σε κάθε προκαθορισμένο σημείο οι εκπαιδευτικοί ζητούν από τις ομάδες μαθητών να βγάλουν φωτογραφία ώστε αργότερα, στο μάθημα της Πληροφορικής, να δημιουργήσουν μια AR εφαρμογή για την επίλυση του κάθε προβλήματος-γρίφου της μαθηματικής διαδρομής.

Μαθηματικοί Γρίφοι της Μαθηματικής Διαδρομής

Ξεκινάμε την δραστηριότητα με μια ομάδα για επίδειξη του τρόπου εργασίας, πιο συγκεκριμένα ξεκινάμε την δραστηριότητα με το παράδειγμα στον πίνακα της τάξης.

Προκαθορισμένο Σημείο 1 - Τάξη:

A) Πίνακας της τάξης

Βρείτε την Περίμετρο και το Εμβαδόν του πίνακα της τάξης, σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ, σφουγγάρια. Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: σφουγγάρι, χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

Β) Παράθυρα της τάξης

Αν χρειαστεί επισκευή το τζάμι στα παράθυρα της τάξης, ποια είναι η επιφάνεια του γυαλιού θα χρειαστούμε; Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Αν το γυαλί κοστίζει 34 ευρώ το τ.μ, πόσο θα πληρώσουμε;

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, χαρτόνια τ.μ

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

Γ) Πίνακας ανακοινώσεων (δύο)

Θέλουμε να φτιάξουμε κι άλλο πίνακα ανακοινώσεων, ποιο θα είναι το εμβαδόν του φελλού και το μήκος του ξύλου που θα χρειαστούμε; Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, χαρτόνια τ.μ

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

Δ) Πόρτα της τάξης

Βρείτε την επιφάνεια της πόρτας της τάξης σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ.

Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: σφουγγάρι, χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Προκαθορισμένο Σημείο 2 - Διάδρομος - Σκάλες:

Α) Πινακίδα “Γραφείο”

Πόσα από τα γράμματα της πινακίδας είναι συμμετρικά; Σχηματίστε στο χαρτί την λέξη και φέρτε τους άξονες συμμετρίας. Τώρα γράψτε την λέξη με κεφαλαία και επαναλάβετε την διαδικασία. Πόσα από τα γράμματα είναι τώρα συμμετρικά;

Τα εργαλεία σας είναι: χάρακας, μολύβι, χαρτί

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 2.1 , 2.2

Β) Τοιχάκι στις Σκάλες

I) Σχηματίστε την διαγώνιο με ένα σχοινί, ώστε το ορθογώνιο τοιχάκι να χωριστεί σε δύο Βρείτε το μήκος της διαγωνίου του ορθογωνίου, μετρώντας το μήκος και το πλάτος από το τοιχάκι. Επαληθεύστε την απάντησή σας με τη μεζούρα.

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, σχοινί

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1 , 1.4

Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.2 , 3.3

II) Βρείτε την περίμετρο και την επιφάνεια από το τοιχάκι σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ.

Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

Γ) Πόρτες Αίθουσας

I) Βρείτε την περίμετρο και την επιφάνεια της πόρτας της αίθουσας σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ.

Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1
Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

II) Πόση μπογιά θα χρειαστούμε για να βάψουμε την πόρτα αν με 10ml μπορούμε να βάψουμε 1τ.μ;
Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα, μολύβι χαρτί
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Δ) Εξωτερικές Σκάλες

Βρείτε το μήκος της σκάλας, μετρώντας τις κάθετες πλευρές στον πλαϊνό τοίχο.
Επαληθεύστε την απάντησή σας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1 , 1.4
Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.2 , 3.3

Προκαθορισμένο Σημείο 3 - Προαύλιο:

Α) Γήπεδο

Βρείτε την περίμετρο και το εμβαδόν του γηπέδου. Επαληθεύστε την απάντησή σας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, χαρτόνια τ.μ
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1
Μαθηματικά Α γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3

II) Πόση μπογιά θα χρειαστούμε για να βάψουμε το γήπεδο (πράσινο) αν με 10ml μπορούμε να βάψουμε 1τ.μ;
Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα, μολύβι χαρτί
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 1.1

Β) Κεντρικός Κύκλος γηπέδου

I) Βρείτε την διάμετρο και το μήκος κύκλου. Πόση επιφάνεια έχει η κοκκίνη μπογιά;
Επαληθεύστε την απάντησή σας και βοηθήστε την ομάδα που θέλει να βάψει με πράσινο χρώμα το γήπεδο.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, σχοινί
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 3.3 , 3.6

Γ) Μπασκέτα

Σταθείτε στο κέντρο του γηπέδου και βρείτε το ύψος της μπασκέτας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, αλφαδι App κινητού
Σύνδεση με τη σχολική ύλη : Μαθηματικά Β γυμνασίου: Μέρος Β, Κεφάλαιο 2.1

Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές

Virtual Math Trails

Διαθεματικό εκπαιδευτικό σενάριο στη Πληροφορική και στα Μαθηματικά της Β' γυμνασίου

Δείγμα: 26 μαθητές

Ηλικία: 13-14 χρονών

Μάθημα: Μαθηματικά Β γυμνασίου

Διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

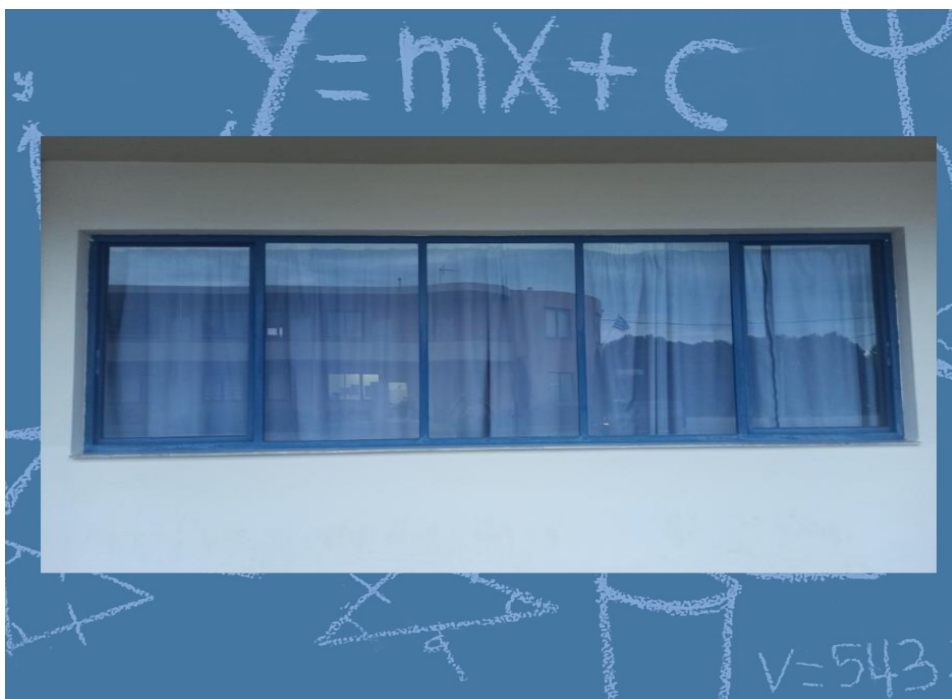
Μαθηματικές Διαδρομές - Math Trails

Καλωσήρθατε στις Μαθηματικές Διαδρομές του σχολείου "Εκπαιδευτικός Όμιλος Αργολίδας: Νέο Σχολείο"! Σήμερα θα λύσουμε Μαθηματικούς Γρίφους σε τρία προκαθορισμένα σημεία του σχολείου, τα οποία συνθέτουν την Μαθηματική μας διαδρομή.

