



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΠΡΟΣΧΟΛΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ  
ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ  
ΤΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ: ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**  
που εκπονήθηκε για τη χορήγηση  
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών  
από την  
**Νίλα Αικατερίνη**  
**(Α.Μ. 4282022016)**

**ΘΕΜΑ: «ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΣΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ, ΜΕ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΑΥΣΗΜΕΝΗΣ  
ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑΣ»**

**“EXPLORATORY LEARNING ACTIVITIES OF ELECTRICITY EXPERIMENTS IN  
PRIMARY SCHOOL, SUPPORTED BY AUGMENTED REALITY TECHNIQUES”**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

<b>Δημητρακοπούλου Αγγελική</b>	<b>Καθηγήτρια</b>	<b>ΤΕΠΑΕΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Επιβλέπων</b>
<b>Σκουμιάς Μιχαήλ</b>	<b>Καθηγητής</b>	<b>ΠΤΔΕ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Μέλος</b>
<b>Κρητικός Γεώργιος</b>	<b>Μέλος ΕΔΙΠ</b>	<b>ΤΕΠΑΕΣ, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ</b>	<b>Μέλος</b>

**ΡΟΔΟΣ, 2024**

Η έγκριση της παρούσης Διπλωματικής Εργασίας στο πλαίσιο του Π.Μ.Σ. «Διδακτική Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση: Διεπιστημονική Προσέγγιση» του Τμήματος Επιστημών της Προσχολικής Αγωγής και του Εκπαιδευτικού Σχεδιασμού του Πανεπιστημίου Αιγαίου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα παρουσιαστεί ένα διαδραστικό και εμπλουτισμένο εκπαιδευτικό πρόγραμμα που χρησιμοποιεί την τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας για να εμπλέξει τους μαθητές της πέμπτης δημοτικού στον άγνωστο αλλά ενδιαφέρον κόσμο του ηλεκτρισμού. Το πρόγραμμα στοχεύει στη δημιουργία ενός δυναμικού περιβάλλοντος μάθησης, όπου η θεωρητική γνώση συνδυάζεται με πρακτικές εμπειρίες, ενθαρρύνοντας μια βαθύτερη κατανόηση των βασικών εννοιών του ηλεκτρισμού.

Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα συμμετείχαν 18 μαθητές της Στ΄ Δημοτικού ενός σχολείου του νομού Λασιθίου. Η έρευνα στηρίχτηκε στην διερευνητική προσέγγιση με την κατασκευή πειραμάτων με πραγματικά υλικά (από την ομάδα ελέγχου) και την δημιουργία πειραμάτων μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας με χρήση qr code και του διαδραστικού προσομοιωτή Phet Colorado (από την πειραματική ομάδα). Οι διερευνητικές δραστηριότητες έγιναν στην ενότητα της Ε΄ Δημοτικού με τίτλο: «Ηλεκτρισμός» στα κεφάλαια «ΦΕ 4: Ένα απλό κύκλωμα» και «ΦΕ 6: Αγωγοί και Μονωτές».

Η ομάδα ελέγχου είχε στη διάθεσή της όλα τα απαραίτητα υλικά που χρειάζονται για την δημιουργία κλειστών ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε σειρά, όπως τον λαμπτήρα, τα καλώδια, την μπαταρία καθώς και διάφορα αντικείμενα τα οποία ανήκουν στις δύο κατηγορίες των αγωγών και των μονωτών, όπως ο συνδετήρας, η γόμα, το μολύβι και το κέρμα. Η πειραματική ομάδα είχε στη διάθεσή της τάμπλετ, με τα οποία σάρωναν τα qr code με τις πειραματικές δραστηριότητες που έπρεπε να διερευνήσουν στο ψηφιακό εργαλείο δημιουργία διαδραστικών φύλλων εργασίας Liveworksheets. Μέσα από το ψηφιακό φύλλο εργασίας οι μαθητές μεταφέρονταν στον διαδραστικό προσομοιωτή του Phet Colorado για να υλοποιήσουν τις διερευνητικές τους υποθέσεις.

Το ερευνητικό ερώτημα της διπλωματικής είναι αν η επαυξημένη πραγματικότητα με την τεχνική των QR code επηρεάζει την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τις φυσικές αρχές του ηλεκτρισμού.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η πειραματική ομάδα παρουσίασε σημαντική βελτίωση των επιδόσεών της σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων δείχνει ότι η ΕΠ συμβάλλει στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων, αναδεικνύοντας τη σημασία των καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης ανέδειξαν τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και την σημασία της επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση.

Με τη συνδυαστική χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας και των απτών υλικών ενός ηλεκτρικού κυκλώματος, οι μαθητές αντιλήφθηκαν τις βασικές αρχές του ηλεκτρισμού με έναν πιο διαδραστικό τρόπο. Είχαν την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με εικονικά στοιχεία και εξαρτήματα, διερευνώντας τη συμπεριφορά τους σε πραγματικό χρόνο. Κατά τη

διάρκεια των δραστηριοτήτων, παρατήρησαν πώς αλλάζει η ροή του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς πρόσθεταν ή αφαιρούσαν εξαρτήματα, και πώς αλληλοεπίδρασαν μεταξύ τους σε ένα εικονικό περιβάλλον. Η αίσθηση του απτού σε συνδυασμό με την οπτική αναπαράσταση προσέφερε στους μαθητές μια πολυδιάστατη εμπειρία μάθησης

**Λέξεις-Κλειδιά:** ηλεκτρισμός, απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, πείραμα, επαυξημένη πραγματικότητα (AR) , μονωτής, αγωγός, QR code

## ABSTRACT

This diploma thesis will present an interactive and enriched educational program that uses augmented reality technology to engage fifth grade students in the unknown but interesting world of electricity. The programme aims to create a dynamic learning environment where theoretical knowledge is combined with hands-on experiences, encouraging a deeper understanding of the basic concepts of electricity.

More specifically, 18 students of the sixth grade of a school in the prefecture of Lasithi participated in the research. The research was based on the exploratory approach by building experiments with real materials (by the control group) and creating experiments through augmented reality using qr code and the interactive simulator Phet Colorado (by the experimental group). The exploratory activities were carried out in the 5th grade unit entitled: "Electricity" in the chapters "PE 4: A simple circuit" and "PE 6: Conductors and Insulators".

The control group had at their disposal all the necessary materials needed to create closed electrical circuits in series, such as the light bulb, the wires, the battery and various objects belonging to the two categories of conductors and insulators, such as the paper clip, the eraser, the pencil and the coin. The experimental team had tablets at their disposal, with which they scanned the qr code with the experimental activities they had to investigate in the digital tool of creating interactive Liveworksheets. Through the digital worksheet, the students were taken to the interactive simulator of Phet Colorado to implement their exploratory hypotheses.

The research questions of the thesis are two. The first research question is, how does augmented reality affect students' understanding of physical principles? The second research question is about students' attitudes and opinions about teaching and is framed as follows: Is there a difference in students' attitudes and opinions between two groups: those using AR guidance and those receiving simple guidance from the teacher?

The analysis of the results showed that the experimental group showed a significant improvement in performance compared to the control group. The comparison of the results of the two groups shows that AR contributes to the acquisition of knowledge and skills, highlighting the importance of innovative educational tools. The results of this study highlighted both the effectiveness and the importance of augmented reality in education.

By combining the use of augmented reality and the tangible materials of an electrical circuit, students understood the basic principles of electricity in a more interactive way. They had the opportunity to interact with virtual elements and components, exploring their behaviour in real time. During the activities, they observed how the flow of electricity changed as they added or removed components, and how they interacted with each other in a virtual

environment. The sense of tangibility combined with visual representation provided students with a multidimensional learning experience.

**Keywords:** Electricity, simple electrical circuit, primary education, experiment, augmented reality (AR), insulator, pipeline, QR code

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες προς όλους όσους με στήριξαν και συνέβαλαν στην επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσά μου, κα Δημητρακοπούλου Αγγελική, για την αφοσίωση, τη στήριξη και την καθοδήγησή της καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Η συνεργασία μας συνέβαλε στην καλύτερη κατανόηση του θέματος και στην ανάπτυξη των ιδεών μου.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω θερμά τους γονείς μου, Γιώτα και Σάκη, καθώς και τον αδερφό μου, Νίκο, και τον σύντροφό μου, Γιώργο, για την τη συνεχή στήριξη και εμπιστοσύνη τους. Χωρίς την ανιδιοτέλεια και την στήριξή τους, αυτή η επίτευξη δεν θα ήταν εφικτή.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου προς όλους τους συγγενείς, φίλους και συναδέλφους που με στήριξαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου. Η συνεισφορά και η συμπαράστασή τους ήταν ανεκτίμητες και συνέβαλαν στην επιτυχή υλοποίηση της παρέμβασής μου στο σχολείο.

Με αυτές τις ευχαριστίες, ολοκληρώνω αυτήν τη φάση της διαδρομής μου, αισθανόμενη ευγνώμων για τη στήριξη και την εμπιστοσύνη που μου παρείχαν.

Στους γονείς μου, Παναγιώτα και Αθανάσιο  
και στον σύντροφό μου, Γιώργο

Πίνακας περιεχομένων	
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	3
<b>ABSTRACT</b> .....	5
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	7
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	10
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</b> .....	10
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	10
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ</b> .....	11
Εισαγωγή.....	13
Σκοπός έρευνας.....	14
Εννοιολογικό πλαίσιο.....	14
<b>ΜΕΡΟΣ Ι: Θεωρητικό πλαίσιο</b> .....	15
1.1. Φυσικές επιστήμες / Ορισμός πειράματος .....	15
1.2. Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών.....	16
1.3. Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό.....	22
1.4. ΤΠΕ και Διδακτική θετικών επιστημών.....	26
1.4.1. Εισαγωγή ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση .....	28
1.4.2. Ανασκόπηση εξέλιξης προγραμμάτων σπουδών για τις ΤΠΕ .....	29
1.5. Επαυξημένη πραγματικότητα.....	30
1.6. Ηλεκτρισμός.....	32
1.6.1. Αρχές και έννοιες του ηλεκτρισμού.....	32
1.6.2. Τάση - αντίσταση ρεύματος.....	32
1.6.3.. Ηλεκτρικό ρεύμα.....	33
1.6.4. Νόμος Ωμ .....	33
1.6.5. Σύνδεση σε σειρά – παράλληλη σύνδεση .....	34
1.6.6 Αγωγοί – Μονωτές - Ημιαγωγοί .....	34
1.7. Αντίληψεις μαθητών για τον ηλεκτρισμό .....	34
1.8. Βιβλιογραφική ανάλυση άλλων ερευνών στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας και των πειραμάτων ηλεκτρισμού.....	36
1.9. Ανάλυση υπάρχουσας κατάστασης.....	45
<b>ΜΕΡΟΣ ΙΙ: Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης</b> .....	47
Πεδίο Συμβολής Διπλωματικής Έρευνας.....	47



2.1. Αρχές σχεδιασμού δραστηριοτήτων .....	47
2.1.1. Σκοπός πειραματικών δραστηριοτήτων .....	48
2.1.2. Στόχοι πειραματικών δραστηριοτήτων .....	49
2.2. Ταυτότητα παρέμβασης .....	49
2.2.1. Ερευνητικά ερωτήματα .....	49
2.3. Μεθοδολογία έρευνας .....	50
2.3.1. Ερευνητική διαδικασία.....	50
2.3.2. Δείγμα .....	52
2.3.3. Εκπαιδευτικό Υλικό .....	52
2.4. Εργαλεία συλλογής δεδομένων .....	53
2.4.1. Επιλογή ερωτηματολογίου .....	53
2.4.2 Παρουσίαση ερωτηματολογίου.....	54
2.4.3. Αξιοπιστία και εγκυρότητα της ερευνητικής διαδικασίας .....	54
2.4.4. Ανάλυση δεδομένων .....	55
2.5. Υλοποίηση έρευνας.....	55
2.5.1. Ταυτότητα σχολείου/μαθητών .....	55
2.6. Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης.....	56
2.7. Διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων.....	60
<b>ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: Αποτελέσματα .....</b>	<b>65</b>
3.1. Αποτελέσματα – παρατηρήσεις.....	65
<b>ΜΕΡΟΣ ΙV: Συμπεράσματα.....</b>	<b>70</b>
4.1. Σύνοψη Συμπερασμάτων .....	74
4.2. Συμβολή Διατριβής - Σύγκριση παρούσας έρευνας με προηγούμενες έρευνες.....	74
<b>ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ.....</b>	<b>77</b>
<b>ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΕΣ .....</b>	<b>77</b>
<b>ΣΥΝΟΨΗ.....</b>	<b>78</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>79</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....</b>	<b>83</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ (Έντυπα παρέμβασης – QR code).....</b>	<b>87</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ (Φωτογραφίες από την παρέμβαση).....</b>	<b>96</b>

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Εννοιολογικός πίνακας εργασίας.....	14
Πίνακας 2. ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής-Χημείας Δημοτικού (Α'-Β'-Γ').....	17
Πίνακας 3. ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής -Χημείας Δημοτικού (Δ'-Ε'-ΣΤ') .....	18
Πίνακας 4. ΑΠΣ Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο Ε' Δημοτικού.....	20
Πίνακας 5. ΑΠΣ Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο Στ' Δημοτικού.....	21
Πίνακας 6. Διαδικασία κάθε πειράματος.....	44
Πίνακας 7. Πίνακας Δραστηριοτήτων - Στόχων και Διάρκειας της παρέμβασης.....	59
Πίνακας 8. Πίνακας τρόπου καθοδήγησης μαθητών ανάλογα την ομάδα που βρίσκονται..	60
Πίνακας 9 . Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο pre test.....	66
Πίνακας 10. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Πειραματικής Ομάδας στο pre test..	67
Πίνακας 11. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο post test.....	69
Πίνακας 12. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της πειραματικής ομάδας στο post test..	69

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Μονοπολικό μοντέλο.....	35
Σχήμα 2. Μοντέλο Συγκρουόμενων Ρευμάτων.....	35
Σχήμα 3. Μοντέλο εξασθένησης του Ρεύματος.....	35
Σχήμα 4. Μεριστικό Μοντέλο.....	36
Σχήμα 5. Μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος στο πρόγραμμα επεξεργασίας Unity.....	40

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Συμβολική αναπαράσταση αντίστασης από το λογισμικό Phet Colorado.....	33
Εικόνα 2: Προηγμένο μέρος του πειράματος, προβολή μέσω των έξυπνων γυαλιών: (α) σχηματικό διάγραμμα, (β) οπτικοποίηση ως όργανο δείκτη.....	41
Εικόνα 3: Απλή απεικόνιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (τάση) σύμφωνα με το μοντέλο αερίου ηλεκτρονίων.....	42
Εικόνα 4: Ένα παράδειγμα ηλεκτρικού κυκλώματος με τρεις λαμπτήρες και τρεις μπαταρίες.....	43
Εικόνα 5: Πειραματική ρύθμιση που προβάλλεται μέσω smartphone κατά τη διάρκεια ενός πειράματος AR σχετικά με πιθανές διαφορές.....	43
Εικόνα 6. Στιγμιότυπο οθόνης της οπτικοποίησης που εμφανίζει η εφαρμογή.....	45
Εικόνα 7: Έντυπη εικόνα αφόρμησης 1ης Διδακτικής Παρέμβασης.....	87

Εικόνα 8: Έντυπο QR code για την πρώτη πειραματική δραστηριότητα.....	87
Εικόνα 9: Έντυπο QR code για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	87
Εικόνα 10: Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την πρώτη πειραματικήδραστηριότητα - Κλειστό ηλεκτρικό Κύκλωμα (1 <sup>η</sup> σελίδα) .....	88
Εικόνα 11: Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την πρώτη πειραματική δραστηριότητα- Κλειστό ηλεκτρικό Κύκλωμα (2 <sup>η</sup> σελίδα).....	89
Εικόνα 12: Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα- Αγωγοί & Μονωτές (1 <sup>η</sup> σελίδα).....	90
Εικόνα 13: Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα- Αγωγοί & Μονωτές (2 <sup>η</sup> σελίδα).....	91
Εικόνα 14: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με την μπαταρία για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	92
Εικόνα 15: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (μολύβι) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	92
Εικόνα 16: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον μονωτή (γόμα) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	93
Εικόνα 17: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με το καλώδιο για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	93
Εικόνα 18: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον διακόπτη για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	94
Εικόνα 19: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον λαμπτήρα για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	94
Εικόνα 20: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (κέρμα) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	95
Εικόνα 21: Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (συνδετήρας) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα.....	95

## ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών της Ομάδας ελέγχου στο pre test .....	65
Γράφημα 2. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών της Πειραματικής ομάδας στο pre test.....	66
Γράφημα 3. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο post test.....	67
Γράφημα 4. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών και μαθητριών της Πειραματικής Ομάδας στο post test.....	68

Γράφημα 5. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Ομάδα Ελέγχου) στο pre test.....	70
Γράφημα 6. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Πειραματικής Ομάδας) στο pre test.....	71
Γράφημα 7. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Ομάδα Ελέγχου) στο post test.....	71
Γράφημα 8. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών ( Πειραματικής Ομάδας) στο post test.....	72
Γράφημα 9. Συγκεντρωτικό γράφημα ποσοστού επιτυχίας των μαθητών στο pre test και post test.....	73
Γράφημα 10. Ποσοστό επιτυχίας της ομάδας ελέγχου στο pre test και στο post test.....	73
Γράφημα 11. Ποσοστό επιτυχίας της πειραματικής ομάδας στο pre test και στο post test...	74

## Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αναλύει τη σημασία της εφαρμογής της τεχνολογίας με επαυξημένη πραγματικότητα στη διερεύνηση μαθησιακών δραστηριοτήτων στον τομέα του ηλεκτρισμού στα δημοτικά σχολεία. Η πρωτοβάθμια εκπαίδευση θέτει τα θεμέλια για την κατανόηση βασικών φυσικών και τεχνολογικών αρχών, εκ των οποίων ο ηλεκτρισμός αποτελεί κεντρικό θέμα.

Ο συνδυασμός αυτού του βασικού περιεχομένου με τα προηγμένα χαρακτηριστικά της επαυξημένης πραγματικότητας δημιουργεί ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον που ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση. Η επαυξημένη πραγματικότητα παρέχει μια καθηλωτική εκπαιδευτική εμπειρία και επιτρέπει στους μαθητές να ασχοληθούν με την έννοια του ηλεκτρισμού με πιο ζωντανό και ευχάριστο τρόπο.

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να διερευνήσει τις μαθησιακές δραστηριότητες των πειραμάτων ηλεκτρικής ενέργειας στα δημοτικά σχολεία εξετάζοντας την επαυξημένη πραγματικότητα ως εργαλείο για την ενίσχυση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Με την προσπάθεια αυτή τονίζεται ο σημαντικός ρόλος που διαδραματίζει η τεχνολογία στον τομέα της εκπαίδευσης προσφέροντας στους μαθητές μια ενδιαφέρουσα και πρωτότυπη εκπαιδευτική εμπειρία.

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να διερευνηθεί πώς η εφαρμογή της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας επηρεάζει την κατανόηση των μαθητών στο κεφάλαιο του ηλεκτρισμού. Στο πλαίσιο αυτό, οι ερευνητικοί στόχοι αφορούν τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της επαυξημένης πραγματικότητας μέσω των πειραματικών δραστηριοτήτων και τη σύνδεσή τους με την επιστημονική θεωρία.

Το θεωρητικό πλαίσιο εξετάζει τους ορισμούς της επιστήμης και του πειραματισμού και αναλύει τα αναλυτικά προγράμματα σπουδών και τις θεωρίες μάθησης. Επιπλέον, δίνεται έμφαση στη σχέση μεταξύ τεχνολογίας και εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες, στην εισαγωγή της τεχνολογίας με επαυξημένη πραγματικότητα στο εκπαιδευτικό περιβάλλον ενώ συζητείται η εξέλιξη της χρήσης των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στην Ελλάδα. Τέλος, το θεωρητικό πλαίσιο περιλαμβάνει τις βασικές αρχές του ηλεκτρισμού και τις αντιλήψεις των μαθητών για τον ηλεκτρισμό.

Το δεύτερο μέρος της μελέτης επικεντρώνεται στο σχεδιασμό της εκπαιδευτικής παρέμβασης προκειμένου να αναπτυχθούν πειραματικές δραστηριότητες, να καθοριστούν οι σκοποί και οι στόχοι των δραστηριοτήτων αυτών και να καθοριστεί η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για τη συλλογή και την ανάλυση των δεδομένων. Ασχολείται επίσης με την υλοποίηση της μελέτης και περιγράφει τις διαδικασίες για τη διεξαγωγή των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Το τρίτο μέρος της μελέτης περιγράφει τα αποτελέσματα και τις συζητήσεις που προέκυψαν από τις πειραματικές δραστηριότητες, τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τη μελέτη, τους περιορισμούς της μελέτης και τις προοπτικές για περαιτέρω έρευνα. Τέλος, δίνεται μια ολοκληρωμένη περίληψη της μελέτης, με αναφορά στη βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε και στα σχετικά παραρτήματα.

## Σκοπός έρευνας

Ο σκοπός της έρευνας είναι α) να διερευνηθεί αν η επαυξημένη πραγματικότητα με την τεχνική των QR code επηρεάζει την κατανόηση των μαθητών σχετικά με το απλό κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα και τους αγωγούς / μονωτές; και β) η επαυξημένη πραγματικότητα με την τεχνική των QR code ενισχύουν τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού στη φυσική;

## Εννοιολογικό πλαίσιο

Έννοιες	Ορισμοί
Πείραμα	Διαδικασία μέτρησης ενός φαινομένου υπό ελεγχόμενες συνθήκες.
Πείραμα επαλήθευσης	Σε αυτό το πείραμα, ο σκοπός δεν είναι η ανακάλυψη και η καταγραφή νέων αποτελεσμάτων, αλλά η επιβεβαίωση της ήδη γνωστής θεωρίας ή του θεωρητικού μοντέλου
Επαυξημένη πραγματικότητα	Νέα τεχνολογία που ενσωματώνει εικονικά στοιχεία που παράγονται από έναν υπολογιστή σε ένα πραγματικό περιβάλλον και σε πραγματικό χρόνο.
Ηλεκτρισμός	Είναι ένα φαινόμενο κατά το οποίο προκαλείται η μεταφορά ή η ροή ηλεκτρικού φορτίου μέσα σε αγωγούς, υλικά ή κυκλώματα.
Ηλεκτρικό κύκλωμα	Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα <u>σύνδεσης σε σειρά</u> είναι όταν οι αντιστάσεις ή οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται ο ένας μετά τον άλλο σε μία γραμμή.
Αγωγοί	Είναι υλικά που επιτρέπουν στον ηλεκτρισμό να ρέει ελεύθερα μέσα από αυτά (μέταλλα, άνθρωπος).
Μονωτές	Είναι υλικά που δεν επιτρέπουν την ελεύθερη ροή του ηλεκτρισμού (ξύλο, πλαστικό).