Αρχικά θα χωριστούμε **σε πέντε ομάδες** και κάθε ομάδα θα λύνει από έναν γρίφο σε κάθε σημείο της μαθηματικής μας διαδρομής. Κάθε μέλος της ομάδας θα αναλάβει τους παρακάτω ρόλους για την επίλυση των γρίφων:

1. Μετρήσεις, 2. Καταγραφή, 3. Φωτογραφία, 4. Επίλυση προβλήματος

Για την επίλυση των γρίφων θα έχουμε **φυσικά εργαλεία** στα χέρια μας: μεζούρες, χάρακες, μέτρο, μολύβι, σχοινί, τετραγωνικό μέτρο / δέκατο / εκατοστό που φτιάξατε στην ατομική εργασία. Θα έχουμε επίσης τεχνολογικά εργαλεία: το κινητό μας για να τραβάμε φωτογραφία τους γρίφους και να χρησιμοποιήσουμε το app για μέτρηση μοιρών ανάλογα τη κλίση που έχει το κινητό μας τηλέφωνο όταν το κρατάμε στο ύψος των ματιών.



Πρώτη Στάση - Η Τάξη!

A) Πίνακας της τάξης

Βρείτε την Περίμετρο και το Εμβαδόν του πίνακα της τάξης, σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ, σφουγγάρι. Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: σφουγγάρι, χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

B) Παράθυρα της τάξης

Αν χρειαστεί επισκευή το τζάμι στα παράθυρα της τάξης, ποια είναι η επιφάνεια του γυαλιού που θα χρειαστούμε; Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Αν το γυαλί κοστίζει 34 ευρώ το τ.μ, πόσο θα πληρώσουμε;

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, χαρτόνια τ.μ

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Γ) Πίνακας ανακοινώσεων (δύο)

Θέλουμε να φτιάξουμε ένα τρίτο πίνακα ανακοινώσεων, ποιο θα είναι το εμβαδόν του φελλού και το μήκος του ξύλου που θα χρειαστούμε; Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, χαρτόνια τ.μ

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

Δ) Πόρτα της τάξης

Βρείτε την επιφάνεια της πόρτας της τάξης σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ.
Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: σφουγγάρι, χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Δεύτερη Στάση - Διάδρομος & Σκάλες!

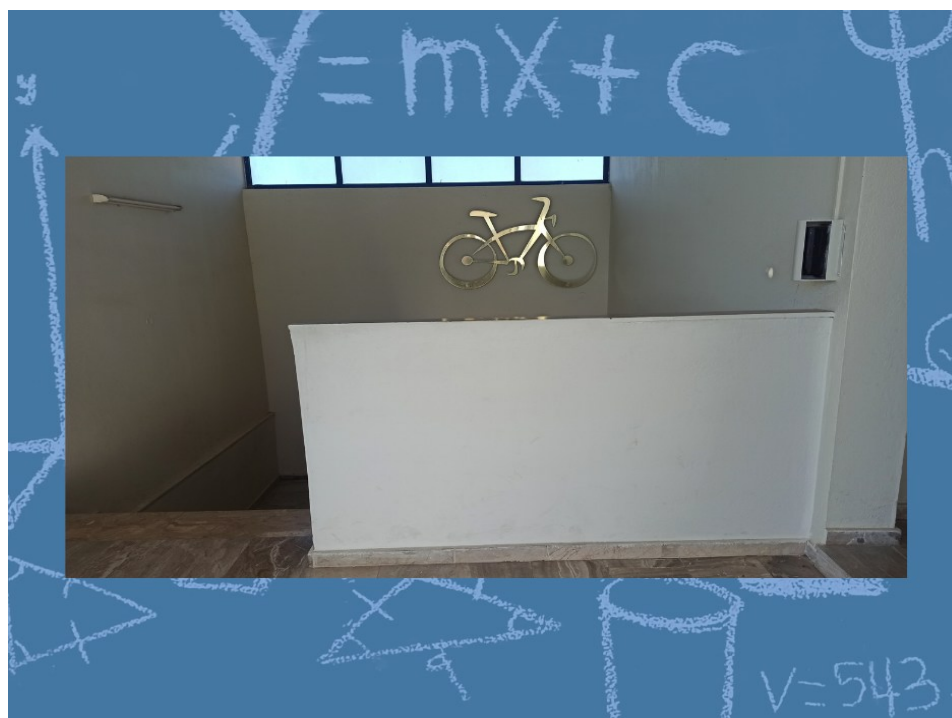
Α) Πινακίδα “Γραφείο”

Πόσα από τα γράμματα της πινακίδας είναι συμμετρικά; Σχηματίστε στο χαρτί την λέξη και φέρτε τους άξονες συμμετρίας. Τώρα γράψτε την λέξη με κεφαλαία και επαναλάβετε την διαδικασία. Πόσα από τα γράμματα είναι τώρα συμμετρικά;

Τα εργαλεία σας είναι: χάρακας, μολύβι, χαρτί

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα τη Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!



Β) Τοιχάκι στις Σκάλες

I) Σχηματίστε την διαγώνιο με ένα σχοινί, ώστε το ορθογώνιο τοιχάκι να χωριστεί σε δύο Βρείτε το μήκος της διαγωνίου του ορθογωνίου, μετρώντας το μήκος και το πλάτος από το τοιχάκι. Επαληθεύστε την απάντησή σας με τη μεζούρα.

Τα εργαλεία σας είναι: μέτρο, χάρακας, μεζούρα, σχοινί

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

II) Βρείτε την περίμετρο και την επιφάνεια από το τοιχάκι σε τ.μ , τ.δεκ , τ.εκ.
Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Γ) Πόρτες Αίθουσας

I) Βρείτε την περίμετρο και την επιφάνεια της πόρτας της αίθουσας σε τ.μ, τ.δεκ, τ.εκ.
Επαληθεύστε την απάντησή σας.

Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

II) Πόση μπογιά θα χρειαστούμε για να βάψουμε την πόρτα αν με 10ml μπορούμε να βάψουμε 1 τ.μ;

Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα, μολύβι χαρτί

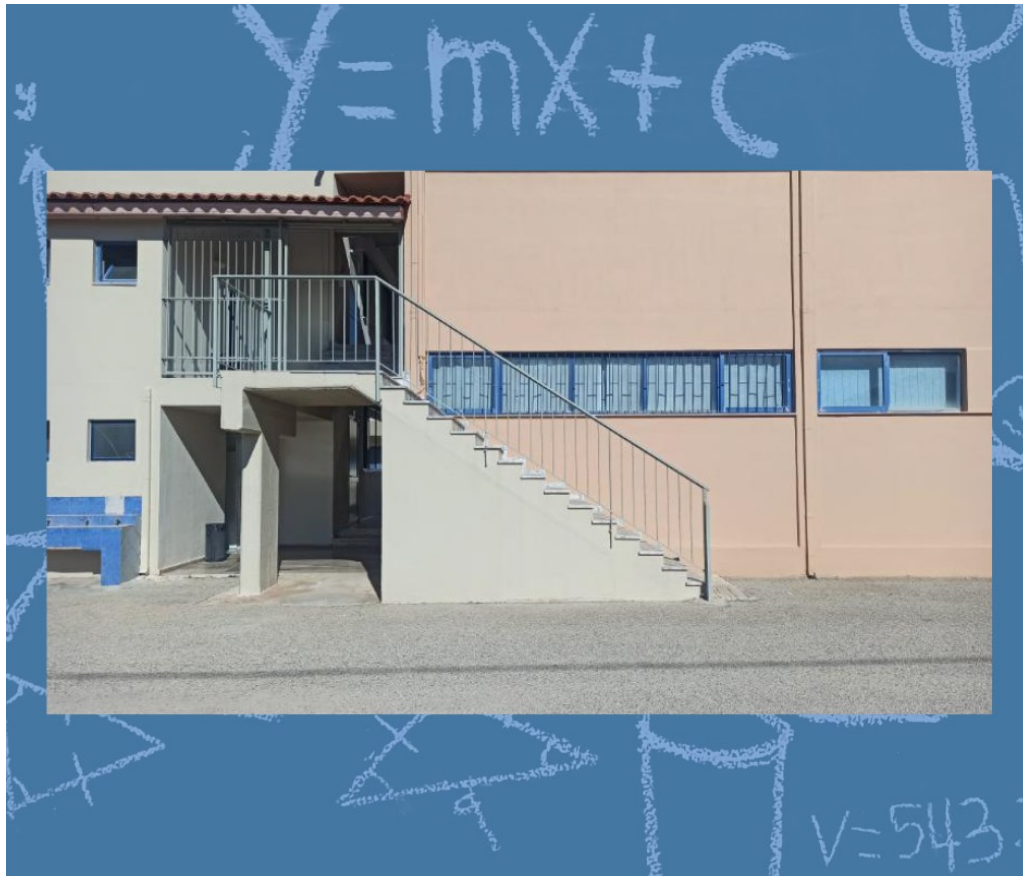
Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Δ) Εξωτερικές Σκάλες

Βρείτε το μήκος της σκάλας, μετρώντας τις κάθετες πλευρές στον πλαϊνό τοίχο.
Επαληθεύστε την απάντησή σας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!



Τρίτη Στάση - Προαύλιο!

Α) Γήπεδο

I) Βρείτε την περίμετρο και το εμβαδόν του γηπέδου. Επαληθεύστε την απάντησή σας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, χαρτόνια τ.μ

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

II) Πόση μπογιά θα χρειαστούμε για να βάψουμε το γήπεδο (πράσινο και κόκκινο) αν με 10ml μπορούμε να βάψουμε 1τ.μ;
Τα εργαλεία σας είναι: χαρτόνια τ.μ, χάρακας, μεζούρα, μολύβι χαρτί

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Β) Κεντρικός Κύκλος γηπέδου

I) Βρείτε την διάμετρο και το μήκος κύκλου που βρίσκεται στο κέντρο του γηπέδου.

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφον για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα της Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!

II) Πόση επιφάνεια έχει η κόκκινη μπογιά; Επαληθεύστε την απάντησή σας και βοηθήστε την ομάδα που θέλει να βάψει με χρώμα το γήπεδο.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, σχοινί

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Γ) Μπασκέτα

Σταθείτε στο κέντρο του γηπέδου και βρείτε το ύψος της μπασκέτας.
Τα εργαλεία σας είναι: μεζούρα, μέτρο, αλφάδι App κινητού

Σχήμα - Δεδομένα - Ζητούμενα	Λύση

Τραβήξτε φωτογραφίες του σημείου - γρίφου για να τις χρησιμοποιήσουμε αργότερα στο μάθημα τη Πληροφορικής για να φτιάξουμε την δική μας Augmented Reality εφαρμογή!



Υποκεφάλαιο 6.2. Σχέδιο Μαθήματος Πληροφορική

(Ενότητα 6.2.α) Σχέδιο Μαθήματος – Δημιουργία Augmented Reality (AR) με Halo AR και Canva

Εικονικές Μαθηματικές Διαδρομές

Virtual Math Trails

Διαθεματική παρέμβαση στη Πληροφορική και στα Μαθηματικά της Β' γυμνασίου

Δείγμα: 26 μαθητές

Ηλικία: 13-14 χρονών

Μάθημα: Μαθηματικά Β γυμνασίου

Διάρκεια: 2 διδακτικές ώρες

Προαπαιτούμενα: Οι μαθητές έχουν ήδη τραβήξει φωτογραφίες από τα μαθηματικά σημεία ενδιαφέροντος στο σχολείο.

Διδακτικοί Στόχοι

Μετά την ολοκλήρωση του μαθήματος, οι μαθητές θα είναι σε θέση να:

1. Μεταφορτώνουν εικόνες στο Canva και να τις επεξεργάζονται.
2. Δημιουργούν διαδραστικό περιεχόμενο με τη χρήση AR μέσω Halo AR.
3. Συνδέουν μαθηματικά προβλήματα με ψηφιακά AR στοιχεία.