Πίνακας 1. Εννοιολογικός πίνακας εργασίας

## ΜΕΡΟΣ Ι: Θεωρητικό πλαίσιο

### 1.1 Φυσικές επιστήμες / Ορισμός πειράματος

Η φυσική είναι μια επιστήμη που ερευνά τα φυσικά φαινόμενα και επιδιώκει να κατανοήσει τις ιδιότητες της ύλης και τις διάφορες σχέσεις μεταξύ τους. Για να επιτευχθεί αυτό, η φυσική περιλαμβάνει την παρατήρηση και τη διερεύνηση των φαινομένων, που συνήθως γίνεται μέσω πειραμάτων (Gorghiu, 2006).

Η παρατήρηση είναι η ολοκληρωμένη και συστηματική παρακολούθηση ενός φαινομένου κατά την οποία εντοπίζονται και διερευνώνται διάφορες παράμετροι που επηρεάζουν το φαινόμενο. Αυτό επιτρέπει στους ερευνητές να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου.

Τα φυσικά φαινόμενα μπορούν να εμφανιστούν υπό ποικίλες συνθήκες, ορισμένες από τις οποίες είναι δύσκολο να παρατηρηθούν και να μελετηθούν λόγω της πολυπλοκότητάς τους. Επομένως, τα πειράματα είναι απαραίτητα. Σύμφωνα με τον Franklin (1986) το πείραμα είναι ανεξάρτητο από την θεωρία και συνήθως έχει την δική του ζωή.

Βασικοί ερευνητές στον τομέα της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες θεωρούν ότι τα πειράματα αποτελούν οργανικό και αναπόσπαστο μέρος του μαθήματος της φυσικής και πολύ σημαντικό μέρος του προγράμματος σπουδών των φυσικών επιστημών. Στα χέρια κατάλληλα εκπαιδευμένων εκπαιδευτικών, μπορούν να αποτελέσουν ισχυρά διδακτικά εργαλεία (Arons A., 1991, Χαλκιά Κ., 2000:12).

Κατά τη διάρκεια ενός πειράματος, ο ερευνητής αλλάζει τις συνθήκες ή τις παραμέτρους που επηρεάζουν το φαινόμενο και κατανοεί πώς οι αλλαγές αυτές σχετίζονται με το υπό μελέτη φαινόμενο.

Συνοπτικά, το πείραμα είναι η διαδικασία μέτρησης ενός φαινομένου υπό ελεγχόμενες συνθήκες, ενώ η παρατήρηση είναι η ολοκληρωμένη παρακολούθηση και μελέτη των παραμέτρων που επηρεάζουν το φαινόμενο. Και τα δύο αυτά εργαλεία συμβάλλουν στην κατανόηση και εξήγηση των φυσικών φαινομένων.

Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πειράματα με καθημερινά υλικά είναι πολύ σημαντικές γιατί επιτρέπουν στους μαθητές να κάνουν τις πρώτες συνδέσεις με την καθημερινή ζωή. Οι μαθητές συνειδητοποιούν ότι οι αρχές της επιστήμης δεν απέχουν τόσο πολύ από την καθημερινή ζωή. Ο Κόκκοτας (1988) υποστηρίζει ότι ο συλλογισμός πρέπει να έπεται της παρατήρησης καθώς οι μαθητές δεν μπορούν να βγάλουν κάποιο συμπέρασμα αν δεν αποκτήσουν κάποια εμπειρία.

Αυτή η σύνδεση με την πραγματική ζωή κάνει τα πειράματα πιο σημαντικά και ενδιαφέροντα. Ενθαρρύνει επίσης τη συνεργασία και την ομαδικότητα, καθώς οι μαθητές συχνά συνεργάζονται για την εκτέλεση πειραμάτων. Επιπλέον, τα πειράματα με οικεία



υλικά βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής και τα καθιστούν πιο προσιτά, ενθαρρύνοντας έτσι τη συμμετοχή μαθητών από χαμηλότερα οικονομικά στρώματα και εκείνων που δεν είναι "καλοί" στη μάθηση. Τέλος, η επιστήμη δεν είναι μακρινή και μυστηριώδης, αλλά σχετίζεται με αντικείμενα και εμπειρίες της καθημερινής ζωής των μαθητών.

Γενικότερα, η χρήση καθημερινών υλικών για πειράματα ενισχύει τη συνολική διδακτική διαδικασία και βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη σημασία και τις εφαρμογές της επιστήμης στην καθημερινή τους ζωή.

Η επιστημονική εκπαίδευση αφορά τον τρόπο με τον οποίο διδάσκεται και μαθαίνεται η επιστήμη. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση και το βάθος του περιεχομένου, τους στόχους της διδασκαλίας, τις μεθόδους διδασκαλίας και τις προσεγγίσεις που χρησιμοποιούνται και τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί και οι μαθητές αποκτούν νέες δεξιότητες και γνώσεις.

Στην επιστημονική εκπαίδευση, η έννοια της επιστήμης εξετάζεται σε σχέση με τον τρόπο με τον οποίο η επιστημονική γνώση κατασκευάζεται, δομείται, αξιολογείται, επιδεικνύεται και οικοδομείται. Επιπλέον, θα εξεταστούν οι τρόποι με τους οποίους οι μαθητές κατανοούν τη διαδικασία της επιστημονικής έρευνας και τη χρήση της επιστημονικής μεθόδου στη μαθησιακή διαδικασία. Τονίζεται επίσης η σημασία της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών ως ομάδα κατά την εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων και πρακτικών.

## 1.2. Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών

Σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, περιλαμβάνει ένα Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγράμματος Σπουδών (ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ) για κάθε θεματικό τομέα, το οποίο καθοδηγεί τους εκπαιδευτικούς στο έργο τους- το ΔΕΠΠΣ ορίζει γενικούς στόχους, ειδικούς στόχους, μεθόδους διδασκαλίας, αξιολογήσεις και διδακτικό υλικό. Ειδικά στον τομέα των φυσικών επιστημών, υπάρχει ένα κοινό ΔΕΠΠΣ που καλύπτει τη φυσική και τη χημεία στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται στη φυσική στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Σύμφωνα με τους στόχους τους, οι μαθητές θα πρέπει να εξοικειωθούν με σύγχρονα επιστημονικά θέματα κατάλληλα για τα ενδιαφέροντα και τη γνωστική τους ανάπτυξη. Ταυτόχρονα, οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να βοηθήσουν τους μαθητές να αποκαλύψουν τις παρανοήσεις τους και να τις αλλάξουν, αποκτώντας επιστημονικές γνώσεις με τη συμβολή της τεχνολογίας και των διαθέσιμων πόρων.

Επιπλέον, προτείνονται νέες διδακτικές προσεγγίσεις με βάση τη δομή της ύλης, την ενέργεια, τις αρχές διατήρησης και αλληλεπίδρασης και τα συστήματα (π.χ. άτομα και κύτταρα). Στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζονται οι άξονες περιεχομένου για τη φυσική και τη χημεία στο δημοτικό σχολείο, καθώς και οι γενικοί στόχοι και οι ενδεικτικές βασικές έννοιες της διαθεματικής προσέγγισης σε κάθε τάξη του δημοτικού σχολείου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η φυσική διδάσκεται στην Ε' και Στ' τάξη του δημοτικού σχολείου. Στις



κατώτερες τάξεις του δημοτικού σχολείου, τα μαθήματα φυσικών επιστημών περιλαμβάνονται στα μαθήματα περιβαλλοντικής μελέτης και απαιτούνται περισσότερα στοιχεία σε κάθε επίπεδο.

Τάξη	Άξονες γνωστικού περιεχομένου	Γενικοί στόχοι (γνώσεις, δεξιότητες, στάσεις και αξίες)	Ενδεικτικές Θεμελιώδεις έννοιες Διαθεματικής προσέγγισης
<b>A</b>	Θέση και κίνηση σωμάτων.	Οι μαθητές επιδιώκεται: Να αποκτήσουν μια πρώτη αντίληψη: για την έννοια της θέσης ενός αντικείμενου σχετικά με άλλα σώματα, για την κίνηση των σωμάτων ως αλλαγή της θέσης τους.	Μεταβολή Χώρος
	Ο άνθρωπος και ο χρόνος	Να αντιλαμβάνονται τη χρονική διαδοχή γεγονότων που συμβαίνουν στην οικογένειά τους. Να σχηματίσουν μια αντίληψη για την έννοια του χρονικού διαστήματος μέσα από παραδείγματα της καθημερινής ζωής.	Μεταβολή Χρόνος
	Ηλεκτρική ενέργεια.	Να αντιληφθούν τη χρησιμότητα της ηλεκτρικής ενέργειας στην καθημερινή ζωή. Να δείχνουν ενδιαφέρον για τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας.	Αλληλεπίδραση
	Καταστάσεις που βρίσκονται τα σώματα (στερεά, υγρά, αέρια) και υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα αντικείμενα.	Να αναγνωρίζουν στο περιβάλλον τους στερεά, υγρά και αέρια σώματα. Να αναγνωρίζουν τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένα ορισμένα αντικείμενα του περιβάλλοντός τους.	Σύστημα
Μερικά γνωρίσματα του ήχου.	Να αντιληφθούν: πώς παράγεται ο ήχος, ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του ήχου.	Αλληλεπίδραση	
Ο ήλιος ως παράγοντας προσανατολισμού και ως πηγή φωτός και θερμότητας.	Να συνδέουν τα σημεία του ορίζοντα με την κίνηση του ήλιου στον ουρανό. Να συνδέουν τις θέσεις του ήλιου στον ουρανό με την εναλλαγή ημέρας και νύχτας. Να αναγνωρίζουν τα οφέλη και τους κινδύνους από την ηλιακή ακτινοβολία.	Σύστημα Μεταβολή	
<b>B</b>	Ιδιότητες των υλικών σωμάτων και μεταβολές της φυσικής τους κατάσταση.	Να έλθουν σε πρώτη επαφή με τις βασικές ιδιότητες των στερεών και των υγρών (π.χ. σκληρό – μαλακό, χρώμα, σχήμα).	Σύστημα
	Το ταξίδι του νερού στη φύση.	Να συνδέουν τις καταστάσεις του νερού με τις καιρικές συνθήκες. Να συνδέουν τις διάφορες καιρικές συνθήκες με τη διαδοχή των εποχών, τη γεωγραφική θέση και τις συνθήκες διαβίωσης.	Αλληλεπίδραση Σύστημα Μεταβολή
	Κύκλος ζωής και χρόνος.	Να συνδέουν το πέρασμα του χρόνου με τα στάδια της ζωής και τις οικογενειακές αλλαγές. Να μετρούν το χρόνο.	Μεταβολή Χώρος Χρόνος
	Ενέργεια του νερού και του ανέμου.	Να αντιληφθούν τη σημασία της αιολικής ενέργειας και της ενέργειας του νερού ως μορφών ενέργειας που δεν ρυπαίνουν το περιβάλλον κατά τη χρήση τους.	Αλληλεπίδραση Σύστημα Μεταβολή
<b>Γ</b>	Τροφή – Μετασχηματισμός και αποθήκευση ενέργειας.	Να αναγνωρίζουν ότι η τροφή και τα καύσιμα είναι αποθήκες ενέργειας. Να συνδέουν τους μετασχηματισμούς ενέργειας με την αλληλεξάρτηση των διαφόρων ζωντανών οργανισμών.	Σύστημα Μεταβολή

Πίνακας 2. ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής-Χημείας Δημοτικού (Α'-Β'-Γ')

<b>Δ</b>	Δημιουργία και διαχωρισμός μειγμάτων.	Να δημιουργούν απλά μίγματα και να διαχωρίζουν μερικά από αυτά στα συστατικά τους με απλούς τρόπους.	Σύστημα Αλληλεπίδραση
	Θερμοκρασία – Θερμότητα – Μεταβολές καταστάσεων της ύλης.	Να αποκτήσουν μια πρώτη αντίληψη ότι η θερμοκρασία ενός σώματος είναι το μέγεθος που εκφράζει αντικειμενικά πόσο ζεστό ή πόσο κρύο είναι ένα σώμα. Να αποδίδουν τη μεταβολή των καταστάσεων της ύλης στη μεταφορά θερμότητας.	Σύστημα Μεταβολή Μέτρηση
	Αέρας – Ατμόσφαιρα της Γης	Να διαπιστώνουν την ύπαρξη του αέρα.	Σύστημα
	Φως – Διαφανή, αδιαφανή σώματα.	Να αναγνωρίζουν διαφανή και αδιαφανή σώματα στο περιβάλλον τους. Να συνδέουν την εκπομπή φωτός με την εκπομπή θερμότητας.	Αλληλεπίδραση
<b>Ε</b>	Υλικά σώματα και δομή της ύλης.	Να συμπεράνουν ότι τα υλικά σώματα έχουν κοινές χαρακτηριστικές ιδιότητες (μάζα, όγκο, πυκνότητα). Να σχηματίσουν μια πρώτη αντίληψη ότι οι μακροσκοπικές ιδιότητες της ύλης μπορούν να περιγραφούν με ενιαίο τρόπο με αναφορά στο μοριακό ή ατομικό επίπεδο. Να αποδίδουν τη μεγάλη ποικιλία των υλικών σωμάτων στην ιδιότητα των ατόμων να συνδυάζονται με διαφορετικούς τρόπους ώστε να δίνουν διαφορετικά είδη μορίων. Να περιγράψουν με ενιαίο τρόπο τα ηλεκτρικά φαινόμενα	Διάσταση Σύστημα Μεταβολή Ατομο.
		αναφερόμενοι στη δομή των ατόμων.	
	Κίνηση και δύναμη	Να αναγνωρίζουν την κίνηση ως ένα βασικό χαρακτηριστικό των υλικών σωμάτων. Να περιγράφουν τη κίνηση των σωμάτων. Να ορίζουν τις δυνάμεις με βάση τα αποτελέσματά τους και να περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο εξασκούνται.	Αλληλεπίδραση Μεταβολή.
	Ενέργεια και μετατροπές της	Να συνδέουν τις μεταβολές που συμβαίνουν στη φύση με τη μεταφορά ή τις μετατροπές ενέργειας. Να αναγνωρίζουν ότι η ενέργεια κατά τη μεταφορά, το μετασχηματισμό και την αποθήκευσή της διατηρείται. Να εκτιμούν την αξία της εξοικονόμησης της ενέργειας και τη σημασία που έχουν οι ήπιες μορφές ενέργειας για το περιβάλλον.	Σύστημα Αλληλεπίδραση Μεταβολή Πολιτισμός
	Υλικά σώματα (Οξέα – βάσεις – άλατα – οξείδια)	Να αναγνωρίζουν τα οξέα και τις βάσεις από τις ιδιότητές τους. Να εκτιμούν τη βιολογική και τεχνολογική σημασία των βάσεων και των αλάτων καθώς και τις βλαβερές επιπτώσεις από την αλόγιστη χρήση τους.	Σύστημα Μεταβολή Αλληλεπίδραση
<b>ΣΤ</b>	Ενέργεια και πηγές της	Να σχηματίσουν μια πρώτη αντίληψη για τις θεμελιώδεις μορφές ενέργειας. Να αντιληφθούν ότι η ενέργεια μετασχηματίζεται από μια μορφή σε άλλη και ότι αποθηκεύεται. Να γνωρίσουν τις κυριότερες σύγχρονες ενεργειακές πηγές και να αντιληφθούν ότι η λογική χρήση τους περιορίζει το ενεργειακό πρόβλημα. Να εκτιμούν τη σημασία που έχουν οι ήπιες μορφές ενέργειας για το περιβάλλον.	Μεταβολή Αλληλεπίδραση Σύστημα Πολιτισμός
	Ηλεκτρομαγνητισμός	Να αντιλαμβάνονται τη σχέση ηλεκτρισμού και μαγνητισμού ως μια διαδικασία μετασχηματισμού της ενέργειας. Να εκτιμήσουν τη σημασία του ηλεκτρομαγνητισμού στην ανάπτυξη του τεχνολογικού πολιτισμού.	Αλληλεπίδραση Μονάδα - Σύνολο Μεταβολή Πολιτισμός
	Θερμότητα	Να αναγνωρίζουν τους τρόπους διάδοσης της θερμότητας και να τους συνδέουν με τις καταστάσεις της ύλης. Να εκτιμούν τη σημασία των τρόπων διάδοσης της θερμότητας σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής.	Αλληλεπίδραση Σύστημα Μεταβολή

Πίνακας 3. ΔΕΠΠΣ-ΑΠΣ Φυσικής -Χημείας Δημοτικού (Δ'-Ε'-ΣΤ')

Επιπλέον, το αναλυτικό πρόγραμμα στοχεύει στην επίτευξη των ακόλουθων στόχων στο μάθημα "Διερεύνηση του φυσικού κόσμου" στην Ε΄ τάξη

I. Κατανόηση των ηλεκτρικών ρευμάτων: Τα ηλεκτρικά ρεύματα είναι η κίνηση φορτισμένων σωματιδίων προς μια δεδομένη κατεύθυνση. Οι μαθητές μαθαίνουν για τις ιδιότητες των ηλεκτρονίων και των πυρήνων σε ατομικό επίπεδο και πώς σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό.

II. Κατασκευή ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Οι μαθητές αναγνωρίζουν πώς τα καλώδια, οι λαμπτήρες, οι μπαταρίες και οι διακόπτες σχετίζονται με τη λειτουργία ενός κυκλώματος.

III. Αναγνώριση των μπαταριών ως πηγή ενέργειας: κατανόηση του ρόλου των μπαταριών ως πηγή ενέργειας σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Μαθαίνουν πώς οι μπαταρίες παρέχουν την ενέργεια που απαιτείται για τη μετακίνηση ηλεκτρονίων σε ένα κύκλωμα.

IV. Κατανόηση της μετατροπής της ενέργειας: μάθετε για τη μετατροπή της ενέργειας που συμβαίνει σε ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με μια λάμπα. Κατανοήστε πώς η ενέργεια από την μπαταρία μετατρέπεται σε φως και θερμότητα από τον λαμπτήρα.

Σύμφωνα με τον Πίνακα 4, τα θέματα που καλύπτονται σε αυτό το μάθημα περιλαμβάνουν τον ηλεκτρισμό, τα ηλεκτρικά κυκλώματα, τον στατικό ηλεκτρισμό και τις μορφές του ηλεκτρισμού. Οι μαθητές θα πραγματοποιήσουν απλά πειράματα και δραστηριότητες που θα τους επιτρέψουν να κατανοήσουν τη σημασία και τη λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων στην καθημερινή ζωή, όπως: (α) σχεδιασμός και κατασκευή απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε σειρά και παράλληλα με τη χρήση απλών κυκλωματικών στοιχείων (καλώδια, λαμπτήρες και μπαταρίες), (β) κατασκευή ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη χρήση μπαταριών, διακοπών, καλωδίων και λαμπτήρων.



ΤΑΞΗ Ε'		
Στόχοι	Θεματικές ενότητες (Διατιθέμενος χρόνος)	Ενδεικτικές δραστηριότητες <sup>1</sup>
<p>Να συνδέουν την ηλεκτρική δύναμη με το ηλεκτρικό φορτίο.</p> <p>Να διαπιστώνουν μέσα από απλές δραστηριότητες ότι μεταξύ ομόσημα φορτισμένων σωμάτων ασκούνται απωστικές δυνάμεις, ενώ μεταξύ ετερόσημα φορτισμένων σωμάτων ελκτικές.</p> <p>Να διακρίνουν τα ηλεκτρικά φορτία σε δύο είδη (θετικό, αρνητικό).</p>	<p>Ηλεκτρισμός</p> <p>Στατικός ηλεκτρισμός</p> <p>Ηλεκτρική δύναμη και ηλεκτρικό φορτίο</p> <p>Τρόποι ηλεκτρίσης</p>	<p>Με χρήση διαφόρων αντικειμένων (ράβδος εβονίτη, ράβδος γυάλινη, πλαστικό στυλό κ.ά.) εκτελούν πειράματα ηλεκτρίσης με όλους τους δυνατούς τρόπους, καταγράφουν τις παρατηρήσεις, εξάγουν συμπεράσματα.</p> <p>Εκτελούν απλές δραστηριότητες άσκησης δυνάμεων σε ηλεκτρικά φορτισμένα αντικείμενα, τις περιγράφουν και τις εξηγούν.</p>
<p>Να διακρίνουν τους τρόπους ηλεκτρίσης και να τους περιγράφουν χρησιμοποιώντας τους όρους: φορτίζεται, ηλεκτρικό φορτίο, θετικό, αρνητικό.</p>		
<p>Να γνωρίσουν ότι το άτομο αποτελείται από πυρήνα και ηλεκτρόνια</p> <p>Να γνωρίσουν το είδος του φορτίου των ηλεκτρονίων και του πυρήνα.</p> <p>Να περιγράφουν το άτομο χρησιμοποιώντας τους όρους: πυρήνας, ηλεκτρόνιο, θετικό φορτίο, αρνητικό φορτίο, ηλεκτρικά ουδέτερο.</p> <p>Να γνωρίζουν ότι το άτομο παρουσιάζει θετικό ή αρνητικό φορτίο όταν έχει περίσσειμα ή έλλειμμα ηλεκτρονίων.</p>	<p>Το άτομο και η δομή του</p>	<p>Παρακολούθηση βιντεοταινιών και προγραμμάτων προσομοίωσης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σχετικών με τη δομή του ατόμου. Συμπλήρωση σχετικών φύλλων εργασίας.</p> <p>Κατατάσσουν με σειρά μεγέθους εικόνες ή λέξεις που αναφέρονται στη δομή της ύλης (υλικό σώμα, μόριο, άτομα κτλ.).</p>
<p>Να περιγράφουν τους τρόπους ηλεκτρίσης σε μικροσκοπικό επίπεδο.</p>	<p>Άτομο και τρόποι ηλεκτρίσης</p>	<p>Παρακολούθηση σχετικών με την περιγραφή των τρόπων ηλεκτρίσης σε μικροσκοπικό επίπεδο βιντεοταινιών και προγραμμάτων προσομοίωσης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.</p> <p>Περιγράφουν τη διαδικασία και συμπληρώνουν σχετικά φύλλα εργασίας.</p>
<p>Να περιγράφουν το ηλεκτρικό ρεύμα ως την κίνηση ηλεκτρικά φορτισμένων σωματιδίων προς μία ορισμένη κατεύθυνση.</p> <p>Να περιγράφουν τον τρόπο δημιουργίας ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και το ρόλο κάθε στοιχείου σε αυτό.</p> <p>Να αναγνωρίζουν το ρόλο της μπαταρίας ως πηγής ενέργειας στο απλό κύκλωμα.</p> <p>Να περιγράφουν τις μετατροπές ενέργειας που συμβαίνουν σε ένα απλό κύκλωμα με ένα λαμπτήρα.</p>	<p>Ηλεκτρικό ρεύμα</p> <p>Ηλεκτρικά κυκλώματα</p> <p>Ηλεκτρικό ρεύμα και ενέργεια</p> <p>(ώρες 8)</p>	<p>Σχεδιάζουν και συναρμολογούν απλά ηλεκτρικά κυκλώματα σε σειρά και παράλληλα, χρησιμοποιώντας απλά στοιχεία ενός κυκλώματος (καλώδια, λαμπτήρες, μπαταρία).</p> <p>Κατασκευάζουν ηλεκτρικά κυκλώματα με χρήση μπαταρίας, διακόπτη, καλωδίων και λαμπτήρων.</p>

Πίνακας 4. ΑΠΣ Ερευνά τον Φυσικό Κόσμο Ε' Δημοτικού

Ο Πίνακας 5 δείχνει ότι η διδακτέα ύλη του μαθήματος "Εξερευνώντας τον φυσικό κόσμο" στην 6η τάξη του δημοτικού σχολείου στοχεύει στην κατανόηση και κατηγοριοποίηση των αποτελεσμάτων του ηλεκτρισμού. Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίσουν τις διάφορες μορφές ενέργειας που παράγονται από τον ηλεκτρισμό, όπως η θερμική ενέργεια, η φωτεινή ενέργεια, η μαγνητική ενέργεια και η χημική ενέργεια. Προσπαθούν επίσης να θεσπίζουν

κανόνες και να ακολουθούν τις οδηγίες για την ασφαλή χρήση του ηλεκτρισμού, ώστε να αποφεύγεται η ηλεκτροπληξία και η βλάβη των ίδιων και του περιβάλλοντος.

Διερευνούν επίσης τη σχέση μεταξύ ηλεκτρισμού και μαγνητισμού μέσω πειραμάτων όπως το πείραμα του Oersted. Έχουν επίσης την ευκαιρία να αναλύσουν πώς λειτουργούν οι ηλεκτρομαγνήτες και να κατασκευάσουν απλούς ηλεκτρομαγνήτες. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά σε πειραματικές δραστηριότητες που εμβαθύνουν στην κατανόηση των επιπτώσεων του ηλεκτρισμού στον φυσικό κόσμο και προωθούν την ασφαλή χρήση της τεχνολογίας.

ΤΑΞΗ ΣΤ΄

Στόχοι	Θεματικές ενότητες (Διατιθέμενος χρόνος)	Ενδεικτικές δραστηριότητες
<p>Να διαπιστώσουν ότι μεταξύ των μαγνητών ασκούνται ελκτικές και απωστικές δυνάμεις.</p> <p>Να γνωρίσουν ότι οι μαγνήτες έχουν πόλους και να συνδέσουν τις ελκτικές - απωστικές δυνάμεις με τα δυο διαφορετικά είδη πόλων (βόρειος - νότιος)</p> <p>Να διαπιστώσουν μέσα από δραστηριότητες ότι οι μαγνητικές βελόνες προσανατολίζονται προς μια κατεύθυνση.</p>	<p>Ηλεκτρομαγνητισμός</p> <p>Μαγνήτες</p>	<p>Εκτελούν απλά πειράματα με μαγνήτες, παρατηρούν, καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, εξάγουν συμπεράσματα.</p> <p>Χρησιμοποιούν μαγνητικές βελόνες και διαπιστώνουν τον προσανατολισμό τους.</p>
<p>Να περιγράψουν και να ταξινομήσουν τα αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος (θερμικά, φωτεινά, μαγνητικά, χημικά, κ.ά.).</p> <p>Να διατυπώνουν κανόνες και να ακολουθούν οδηγίες έτσι ώστε να</p>	<p>Το ηλεκτρικό ρεύμα και τα αποτελέσματά του</p>	<p>Ηλεκτρόλυση υδατικού διαλύματος θειικού χαλκού με ηλεκτρόδια άνθρακα (πείραμα επίδειξης)</p> <p>Εκτελούν πειράματα και διαπιστώνουν θερμικά, μαγνητικά, φωτεινά και μηχανικά αποτελέσματα του ηλεκτρικού ρεύματος.</p>
<p>αποφεύγουν την ηλεκτροπληξία ή την πρόκληση άλλων βλαβών στον οργανισμό τους ή στο σπίτι τους.</p> <p>Να περιγράψουν τη σχέση ηλεκτρισμού - μαγνητισμού (πείραμα του Oersted) και τον τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρομαγνητών.</p> <p>Να κατασκευάζουν έναν απλό ηλεκτρομαγνήτη.</p> <p>Να αναγνωρίζουν το ρόλο των ηλεκτρομαγνητών στην κατασκευή κινητήρων, γεννητριών και απλών συσκευών όπως ηλεκτρικό κουδούνι, ακουστικά κ.ά.</p>		<p>του ηλεκτρικού ρεύματος.</p> <p>Πείραμα Oersted. Διαπιστώσεις - συμπεράσματα.</p> <p>Κατασκευάζουν ηλεκτρομαγνήτες με απλά υλικά και μελετούν τις ιδιότητές τους.</p> <p>Καταγράφουν ή ζωγραφίζουν κανόνες ασφαλείας για τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος.</p>
<p>Να περιγράψουν τις ενεργειακές μετατροπές σε μία γεννήτρια (πείραμα του Faraday).</p> <p>Να ερμηνεύουν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την ηλεκτρική γεννήτρια.</p>	<p>Από το μαγνητισμό στον ηλεκτρισμό</p> <p>(ώρες 10)</p>	<p>Εκτελούν το πείραμα του Faraday. Διαπιστώσεις - συμπεράσματα.</p>

Πίνακας 5. ΑΠΣ Ερευνώ τον Φυσικό Κόσμο Στ΄ Δημοτικού

Η μικρή συσχέτιση μεταξύ της ενότητας της Ε΄ τάξης που επικεντρώνεται στον ηλεκτρισμό και της ενότητας της Στ΄ τάξης που ασχολείται με τον ηλεκτρομαγνητισμό υπογραμμίζει τη συνεπή ενασχόληση των μαθητών με αυτό το θέμα καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών τους: Στην Ε΄ τάξη, οι μαθητές διερευνούν σημαντικά πρόσωπα και καταστάσεις που σχετίζονται με τον ηλεκτρισμό. Στην Στ΄ τάξη οι μαθητές αναπτύσσουν την κατανόησή τους για τον

ηλεκτρομαγνητισμό, εμβαθύνουν στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ ηλεκτρισμού και μαγνητισμού κατασκευάζοντας απλούς ηλεκτρομαγνήτες. Τα κεφάλαια συνδέονται με αυτόν τον τρόπο για να εμβαθύνουν οι μαθητές στη συνολική κατανόηση της φύσης του ηλεκτρισμού και του ηλεκτρομαγνητισμού.

### 1.3. Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό

Υπάρχουν διάφορες θεωρίες μάθησης που έχουν αναπτυχθεί από διάφορους επιστήμονες και εκπαιδευτικούς με την πάροδο των ετών. Κάθε μία από αυτές τις θεωρίες επικεντρώνεται σε ένα συγκεκριμένο στοιχείο της μαθησιακής διαδικασίας. Στις κυριότερες θεωρίες μάθησης περιλαμβάνονται ο συμπεριφορισμός και ο εποικοδομισμός,

Πιο συγκεκριμένα, στις συμπεριφοριστικές θεωρίες, η μάθηση είναι το αποτέλεσμα εξωτερικά παρατηρήσιμων αλλαγών στη συμπεριφορά. Ο Ivan Pavlov και ο B.F. Skinner είναι σημαντικοί εκπρόσωποι αυτής της θεωρίας.

Η συμπεριφοριστική προσέγγιση επικεντρώνεται στην αναμετάδοση πληροφοριών και στην τροποποίηση της συμπεριφοράς. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η αντίδραση ενός ατόμου σε ένα γεγονός συνδέεται στενά με το αποτέλεσμα (Skinner, όπως αναφέρεται στο Russo, 2019). Εάν η αντίδραση ανταμείβεται ή ανταποδίδεται, το άτομο πιθανότατα θα αντιδράσει με τον ίδιο τρόπο την επόμενη φορά που θα συναντήσει μια παρόμοια κατάσταση.

Η συμπεριφοριστική προσέγγιση δίνει έμφαση στη διατύπωση σαφών και λειτουργικών παιδαγωγικών και διδακτικών στόχων που πρέπει να επιτευχθούν στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σε αυτή την προσέγγιση, ο εκπαιδευτικός αναλαμβάνει το ρόλο του κύριου αποδέκτη και διευκολυντή της γνώσης και δεν αναμένει από τους μαθητές να χρησιμοποιούν τη γνώση αυτόνομα, καθώς αυτό μπορεί να είναι δύσκολο λόγω των διαφορετικών επιπέδων γνώσης τους. Επιπλέον, οι θεωρίες της συμπεριφορικής προσέγγισης επηρεάζουν τη δόμηση του διδακτικού περιβάλλοντος (Ρούσσο, 2019).

Η επόμενη θεωρία είναι ο εποικοδομισμός - επιστημολογία (Constructivism). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η μάθηση είναι μια διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές κατασκευάζουν τη γνώση με βάση τις προηγούμενες γνώσεις και εμπειρίες τους. Σημαντικοί εκπρόσωποι αυτής της θεωρίας είναι ο Jean Piaget και ο Lev Vygotsky. Κεντρικό σημείο αυτής της θεωρίας είναι η ενεργός συμμετοχή του μαθητή και η συνεχής αλληλεπίδρασή του με το μαθησιακό περιβάλλον. Τονίζει επίσης τη σημασία μιας ποικιλίας μεθόδων και προσεγγίσεων μάθησης, αναγνωρίζοντας ότι οι μαθητές με διαφορετικές ικανότητες έχουν διαφορετικούς τρόπους να αντιμετωπίζουν τη συλλογή, την ανάλυση και την αποθήκευση γνώσεων και δεξιοτήτων.

Η γνωστική θεωρία συνδέεται με έναν κατάλογο ιδιαίτερα σημαντικών πρωτοπόρων, όπως ο John Dewey (φιλόσοφος), ο Jean Piaget (ψυχολόγος και φιλόσοφος), ο Jerome Bruner (ψυχολόγος) και ο Seymour Papert (μαθηματικός, επιστήμονας υπολογιστών και

εκπαιδευτικός). Τα θεμέλια της γνωστικής θεωρίας περιλαμβάνουν την εποικοδομιστική επιστημολογία του Piaget, την επιστημολογία του Papert, την ανακαλυπτική μάθηση του Bruner και την επεξεργασία πληροφοριών των γνωστικών ψυχολόγων. Το βασικό δόγμα του κονστρουκτιβισμού είναι ότι η μάθηση είναι μια ατομική διαδικασία οικοδόμησης της γνώσης.

Η θεωρία αυτή μοιάζει με τη μεθοδολογία της "σωκρατικής μαιευτικής" και παρομοιάζεται με την ενθάρρυνση του διαλόγου από τον Σωκράτη για την ανακάλυψη της αλήθειας και την ενθάρρυνση των συνομιλητών του να θέτουν νέες ερωτήσεις. Παρομοίως, ο εποικοδομισμός στοχεύει στη δόμηση της γνώσης ώστε οι μαθητές να μπορούν να την κατανοήσουν πλήρως.

Ο Δημητριάδης (2015) αναφέρει ότι ο κονστρουκτιβισμός έχει τις ρίζες του στο έργο του Piaget (γενετική επιστημολογία) και του Bruner (γνωστική και εκπαιδευτική ψυχολογία) και βασίζεται στη θεμελιώδη ιδέα ότι η νέα γνώση δημιουργείται από τους ίδιους τους μαθητές καθώς αποκτούν νέες εμπειρίες και προσπαθούν να ενσωματώσουν τη νέα γνώση στο υπάρχον σώμα γνώσεων. Αυτός ο προσανατολισμός στην εκπαίδευση δίνει έμφαση στον ενεργό ρόλο του μαθητή ως δημιουργού της γνώσης, αντί να βλέπει τη γνώση ως κάτι που παρέχεται στον μαθητή από τον εκπαιδευτικό. Το παρόν άρθρο επικεντρώνεται στη μάθηση μέσω διερεύνησης. Σύμφωνα με την προσέγγισή του, οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην εκπαίδευση, ενθαρρύνοντας και διευκολύνοντας τους μαθητές να ανακαλύψουν οι ίδιοι τη γνώση (Bouzalakou A. A., 2006).

Αυτό απαιτεί αφοσίωση και πολύ χρόνο για προσωπική μάθηση και εξάσκηση. Ωστόσο, ο Jerome Bruner επέκτεινε τη μάθηση εισάγοντας για πρώτη φορά την έννοια της "σκαλωσιάς" (Wood et al., 1976). Ο όρος αυτός κυριολεκτικά σημαίνει σκαλωσιά, αλλά στην παιδαγωγική χρησιμοποιείται μεταφορικά για να περιγράψει διαδικασίες υποστήριξης. Σύμφωνα με τον Bruner, μια υποστηρικτική δομή αντιπροσωπεύει μια μοναδική σχέση αλληλεπίδρασης μεταξύ του εκπαιδευτικού και του μαθητή, όπου ο εκπαιδευτικός παρέχει προσωρινή υποστήριξη για να ενισχύσει την ανακάλυψη της γνώσης από τον μαθητή (Δημητριάδης, 2015), όπως αναφέρεται από τον Δημητριάδη (2015), Σύμφωνα με τον Bruner (1978), οι υποστηρικτικές δομές αναφέρονται στις ρυθμίσεις που κάνουν οι εκπαιδευτικοί για να περιορίσουν το επίπεδο αυτονομίας του μαθητή στην επίλυση προβλημάτων, ώστε τα παιδιά να μπορούν να επικεντρωθούν πιο αποτελεσματικά στις δεξιότητες και τις γνώσεις που προσπαθούν να αναπτύξουν.

Ακολουθεί η γνωστική θεωρία της μάθησης που αναπτύχθηκε σε αντιδιαστολή με τη συμπεριφοριστική θεωρία. Οι ερευνητές θεωρούσαν ότι η συμπεριφοριστική θεωρία περιοριζόταν σε απλές σχέσεις ερεθίσματος-απόκρισης και δεν μπορούσε να εξηγήσει τις πολύπλοκες ανθρώπινες δραστηριότητες κατά τη διαδικασία της μάθησης. Αντίθετα, οι γνωστικές θεωρίες εστιάζουν στις νοητικές διεργασίες που συμβαίνουν στον ανθρώπινο εγκέφαλο καθώς οι άνθρωποι επεξεργάζονται πληροφορίες και αποκτούν γνώσεις. Οι



θεωρίες αυτές εξετάζουν πώς λειτουργούν οι γνωστικοί μηχανισμοί στον εγκέφαλο σε σχέση με τη μάθηση και προσπαθούν να περιγράψουν αυτές τις σχέσεις προκειμένου να κατανοήσουν τη διαδικασία της μάθησης. Στην ουσία, οι ερευνητές των γνωστικών θεωριών θεωρούν τη μάθηση ως μια αλλαγή στη συμπεριφορά, τη σκέψη, την κατανόηση και τα συναισθήματα ενός ατόμου και προσπαθούν να αναλύσουν τις διαδικασίες που επιφέρουν αυτές τις αλλαγές (Πόρποδας, 2000).

Η θεωρία κατασκευής της γνώσης εστιάζει στην εσωτερική δομή και λειτουργία των γνωστικών μας συστημάτων. Υπογραμμίζει τη σημασία της ανάπτυξης νέων γνώσεων από τους εκπαιδευόμενους μέσω ενεργών διαδικασιών κατασκευής που συσχετίζουν τη νέα γνώση με την υπάρχουσα γνώση. Ταυτόχρονα, η μάθηση γίνεται αντιληπτή ως διαδικασία κοινωνικής αλληλεπίδρασης και μέσω της συνεργασίας με άλλους αποκτώνται ικανότητες και δεξιότητες που διαφορετικά θα παρέμεναν αναξιοποίητες. Οι θεωρίες αυτές βασίζονται σε ένα συνδυασμό γνωστικής και κοινωνικής ψυχολογίας, με σημαντικά στοιχεία όπως η συνεργασία και η γλώσσα ως μέσα προσδιορισμού της προσωπικής ταυτότητας.

Αργότερα, αναπτύχθηκε μια κοινωνικοπολιτισμική προσέγγιση της μάθησης. Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στη μελέτη των ανθρώπων σε ένα κοινωνικό πλαίσιο και επιδιώκει να κατανοήσει πώς μια ομάδα παρατηρεί και μελετά μια άλλη ομάδα για να αναπτύξει νέες συμπεριφορές (Γαρμπής - Λαμποβρέχης, 2018). Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται περισσότερο στις θεωρίες του Lev Semyonovich Vygotsky.

Σύμφωνα με τον Vygotsky, η κουλτούρα αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της γνωστικής ανάπτυξης, διότι η ανάπτυξη των γνωστικών διαδικασιών των μαθητών συνδέεται στενά με το κοινωνικό και ιστορικό πλαίσιο στο οποίο ζουν (Γαρμπής - Λαμποβρέχης, 2018). Για να εξασφαλιστεί αυτή η γνωστική ανάπτυξη, χρησιμοποιούνται εργαλεία που περιλαμβάνουν διαφορετικούς τρόπους σκέψης και νοήματος προσαρμοσμένους στις γνωστικές διαδικασίες (Ράπτης, Ράπτη, 2007).

Ο Vygotsky εισήγαγε την έννοια της "ζώνης επικείμενης ανάπτυξης", η οποία αντιστοιχεί στο χάσμα μεταξύ του επιπέδου ανάπτυξης που έχει επιτύχει ένα άτομο με τη βοήθεια των άλλων και του επιπέδου δυναμικής ανάπτυξης (Γαρμπής, 2018). Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της κοινωνικής αλληλεπίδρασης ως βασικό στοιχείο της μάθησης.

Οι θεωρίες αυτές υποστηρίζουν ότι οι διαδικασίες μάθησης συνδέονται στενά με το κοινωνικό, ιστορικό και πολιτισμικό πλαίσιο στο οποίο λαμβάνουν χώρα. Κατά συνέπεια, οι νοητικές διεργασίες δεν γίνονται αντιληπτές ως ανεξάρτητες από το περιβάλλον, αλλά ως μέρος του νου, ένα ολοκληρωμένο νοητικό σύστημα που αναπτύσσεται και λειτουργεί μέσα σε ένα συγκεκριμένο κοινωνικοπολιτισμικό πλαίσιο που έχει διαμορφωθεί ιστορικά.



Σε αυτή την προσέγγιση, οι συνεργατικές δραστηριότητες είναι πολύ σημαντικές. Αυτό συμβαίνει επειδή αναγνωρίζουμε ότι η μάθηση συμβαίνει καλύτερα όταν οι άνθρωποι συνεργάζονται. Επίσης, τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται και ο τρόπος κατανομής της εργασίας επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιείται η μάθηση.

Μια προσέγγιση που επικεντρώνεται στην οργάνωση των δραστηριοτήτων της τάξης μέσω ακαδημαϊκών και κοινωνικών μαθησιακών εμπειριών ονομάζεται συνεργατική μάθηση. Σε αντίθεση με την ανταγωνιστική ατομική μάθηση, η συνεργατική μάθηση ορίζεται ως "οικοδόμηση θετικής αλληλεξάρτησης". Σύμφωνα με αυτή την προσέγγιση, οι μαθητές πρέπει να συνεργάζονται σε ομάδες για την επίτευξη ακαδημαϊκών στόχων (Kazela, 2009).

Στη συνεργατική μάθηση, οι μαθητές συνεργάζονται και επωφελούνται από τους πόρους και τις δεξιότητες των άλλων μαθητών. Με άλλα λόγια, λαμβάνουν πληροφορίες ο ένας από τον άλλον, αξιολογούν τις ιδέες του άλλου, παρακολουθούν την πρόοδο της εργασίας των συμμαθητών τους κ.ά. Στο πλαίσιο αυτό, ο ρόλος του εκπαιδευτικού αλλάζει από πάροχος πληροφοριών σε διευκολυντή της μάθησης των μαθητών. Στη συνεργατική μάθηση, όταν όλοι οι μαθητές είναι επιτυχημένοι, η ομάδα είναι επίσης επιτυχημένη- ο Μικρόπουλος (2011) αναφέρει ότι σύμφωνα με τους Ross και Smyth (1995), οι δραστηριότητες συνεργατικής μάθησης είναι δημιουργικές, ανοιχτού τύπου και απαιτούν υψηλή γνωστική λειτουργία.

Δύο όροι που επινοήθηκαν για να περιγράψουν τη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης που υποστηρίζεται από ΤΠΕ είναι οι εξής: Υποστηριζόμενη από υπολογιστή συνεργατική μάθηση (Computer-Supported Collaborative Learning - CSCL): Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στη χρήση υπολογιστών και διαδικτυακών περιβαλλόντων για την ενίσχυση της συνεργατικής μάθησης. Οι μαθητές εργάζονται συνεργατικά στο διαδίκτυο για την επίτευξη μαθησιακών στόχων. Υποστηριζόμενη από υπολογιστή συνεργατική εργασία (Computer Supported Collaborative Working - CSCW): Η προσέγγιση αυτή επικεντρώνεται στην υποστηριζόμενη από υπολογιστή συνεργατική εργασία. Οι συμμετέχοντες συνεργάζονται για την επίτευξη κοινωνικών ή επαγγελματικών στόχων.