Δομή Μαθήματος

1η Διδακτική Ώρα: Μεταφόρτωση και Προετοιμασία στο Canva

1. Εισαγωγή (10 λεπτά)
 - Υπενθύμιση των φωτογραφιών που τραβήχτηκαν.
 - Παρουσίαση του Canva και των βασικών εργαλείων του (ανέβασμα εικόνας, προσθήκη κειμένου, διαμόρφωση γραφικών).
2. Ατομική Δραστηριότητα (30 λεπτά)
 - Οι μαθητές μεταφορτώνουν τις φωτογραφίες τους στο Canva.
 - Κάθε μαθητής προσθέτει περιγραφικά στοιχεία ή οδηγίες στην εικόνα (π.χ. τίτλοι, αριθμητικά δεδομένα, ερωτήματα).
 - Οι μαθητές επιλέγουν ποιο είδος AR στοιχείου θέλουν να ενσωματώσουν (π.χ. κείμενο, βίντεο, 3D μοντέλα).
3. Ανατροφοδότηση και προετοιμασία για την επόμενη ώρα (10 λεπτά)
 - Οι μαθητές αποθηκεύουν τα σχέδιά τους και μοιράζονται ιδέες για το πώς μπορούν να βελτιώσουν το AR περιεχόμενό τους.

2η Διδακτική Ώρα: Δημιουργία AR στο Halo AR

1. Παρουσίαση του Halo AR (10 λεπτά)
 - Ο εκπαιδευτικός δείχνει πώς λειτουργεί η εφαρμογή Halo AR.
 - Παρουσίαση της διαδικασίας δημιουργίας επαυξημένης πραγματικότητας με βάση τις εικόνες τους.
2. Ομαδική Δραστηριότητα: Δημιουργία AR (30 λεπτά)
 - Οι μαθητές ανεβάζουν τις εικόνες τους στο Halo AR.

- Προσθέτουν διαδραστικά στοιχεία όπως:
 - ο Κείμενα με εξηγήσεις ή λύσεις μαθηματικών γρίφων.
 - ο Βίντεο ή ηχογραφημένες επεξηγήσεις.
 - ο Διαδραστικά κουμπιά που εμφανίζουν επιπλέον πληροφορίες.
- 3. Παρουσιάσεις & Αξιολόγηση (10 λεπτά)
 - Οι μαθητές παρουσιάζουν την AR εμπειρία τους στην τάξη.
 - Συζήτηση για τη χρησιμότητα της AR στην εκπαίδευση.
 - Οι μαθητές αξιολογούν τη δουλειά τους και ανταλλάσσουν σχόλια.

Αξιολόγηση

- Αυτοαξιολόγηση: Οι μαθητές συμπληρώνουν ένα σύντομο ερωτηματολόγιο για την εμπειρία τους.
- Παρατήρηση από τον εκπαιδευτικό: Αξιολόγηση της δημιουργικότητας και της κατανόησης των μαθηματικών εννοιών μέσω AR.

Επέκταση & Μελλοντικές Δραστηριότητες

- Χρήση της AR για ιστορικές ή φυσικές διαδρομές στο σχολείο.
- Ενσωμάτωση AR σε μαθήματα Φυσικής και Χημείας.
- Δημιουργία ενός διαδραστικού χάρτη του σχολείου με AR στοιχεία.

Συμπέρασμα

Το μάθημα αυτό συνδυάζει την πρακτική εφαρμογή μαθηματικών εννοιών με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, επιτρέποντας στους μαθητές να μάθουν μέσα από βιωματικές δραστηριότητες. Μέσω του Canva και του Halo AR, οι μαθητές αναπτύσσουν ψηφιακές δεξιότητες, συνεργάζονται και εξερευνούν δημιουργικούς τρόπους παρουσίασης των μαθηματικών προβλημάτων.

Μέρος 1: Μεταφόρτωση εικόνων στο Canva

1. Συνδεθείτε στο Canva με τον λογαριασμό σας.
 2. Επιλέξτε "Δημιουργία νέου έργου" μετά επιλέξτε "Εκπαίδευση" και τέλος επιλέξτε "Εκπαιδευτική παρουσίαση 1920 x 1080 px"
 3. Εισάγετε ένα φόντο με έντονο χρώμα για να είναι πιο εύκολο να αναγνωρίζει το Halo AR που τελειώνει η εικόνα.
 4. Ανεβάστε τις φωτογραφίες που τραβήξατε στο προηγούμενο μάθημα.
 5. Τοποθετήστε τις εικόνες σας στο καμβά και προσαρμόστε το μέγεθος ώστε να μην πιάνουν όλη την οθόνη και να φαίνεται ξεκάθαρα το φόντο.
 6. Αποθηκεύστε την εικόνα σας με ένα περιγραφικό όνομα τελειώνοντας με το συνθετικό "πριν" (πχ τοιχάκι-πριν) η οποία θα χρησιμοποιηθεί στο app Halo AR ως trigger image.
- Έλεγχος Σημείου:
- Έχω ανεβάσει όλες τις εικόνες μου στο Canva. (Ναι / Όχι)
 - Έχω τακτοποιήσει τις εικόνες στο έργο μου. (Ναι / Όχι)
 - Έχω αποθηκεύσει τις εικόνες στο έργο μου με το συνθετικό "–πριν". (Ναι / Όχι)

Μέρος 2: Δημιουργία AR στοιχείων στο Canva

1. Προσθέστε κείμενα και σχήματα πάνω στις φωτογραφίες σας.
 2. Σχεδιάστε γραφικά που θα εμφανίζονται σε AR περιβάλλον.
 3. Αποθηκεύστε την εικόνα σας με το ίδιο περιγραφικό όνομα αλλά τώρα τελειώνοντας με το συνθετικό "μετά" (πχ τοιχάκι-μετά) η οποία θα χρησιμοποιηθεί στο app Halo AR ως pop up image.
- Έλεγχος Σημείου:
- Έχω προσθέσει τουλάχιστον ένα στοιχείο AR σε κάθε εικόνα μου. (Ναι / Όχι)
 - Έχω αποθηκεύσει το αρχείο μου σωστά. (Ναι / Όχι)

Μέρος 3: Προετοιμασία για Halo AR

1. Κατεβάστε όλες τις τελικές εικόνες σας στα tablet.
 2. Ανοίξτε την εφαρμογή Halo AR.
 3. Πηγαίνετε στη καρτέλα Profile του Halo AR.
 4. Πατήστε Create Collection
 5. Δώστε όνομα στη συλλογή σας χρησιμοποιώντας το όνομα και το επώνυμό σας και την αρχή Virtual Math Trails και μετά "Όνομα" "Επώνυμο" στα αγγλικά.
(πχ Virtual Math Trails Dimitris Kardaras)
 6. Πατήστε το μεγάλο + που βρίσκεται μέσα στο app.
 7. Στο πεδίο Name γράψτε ένα περιγραφικό όνομα της πρώτης φωτογραφίας που θα χρησιμοποιήσετε, στα αγγλικά (πχ Blackboard)
 8. Στο πεδίο Trigger ανεβάστε τη φωτογραφία που θα χρησιμοποιήσετε με το συνθετικό "–πριν". Στο πεδίο Overlay ανεβάστε την εικόνα με το συνθετικό "–μετά"
 9. Επιβεβαιώστε ότι το ανεβάζετε στο Collection "Virtual Math Trails και μετά "Όνομα" "Επώνυμο" στο πεδίο Collection.
 10. Πατήστε SAVE.
 11. Επαναλάβετε τα βήματα 6- 10 για όλες τις εικόνες.
- Έλεγχος Σημείου:
- Έχω κατεβάσει τις εικόνες μου από το Canva. (Ναι / Όχι)