Εκτός από τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών, σημαντικό ρόλο παίζει και η συνεργασία μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών. Αυτό ισχύει για όλες τις θεωρίες μάθησης και τις μεθόδους διδασκαλίας: Όπως επισημαίνουν οι Sofos, Kostas & Paraschou (2015), η διδακτική σχέση μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως ο τρόπος οργάνωσης της κοινωνίας, το είδος της σχέσης (δυαδική σχέση, διδακτικό τρίγωνο, τετράγωνο), το εκπαιδευτικό περιβάλλον, η μέθοδος διδασκαλίας, οι αντιλήψεις μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητή για τον τρόπο χρήσης των μέσων και της τεχνολογίας. Η νέα γενιά ζει σε έναν ψηφιακό κόσμο και πρέπει να υποστηριχθεί στην εκπαίδευσή της επενδύοντας στην ψηφιακή εκπαίδευση και στη χρήση των ψηφιακών μέσων. Η αλληλεπίδραση των μαθητών με τα μέσα και την τεχνολογία είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων.

Οι ειδικοί υποστηρίζουν ότι καμία θεωρία μάθησης δεν πρέπει να απορρίπτεται εκ των προτέρων κατά το σχεδιασμό του εκπαιδευτικού υλικού. Ανάλογα με το προφίλ του χρήστη και το προς ανάλυση εκπαιδευτικό θέμα, μπορεί να εφαρμοστεί οποιαδήποτε θεωρία μάθησης. Αυτό που έχει σημασία είναι η ομάδα που αναπτύσσει το λογισμικό να κατανοεί τα δυνατά σημεία και τους περιορισμούς της κάθε θεωρίας, ώστε να την αξιοποιεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο μέσω κατάλληλων παιδαγωγικών στρατηγικών (Παναγιωτακόπουλος, Πιερρακέας & Πιντέλας, 2003).

Όσον αφορά τον σχεδιασμό εκπαιδευτικού λογισμικού, η επιστημονική εκπαίδευση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Τα περισσότερα εκπαιδευτικά λογισμικά φυσικών επιστημών υιοθετούν μια επιστημολογική προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη διάφορες μαθησιακές παραμέτρους. Η σημασία της διδακτικής στο σχεδιασμό λογισμικού έγκειται στην καλύτερη κατανόηση των αναγκών των μαθητών και στη βελτίωση της ποιότητας της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Η έρευνα στον τομέα της διδασκαλίας και της μάθησης των φυσικών επιστημών ασχολείται ταυτόχρονα με πολλούς κλάδους, όπως η επιστήμη, η κοινωνιολογία και η ψυχολογία, και εξετάζει τη διδασκαλία και τη μάθηση των φυσικών επιστημών από διάφορες οπτικές γωνίες. Η προσέγγιση αυτή δεν σημαίνει την άμεση εφαρμογή αποτελεσμάτων και μεθόδων από άλλους επιστημονικούς ερευνητικούς τομείς στην εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Αντίθετα, δηλώνει ότι οι μέθοδοι διδασκαλίας πρέπει να εξατομικεύονται και να επιλέγεται το κατάλληλο διδακτικό υλικό και λογισμικό για τη βελτίωση της μάθησης των μαθητών στις φυσικές επιστήμες.

Οι βασικοί πυλώνες της επιστημονικής εκπαίδευσης είναι η εφαρμογή και η προσαρμογή μεθόδων και πρακτικών από διαφορετικούς επιστημονικούς κλάδους για την αποτελεσματική διδασκαλία των φυσικών επιστημών, η κατανόηση των φαινομένων που σχετίζονται με τη διδασκαλία και τη μάθηση και η ανάπτυξη διδακτικών εργαλείων και προγραμμάτων. Έμφαση δίνεται στην ενίσχυση του ρόλου των μαθητών ως μελών διαφορετικών κοινοτήτων και στην αναγνώριση ότι οι μαθητές είναι ενεργά μέλη διαφορετικών κοινοτήτων, όπως η σχολική κοινότητα και η οικογένεια. Οι μαθητές επηρεάζονται από τις σχέσεις σε διαφορετικά επίπεδα και η μαθησιακή διαδικασία είναι υποκειμενική και διαρκώς υπό διαπραγμάτευση. Ως εκ τούτου, η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού και υλικού είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της μαθησιακής διαδικασίας και την ανάπτυξη της κατανόησης των ιδεών των μαθητών στις φυσικές επιστήμες.

#### 1.4. ΤΠΕ και Διδακτική θετικών επιστημών

Η χρήση των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση έχει απαιτήσει δεκαετίες συστηματικής έρευνας. Σύμφωνα με τους Sofos & Kostas & Parasχου (2015), από τα τέλη της δεκαετίας του 1970, ο όρος "νέα μέσα" (στη χώρα μας "τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών"

ή "ΤΠΕ") χρησιμοποιείται για να αναφερθεί σε μέσα και αποθηκευτικά περιβάλλοντα που εμφανίστηκαν εκείνη την εποχή και έχουν σημαντικές λειτουργίες στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι λειτουργίες αυτές περιλαμβάνουν τον έλεγχο και την αξιολόγηση της απόδοσης, την πρακτική εξάσκηση, τη συλλογή και διερεύνηση πληροφοριών για ένα θέμα, την οργάνωση της γνώσης, την πληροφόρηση και την παρουσίαση, την επικοινωνία, τη συνεργασία, την προσομοίωση, την οπτικοποίηση, την κατασκευή, τα παιχνίδια και την εξ αποστάσεως μάθηση.

Σύμφωνα με τους Sofos, Kostas και Paraschou (2015), η εξέλιξη από την παραδοσιακή εκπαίδευση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση έχει περάσει από τέσσερις κύριες περιόδους κατά σειρά. Οι περίοδοι αυτές είναι οι εξής

- Η εποχή του έντυπου υλικού μέσω αλληλογραφίας: αρχικά η εξ αποστάσεως εκπαίδευση βασιζόταν στη γραπτή επικοινωνία μεταξύ διδάσκοντος και σπουδαστή.

- Η εποχή της μετάδοσης ήχου και εικόνας μέσω ραδιοφώνου και τηλεόρασης: αργότερα αναπτύχθηκε η τεχνολογία και χρησιμοποιήθηκε για τη μετάδοση τόσο ήχου όσο και εικόνας μέσω των μέσων ενημέρωσης.

- Η εποχή του ψηφιακού περιεχομένου μέσω υπολογιστών και δικτύων υπολογιστών: Η έλευση της εποχής των υπολογιστών επέτρεψε τη δημιουργία και διανομή εκπαιδευτικού ψηφιακού περιεχομένου.

- Ψηφιακό περιεχόμενο και αλληλεπίδραση μέσω του Διαδικτύου και του Παγκόσμιου Ιστού: Η τελευταία εξέλιξη είναι η χρήση του Διαδικτύου για τη διανομή ψηφιακού περιεχομένου και τη διαδραστική εκπαίδευση.

Η παρουσία των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση αντιμετωπίζει το ζήτημα της αποτελεσματικότητας της εκπαίδευσης στον σύγχρονο κόσμο- οι ΤΠΕ προσφέρουν μια σειρά από ρόλους, από την παροχή πληροφοριών στους μαθητές έως τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών κλάδων και κοινωνικοπολιτισμικών στοιχείων (Myserli 2015).

Ειδικότερα, οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) προσφέρουν νέες ευκαιρίες στη διαδικασία διδασκαλίας και μάθησης, ιδίως στις θετικές επιστήμες. Στο πλαίσιο αυτής της προσέγγισης, οι ΤΠΕ επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιήσουν και να προσομοιώσουν φυσικά φαινόμενα και έννοιες που δεν μπορούν εύκολα να γίνουν αντιληπτές με τις συνήθεις ανθρώπινες αισθήσεις και τις καθημερινές εμπειρίες.

Η εισαγωγή και η ενσωμάτωση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση έχει προχωρήσει μέσα από τέσσερις διαφορετικές φάσεις. Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση έχει περάσει από τέσσερα στάδια, καθιστώντας τον ρόλο της τεχνολογίας στην εκπαίδευση πιο σημαντικό. Ας δούμε τώρα κάθε μία από αυτές τις φάσεις με περισσότερες λεπτομέρειες:

Φάση I (πριν από το 1970): Η φάση αυτή είναι γνωστή ως φάση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και της διδακτικής μηχανής. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, η εκπαιδευτική τεχνολογία επικεντρώθηκε στην εισαγωγή νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Οι μηχανές διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκαν ως πρόωμη εφαρμογή και

βασίζονταν σε προγραμματισμένες οδηγίες. Οι μαθητές λαμβάνουν γραμμικό περιεχόμενο και απαντούν σε ερωτήσεις.

Φάση 2 (1970-1980). Οι οικονομικές και βιομηχανικές εξελίξεις οδήγησαν σε προσπάθειες διάδοσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Ο υπολογιστής ως επιστήμη αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου και οι πιλότοι επικεντρώθηκαν στην εκμάθηση προγραμματισμού. Ωστόσο, η έλλειψη αξιόπιστου εκπαιδευτικού λογισμικού συνέβαλε στην αποτυχία.

Φάση 3 (1980-1989): Σε αυτή τη φάση, ο υπολογιστής έγινε όχι μόνο εργαλείο αλλά και εκπαιδευτικό αντικείμενο. Δόθηκε έμφαση στη χρήση των υπολογιστών για την εκπαίδευση και παρατηρήθηκαν προγράμματα που στόχευαν στη μάθηση με τη χρήση υπολογιστών.

Φάση 4 (μετά το 1990): Σε αυτή τη φάση, η τεχνολογία της πληροφορίας και της επικοινωνίας γίνεται εργαλείο για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Τα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα αρχίζουν να χρησιμοποιούν τεχνολογίες όπως η πρόσβαση στο διαδίκτυο και η ανάπτυξη εκπαιδευτικού λογισμικού για τη βελτίωση της διαδικασίας διδασκαλίας και μάθησης (Κόμης, 2004, Ράπτης & Ράπτη, 2013).

Τα στάδια αυτά αντικατοπτρίζουν τη σημαντική εξέλιξη του ρόλου της τεχνολογίας στην εκπαίδευση και τις προσεγγίσεις που υιοθετούνται για την ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Η εισαγωγή των τεχνολογιών πληροφορικής και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση ξεκίνησε στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής με οργανωμένες προσπάθειες που ξεκίνησαν το 1983. Εκείνη την εποχή, υπήρχαν ανησυχίες για την εκπαίδευση των νέων ώστε να ανταποκριθούν στις μελλοντικές απαιτήσεις. Παρά τις προσπάθειες αυτές και τα προγράμματα που αναπτύχθηκαν, δέκα χρόνια αργότερα η κατάσταση της εκπαίδευσης στις ΗΠΑ παραμένει παρόμοια.

Τα σχολικά βιβλία εξακολουθούν να αποτελούν το κύριο μέσο διδασκαλίας στα περισσότερα σχολεία και τα μοντέλα διδασκαλίας που βασίζονται στα βιβλία εξακολουθούν να ευνοούνται. Οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν κυρίως από πίνακες και συχνά εργάζονται μόνοι τους. Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές χρησιμοποιούνται σπάνια στην τάξη, παρά τις ποικίλες τεχνολογικές διευκολύνσεις, όπως βίντεο, διαφάνειες, τηλεόραση, εκπαιδευτικές ταινίες και εργαστήρια. Όταν χρησιμοποιούνται, είναι συνήθως μόνο ως "ηλεκτρονικά βιβλία" για την αναπαραγωγή των παραδοσιακών διαλέξεων. Οι διαδραστικές δυνατότητες των υπολογιστών συχνά δεν αξιοποιούνται.

Αυτό αντανakλά την ανάγκη για περαιτέρω ανάπτυξη και υιοθέτηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση και για αναθεώρηση των εκπαιδευτικών πρακτικών ώστε να αξιοποιηθούν στο έπακρο οι δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία.

#### 1.4.1. Εισαγωγή ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση

Στο επίπεδο Στο επίπεδο της διαμόρφωσης του παιδαγωγικού λόγου, δηλαδή των εκπαιδευτικών πολιτικών που επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνεται η σχολική γνώση, η επιρροή των διεθνών παραγόντων, η οποία εκφράζεται μέσω των λόγων

και των αποφάσεων της ΕΕ, διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο. Η διαμόρφωση του εκπαιδευτικού λόγου της ΕΕ για την αναγκαία ενσωμάτωση των τεχνολογιών της πληροφορίας και της επικοινωνίας (ΤΠΕ) στο εκπαιδευτικό σύστημα ξεκίνησε με την απόφαση του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 24ης Σεπτεμβρίου 1983 (Χατζαντώνη, 2022). Η προσέγγιση αυτή επιβεβαιώθηκε και αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1990 με προτάσεις για τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού πολυμέσων και την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών που υποβλήθηκαν από κοινοτικούς φορείς.

Το αποκορύφωμα αυτής της προσέγγισης ήταν η δεσμευτική απόφαση των Ευρωπαίων αρχηγών κρατών και κυβερνήσεων στη Λισαβόνα την άνοιξη του 2000 για την οικοδόμηση της σχολικής γνώσης μέσω της χρήσης και εφαρμογής των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η πρωτοβουλία αυτή αντανακλά την εξέλιξη της τεχνολογίας και συνδέεται με την προσδοκία ότι οι τεχνολογικά καταρτισμένοι ευρωπαίοι πολίτες θα συμβάλουν στην οικοδόμηση μιας κοινωνίας της πληροφορίας που θα αποφέρει σημαντικά οικονομικά και κοινωνικά οφέλη στους λαούς της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Όσον αφορά την Ελλάδα, σύμφωνα με τον Μπίκο (1995), υπάρχουν λόγοι για την αργή υιοθέτηση των ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση. Πρώτον, οι εκπαιδευτικοί, οι οποίοι είναι οι κύριοι φορείς της χρήσης των ΤΠΕ στα σχολεία, μπορεί να μην ενστερνιστούν πλήρως την ιδέα της συνύπαρξης με τους υπολογιστές στην τάξη. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε έλλειψη κατάρτισης ή σε δυσκολίες προσαρμογής στις νέες τεχνολογίες. Επιπλέον, το κόστος της εισαγωγής των ΤΠΕ στην εκπαίδευση μπορεί να είναι υψηλό και η Ελλάδα εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη δημόσια χρηματοδότηση.

Οι προσπάθειες για την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση στην Ελλάδα ξεκίνησαν τη δεκαετία του 1980 με τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, αλλά το κυρίαρχο μοντέλο της τεχνοκεντρικής προσέγγισης δεν ενσωματώθηκε πλήρως στο σύστημα. Αργότερα, στα μέσα της δεκαετίας του 2000, ιδίως μέσω του προγράμματος "Κοινωνία της Πληροφορίας", βελτιώθηκε η τεχνολογική υποδομή στα σχολεία, εκπαιδεύτηκαν οι εκπαιδευτικοί και δημιουργήθηκε εκπαιδευτικό λογισμικό. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι παραμένουν προκλήσεις, όπως η ανανέωση του εξοπλισμού και η προσαρμογή των προγραμμάτων σπουδών για την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ΤΠΕ στην εκπαίδευση.

Συνολικά, παρά τις προκλήσεις και τα προβλήματα, η εισαγωγή των ΤΠΕ στην ελληνική εκπαίδευση αποτελεί μια προσπάθεια διασφάλισης του τεχνολογικού αλφαριθμητισμού των νέων, ώστε να ανταποκριθούν στις ανάγκες της κοινωνίας της πληροφορίας και να επιτύχουν οικονομικά και κοινωνικά οφέλη στην ΕΕ.

Προκειμένου να διασφαλιστεί η αποτελεσματική χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία, είναι σημαντικό να ενισχυθεί η σύνδεση μεταξύ εκπαίδευσης και τεχνολογίας και να συνεχιστούν οι προσπάθειες για την κατάρτιση των εκπαιδευτικών και τη βελτίωση των υποδομών.

#### 1.4.2. Ανασκόπηση εξέλιξης προγραμμάτων σπουδών για τις ΤΠΕ

Από το 2000, η χρήση των τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση έχει αναγνωριστεί ως βασικό στοιχείο της στρατηγικής της Επιτροπής για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας του ευρωπαϊκού εκπαιδευτικού συστήματος και της



ανταγωνιστικότητας της ευρωπαϊκής οικονομίας. Για την επίτευξη αυτών των στόχων έχουν εγκριθεί διάφορα σχέδια δράσης, όπως η πρωτοβουλία για την ηλεκτρονική μάθηση. Επιπλέον, από το 2007, οι ΤΠΕ αντιμετωπίζονται ως σημαντικό στοιχείο της εκπαίδευσης σε πολλά επίπεδα, συμπεριλαμβανομένων των προγραμμάτων δια βίου μάθησης και άλλων οριζόντιων προγραμμάτων της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, όπως το Erasmus και το Comenius.

Στόχος αυτής της πρωτοβουλίας είναι η προώθηση της ευρωπαϊκής ανταγωνιστικότητας, της ανάπτυξης και της απασχόλησης. Κατά συνέπεια, οι εκπαιδευτικές κατευθυντήριες γραμμές της Επιτροπής επικεντρώνονται στη διασφάλιση ότι οι μαθητές αποκτούν βασικές δεξιότητες ΤΠΕ, ιδίως στον τομέα του ψηφιακού αλφαριθμητισμού, και στην κατάρτιση των εκπαιδευτικών για την αποτελεσματική χρήση των ΤΠΕ στην επιγραμματική εκπαίδευση.

Το Πρόγραμμα Σπουδών για τη Διδασκαλία (ΠΣ) προσαρμόζει αυτή την αντίληψη και επικεντρώνεται σε θέματα διαδικασίας, όπως η "μάθηση για τη μάθηση" και οι "δεξιότητες του 21ου αιώνα". Στο πλαίσιο αυτό, η έμφαση δίνεται σε δεξιότητες και ικανότητες που σχετίζονται με τη ζωή, την τεχνολογία, τα μέσα ενημέρωσης και την πληροφόρηση, καθώς και σε διαδικασίες μάθησης και καινοτομίας, όπως η δημιουργικότητα, η επίλυση προβλημάτων, η επικοινωνία και η συνεργασία.

Κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δεκαετιών, η Ελλάδα προσπάθησε να ενσωματώσει τις ΤΠΕ στο εκπαιδευτικό σύστημα μέσω της μεταρρύθμισης του ΠΣ και της εισαγωγής νέων εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Το νέο ΠΣ προωθεί το όραμα των "νέων σχολείων", αλλά στην πράξη είναι απαραίτητο να προσαρμοστεί η εκπαιδευτική πολιτική στις συστάσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την ανάπτυξη ψηφιακών ικανοτήτων και δεξιοτήτων για τον 21ο αιώνα, με έμφαση στις δεξιότητες ζωής, στις τεχνολογικές δεξιότητες και στις δεξιότητες μάθησης και καινοτομίας.

### 1.5. Επαυξημένη πραγματικότητα

Η επαυξημένη πραγματικότητα, γνωστή και ως επαυξημένη πραγματικότητα (AR), αναφέρεται στις νέες τεχνολογίες που συνδυάζουν εικονικά στοιχεία που δημιουργούνται από υπολογιστή με το πραγματικό περιβάλλον σε πραγματικό χρόνο. Η τεχνολογία αυτή διαφέρει από την εικονική πραγματικότητα επειδή δεν αντικαθιστά το πραγματικό περιβάλλον αλλά το συμπληρώνει και οι χρήστες το αντιλαμβάνονται όχι μόνο μέσω της όρασης αλλά και μέσω άλλων αισθήσεων (Milgram, 1994). Οι πληροφορίες που προστίθενται στο πραγματικό περιβάλλον είναι διαδραστικές και τρισδιάστατες επειδή συνδυάζει πραγματικά και εικονικά αντικείμενα (Fuhrt, 2011). Σε αντίθεση με την εικονική πραγματικότητα, το πραγματικό περιβάλλον εξακολουθεί να παίζει κυρίαρχο ρόλο.

Σύμφωνα με τον Azuma (1997), τα χαρακτηριστικά των συστημάτων επαυξημένης πραγματικότητας περιλαμβάνουν το συνδυασμό πραγματικών και εικονικών στοιχείων σε απτικό περιβάλλον, την αλληλεπίδραση με το σύστημα σε πραγματικό χρόνο και την παρουσία τρισδιάστατων εικονικών αντικειμένων. Στο πλαίσιο αυτής της ταξινόμησης, ο Paul Milgram κ.ά. (1994) εισήγαγε την έννοια της "συνεχούς πραγματικότητας - εικονικότητας". Στην έννοια αυτή, υπάρχει ένα πραγματικό περιβάλλον χωρίς εικονικά στοιχεία στο ένα άκρο του φάσματος και ένα εικονικό περιβάλλον χωρίς στοιχεία πραγματικότητας στο άλλο άκρο. Στο ενδιάμεσο, υπάρχει η μικτή πραγματικότητα όπου

συνδυάζονται η πραγματική και η εικονική και το πραγματικό περιβάλλον ενισχύεται με εικονικά στοιχεία ή το αντίστροφο (Βερυκόκου, 2013).

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) και η εικονική πραγματικότητα (VR) είναι δύο διαφορετικές τεχνολογίες που δημιουργούν διαφορετικούς τύπους εμπειριών:

Στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR), το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη εμπλουτίζεται με ψηφιακά στοιχεία, όπως εικόνες, ήχο και κείμενο. Στην επαυξημένη πραγματικότητα (AR) το πραγματικό περιβάλλον του χρήστη εμπλουτίζεται με ψηφιακά στοιχεία, όπως εικόνες, ήχο και κείμενο, και ο χρήστης αλληλεπιδρά με τα ψηφιακά στοιχεία μέσω συσκευών όπως smartphones, tablets και γυαλιά AR, ενώ εξακολουθεί να βλέπει το πραγματικό περιβάλλον γύρω του, όπως για παράδειγμα να βλέπει εικονικά Ροκέτο στον πραγματικό κόσμο.

Στην εικονική πραγματικότητα (VR), ο χρήστης τοποθετείται σε ένα εντελώς εικονικό περιβάλλον και χειρίζεται μόνο ψηφιακά στοιχεία σε αυτόν τον εικονικό κόσμο. Οι χρήστες χρησιμοποιούν συχνά ένα κράνος VR για να αποκλείσουν τον πραγματικό κόσμο και να βυθιστούν στο εικονικό περιβάλλον. Παραδείγματα VR είναι τα παιχνίδια που δημιουργούν μια εντελώς νέα εμπειρία παιχνιδιού, όπου ο χρήστης βυθίζεται πλήρως σε έναν εικονικό κόσμο.

Η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες στον τομέα της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφική ανασκόπηση που αναλύεται παρακάτω, το σύστημα AR Circuit αποτελεί εξαιρετικό παράδειγμα της πολυπλοκότητας και της ευελιξίας της τεχνολογίας (AR) που χρησιμοποιείται. Χρησιμοποιώντας πλαίσια όπως το ARToolKit και εργαλεία όπως τα Maya3D, Unity3D και 3ds Max 2017, η εφαρμογή χρησιμοποιεί σύγχρονα εργαλεία δημιουργίας περιεχομένου για τη δημιουργία μιας καθηλωτικής και διαδραστικής εμπειρίας.

Είναι σημαντικό να τονιστεί η σημασία της συνεργατικής μάθησης στο σύστημα AR Circuit: Με τη βοήθεια του Microsoft HoloLens και άλλων έξυπνων συσκευών, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με το περιεχόμενο σε πραγματικό χρόνο, δημιουργώντας μια πιο καθηλωτική και σχετική μαθησιακή εμπειρία. Η γεννήτρια κωδικών QR παρέχει μια αποτελεσματική λύση για την ενσωμάτωση σκανδάλων και την πρόσβαση σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος, ενώ η εφαρμογή ARGBL ικανοποιεί την ανάγκη για αξιολόγηση και παρακολούθηση της προόδου των μαθητών. Μέσω αυτού του ολοκληρωμένου συστήματος, η επαυξημένη πραγματικότητα ενισχύει τη μάθηση και την κατανόηση, διαμορφώνοντας τον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν το περιεχόμενο και οι μαθητές αλληλεπιδρούν με αυτό.

Συνοπτικά, η AR εμπλουτίζει το πραγματικό περιβάλλον με ψηφιακά στοιχεία, ενώ η VR δημιουργεί έναν εντελώς εικονικό κόσμο με τον οποίο αλληλεπιδρά ο χρήστης. Κάθε τεχνολογία έχει τις δικές της εφαρμογές και χρησιμοποιείται για διαφορετικούς σκοπούς ανάλογα με τον κλάδο και τις ανάγκες του χρήστη.

## 1.6. Ηλεκτρισμός

Ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα θέμα με μεγάλο εκπαιδευτικό δυναμικό για τα παιδιά. Είναι ένας τομέας της φυσικής που ανακαλύφθηκε και εξελίχθηκε με την πάροδο του χρόνου και έχει επηρεάσει σημαντικά την καθημερινή μας ζωή. Η διδασκαλία του ηλεκτρισμού στα παιδιά μπορεί να γίνει ενδιαφέρουσα και εκπαιδευτική μέσω πειραμάτων, απλών συσκευών και εκπαιδευτικών εφαρμογών. Οι μαθητές μπορούν να μάθουν πώς λειτουργούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα, πώς παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια, και πώς μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν στην καθημερινή τους ζωή. Η διδασκαλία του ηλεκτρισμού μπορεί να ενισχύσει την κριτική σκέψη και το ενδιαφέρον των παιδιών για τις επιστήμες και την τεχνολογία, παρέχοντας τους τα εργαλεία για να κατανοήσουν τον κόσμο γύρω τους και να συμμετέχουν ενεργά στην τεχνολογική εξέλιξη.

Ο ηλεκτρισμός αντιπροσωπεύει μια σημαντική πτυχή της σύγχρονης τεχνολογίας και της επιστήμης και είναι απαραίτητος για τη λειτουργία της καθημερινής μας ζωής. Με τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού, τα παιδιά αποκτούν κατανόηση για τον τρόπο λειτουργίας των ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιούν καθημερινά, όπως τα κινητά τηλέφωνα, οι υπολογιστές, και τα ηλεκτρικά φώτα. Επίσης, μαθαίνουν για τη σημασία της ασφάλειας όταν χρησιμοποιούν ηλεκτρικές συσκευές και πώς να αντιμετωπίζουν προβλήματα όπως οι διακυμάνσεις τάσης.

Επιπλέον, η διδασκαλία του ηλεκτρισμού μπορεί να ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα των παιδιών και την ανάπτυξη των χειριστικών τους δεξιοτήτων μέσα από την κατασκευή απλών ηλεκτρικών πειραμάτων και κυκλωμάτων. Αυτό τους επιτρέπει να δημιουργήσουν δικές τους συσκευές και να εξερευνήσουν τις δυνατότητες της τεχνολογίας.

Τέλος, η κατανόηση του ηλεκτρισμού μπορεί να ενθαρρύνει τη συνείδηση των παιδιών για τη σημασία της ενέργειας και της βιώσιμης χρήσης των πόρων. Μπορούν να μάθουν πώς να εξοικονομούν ενέργεια και να συμβάλλουν στην προστασία του περιβάλλοντος. Συνολικά, η διδασκαλία του ηλεκτρισμού αποτελεί μια σημαντική εκπαιδευτική εμπειρία που ενδυναμώνει τα παιδιά να γίνουν ενεργοί πολίτες και επιστήμονες του μέλλοντος.

### 1.6.1. Αρχές και έννοιες του ηλεκτρισμού

Ο ηλεκτρισμός αποτελεί ένα θεμελιώδες φυσικό φαινόμενο που βασίζεται σε δύο βασικές αρχές: τον νόμο του ηλεκτρικού φορτίου και τον νόμο του ηλεκτρομαγνητισμού. Η αρχή του ηλεκτρικού φορτίου αναφέρει ότι τα ηλεκτρόνια, τα αρνητικά φορτισμένα σωματίδια που αποτελούν τα άτομα, αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με τη μορφή ηλεκτροστατικών δυνάμεων. Αυτή η αρχή εξηγεί τον τρόπο που τα ηλεκτρόνια μετακινούνται μέσα σε αγωγούς και δημιουργούν ρεύμα.

### 1.6.2. Τάση - αντίσταση ρεύματος

Η τάση, γνωστή και ως διαφορά δυναμικού, αναφέρεται στην ενέργεια (E) που προσφέρεται από μια ηλεκτρική πηγή σε ένα φορτίο (q) που διαρρέει αυτήν την πηγή. Αποτελείται από τη μονάδα μέτρησης της τάσης, το Volt (V). Τα όργανα μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης ονομάζονται βολτόμετρα.



Όσον αφορά την αντίσταση, αυτή αναφέρεται στην δυσκολία που παρουσιάζει ένας αγωγός στη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από αυτόν. Η αντίσταση εκφράζεται σε μονάδες Ohm ( $\Omega$ ) και εξαρτάται από παράγοντες όπως το μήκος του αγωγού ( $\ell$ ), η διατομή του ( $A$ ), το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένος και τη θερμοκρασία του αγωγού. Τα όργανα μέτρησης της αντίστασης ονομάζονται ωμόμετρα. Η αντίσταση συμβολίζεται με:



Εικόνα 1 Συμβολική αναπαράσταση αντίστασης από το λογισμικό Phet Colorado

### 1.6.3.. Ηλεκτρικό ρεύμα

Το ηλεκτρικό ρεύμα είναι μια θεμελιώδης φυσική διαδικασία που συμβαίνει όταν ηλεκτρικά φορτισμένα σωματίδια, κυρίως ηλεκτρόνια, κινούνται μέσα σε έναν αγωγό. Αυτή η κίνηση των ηλεκτρονίων προκαλείται από την διαφορά δυναμικού ή τάσης ανάμεσα σε δύο σημεία του αγωγού. Ορίζεται από τη σχέση  $I=q/t$ , όπου  $I$  είναι η ένταση του ρεύματος (σε Amperes),  $q$  είναι το φορτίο που διαρρέει την επιφάνεια ενός αγωγού (σε Coulombs), και  $t$  είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη διέλευσή του.

Το ηλεκτρικό ρεύμα χρησιμοποιείται ευρέως σε καθημερινές συσκευές και εφαρμογές. Στον τομέα της ηλεκτρονικής, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα σχεδιάζονται για να κατευθύνουν τη ροή του ρεύματος, επιτρέποντας τη λειτουργία των συσκευών μας, όπως κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές, και τηλεοράσεις. Επίσης, το ηλεκτρικό ρεύμα είναι κρίσιμο για την παραγωγή και μεταφορά ηλεκτρικής ενέργειας από πηγές όπως τα ηλεκτρικά εργοστάσια στα σπίτια και τις επιχειρήσεις μας.

Η κατανόηση του ηλεκτρικού ρεύματος είναι βασική για την ασφαλή χρήση και συντήρηση ηλεκτρικών συσκευών. Επίσης, αποτελεί ένα σημαντικό θέμα στην εκπαίδευση και την έρευνα, καθώς έχει ευρείες εφαρμογές στη φυσική, την ηλεκτρονική, και την τεχνολογία.

### 1.6.4. Νόμος $\Omega$ μ

Οι νόμοι του  $\Omega$ μ, που ονομάζονται έτσι προς τιμήν του George Simon Ohm, είναι θεμελιώδεις νόμοι που περιγράφουν τη σχέση μεταξύ της τάσης, του ρεύματος και της αντίστασης σε ηλεκτρικά κυκλώματα. Ο πρώτος νόμος του  $\Omega$ μ, γνωστός και ως νόμος της τάσης, αναφέρει ότι η τάση ( $V$ ) σε έναν αγωγό είναι ανάλογη προς το ρεύμα ( $I$ ) που διαρρέει αυτόν και την αντίσταση ( $R$ ) του αγωγού, δηλαδή  $V = I \times R$ . Αυτό σημαίνει ότι όταν αυξάνεται η τάση ή μειώνεται η αντίσταση, το ρεύμα αυξάνεται.

Ο δεύτερος νόμος του  $\Omega$ μ, γνωστός και ως νόμος του ρεύματος, αναφέρει ότι το ρεύμα που διαρρέει έναν αγωγό είναι ανάλογο της τάσης που εφαρμόζεται σε αυτόν και αντιστρόφως ανάλογο της αντίστασής του, δηλαδή  $I = V / R$ . Αυτός ο νόμος δείχνει ότι όταν αυξάνεται η τάση ή μειώνεται η αντίσταση, το ρεύμα αυξάνεται. Οι νόμοι του  $\Omega$ μ αποτελούν τη θεωρητική βάση για τη σχεδίαση και τη λειτουργία ηλεκτρικών κυκλωμάτων και συσκευών και είναι απαραίτητοι για την κατανόηση της ηλεκτρικής ενέργειας και των ηλεκτρικών φαινομένων.

Νόμος του Ωμ: Η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αντιστάτη είναι ανάλογη της τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα του και αντιστρόφως ανάλογη με την αντίσταση του αντιστάτη  $I = U/V$ .

#### 1.6.5. Σύνδεση σε σειρά – παράλληλη σύνδεση

Ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σύνδεσης σε σειρά είναι όταν οι αντιστάσεις ή οι ηλεκτρικές συσκευές συνδέονται ένας μετά τον άλλο σε μία γραμμή. Σε αυτόν τον τύπο κυκλώματος, το ίδιο ρεύμα διαρρέει όλες τις αντιστάσεις ή συσκευές, και η συνολική αντίσταση του κυκλώματος είναι το άθροισμα των αντιστάσεων. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερες αντιστάσεις προστίθενται στη σειρά, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η συνολική αντίσταση του κυκλώματος, ενώ το ρεύμα παραμένει σταθερό.

Αντίθετα, σε ένα παράλληλο ηλεκτρικό κύκλωμα, οι αντιστάσεις ή οι συσκευές συνδέονται παράλληλα, δηλαδή έχουν κοινά άκρα. Σε αυτήν τη διάταξη, η συνολική αντίσταση του κυκλώματος υπολογίζεται με διαφορετικό τρόπο, και το ρεύμα διαμοιράζεται μεταξύ των αντιστάσεων. Κάθε αντίσταση που είναι παράλληλα συνδεδεμένη λαμβάνει το ίδιο τάση, και η συνολική αντίσταση υπολογίζεται με τον αντίστροφο τρόπο από τη σειριακή διάταξη. Το παράλληλο κύκλωμα έχει την ιδιότητα ότι μπορεί να έχει μικρότερη συνολική αντίσταση από ένα σειριακό κύκλωμα, επιτρέποντας τη διέλευση μεγαλύτερου ρεύματος.

#### 1.6.6 Αγωγοί – Μονωτές - Ημιαγωγοί

Στη φυσική και στον τομέα του ηλεκτρισμού, τα υλικά κατηγοριοποιούνται συνήθως σε τρεις βασικές κατηγορίες: αγωγοί, μονωτές και ημιαγωγοί.

Οι αγωγοί είναι υλικά που επιτρέπουν στον ηλεκτρισμό να ρέει ελεύθερα μέσα από αυτά. Αυτό συμβαίνει επειδή οι αγωγοί διαθέτουν ελεύθερα φορτισμένα ηλεκτρόνια που μπορούν να μετακινηθούν μεταξύ των ατόμων του υλικού. Τα μέταλλα, όπως το χαλκός και το αλουμίνιο, είναι παραδείγματα αγωγών καθώς επιτρέπουν την εύκολη ροή του ηλεκτρισμού.

Οι μονωτές, αντίθετα, είναι υλικά που δεν επιτρέπουν την ελεύθερη ροή του ηλεκτρισμού. Αυτά τα υλικά κρατούν σταθερά τα ηλεκτρόνια και δεν επιτρέπουν τη μετακίνησή τους. Παραδείγματα μονωτών περιλαμβάνουν τον πλαστικό και το ξύλο.

Οι ημιαγωγοί βρίσκονται κάπου ανάμεσα στους αγωγούς και τους μονωτές. Σε αυτά τα υλικά, η ροή του ηλεκτρισμού εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία και την εφαρμοζόμενη τάση. Οι ημιαγωγοί χρησιμοποιούνται ευρέως στην ηλεκτρονική βιομηχανία και αποτελούν το βασικό υλικό στην κατασκευή ηλεκτρονικών συσκευών, όπως η πυρίτιο.

#### 1.7. Αντιλήψεις μαθητών για τον ηλεκτρισμό

Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τον ηλεκτρισμό μπορούν να εκτιμηθούν ως σημαντικό κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Συχνά, πολλοί μαθητές αναπτύσσουν αρχικές αντιλήψεις που βασίζονται στην καθημερινή τους εμπειρία και ενδέχεται να μην

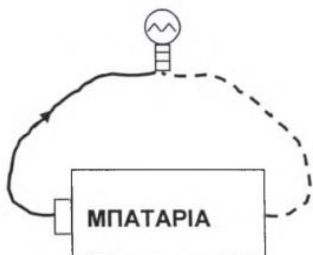
είναι πάντα σύμφωνες με τα επιστημονικά γεγονότα. Ένα παράδειγμα αυτού είναι η παραδοσιακή αντίληψη που θεωρεί τον ηλεκτρισμό ως κάτι που παράγεται μόνο από μπαταρίες και πρίζες, ενώ στην πραγματικότητα, ο ηλεκτρισμός παράγεται και μεταφέρεται μέσω πολύπλοκων συστημάτων.

Οι αντιλήψεις των μαθητών για το ρεύμα (Tiberghien & Delacote, 1976; Osborne, 1983; ; von Rhoneck, 1981, Shipstone, 1984, 1985; Psillos et al., 1987)

- «το ρεύμα αποθηκεύεται στην μπαταρία»
- «το ρεύμα καταναλώνεται»
- «το ρεύμα είναι ενέργεια»

Τα μοντέλα που επιλέγουν οι μαθητές για την ερμηνεία ενός απλού ηλεκτρικού κυκλώματος έχουν γίνει αντικείμενο σημαντικής μελέτης σε πολλές χώρες, μεταξύ των οποίων η Νέα Ζηλανδία, η Σουηδία, η Ελλάδα, η Γερμανία και η Αυστρία. Στην έρευνά τους, οι Osborne & Freyberg εντόπισαν τέσσερα βασικά ερμηνευτικά μοντέλα που χρησιμοποιούν οι μαθητές για την κατανόηση του φαινομένου.

Μοντέλα μαθητών για το ηλεκτρικό ρεύμα (McDermott and van Zee, 1985; Shipstone, 1985; Kuiper et al, 1985; Driver 1993)



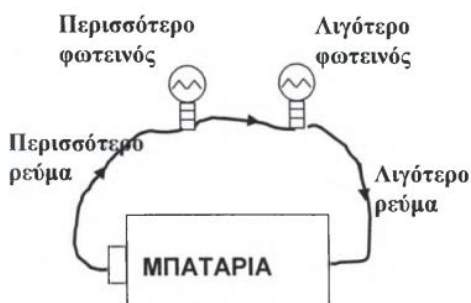
Σχήμα 1. Μονοπολικό μοντέλο (Osborne, 1983)

Μονοπολικό Μοντέλο: Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, για να λειτουργήσει το κύκλωμα και να ανάψει η λάμπα, αρκεί ένας μόνο αγωγός που να συνδέει την πηγή με τη λάμπα. Δηλαδή, το ρεύμα ρέει μέσα από έναν αγωγό.

Μοντέλο των Συγκρουόμενων Ρευμάτων: Σε αυτό το μοντέλο, το κύκλωμα διαρρέεται από δύο ρεύματα που έχουν αντίθετες φορές. Αυτά τα ρεύματα "συγκρούονται" στη λάμπα και προκαλούν την φωτονική εκπομπή, προκαλώντας τη λάμπα να φωτίζεται.



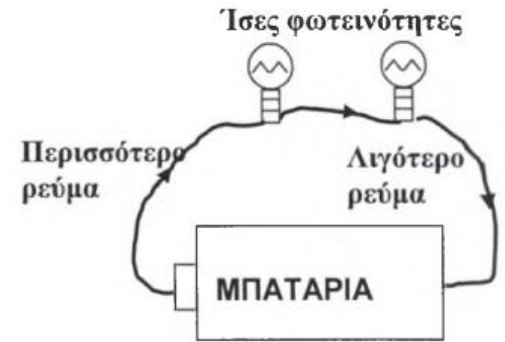
Σχήμα 2. Μοντέλο Συγκρουόμενων Ρευμάτων (Osborne, 1983)



Σχήμα 3. Μοντέλο εξασθένισης του Ρεύματος (Osborne, 1983)

Μοντέλο της Εξασθένισης του Ρεύματος: Σε αυτό το μοντέλο, το ηλεκτρικό κύκλωμα διαρρέεται από ένα ρεύμα με σταθερή φορά. Ένα μέρος αυτού του ρεύματος "καταναλώνεται" στο εσωτερικό της λάμπας, και αυτό το κομμάτι του ρεύματος είναι υπεύθυνο για τον φωτισμό της.

Μεριστικό Μοντέλο: Σε αυτό το μοντέλο, το ηλεκτρικό ρεύμα διαμοιράζεται ισόποσα στις λάμπες, και όλες φωτίζουν με τον ίδιο τρόπο. Εδώ το ηλεκτρικό ρεύμα θεωρείται ότι καταναλώνεται και δεν διατηρείται στο κύκλωμα.



Σχήμα 4. Μεριστικό Μοντέλο (Osborne, 1983)

Οι αντιλήψεις των μαθητών για την τάση (Shipstone, 1985; (Κουμάρας και συν., 1990)

- «Η τάση δείχνει «τη δύναμη, την ισχύ ή την ποιότητα του ρεύματος»: άρα είναι ιδιότητα του ρεύματος (π.χ. ρεύμα υψηλής τάσης)
- «Ρεύμα» και «τάση» υπάρχουν πάντα μαζί. «Δεν υπάρχει τάση χωρίς ρεύμα»

Οι αντιλήψεις των μαθητών για την αντίσταση είναι (Κουμαράς 1989; Παρασκευά 2007;Phoneck, 1984)

- «Η έννοια της αντίστασης δεν φαίνεται να υπάρχει μεταξύ των μαθητών. Μάλιστα, η λάμπα θεωρείται από την πλειοψηφία των ερωτηθέντων μαθητών ως καταναλωτής ρεύματος».

Για την βελτίωση των αντιλήψεων των μαθητών, είναι σημαντικό να υιοθετηθεί μια εκπαιδευτική προσέγγιση που ενθαρρύνει την εξερεύνηση και τον πειραματισμό. Μέσα από πρακτικά εργαστήρια και πειράματα, οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν από μόνοι τους πώς λειτουργεί ο ηλεκτρισμός, να κατασκευάσουν απλά ηλεκτρικά κυκλώματα και να κατανοήσουν τις βασικές αρχές που διέπουν αυτό το σημαντικό φαινόμενο της φυσικής και της τεχνολογίας.

Τέλος, είναι σημαντικό να ενθαρρύνεται η ανοιχτή συζήτηση και ο διάλογος στην τάξη σχετικά με τον ηλεκτρισμό και τον αντίκτυπό του στην καθημερινή ζωή. Με αυτόν τον τρόπο οι μαθητές μπορούν να εκφράζουν τις απόψεις τους, να θέτουν ερωτήσεις και να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

### 1.8. Βιβλιογραφική ανάλυση άλλων ερευνών στο πεδίο της επαυξημένης πραγματικότητας και των πειραμάτων ηλεκτρισμού

Η ερευνήτρια στη διαδικασία συλλογής ερευνητικών εργασιών από ξένα περιοδικά έδωσε καθορισμένες παραμέτρους. Πιο αναλυτικά επικεντρώθηκε στην επαυξημένη πραγματικότητα ως κύριο ερευνητικό εργαλείο και επέλεξε μελέτες που διερευνούν τον ηλεκτρισμό, έναν τομέα που προσφέρει πολλές εφαρμογές. Η επιλογή μιας μελέτης με μαθητές πέμπτης και έκτης δημοτικού επιτρέπει μια παρέμβαση που είναι εφαρμόσιμη και κατανοητή σε αυτό το γνωστικό επίπεδο.