- Έχω ανεβάσει τις εικόνες στο Halo AR. (Ναι / Όχι)
- Τα AR στοιχεία μου λειτουργούν σωστά. (Ναι / Όχι)

Αξιολόγηση & Σχόλια

- Τι σας δυσκόλεψε περισσότερο στη διαδικασία;
- Πώς θα μπορούσατε να βελτιώσετε τις εικόνες σας;
- Τι σας άρεσε περισσότερο;

Υποκεφάλαιο 6.3. Ερωτηματολόγιο Weesee

Ερωτηματολόγιο για την Υπολογιστική Σκέψη

Παρακαλούμε να διαβάσετε προσεκτικά τις παρακάτω δηλώσεις και να συμπληρώσετε στο κουτάκι αριστερά (κάτω από τον αύξοντα αριθμό των δηλώσεων), την απάντηση που ανταποκρίνεται καλύτερα σε εσάς. Η συμμετοχή σας γίνεται ανώνυμα. Συμπληρώστε τους αριθμούς **1 έως 5**, οι οποίοι αντιστοιχούν στις εξής απαντήσεις:

1 = Διαφωνώ απόλυτα, 2 = Διαφωνώ, 3 = Ούτε συμφωνώ, ούτε διαφωνώ, 4 = Συμφωνώ, 5 = Συμφωνώ απόλυτα

Φύλο: Άνδρας / Γυναίκα

Ηλικία:.....

Αριθμός Μητρώου:

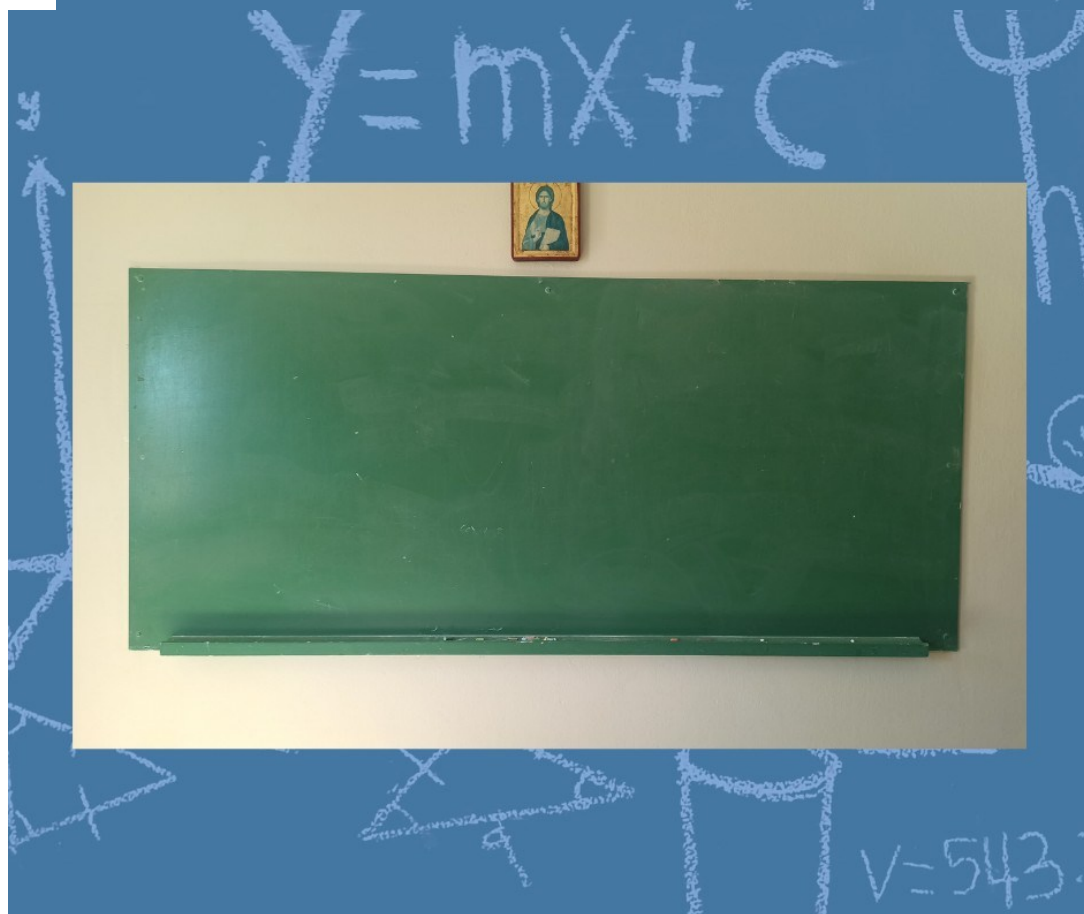
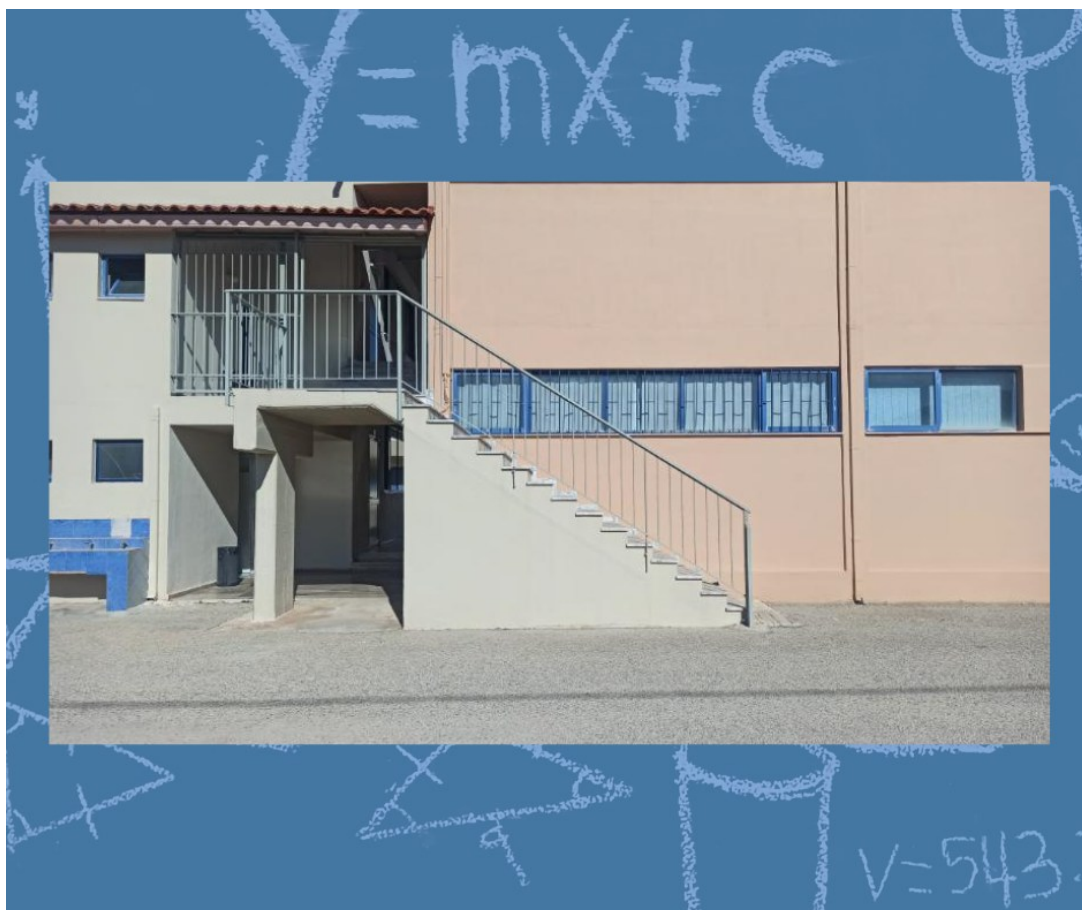
Συμπληρώστε σε κάθε κουτάκι την απάντηση που σας εκφράζει από το **1 έως το 5**, σύμφωνα με τις παραπάνω διευκρινίσεις.

Όταν λύνω ένα πρόβλημα,...			Μπορώ να γράψω στον υπολογιστή ένα πρόγραμμα το οποίο...		
1	Δημιουργώ μία σειρά από βήματα για να το λύσω	Αλγόριθμοι	10	Εκτελεί βήμα- βήμα μία σειρά εντολών	Αλγόριθμοι
2	Χρησιμοποιώ μαθηματικά	Αλγόριθμοι	11	Εκτελεί μαθηματικές πράξεις όπως πρόσθεση και αφαίρεση	Αλγόριθμοι
3	Προσπαθώ να απλοποιήσω το πρόβλημα, αγνοώντας τις λεπτομέρειες που δε μου χρειάζονται	Αφαίρεση	12	Χρησιμοποιεί λούπες για την επανάληψη εντολών	Έλεγχος ροής
4	Ψάχνω για ακολουθίες στο πρόβλημα	Αφαίρεση	13	Ανταποκρίνεται σε ενέργειες όπως είναι το πάτημα κουμπιού στο πληκτρολόγιο	Έλεγχος ροής
5	Σπάζω το πρόβλημα σε μικρότερα μέρη	Διάσπαση προβλήματος	14	Εκτελεί εντολές μόνο όταν ισχύει μία συγκεκριμένη συνθήκη	Έλεγχος ροής
6	Δουλεύω μαζί με άλλους για να λύσουμε διαφορετικά μέρη του προβλήματος την ίδια στιγμή	Παραλληλοποίηση	15	Κάνει περισσότερα από ένα πράγματα την ίδια στιγμή	Παραλληλοποίηση
7	Ψάχνω να βρω πώς μπορούν οι πληροφορίες να συγκεντρωθούν, να αποθηκευτούν και να αναλυθούν για να βοηθήσουν στην επίλυση του προβλήματος	Συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων	16	Χρησιμοποιεί μηνύματα για να επικοινωνήσει με άλλα μέρη του προγράμματος	Παραλληλοποίηση
8	Δημιουργώ μία λύση, της οποίας τα βήματα μπορούν να επαναληφθούν	Έλεγχος ροής	17	Μπορεί να αποθηκεύει, να ενημερώνει και να ανακτά τιμές	Συλλογή, αναπαράσταση και ανάλυση δεδομένων