Επιπλέον, επιλέχθηκαν πιο πρόσφατες μελέτες για να διασφαλιστεί ότι τα πιο πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα και οι εξελίξεις στον τομέα αντανακλώνται στην έρευνα. Τέλος, η

ερευνήτρια εξασφάλισε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και λογισμικού που χρησιμοποιούν την επαυξημένη πραγματικότητα και παρείχαν μια πλήρη και ολοκληρωμένη άποψη για τις δυνατότητες και τους περιορισμούς αυτής της τελευταίας τεχνολογίας στον τομέα της εκπαίδευσης.

Η ερευνήτρια μελέτησε τις ακόλουθες εργασίες εστιάζοντας σε κάποια ερωτήματα . Το πρώτο ερώτημα που επιδίωξε να αναλύσει ήταν: ποια ερευνητικά ερωτήματα καταγράφηκαν σε αυτές τις μελέτες; Τα ερωτήματα της πρώτης εργασίας ήταν: "Πώς και τι είδους αλληλεπιδράσεις μπορούν να υποστηριχθούν από την τεχνολογία AR;". Αυτό το ερευνητικό ερώτημα επικεντρώνεται στο ερευνητικό ερώτημα. Το ερώτημα αυτό επικεντρώνεται στην ανάγκη διερεύνησης του τρόπου με τον οποίο η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της μάθησης- προσδιορίζοντας τα είδη και την ποιότητα των αλληλεπιδράσεων που μπορεί να επιτρέψει η τεχνολογία AR, επιδιώκει να κατανοήσει πώς αυτή η τεχνολογία μπορεί να ενσωματωθεί αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική διαδικασία Αυτό είναι το πρώτο έγγραφο της σειράς.

Στο τέταρτο έγγραφο, τα ερευνητικά ερωτήματα που παρουσιάζονται χωρίζονται σε διάφορες πτυχές της διδασκαλίας και της μάθησης που επηρεάζονται από τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Τα δύο πρώτα ερωτήματα αναλύουν τις διαφορές στις στάσεις των μαθητών απέναντι στην ατομική ή ομαδική χρήση της τεχνολογίας AR, ενώ το τρίτο ερώτημα εξετάζει τη δυναμική της τάξης. Οι ερωτήσεις αυτές αποσκοπούν στην κατανόηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία και του τρόπου με τον οποίο επηρεάζει τις στάσεις και τη συμπεριφορά των μαθητών.

Το έκτο έγγραφο παρουσιάζει δύο βασικά ερευνητικά ερωτήματα που εστιάζουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και κατανόησης των ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη χρήση της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Το πρώτο ζήτημα, "Μπορούν οι μαθητές να κατασκευάσουν απλά ηλεκτρικά κυκλώματα", αφορά την ικανότητα των μαθητών να εξασκούνται και να δημιουργούν απλά ηλεκτρικά κυκλώματα με τη χρήση AR. Αυτό είναι σημαντικό για την ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων και πρακτικής εμπειρίας στον τομέα των ηλεκτρικών επιστημών.

Η δεύτερη ερώτηση, "Γνωρίζετε τα κατάλληλα μοντέλα ροής ρεύματος για να ερμηνεύσετε τη λειτουργία μιας λάμπας ή άλλου εξοπλισμού σε ένα κύκλωμα", εστιάζει στην κατανόηση των μαθητών για τον τρόπο λειτουργίας ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και την εφαρμογή των μοντέλων ροής ρεύματος σε πρακτικές εργαστηριακές καταστάσεις. Συνδυάζει τη θεωρητική γνώση με την πρακτική εμπειρία για να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν πώς λειτουργούν τα ηλεκτρικά κυκλώματα στην πράξη.

Τα άλλα άρθρα που παρατίθενται δεν παρουσιάζουν ένα συγκεκριμένο ερευνητικό ερώτημα όπως το πέμπτο άρθρο. Αντ' αυτού, τα άρθρα αυτά επικεντρώνονται στην παρουσίαση πρακτικών εφαρμογών της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην εκπαίδευση χωρίς να περιλαμβάνουν συγκεκριμένη έρευνα ή ερωτήματα. Οι συγγραφείς τονίζουν την αξία των ΑΠ στην εκπαίδευση και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να ενισχύσουν τη διαδικασία της μάθησης και της κατανόησης. Αν και δεν αναφέρονται ερευνητικά ερωτήματα, τα άρθρα αυτά παρέχουν σημαντικές πρακτικές εμπειρίες και συζητούν πώς η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να ενσωματωθεί στην εκπαιδευτική



διαδικασία προς όφελος των μαθητών. Πιο συγκεκριμένα, παρατηρείται ότι τα ερευνητικά ερωτήματα στα έγγραφα 1 και 4 έχουν κοινά στοιχεία που επικεντρώνονται στην αξιολόγηση του αντίκτυπου της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην εκπαιδευτική διαδικασία. Και τα δύο ερωτήματα εξετάζουν τις στάσεις και τις αποκλίσεις συμπεριφοράς των μαθητών κατά τη χρήση των AR και τη δυναμική των μαθητών κατά τη διάρκεια διαφόρων δραστηριοτήτων.

Το δεύτερο ερώτημα στο τέταρτο άρθρο επικεντρώνεται στις διαφορές στην ατομική ή ομαδική χρήση της τεχνολογίας AR από τους μαθητές, ενώ το τρίτο ερώτημα εξετάζει τη δυναμική της τάξης. Και τα δύο αυτά ερωτήματα εστιάζουν στην αποτελεσματικότητα της χρήσης των AR στην εκπαιδευτική διαδικασία και στον τρόπο με τον οποίο επηρεάζει τις στάσεις και τη συμπεριφορά των μαθητών. Επιπλέον, η έκτη εργασία εστιάζει στη χρήση των AR για την ανάπτυξη δεξιοτήτων και την κατανόηση συγκεκριμένων θεμάτων ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Αυτή η εργασία θέτει επίσης ερωτήματα σχετικά με τη δημιουργικότητα των μαθητών και την κατανόηση των γενικών ηλεκτρικών αρχών κατά τη χρήση της τεχνολογίας.

Συνολικά, τα ερωτήματα αυτά αναδεικνύουν τη σημασία της τεχνολογίας επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην εκπαίδευση και επιδιώκουν να αξιολογήσουν τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να ενισχύσει την εκπαιδευτική διαδικασία και τη μάθηση των μαθητών, εστιάζοντας στη συμπεριφορά και την κατανόηση των μαθητών.

Το δεύτερο ερώτημα που έθεσε και μελέτησε η ερευνήτρια ήταν: ποια μεθοδολογία χρησιμοποίησαν; Στην πρώτη εργασία με τίτλο " Exploratory study in Collaborative Interaction through the use of AR in Science learning", διεξήχθη μια ποσοτική μελέτη με τη χρήση βίντεο για την ανάλυση των συνεργατικών και αλληλεπιδραστικών συμπεριφορών και διαδικασιών που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Στη συνέχεια, στην εργασία με τίτλο "Πειράματα ηλεκτρικών κυκλωμάτων με επαυξημένη πραγματικότητα", διεξήχθη ποσοτική μελέτη μέσω πειραμάτων επικύρωσης. Το επόμενο άρθρο με τίτλο "Επέκταση του νόμου του Kirchhoff με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας" ακολουθεί την ίδια μεθοδολογία.

Στο άρθρο με τίτλο " Using augmented reality to teach fifth grade students about electrical circuits", συλλέχθηκαν ποσοτικά δεδομένα μέσω ενός ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε για την καταγραφή των απόψεων των μαθητών σχετικά με τις φυσικές επιστήμες. Επιπλέον, ποιοτικά δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων με τον εκπαιδευτικό της τάξης στο τέλος της περιόδου των πέντε εβδομάδων. Στο πέμπτο άρθρο, "Πώς η επαυξημένη πραγματικότητα ενισχύει ένα τυπικό παράδειγμα στην τάξη για τον ηλεκτρισμό", η ποσοτική έρευνα διεξάγεται μέσω ενός πειράματος επικύρωσης.

Στο έκτο άρθρο της ερευνητικής σειράς, " Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game - Based Learning Approach: A pilot study in Primary School ", χρησιμοποιήθηκαν τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι συλλογής δεδομένων κατά την ερευνητική διαδικασία για τη διερεύνηση του αντίκτυπου του συστήματος ARGBL στη διδακτική διαδικασία. Συγκεκριμένα, διανεμήθηκαν ερωτηματολόγια σε όλους τους εμπλεκόμενους στο πιλοτικό πρόγραμμα, συμπεριλαμβανομένων των εκπαιδευτικών καθώς και των μαθητών που συμμετείχαν στο πρόγραμμα. Τα αποτελέσματα της συλλογής

ποσοτικών δεδομένων οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι το σύστημα ARGBL ήταν εύχρηστο τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και για τους μαθητές.

Όσον αφορά τη συλλογή ποιοτικών δεδομένων, πραγματοποιήθηκαν μη δομημένες συνεντεύξεις σε σχέση με την παρατήρηση των συμμετεχόντων (τρόπος απόκρισης-συμπεριφορά των μαθητών). Τα αποτελέσματα αυτής της διαδικασίας έδειξαν ότι οι μαθητές έδειξαν μεγαλύτερο ενδιαφέρον και περιέργεια για την εξερεύνηση του συστήματος ARGBL. Τέλος, τα αποτελέσματα των μη δομημένων συνεντεύξεων με τους εκπαιδευτικούς έδειξαν ότι οι εκπαιδευτικοί θεώρησαν πλεονεκτική την ομαδοποίηση των μαθητών σε ζεύγη.

Τα ευρήματα αυτά υπογραμμίζουν τη σημασία της συμμετοχικής και συνεργατικής διδασκαλίας με τη χρήση της τεχνολογίας ARGBL και τη θετική επίδρασή της στη διδακτική διαδικασία.

Τέλος, στο έβδομο άρθρο "Experiments for students with built - in theory: PUMA Spanninglabor - an augmented reality app for studying electricity", έγινε μια ποσοτική μελέτη με πειράματα επαλήθευσης στον επιστημονικό τομέα. Τα αποτελέσματα περιλαμβάνουν ποιοτικές δηλώσεις σχετικά με διάφορες βασικές ηλεκτρικές έννοιες σε ανοικτά και κλειστά κυκλώματα. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί έναν ενδιαφέροντα τρόπο βελτίωσης της εκπαιδευτικής διαδικασίας στον τομέα του ηλεκτρισμού, επιτρέποντας τη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με πρακτικές εφαρμογές.

Δύο άλλα ερωτήματα που έθεσε η ερευνήτρια είναι: α) ποιες τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας χρησιμοποιούνται σε κάθε άρθρο και β) ποια είναι τα χαρακτηριστικά των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Η πρώτη μελέτη δημοσιεύθηκε το 2013 στο περιοδικό Science Direct (Elsevier) στο άρθρο "Exploratory study in Collaborative Interaction through the use of AR in Science learning" των Matcha & Rambli. Το ερευνητικό ερώτημα της παρούσας μελέτης επικεντρώνεται στην ανάλυση του τρόπου με τον οποίο η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) μπορεί να υποστηρίξει και να διευκολύνει τη συνεργατική αλληλεπίδραση στη διαδικασία μάθησης των φυσικών επιστημών, ιδίως στον τομέα της φυσικής. Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία AR, οι μαθητές μπορούν να συνεργάζονται, να εξερευνούν και να αλληλεπιδρούν ενεργά με φυσικά αντικείμενα και ηλεκτρικές έννοιες. Είναι δυνατή η δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος όπου οι μαθητές μπορούν να συνεργάζονται, να εξερευνούν και να αλληλεπιδρούν ενεργά με φυσικά αντικείμενα και ηλεκτρικές έννοιες. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και να εξερευνήσουν τις σχέσεις μεταξύ των στοιχείων των ηλεκτρικών συστημάτων.

Σε αυτή τη μελέτη, 16 εθελοντές μαθητές αντιστοιχίστηκαν για να εργαστούν σε μια πειραματική δραστηριότητα σχεδιασμού με τη χρήση φυσικών αντικειμένων και τεχνολογίας AP. Οι δραστηριότητές τους βιντεοσκοπήθηκαν και δόθηκε έμφαση στη συνεργατική μάθηση. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, να διερευνήσουν τις σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων του ηλεκτρικού συστήματος και να αλληλεπιδράσουν ενεργά για την επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει την εκπαιδευτική διαδικασία και συμβάλλει στην αύξηση των ικανοτήτων των μαθητών στον τομέα της επιστήμης. Η

καινοτομία αυτής της εργασίας είναι η χρήση του κυκλώματος AR που αναπτύχθηκε με τη βοήθεια του ARToolKit για συνεργατική μάθηση.

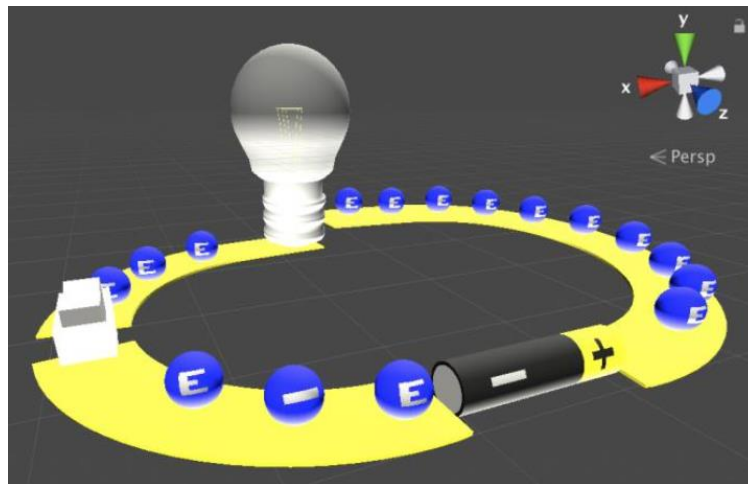
Το δεύτερο άρθρο έχει τίτλο " Augmented reality Electric Circuit Experiment ". Η εργασία αυτή δημοσιεύτηκε από τον Arkurdi στο IEEE Xplore το 2019. Η εργασία παρουσιάζει μια καινοτόμο προσέγγιση για τη διδασκαλία ηλεκτρικών κυκλωμάτων μέσω επαυξημένης πραγματικότητας. Η εργασία αντικατοπτρίζει ένα μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος που χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της κίνησης των ηλεκτρονίων και του τρόπου με τον οποίο το ρεύμα ρέει μέσω ενός κυκλώματος για την τροφοδοσία διαφόρων εργαλείων.

Η εργασία βασίζεται σε μια σειρά από λογισμικά και πλαίσια, όπως τα Maya3D, Unity3D και ARKit, καθώς και σε έξυπνες συσκευές, όπως τα smartphones. Οι δραστηριότητες που πραγματοποιήθηκαν περιλαμβάνουν α) τη χρήση του Maya3D για τον σχεδιασμό διαφόρων στοιχείων ηλεκτρικών κυκλωμάτων και β) τη χρήση του Unity3D για τη δημιουργία σκηνών ηλεκτρικών κυκλωμάτων, τη δημιουργία προσαρμοσμένων χειριστηρίων και τη χρήση του πλαισίου επαυξημένης πραγματικότητας ARKit.

Οι μαθητές μπόρεσαν να χρησιμοποιήσουν δύο διαφορετικές τεχνικές: πρώτον, την οπτικοποίηση ενός μοντέλου ηλεκτρικού κυκλώματος και δεύτερον, την οπτικοποίηση των ηλεκτρονίων και της κίνησής τους. Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα τις ηλεκτρικές έννοιες μέσω καινοτόμων εκπαιδευτικών εμπειριών.

Η εργασία αναφέρει επίσης τη λειτουργικότητα και τον προγραμματισμό των προγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν και τη δημιουργία ενός μαθησιακού περιβάλλοντος AR σε κινητές συσκευές ως σημαντικό μέρος της έρευνας. Συνολικά, η παρούσα εργασία εξετάζει πώς η τεχνολογία AR μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία και την κατανόηση επιστημονικών εννοιών στον τομέα του ηλεκτρισμού.

Σχήμα 5. Μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος στο πρόγραμμα επεξεργασίας Unity



Πηγή: Alkurdi (2019)

Η τρίτη εργασία έχει τίτλο "Augmented Kirchhoff's Laws: Using AR and smartglasses to enhance conceptual electrical experiments for high school students". Αυτή η εργασία

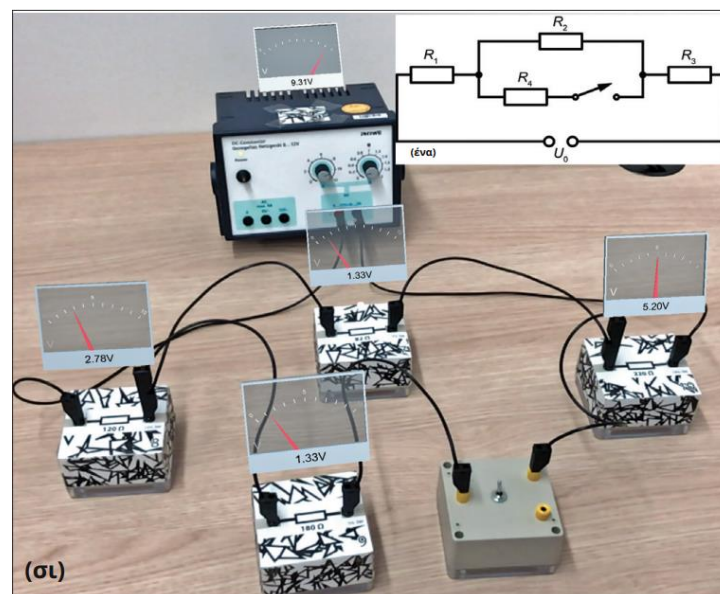


παρουσιάζει μια καινοτόμο προσέγγιση για τη διδασκαλία εννοιών του ηλεκτρισμού σε μαθητές γυμνασίου. Η καινοτομία σε αυτή την εργασία βασίζεται στη χρήση των έξυπνων γυαλιών Microsoft HoloLens για τη δημιουργία μιας καθηλωτικής εκπαιδευτικής εμπειρίας μέσω της επαυξημένης πραγματικότητας.

Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στην παρούσα εργασία επιτρέπει την οπτικοποίηση των τάσεων σε ένα κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα, βοηθώντας τους μαθητές να κατανοήσουν και να αξιολογήσουν τα δεδομένα που λαμβάνονται από τη σύνδεση διαφορετικών ηλεκτρικών αντιστάσεων στο κύκλωμα. Αυτό επιτρέπει στους μαθητές να παρατηρούν τη συμπεριφορά του κυκλώματος σε πραγματικό χρόνο μέσω έξυπνων γυαλιών, καθιστώντας τη μαθησιακή εμπειρία πιο διαδραστική και ελκυστική.

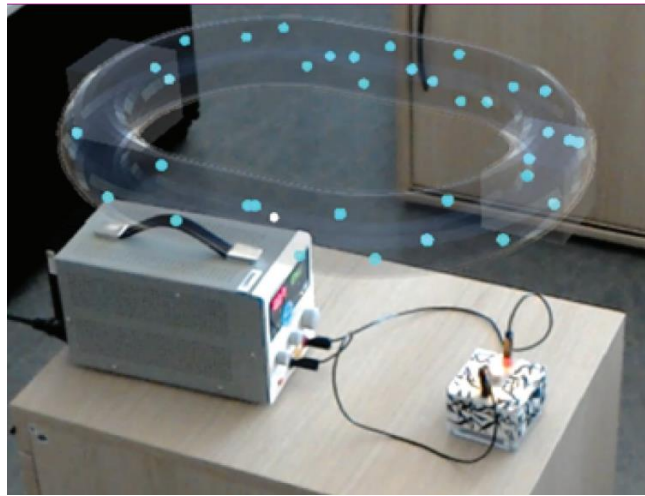
Αυτή η δραστηριότητα απαιτεί εξειδικευμένο υλικό για ηλεκτρικά κυκλώματα, όπως αναφέρεται στην εργασία, και το Microsoft HoloLens ως τα έξυπνα γυαλιά που χρησιμοποιούνται για την εμπειρία εμπυθιστικής μάθησης. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει στους μαθητές γυμνασίου να εξερευνήσουν και να κατανοήσουν τις αρχές των ηλεκτρικών κυκλωμάτων με διασκεδαστικό και διαδραστικό τρόπο.

Εικόνα 2. Προηγμένο μέρος του πειράματος, προβολή μέσω των έξυπνων γυαλιών: (α) σχηματικό διάγραμμα, (β) οπτικοποίηση ως όργανο δείκτη.



Πηγή: Kapp et al (2019)

Εικόνα 3. Απλή απεικόνιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (τάση) σύμφωνα με το μοντέλο αερίου ηλεκτρονίων



Πηγή: Kapp et al (2019)

Το τέταρτο άρθρο με τίτλο " Using augmented reality to teach fifth - grade students about electrical circuit" των Baran, Yekan, Kaputan και Pashaigit δημοσιεύθηκε στο Springer Link το 2020. Το άρθρο επικεντρώνεται στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) για τη διδασκαλία εννοιών ηλεκτρικών κυκλωμάτων σε μαθητές της πέμπτης τάξης. Οι καινοτομίες σε αυτό το άρθρο περιλαμβάνουν τη χρήση του λογισμικού 3ds Max 2017 για την προετοιμασία των αντικειμένων OP και τη χρήση μιας γεννήτριας κωδικών QR για τη δημιουργία κωδικών πλαισίου QR για σκανδάλες. Η μελέτη αποσκοπεί στην ανάλυση των διαφορών στις στάσεις των μαθητών που μαθαίνουν εφαρμογές ΕΠ σε ομάδες ή ατομικά.

Στο πλαίσιο της μελέτης, δύο τάξεις μαθητών της Ε΄ τάξης συμμετείχαν στη διδακτική διαδικασία, κάθε μάθημα διήρκεσε 40 λεπτά και περιελάμβανε τη δημιουργία σύνθετων και απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων με τη χρήση ΕΠ, ταμπλετών και κωδικών QR. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να παρακολουθούν τις επιδόσεις και να συμμετέχουν σε δραστηριότητες που αφορούσαν τη δημιουργία, την αξιολόγηση και την παρουσίαση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Οι εκπαιδευτικοί καθοδηγούσαν τους μαθητές και έκαναν ερωτήσεις κατανόησης πριν και μετά την παρέμβαση- η αξιολόγηση γινόταν επίσης μέσω της πλατφόρμας Kahoot. Αυτή η διδακτική προσέγγιση συνδύασε την τεχνολογία ΕΡ με τη διδασκαλία εννοιών της επιστήμης και της τεχνολογίας για να προσφέρει μια πιο διαδραστική και ελκυστική μαθησιακή εμπειρία για τους μαθητές.