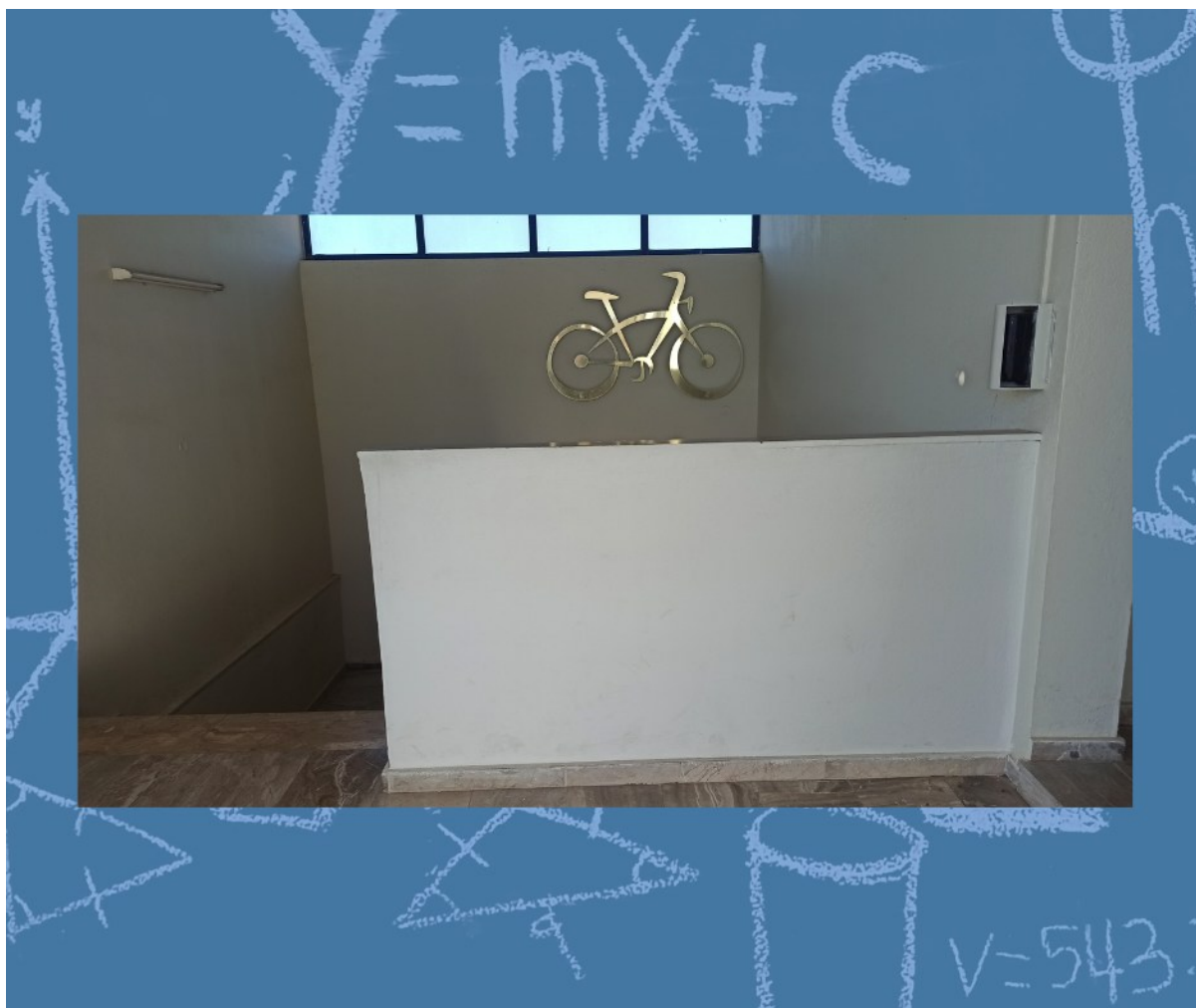
Υποκεφάλαιο 6.4. Φωτογραφίες

(Ενότητα 6.4.α) Φωτογραφίες Virtual Math Trails





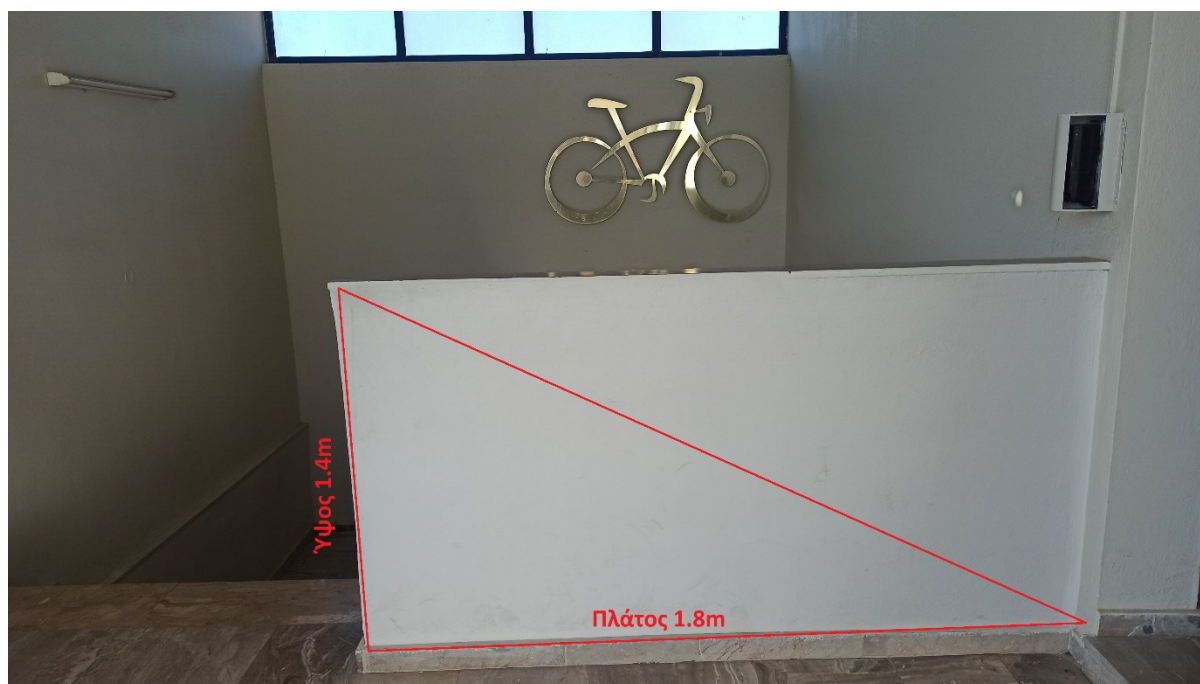




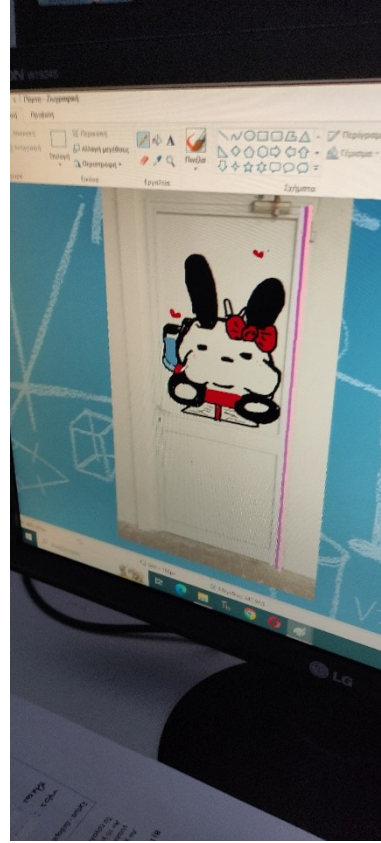
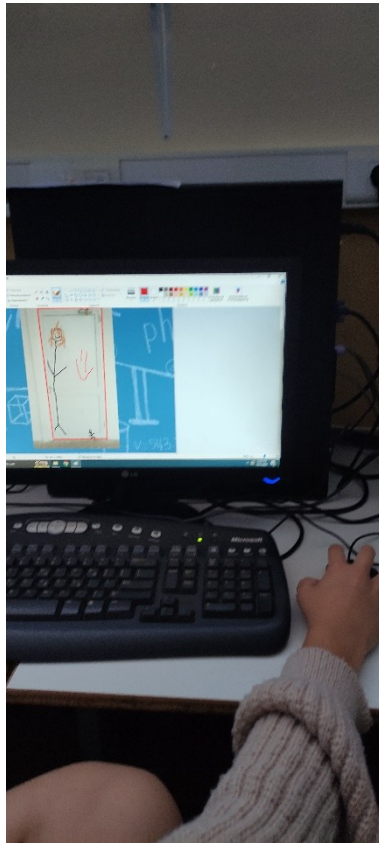
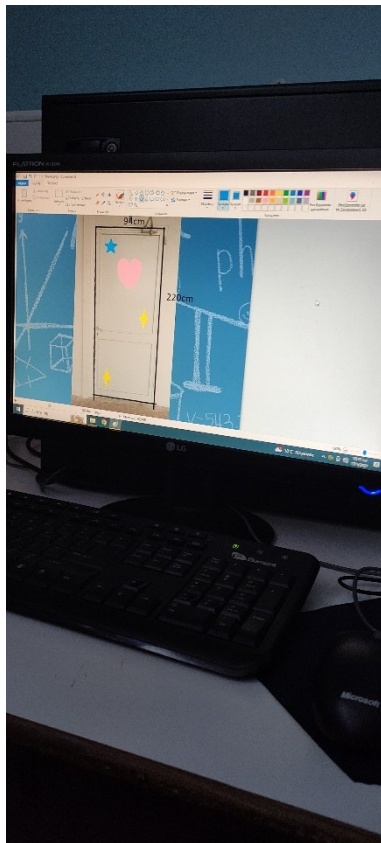