Εικόνα 4. Ένα παράδειγμα ηλεκτρικού κυκλώματος με τρεις λαμπτήρες και τρεις μπαταρίες

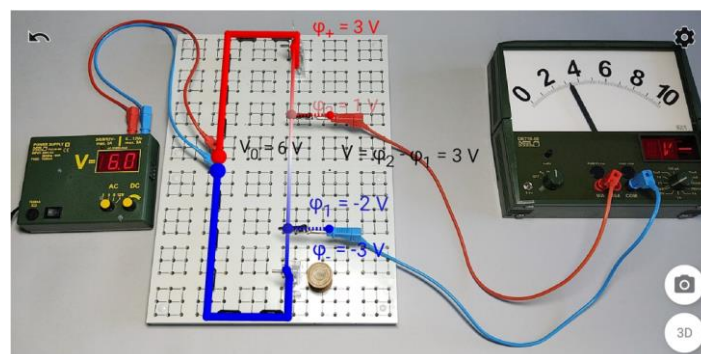


Πηγή: Baran et. Al (2020)

Η πέμπτη εργασία έχει τίτλο " How augmented reality enhances typical classroom experiments: examples from mechanics, electricity, and optics". Αυτό το άρθρο των Teichrew & Erb, που δημοσιεύθηκε στο Physics Education in 2020, διερευνά πώς η επαυξημένη πραγματικότητα (AR) μπορεί να βελτιώσει τα πειράματα στην παραδοσιακή εκπαίδευση της φυσικής και επικεντρώνεται σε πειράματα μηχανικής, ηλεκτρισμού και οπτικής. Η καινοτομία του άρθρου έγκειται στη χρήση του λογισμικού GeoGebra για τη μοντελοποίηση αντικειμένων προκειμένου να απεικονιστούν αφηρημένες φυσικές ιδιότητες που κανονικά δεν είναι ορατές κατά τη διάρκεια των πειραμάτων.

Ειδικότερα, το AR χρησιμοποιείται μέσω smartphones για να επιτρέψει στους μαθητές να εντοπίσουν και να οπτικοποιήσουν τάσεις- ο συνδυασμός της εφαρμογής GeoGebra και συγκεκριμένων πειραματικών υλικών ηλεκτρικών κυκλωμάτων αναδεικνύει φυσικά φαινόμενα που κανονικά είναι δύσκολο να παρατηρηθούν. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές αποκτούν βαθύτερη κατανόηση των φυσικών αρχών και των πειραμάτων που εμπλέκονται στα μαθήματα φυσικής αγωγής.

Εικόνα 5. Πειραματική ρύθμιση που προβάλλεται μέσω smartphone κατά τη διάρκεια ενός πειράματος AR σχετικά με πιθανές διαφορές.















Πηγή: Teichrew & Erb (2020)

Το έκτο άρθρο προέρχεται από μια μελέτη που διεξήχθη στην Ελλάδα με τίτλο " Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game-Based Learning Approach: A pilot study in Primary School ". Πρόκειται για. Αυτό το άρθρο δημοσιεύθηκε από τους Zafeiropoulou, Volioti, Keramoroulos & Sarpounidis στο MDPI το 2021. Το άρθρο παρουσιάζει μια καινοτόμο εργασία που στοχεύει στην ανάπτυξη και αξιολόγηση εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με εκπαιδευτικά παιχνίδια με επίκεντρο τη φυσική για δημοτικά σχολεία. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτής της καινοτομίας είναι η χρήση της πλατφόρμας Unity και ενός smartphone για την εξαγωγή φυσικών φαινομένων μέσω ενός παιχνιδιού κρυμμένου θησαυρού. Το περιοδικό MDPI παρουσιάζει μια καινοτόμο πιλοτική μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε ένα δημοτικό σχολείο της Θεσσαλονίκης με τη συμμετοχή 14 μαθητών και τριών εκπαιδευτικών.

Η μελέτη διήρκεσε 45 λεπτά και χρησιμοποιήθηκε AR σε συσκευή smartphone με ενσωματωμένη την πλατφόρμα Unity. Η εφαρμογή παρουσιάστηκε ως ένα παιχνίδι κρυμμένου θησαυρού χρησιμοποιώντας QR από το σχολικό βιβλίο. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο ατόμων και ο δάσκαλος τους καθοδήγησε κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Το παρόν έγγραφο παρέχει λεπτομέρειες σχετικά με τη συλλογή δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των μη δομημένων συνεντεύξεων, της συμμετοχικής παρατήρησης και των ερωτηματολογίων. Μέσω αυτής της πιλοτικής μελέτης, τονίζεται η αποτελεσματική εφαρμογή του ΕΠ στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Πίνακας 6. Διαδικασία κάθε πειράματος

No	#1 Section: Material Bodies—Mass	#2 Section: Energy	#3 Section: Digestive System—The Food Journey	#4 Section: Heat—Temperature and Heat	#5 Section: Electricity—Conductors and Insulators	#6 Section: Light—Transparent, Semi-Transparent and Non-Transparent Bodies
Scene	AR door and VR room representing a patisserie shop	AR door and VR room that is a warehouse	AR door and VR room that looks like a living room	AR door and VR room that is a living room	AR door and VR room that represents a bedroom	AR door and VR room that looks like a corporate office
Scene 4: QR Code						
Scene 6, step 1: AR experiment	(a) AR table with all the products; (b) 8 buttons corresponding to the 8 product combinations; and (c) "conclusion" button	(a) AR circuit; (b) 2 buttons corresponding to the two modes (Connect/Disconnect); and (c) "conclusion" button	(a) AR table with all the products is displayed; (b) once the experiment is completed, the "conclusion" button appears	(a) AR electric stove with a water pot and a thermometer; (b) start button (5 min count starts); (c) "conclusion" button (appears after 5 min)	(a) AR circuit; (b) 10 buttons corresponding to the 10 materials; (c) "conclusion" button	(a) AR table with a torch emitting light and a cardboard window; (b) 8 buttons corresponding to the 8 materials that must be placed in the cardboard window; (c) "conclusion" button
						

Πηγή: Zafeiropoulou et. al. (2021)

Το τελευταίο άρθρο που μελετήθηκε έχει τίτλο "Experiments for students with built - in theory: PUMA Spannyngslabor - an augmented reality app for studying electricity". Το άρθρο δημοσιεύθηκε από τους Stolzenberger, Frank και Trefzger στο περιοδικό Physics Education in 2022. Η μελέτη προσφέρει μια σημαντική καινοτομία στον τομέα της φυσικής



εκπαίδευσης. Η καινοτομία αυτή είναι η εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) σε πειράματα φυσικής με επίκεντρο τον ηλεκτρισμό.

Η μελέτη περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο η AR χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με το λογισμικό Unity και την τεχνολογία Vuforia για την αναγνώριση κωδικών QR. Η εφαρμογή PUMA Spannungslabor έχει προγραμματιστεί για την οπτικοποίηση ηλεκτρονίων, αγωγών και αντιστάσεων σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Τα στοιχεία του κυκλώματος επισημαίνονται με κωδικούς QR και οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με τους κωδικούς QR για να διεξάγουν πειράματα για την κατανόηση του νόμου του Ohm.

Μια σημαντική πτυχή αυτής της καινοτομίας είναι η ευελιξία της εφαρμογής, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον εκπαιδευτικό για να διδάξει ή από τους ίδιους τους μαθητές για να πραγματοποιήσουν πειραματικές δραστηριότητες. Η εφαρμογή επιτρέπει στους μαθητές να αναλύουν απλά κυκλώματα με έως και τρεις αντιστάσεις και να εκτελούν πειράματα που αφορούν το νόμο του Ohm. Αυτή η καινοτομία δημιουργεί μια διαδραστική και εκπαιδευτική εμπειρία που βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τις βασικές αρχές του ηλεκτρισμού.

Εικόνα 6. Στιγμιότυπο οθόνης της οπτικοποίησης που εμφανίζει η εφαρμογή



Πηγή: Stolzenberger et. al. (2022)

### 1.9. Ανάλυση υπάρχουσας κατάστασης

Στην Ελλάδα, ο ηλεκτρισμός διδάσκεται στην Ε΄ τάξη κυρίως μέσω του μαθήματος της φυσικής. Τα θέματα που καλύπτονται περιλαμβάνουν τον ηλεκτρισμό, τα κυκλώματα, τις πηγές ενέργειας και τις βασικές έννοιες του ηλεκτρισμού. Οι μαθητές χρησιμοποιούν κυρίως σχολικά βιβλία και σε ορισμένες περιπτώσεις πειράματα και διαδραστικές εφαρμογές.

Η διδασκαλία είναι κυρίως θεωρητική, με τους εκπαιδευτικούς να εξηγούν έννοιες και να δίνουν παραδείγματα. Οι μαθητές αξιολογούνται συνήθως με γραπτές εξετάσεις στο τέλος της ενότητας.

Μία από τις προκλήσεις στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού είναι η αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογιών που μπορούν να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία. Με τον

τρόπο αυτό το μάθημα γίνεται πιο προσιτό και ελκυστικό για τους μαθητές. Τα σχολεία μπορούν να ενισχύσουν την πρακτική πτυχή της διδασκαλίας εξετάζοντας τη χρήση πειραμάτων και διαδραστικών εφαρμογών και παρέχοντας ευκαιρίες στους μαθητές να κατανοήσουν τις ηλεκτρικές έννοιες με πρακτικό τρόπο. Αυτό μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της κατανόησης του αντικείμενου και στην αύξηση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το αντικείμενο.

## ΜΕΡΟΣ II: Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

### Πεδίο Συμβολής Διπλωματικής Έρευνας

Η διπλωματική εργασία έχει σημαντική συμβολή στη σύγχρονη εκπαίδευση και συνδέεται στενά με την ανάπτυξη των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών στη σύγχρονη κοινωνία της πληροφορικής. Η εκπαίδευση δεν θα πρέπει να περιορίζεται σε μονότονες διαλέξεις, αλλά να αναπτύσσεται προς την κατεύθυνση της ενεργού συμμετοχής, της αλληλεπίδρασης και της διάθεσης των μαθητών να διεξάγουν έρευνα. Η παρούσα μελέτη παρέχει μια ευκαιρία για μια τέτοια ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Επιπλέον, η χρήση των κωδικών QR και της επαυξημένης πραγματικότητας στην παρούσα μελέτη μπορεί να κάνει τη μάθηση πιο ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική για τους μαθητές. Αυτή η σχετικά νέα τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα να μετατρέψει την εκπαίδευση σε ένα ενοποιημένο, προοδευτικό και προσαρμοστικό περιβάλλον. Καθώς οι μαθητές χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες για να μάθουν, να δημιουργήσουν, να εξερευνήσουν και να συνεργαστούν, η εκπαίδευση γίνεται μια παγκόσμια και πλούσια εκπαιδευτική εμπειρία που ενισχύει την κατανόηση και την κριτική σκέψη των μαθητών.

Οι μαθητές ζουν σε μια εποχή πλούσιων πληροφοριών και τεχνολογικών εξελίξεων. Εάν τα σχολεία δεν ανταποκριθούν σε αυτές τις αλλαγές, κινδυνεύουν να χάσουν τη σύνδεσή τους με τους μαθητές και να παραμείνουν σε παραδοσιακές εκπαιδευτικές δομές. Στα μαθήματα φυσικής, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να ενθαρρύνεται η μάθηση μέσω της έρευνας και της ανακάλυψης, καθώς οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τις φυσικές αρχές μέσω της εφαρμογής και του πειραματισμού.

Η διπλωματική στοχεύει να καλύψει αυτό το κενό στην εκπαίδευση δημιουργώντας χώρους για τους μαθητές να εξερευνούν, να πειραματίζονται και να συνεργάζονται. Η επαυξημένη πραγματικότητα με τη χρήση των γνωστών κωδικών QR μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί για να προσφέρει στους μαθητές μια ελκυστική και διαδραστική εκπαιδευτική εμπειρία. Μέσω συνεργατικών δραστηριοτήτων εξερεύνησης και πειραματισμού, οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν τις δεξιότητές τους και να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση των φυσικών επιστημών.

### 2.1. Αρχές σχεδιασμού δραστηριοτήτων

Οι δραστηριότητες ακολουθούν τις φάσεις του μοντέλου εποικοδομητικής διδασκαλίας (Driver & Oldham, 1986), το οποίο περιλαμβάνει την φάση του προσανατολισμού, της ανάδειξης των αρχικών αντιλήψεων, την αναδόμηση των ιδεών και την εφαρμογή τους και τέλος την φάση της ανασκόπησης των αλλαγών των αντιλήψεων. Οι αρχές σχεδιασμού των ακόλουθων δραστηριοτήτων βασίζονται σε πραγματικά πειράματα που αποτελούν μέρος του διομαδικού σχεδιασμού. Χρησιμοποιούνται τεστ πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ τα πειράματα διεξάγονται από τους ίδιους τους μαθητές.

Ένα πραγματικό πείραμα είναι ο πιο ακριβής και ισχυρός πειραματικός σχεδιασμός. Σε ένα πραγματικό πείραμα, ο ερευνητής κατανέμει τυχαία τους συμμετέχοντες σε μια ομάδα ελέγχου και μια πειραματική ομάδα. Οι συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα αποδέχονται την πειραματική θεραπεία, ενώ οι συμμετέχοντες στην ομάδα ελέγχου είτε δεν την αποδέχονται είτε την αποδέχονται με κάποιες διαφοροποιήσεις. Μετά την εφαρμογή της πειραματικής παρέμβασης, ο ερευνητής συλλέγει τις μέσες τιμές της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής και τις συγκρίνει. Εναλλακτικά, ο ερευνητής μπορεί να συσχετίσει τις αρχικές βαθμολογίες των δοκιμασιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για να διαπιστώσει αν είναι στατιστικά παρόμοιες και να συγκρίνει τις βαθμολογίες των δύο ομάδων στην τελευταία δοκιμασία.

#### 2.1.1. Σκοπός πειραματικών δραστηριοτήτων

Σκοπός των πειραματικών δραστηριοτήτων είναι να προωθήσουν τη μάθηση μέσω της έρευνας και της ανακάλυψης στο μάθημα της φυσικής και να προσφέρουν στους μαθητές ενδιαφέρουσες και διαδραστικές εκπαιδευτικές εμπειρίες. Οι πειραματικές δραστηριότητες επιτρέπουν στους μαθητές να εξερευνήσουν τις φυσικές αρχές μέσω της εμπειρίας, του πειραματισμού και της συνεργασίας.

Οι πειραματικές δραστηριότητες βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν μια βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και αρχών διδάσκοντάς τους να παρατηρούν, να πειραματίζονται και να αναλύουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων. Αυτό διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία και την καθιστά βαθύτερη και πιο ελκυστική για τους μαθητές.

Επιπλέον, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με την τεχνική των κωδικών QR για πειραματικές δραστηριότητες συμβάλλει στην απόκτηση τεχνολογικών δεξιοτήτων και στην ικανότητα επικοινωνίας με τη χρήση της τεχνολογίας για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η χρήση της τεχνολογίας για εκπαιδευτικούς σκοπούς από τους μαθητές μπορεί να εμπλουτίσει τις ικανότητές τους.

Ο σκοπός του πειράματος είναι διττός, αφενός, να διερευνήσει πώς η επαυξημένη πραγματικότητα με την χρήση κωδικών QR επηρεάζει τη μάθηση και τη διδασκαλία στο μάθημα της φυσικής και αφετέρου να αξιολογηθεί πώς η επαυξημένη πραγματικότητα με την τεχνική των κωδικών QR ενισχύουν τη διδασκαλία και την εκπαίδευση στη φυσική

Το πείραμα θα δώσει απαντήσεις σε αυτά τα ερωτήματα και θα επιτρέψει την αξιολόγηση των αντιλήψεων, της αποδοχής, των στάσεων και των απόψεων των μαθητών σχετικά με την εφαρμογή αυτών των τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Θα εξεταστεί επίσης ο ρόλος της συνεργασίας και της αλληλεπίδρασης στη μάθηση και οι κοινωνικές πτυχές της μάθησης. Τέλος, το πείραμα θα αξιολογήσει τον τρόπο με τον οποίο η χρήση των κωδικών QR και της επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να βελτιώσει τη διδασκαλία και τη μάθηση της φυσικής και τον αντίκτυπό της στη μάθηση των μαθητών.



### 2.1.2. Στόχοι πειραματικών δραστηριοτήτων

Οι στόχοι των πειραματικών δραστηριοτήτων είναι οι εξής: Πρώτος στόχος είναι η προώθηση της διερευνητικής και ανακαλυπτικής μάθησης. Ο κύριος στόχος είναι να εξερευνήσουν οι μαθητές τις φυσικές αρχές του ηλεκτρισμού μέσω της πειραματικής δραστηριότητας τόσο με απτά υλικά (ομάδα ελέγχου) όσο με την επεξεργασία και χρήση προσομοιωτή μέσω των τάμπλετ της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές θα ανακαλύψουν τις επιστημονικές έννοιες μέσω της πρακτικής εφαρμογής και της εξέτασης των αποτελεσμάτων. Επόμενος στόχος είναι η ανάπτυξη της συνεργασίας. Οι δραστηριότητες που θα πραγματοποιηθούν μέσα από τις ομάδες που θα δημιουργηθούν (πειραματική και ελέγχου), θα ενθαρρύνουν τους μαθητές να συνεργάζονται μεταξύ τους για τη διεξαγωγή πειραμάτων και για την ανάλυση των αποτελεσμάτων στα οποία θα καταλήξουν.

Ο τρίτος στόχος αφορά την ενίσχυση της ένταξης των τεχνολογιών στην εκπαίδευση, όπου οι δραστηριότητες που εκμεταλλεύονται την επαυξημένη πραγματικότητα μέσω των QR codes, βοηθούν τους μαθητές να εξοικειωθούν με την τεχνολογία και να τη χρησιμοποιούν για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Αυτό συμβάλλει στην ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων. Η ανάλυση των πειραμάτων και των αποτελεσμάτων τους, βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν βαθύτερες γνώσεις για το φαινόμενο αυτό.

Συνολικά οι πειραματικές δραστηριότητες στοχεύουν α) να αλλάξουν τις υπάρχουσες λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών για το μοντέλο του ηλεκτρικού ρεύματος, β) να ενθαρρύνουν τους μαθητές να πραγματοποιήσουν μία δική τους διερεύνηση σε ομαδικό επίπεδο και γ) να ενισχύσουν τις τεχνολογικές τους δεξιότητες.

## 2.2. Ταυτότητα παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση που προγραμματίζεται για την τάξη της ΣΤ' δημοτικού βασίζεται στις θεωρητικές αρχές που παρουσιάζονται στο βιβλίο της φυσικής της ε δημοτικού. Η ερευνήτρια έχει επιλέξει να εστιάσει την προσοχή της στα κεφάλαια ΦΕ 4 και ΦΕ 6, τα οποία εξετάζουν ένα απλό κύκλωμα και τις έννοιες των αγωγών και μονωτών αντίστοιχα, από την ενότητα "Ηλεκτρισμός" του βιβλίου.

Η παρέμβαση θα πραγματοποιηθεί σε μαθητές της στ δημοτικού που έχουν ήδη εκτεθεί σε αυτό το εκπαιδευτικό υλικό. Ο στόχος αυτής της διδακτικής προσέγγισης είναι να βοηθήσει τους μαθητές να εμβαθύνουν στην κατανόηση φυσικών αρχών. Παράλληλα, για την αποτελεσματικότερη μεταφορά των γνώσεων, η παρέμβαση θα στηρίζεται στη χρήση QR codes και της επαυξημένης πραγματικότητας. Μέσω αυτών των τεχνολογικών εργαλείων, θα προωθηθεί μια σειρά πειραματικών δραστηριοτήτων που θα ενισχύσουν την κατανόηση των μαθητών σχετικά με τις βασικές φυσικές αρχές.

### 2.2.1. Ερευνητικά ερωτήματα

Με βάση τον σχεδιασμό διδακτικής παρέμβασης και τη χρήση QR codes και της επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα της φυσικής, μπορεί να τεθεί το παρακάτω ερευνητικό ερώτημα:

- i. Πώς επηρεάζει η επαυξημένη πραγματικότητα την κατανόηση των μαθητών για τις φυσικές αρχές του ηλεκτρισμού; Μελετώντας την πρόοδο των μαθητών και την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις αρχές της φυσικής στις πειραματικές δραστηριότητες, μπορεί να κριθεί πώς η τεχνολογία αυτή επηρεάζει την μάθηση.

Αυτό το ερευνητικό ερώτημα μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μια ερευνητική μελέτη που θα αποσκοπεί στην κατανόηση της ανταπόκρισης των μαθητών στη χρήση της AR στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτό το ερώτημα θα επιτρέψει την εξέταση των αποτελεσμάτων και των επιπτώσεων της χρήσης των QR codes και της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία της φυσικής.

### 2.3. Μεθοδολογία έρευνας

Στη συγκεκριμένη έρευνα, η σύγχρονη τεχνολογία ενώνεται με την επαυξημένη πραγματικότητα, την πειραματική μάθηση και τη συνεργατική διδασκαλία. Η αρχή της διαδραστικής εκπαίδευσης ενισχύεται με τη δημιουργία ψηφιακών πειραμάτων, τα οποία απεικονίζονται μέσω QR codes, επιτρέποντας στους μαθητές να ανακαλύψουν τις επιστημονικές αρχές με τρόπο διασκεδαστικό και διαδραστικό. Κατά το πρώτο βήμα αυτής της καινοτόμου μεθοδολογίας, επιλέγεται προσεκτικά μια θεματική ενότητα της φυσικής. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τον ηλεκτρισμό και τα κυκλώματα, δίνοντας στους μαθητές τη δυνατότητα να εξερευνήσουν τα μυστικά της επιστήμης με τρόπο που τους ενθαρρύνει να ανακαλύπτουν από μόνοι τους.