(Ενότητα 6.4.γ) Φωτογραφίες Virtual Math Trails & AR επεξεργασία με
καλλιτεχνικές δημιουργίες παιδιών



- Psycharis, S. (2018). STEAM in Education: A Literature review on the role of Computational Thinking, Engineering Epistemology and Computational Science. *Scientific Culture*, 4(2), 51–72.
- Psycharis, S., & Kotzampasaki, E. (2019). The impact of a STEM Inquiry Game Learning scenario on Computational Thinking and Computer self-confidence. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(4), em1689.
- Psycharis, S., Kalovrektis, K., Sakellaridi, E., Korres, K., & Mastorodimos, D. (2018). Unfolding the Curriculum: Physical Computing, Computational Thinking and Computational Experiment in STEM's Transdisciplinary Approach. *European Journal of Engineering Research and Science*.
- Ajit, G. (2021). A Systematic Review of Augmented Reality in STEM Education. *Studies of Applied Economics*.
- Algerafi, M. A. M., Zhou, Y., Oubibi, M., & Wijaya, T. T. (2023). Unlocking the Potential: A Comprehensive Evaluation of Augmented Reality and Virtual Reality in Education. *Electronics*.
- Angraini, L., Yolanda, F., & Muhammad, I. (2023). Augmented Reality: The Improvement of Computational Thinking Based on Students' Initial Mathematical Ability. *International Journal of Instruction*.
- Aslam, S., Alghamdi, A. A., Abid, N., & Kumar, T. (2023). Challenges in Implementing STEM Education: Insights from Novice STEM Teachers in Developing Countries. *Sustainability*.
- Barbosa, A., Vale, I., Jablonski, S., & Ludwig, M. (2022). Walking through Algebraic Thinking with Theme-Based (Mobile) Math Trails. *Education Sciences*.
- Buchholtz, N., & Orey, D. (2020). Mobile mathematical modelling with math trails in Actionbound.
- Cerqueira, J., Moura, J. M., Sylla, C., & Ferreira, L. (2020). An Augmented Reality Mathematics Serious Game.
- Chiu, T. K. F., & Li, Y. (2023). How Can Emerging Technologies Impact STEM Education? *Journal for STEM Education Research*, 6, 375–384.

- De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & van Petegem, P. (2022). Integrated STEM Education: The Effects of a Long-Term Intervention on Students' Cognitive Performance. *European Journal of STEM Education*.
- Dudley, B. (1987). The Math Trail: A Guide to Mathematical Exploration Outside the Classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 43(2), 8-12.
- English, L. D., Humble, S., & Barnes, V. E. (2019). Trailblazers: Exploring Mathematical Adventures Beyond the Classroom. *Mathematics Education Research Journal*, 31(4), 501-523.
- Fan, O., & Xu, W. (2024). The Effects of Educational Robotics in STEM Education: A Multilevel Meta-Analysis. *International Journal of STEM Education*.
- Fenton, R., & Faulkner, L. (2022). Mathematical Thinking in Outdoor Education: New Pathways for Learning. *Educational Studies in Mathematics*, 109(2), 215-230.
- Fesakis, G., Karta, P., & Kozas, K. (2018). Designing Math Trails for Enhanced by Mobile Learning Realistic Mathematics Education in Primary Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*.
- Gill, T. (2021). Mathematics Trails: Enhancing Student Engagement and Understanding Through Real-World Exploration. *Cambridge University Press*.
- Gómez-Ruiz, M. L., Morales-Yago, F., & de Lázaro-Torres, M. (2021). Outdoor Education, the Enhancement and Sustainability of Cultural Heritage: Medieval Madrid.
- Gong, H. J., Kwon, J., & Brock, M. P. (2022). Experiential learning through a peer learning assistant model in STEM.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures.
- Isharyadi, R., & Juandi, D. (2023). A Systematic Literature Review of Computational Thinking in Mathematics Education: Benefits and Challenges. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*.
- Joswick, C., & Hulings, M. (2023). A Systematic Review of BSCS 5E Instructional Model Evidence.
- Kayan-Fadlelmula, F., Sellami, A., Abdelkader, N., & Umer, S. (2022). A systematic review of STEM education research in the GCC countries: trends, gaps and barriers. *International Journal of STEM Education*.

- Küçükaydın, M. A., Çite, H., & Ulu, H. (2024). Modelling the relationships between STEM learning attitude, computational thinking, and 21st century skills in primary school.
- Mallette, A., Heaney, S., McGlynn, B., Stuart, S., Witkowski, S., & Plummer, R. (2024). Outdoor education, environmental perceptions, and sustainability: Exploring relationships and opportunities.
- Martella, A., Martella, R. C., Yacilla, J. K., Newson, A., Shannon, E. N., & Voorhis, C. (2023). How Rigorous is Active Learning Research in STEM Education? *Educational Psychology Review*, 35.
- Martínez-Jiménez, E., Nolla de Celis, Á., & Fernández-Ahumada, E. (2022). The City as a Tool for STEAM Education: Problem-Posing in the Context of Math Trails.
- Moorhouse, N., tom Dieck, M. T., & Jung, T. (2019). An experiential view to children learning in museums with Augmented Reality. *Museum Management and Curatorship*, 34, 402-418.
- NCTM (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nilimaa, J. (2023). New Examination Approach for Real-World Creativity and Problem-Solving Skills in Mathematics.
- O'Dwyer, A., Hourigan, M., Leavy, A., & Corry, E. (2023). 'I Have Seen STEM in Action and It's Quite Do-able!' The Impact of an Extended Professional Development Model on Teacher Efficacy in Primary STEM Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 131–157.
- Oberle, E., Zeni, M., Munday, F., & Brussoni, M. (2021). Support Factors and Barriers for Outdoor Learning in Elementary Schools: A Systemic Perspective.
- Ofsted Report (2008). Learning Outside the Classroom: How Far Should You Go?
- Poçan, S., Altay, B., & Yaşaroğlu, C. (2022). The Effects of Mobile Technology on Learning Performance and Motivation in Mathematics Education. *Education and Information Technologies*.
- Reilly, J., & Dede, C. (2018). Augmented Reality in Education. *Handbook of Mobile Teaching and Learning*.

- Sirakaya, M., & Alsancak Sirakaya, D. (2020). Augmented Reality in STEM Education: A Systematic Review. *Interactive Learning Environments*.
- Wang, L., Chen, B., Hwang, G., Guan, J., & Wang, Y. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*.
- Ye, H., Liang, B., Ng, O., & Chai, C. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: A systematic review.