Η δημιουργία ψηφιακών πειραμάτων αναδεικνύει τη δύναμη της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Οι εκπαιδευτικοί προετοιμάζουν διαδραστικά πειράματα που επεξηγούν επιστημονικές αρχές, ενσωματώνοντας QR codes για άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες, εικόνες και βίντεο που εμπλουτίζουν την κατανόηση των μαθητών. Κατά την εκτέλεση της μεθοδολογίας, οι μαθητές χρησιμοποιούν τα κινητά τους τηλέφωνα για να σκανάρουν τα QR codes, παρέχοντας τους άμεσως πρόσβαση σε λεπτομερείς οδηγίες και πληροφορίες για κάθε πείραμα. Αυτό δίνει στους μαθητές την ευκαιρία να εξερευνήσουν τον κόσμο της φυσικής με διαδραστικό και σύγχρονο τρόπο.

Το τελευταίο στάδιο της μεθοδολογίας εμπλέκει τους μαθητές σε συνεργατική μάθηση. Μέσα από ομαδική εργασία, οι μαθητές πραγματοποιούν τα πειράματα, αναλύουν τα αποτελέσματα και εξερευνούν τις επιστημονικές αρχές. Η αξιολόγηση της διαδικασίας και των αποτελεσμάτων συμβάλλει στη μέτρηση της επίτευξης των μαθησιακών στόχων. Αυτή η συνθετική μεθοδολογία δημιουργεί μια εκπαιδευτική εμπειρία που ενθαρρύνει την αυτονομία, την ενεργή συμμετοχή και τη συνεργασία, ανοίγοντας νέους δρόμους για την εκμάθηση στον κόσμο της φυσικής.

#### 2.3.1. Ερευνητική διαδικασία

Η παρούσα μελέτη ανήκει στην κατηγορία του πειραματικού σχεδιασμού με τυχαία δειγματοληψία. Δεν ανήκει στα οιοονεί πειράματα. Σε έναν ειδικό πειραματικό σχεδιασμό, δύο ομάδες είναι παρούσες κατά τη διάρκεια της μελέτης, μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου. Στις ομάδες μοιράζεται συνήθως ένα ερωτηματολόγιο πριν και μετά από

μια πειραματική διαδικασία (pre-test, post-test). Τα άτομα στην πειραματική ομάδα δέχονται την πειραματική παρέμβαση ενώ τα άτομα στην ομάδα ελέγχου όχι. Οι συμμετέχοντες της παρούσας έρευνας ανήκουν στην Στ΄ τάξη ενός εξαθέσιου δημοτικού. Η δειγματοληψία ήταν τυχαία.

Η μελέτη διεξήχθη σε πέντε φάσεις

Φάση 1<sup>η</sup>:

Επεξεργασία και χρήση ενός έτοιμου ερωτηματολογίου το οποίο ερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών της Στ΄ δημοτικού για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα. Επίσης συγκροτήθηκε εκπαιδευτικό υλικό το οποίο περιλαμβάνει δραστηριότητες, που εφαρμόστηκαν κατά τη διδακτική παρέμβαση στους μαθητές της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον για την πειραματική ομάδα δημιουργήθηκαν επιπλέον έντυπα φύλλα τα οποία περιείχαν QR code ως τεχνική της επαυξημένης πραγματικότητας και ψηφιακά φύλλα διερεύνησης μέσα από την σελίδα LiveWorksheets.

Φάση 2<sup>η</sup>:

Το αρχικό ερωτηματολόγιο δόθηκε στους μαθητές. Επειδή οι μαθητές δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν τις εκφωνήσεις, ο εκπαιδευτικός της τάξης και η ερευνήτρια διάβασαν κάθε ερώτηση και την εξεξήγησαν όσο πιο απλά μπορούσαν έτσι ώστε να γίνει από όλους τους μαθητές αντιληπτό το τι πρέπει να κάνουν. Σε όλους τους μαθητές (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) δόθηκε το ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε πριν την έναρξη των διδακτικών παρεμβάσεων και με την ολοκλήρωση αυτών (pre-test, post-test). Για τη συμπλήρωσή του απαιτήθηκαν συνολικά δύο διδακτικές ώρες.

Φάση 3<sup>η</sup>:

Πραγματοποιήθηκε η πρώτη διδακτική παρέμβαση ταυτόχρονα και για τις δύο ομάδες, με βάση το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια για τον σκοπό αυτό. Η αφόρμηση και η δραστηριότητα εμπέδωσης ήταν κοινή και για τις δύο ομάδες. Για την διερεύνηση και την πραγματοποίηση του πειράματος, η ομάδα ελέγχου είχε στην διάθεσή της έντυπα φύλλα διερεύνησης και όλα τα απτά αντικείμενα που χρειαζόνταν για την επαλήθευση των υποθέσεων της. Η πειραματική ομάδα είχε σε έντυπη μορφή μόνο τον κωδικό qr που χρειαζόταν για να σαρώσει, να σχεδιάσει και να πραγματοποιήσει το πείραμα μέσα από το τάμπλετ.

Φάση 4<sup>η</sup>:

Πραγματοποίηση της δεύτερης διδακτικής παρέμβασης ταυτόχρονα και για τις δύο ομάδες, με βάση το εκπαιδευτικό υλικό που δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια για τον σκοπό αυτό. Η αφόρμηση και η δραστηριότητα εμπέδωσης ήταν κοινή και για τις δύο ομάδες. Για την διερεύνηση και την πραγματοποίηση του δεύτερου πειράματος, η ομάδα ελέγχου είχε στην

διάθεσή της έντυπα φύλλα διερεύνησης και όλα τα απτά αντικείμενα που χρειάζονταν για την επαλήθευση των υποθέσεων της. Η πειραματική ομάδα είχε σε έντυπη μορφή τον κωδικό QR που χρειαζόταν για να σαρώσει, να σχεδιάσει και να πραγματοποιήσει το πείραμα μέσα από το τάμπλετ Επιπλέον, η ερευνήτρια έδωσε ακόμα 8 έντυπα φύλλα τα οποία περιείχαν το κάθε ένα, QR code ενός αντικειμένου (αγωγού-μονωτή-εξαρτήματος απαραίτητου για την δημιουργία κλειστού ηλεκτρικού κυκλώματος) το οποίο μετά την σάρωση έδινε χρήσιμες πληροφορίες στους μαθητές για την λειτουργία του μέσα στο κύκλωμα.

Φάση 5<sup>η</sup>:

Δόθηκε ξανά το ερωτηματολόγιο εκ νέου. Επίσης έγινε συλλογή των δεδομένων, ανάλυση αυτών και εξαγωγή των συμπερασμάτων που αφορούν τη διεξαχθείσα έρευνα.

### 2.3.2. Δείγμα

Για το δείγμα αυτής της έρευνας, επιλέχθηκαν μαθητές της έκτης δημοτικού που έχουν ήδη διδαχθεί την ενότητα του απλού κυκλώματος και την ενότητα των αγωγών και των μονωτών στο μάθημα της φυσικής. Η επιλογή αυτή είναι σημαντική, καθώς επιτρέπει να εξετάσουμε την επίδραση της εφαρμογής της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθητές που έχουν προηγούμενη εκπαιδευτική βάση σχετικά με τα απλά κυκλώματα.

Οι μαθητές αυτοί αντιπροσωπεύουν μια ιδανική ομάδα για την εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας σε πειραματικά μαθήματα, καθώς έχουν ήδη κάποια κατανόηση των απλών κυκλωμάτων. Η έρευνα αναμένεται να διαρκέσει συνολικά 5 διδακτικές ώρες δηλαδή 225 λεπτά και αφορά τη διεξαγωγή πειραματικής δραστηριότητας σχετικά με τα απλά ηλεκτρικά κυκλώματα και την προσθήκη διαφόρων ειδών αντικειμένων οι οποίοι είναι αγωγοί ή μονωτές.

### 2.3.3. Εκπαιδευτικό Υλικό

Στις ενότητες που ακολουθούν θα γίνει η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε για να εφαρμοστεί από την πειραματική ομάδα (μέσω της χρήσης τάμπλετ) και του εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε για να εφαρμοστεί στην ομάδα ελέγχου η οποία δεν θα χρησιμοποιήσει της επαυξημένη πραγματικότητα.

#### 2.3.3.1. Ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού που βασίζεται στην διερευνητική προσέγγιση για την μάθηση μέσω της χρήσης επαυξημένης πραγματικότητας με την τεχνική των QR code

Το εκπαιδευτικό υλικό (βλ. Παράρτημα II) συγκροτήθηκε με βάση τις αρχές της διερευνητικής προσέγγισης με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Η πειραματική ομάδα είχε στην διάθεσή της τάμπλετ, τα οποία λειτούργησαν ως

ως πολλαπλό εργαλείο, αφού χρησιμοποιήθηκε ως εποπτικό μέσο διδασκαλίας, ως μέσο αναζήτησης πληροφοριών, ως γνωστικό - διερευνητικό εργαλείο και ως εργαλείο συνεργατικής μάθησης. Περιλαμβάνει τα δύο αρχικά έντυπα φύλλα που περιέχουν τα qr code για να μεταφερθούν οι μαθητές στα ψηφιακά φύλλα διερεύνησης των LiveWorkSheets. Για την δεύτερη παρέμβαση η ερευνήτρια ετοίμασε επιπλέον 8 έντυπα φύλλα καθοδήγησης τα οποία περιλάμβαναν το qr code ενός αντικειμένου, την συμβολική του αναπαράσταση, ενώ η σάρωση του qr code επέτρεπε στην πειραματική ομάδα να ανακαλύψει διάφορες και χρήσιμες πληροφορίες για το αντικείμενο (π.χ. τη χρησιμότητα των καλωδίων στο ηλεκτρικό κύκλωμα).

#### 2.3.3.2. Εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε από την ομάδα ελέγχου

Το εκπαιδευτικό υλικό (βλ. Παράρτημα II) συγκροτήθηκε με βάση τις αρχές της διερευνητικής προσέγγισης για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Περιλαμβάνει τα δύο έντυπα φύλλα διερεύνησης τα οποία είναι ίδια με τα ψηφιακά φύλλα διερεύνησης της πειραματικής ομάδας. Για το πείραμα που πραγματοποίησαν οι μαθητές χρησιμοποιήθηκαν απτά υλικά, όπως μία μπαταρία, έναν λαμπτήρα, καλώδια, κέρματα, μολύβια και γόμες.

## 2.4. Εργαλεία συλλογής δεδομένων

Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά δεδομένα για μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση του θέματος. Χρησιμοποιήθηκε η παρατήρηση για τη συστηματική παρακολούθηση της ατομικής συμπεριφοράς και των κοινωνικών αλληλεπιδράσεων των μαθητών.

Παράλληλα, θα αξιοποιηθούν ποσοτικά δεδομένα μέσω ερωτηματολογίων που θα διανεμηθούν στους φοιτητές. Το ερωτηματολόγιο θα επικεντρωθεί σε παραμέτρους που γίνονται σαφέστερες με την καταγραφή αριθμητικών δεδομένων, επιτρέποντας τη συγκριτική ανάλυση και την εσωτερική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Με αυτόν τον τρόπο η μελέτη στοχεύει να συνδυάσει το εύρος και το βάθος στην κατανόηση του θέματος και να παρέχει πλούσια και ποικίλα δεδομένα από τα οποία μπορούν να εξαχθούν ουσιαστικά συμπεράσματα.

Ειδικότερα, χορηγήθηκε ερωτηματολόγιο για την αξιολόγηση των αντιλήψεων και της αποδοχής των μαθητών σχετικά με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Το ερωτηματολόγιο επέτρεψε τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις προτιμήσεις των φοιτητών, τις ανάγκες κατάρτισης και τις πιθανές προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσουν κατά τη χρήση της τεχνολογίας.

#### 2.4.1.Επιλογή ερωτηματολογίου

Για τη συλλογή των δεδομένων, στην παρούσα έρευνα, χρησιμοποιήθηκε το γραπτό ερωτηματολόγιο (βλ. Παράρτημα I). Το ερωτηματολόγιο δόθηκε σε όλους τους μαθητές που αποτελούσαν την πειραματική ομάδα και την ομάδα ελέγχου, πριν και μετά την

εφαρμογή των διδακτικών παρεμβάσεων των αντίστοιχων κεφαλαίων του σχολικού εγχειριδίου.

Η επιλογή του εν λόγω ερωτηματολογίου οφείλεται στο γεγονός ότι περιλαμβάνει πολλές εικόνες και αναπαραστάσεις, κάτι που κρίνεται καθοριστικό για το δείγμα των μαθητών που διαθέτει η ερευνήτρια. Επίσης, θεωρεί πως η συνδυασμένη χρήση λεκτικών και εικαστικών στοιχείων προσφέρει το ιδανικό πλαίσιο για την αντιληπτική κατανόηση και έκφραση των μαθητών.

Καθώς οι εικόνες αποτελούν ισχυρό εργαλείο για την επίτευξη συναισθηματικής σύνδεσης και διευκόλυνσης της κατανόησης, ο ερευνήτρια προβαίνει σε μια προσεκτική επιλογή που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του συγκεκριμένου ομαδικού περιβάλλοντος. Συμπληρώνοντας ατομικά το ερωτηματολόγιο, οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να εκφράσουν τις απόψεις, τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους με τον δικό τους τρόπο

Τέλος, θεωρείται αξιόπιστο καθώς έχει ήδη χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενη έρευνα τα αποτελέσματα της οποίας έχουν δημοσιευτεί. Άρα η περίπτωση λάθους στις διατυπώσεις των ερωτήσεων είναι ελάχιστες έως μηδενικές (Cohen & Manion, 1997).

#### 2.4.2 Παρουσίαση ερωτηματολογίου

Οι άξονες του ερωτηματολογίου περιλαμβάνουν τις αναπαραστάσεις του ηλεκτρισμού στο μυαλό των μαθητών (ερώτηση 1), τα νοητικά μοντέλα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων (ερωτήσεις 2, 3, 8, 18), το ρόλο των εξαρτημάτων σε απλά ηλεκτρικά κυκλώματα (λαμπτήρες, μπαταρίες, καλώδια) (ερωτήσεις 4, 5, 6, 19), αναγνώριση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (κλειστά ή ανοικτά) (ερωτήσεις 7, 9, 10, 11), τροποποιήσεις απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (ερωτήσεις 12, 13, 14), διάκριση διαφορετικών υλικών ως αγωγών και μονωτών (ερώτηση 15), εκτίμηση της φωτεινής απόδοσης δύο λαμπτήρων σε ηλεκτρικό κύκλωμα συνδεδεμένο σε σειρά και παράλληλα (ερωτήσεις 16, 17).

#### 2.4.3. Αξιοπιστία και εγκυρότητα της ερευνητικής διαδικασίας

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε η πειραματική έρευνα. Κατά τη ερευνητική διαδικασία υπήρξαν δύο ομάδες μαθητών, μία πειραματική ομάδα και μία ομάδα ελέγχου. Στις δύο ομάδες εφαρμόστηκε μια δοκιμασία (γραπτό ερωτηματολόγιο), πριν και μετά από δύο διδακτικές παρεμβάσεις.

Λόγω των ερευνητικών αναγκών χρησιμοποιήθηκε το ερωτηματολόγιο των Παρασκευά και Αλιμίσση (2007). Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ερωτήσεις ανοικτού και κλειστού τύπου. Δόθηκε προσοχή ώστε οι ερωτήσεις να καλύπτουν τα προς διερεύνηση θέματα, ενώ ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε ώστε οι ερωτήσεις να είναι σχετικές με τις ικανότητες των μαθητών, να μην τους αγχώνουν και να μην απαιτούν πολύ χρόνο για να απαντηθούν.

Το ερωτηματολόγιο ήταν ανώνυμο και επομένως έδωσε στους μαθητές την ευκαιρία να απαντήσουν στο ερωτηματολόγιο, χωρίς να επηρεαστούν από συναισθήματα ανασφάλειας.



Η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τη συλλογή των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε από την ερευνήτρια.

#### 2.4.4. Ανάλυση δεδομένων

Τα δεδομένα της έρευνας αποτέλεσαν οι γραπτές απαντήσεις, των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (pre-test, post-test). Τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν αρχικά στο επίπεδο του μαθητή /της μαθήτριας (ατομικά) με ποσοστό επιτυχίας και αποτυχίας στο σύνολο του ερωτηματολογίου και όχι σε κάθε ερώτηση μεμονωμένα. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και στο post test που συμπλήρωσαν οι μαθητές. Στη συνέχεια τα ατομικά δεδομένα ομαδοποιήθηκαν και χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, με βάση την ομάδα στην οποία βρισκόταν ο μαθητής ή η μαθήτρια κατά την διάρκεια της παρέμβασης (ελέγχου – πειραματική). Ομοίως με την αρχική ανάλυση σε ατομικό επίπεδο, η ερευνήτρια βρήκε τον μέσο όρο επιτυχίας και αποτυχίας των δύο ομάδων στο pre test και στο post test και έκανε τις συγκρίσεις για να καταλήξει στα συμπεράσματα της έρευνας.

### 2.5. Υλοποίηση έρευνας

Η πρώτη φάση της μελέτης περιλαμβάνει τη συλλογή αρχικών δεδομένων μέσω ενός προκαταρκτικού ερωτηματολογίου. Σε αυτό το στάδιο αξιολογείται η κατανόηση των μαθητών για τις ενότητες που επηρεάζονται από τη διδακτική παρέμβαση. Τα χαρακτηριστικά αυτά θα θέσουν τις βάσεις για την περαιτέρω αξιολόγηση του αντίκτυπου της παρέμβασης. Στη δεύτερη φάση, η παρέμβαση εφαρμόζεται στην τάξη με τη χρήση κωδικών QR και επαυξημένης πραγματικότητας. Κατά τη διαδικασία αυτή, θα καταγραφούν η συμπεριφορά των μαθητών, οι αντιδράσεις των εκπαιδευτικών και οι πιθανές αλλαγές στη μαθησιακή διαδικασία.

Μετά την εφαρμογή της παρέμβασης, τα δεδομένα θα συλλεχθούν εκ νέου μέσω ενός ερωτηματολογίου μετά τη δοκιμή. Σε αυτή τη φάση θα προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα της παρέμβασης, οι αλλαγές στην κατανόηση και τον συντονισμό των μαθητών και οι απόψεις των εκπαιδευτικών. Τέλος, η φάση της ανάλυσης δεδομένων περιλαμβάνει λεπτομερή ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Χρησιμοποιούνται τόσο ποσοτικές όσο και ποιοτικές μέθοδοι ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένων στατιστικών μεθόδων και ανάλυσης περιεχομένου. Ως αποτέλεσμα, εξάγονται συμπεράσματα σχετικά με τον αντίκτυπο της παρέμβασης.

#### 2.5.1. Ταυτότητα σχολείου/μαθητών

Το σχολείο, το οποίο διαθέτει έξι αίθουσες διδασκαλίας και είναι ένα από τα παλαιότερα σχολεία στην περιοχή του Λασιθίου, διαθέτει περιορισμένες υλικοτεχνικές υποδομές, συμπεριλαμβανομένων των tablet που παραχωρήθηκαν κατά τη διάρκεια του COVID-19, αλλά κάθε αίθουσα διδασκαλίας διαθέτει μια μικρή τηλεόραση που χρησιμοποιείται για



διαδραστικές δραστηριότητες. Ωστόσο, ο εξοπλισμός περιλαμβάνει μόνο έναν βιντεοπροβολέα στην πρώτη τάξη και η χωρητικότητα του σχολείου είναι περιορισμένη.

Όσον αφορά τους μαθητές, το χωριό ανήκει σε μια εύπορη περιοχή, αλλά η κοινωνικοοικονομική του κατάσταση παραμένει χαμηλή. Οι περισσότεροι μαθητές προέρχονται από άλλες εθνικότητες και οι γονείς τους δυσκολεύονται να επικοινωνήσουν στα ελληνικά. Η έλλειψη υποστήριξης στο σπίτι λόγω της ελλιπούς γνώσης της ελληνικής γλώσσας εμποδίζει την ακαδημαϊκή πρόοδο των μαθητών. Επιπλέον, πολλοί γονείς εργάζονται πολλές ώρες, γεγονός που επηρεάζει τον ελεύθερο χρόνο των μαθητών και οι μαθητές έχουν υποχρεώσεις στο σπίτι για να στηρίξουν τις οικογένειές τους.

Οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, όπως η περιορισμένη πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους και η ανάγκη συνδυασμού σχολικών και οικογενειακών υποχρεώσεων, είναι προκλήσεις που απαιτούν προσαρμογές στις διδακτικές πρακτικές για την επίτευξη καλύτερων ακαδημαϊκών αποτελεσμάτων και την υποστήριξη της εκπαιδευτικής πορείας των μαθητών.

## 2.6. Σχεδιασμός διδακτικής παρέμβασης

Η ερευνήτρια ξεκίνησε τη διαδικασία παρουσιάζοντας το ερωτηματολόγιο των Παρασκευά και Αλιμήση (2007) ως pre-test, το οποίο θα αποτελέσει το βασικό εργαλείο για την αξιολόγηση των μαθητών. Η επιλογή του εν λόγω τεστ οφείλεται στο γεγονός ότι περιλαμβάνει εικόνες, κάτι που κρίνεται καθοριστικό για το δείγμα των μαθητών που διαθέτει. Η ερευνήτρια θεωρεί πως η συνδυασμένη χρήση λεκτικών και εικαστικών στοιχείων προσφέρει το ιδανικό πλαίσιο για την αντιληπτική κατανόηση και έκφραση των μαθητών.

Καθώς οι εικόνες αποτελούν ισχυρό εργαλείο για την επίτευξη συναισθηματικής σύνδεσης και διευκόλυνσης της κατανόησης, ο ερευνήτρια προβαίνει σε μια προσεκτική επιλογή που ανταποκρίνεται στις ανάγκες του συγκεκριμένου ομαδικού περιβάλλοντος. Συμπληρώνοντας ατομικά το ερωτηματολόγιο, οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να εκφράσουν τις απόψεις, τις σκέψεις και τα συναισθήματά τους με τον δικό τους τρόπο. Αυτή η διαδικασία αναμένεται όχι μόνο να προωθήσει την ατομική ανάπτυξη, αλλά και να δημιουργήσει ένα περιβάλλον όπου η εκπαίδευση είναι πραγματικά εξατομικευμένη και ενδιαφέρουσα για κάθε μαθητή.

Η δραστηριότητα αυτή θα διαρκέσει μία διδακτική ώρα διάρκειας 45 λεπτών. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι οι μαθητές έχουν ήδη κατακτήσει τις βασικές γνώσεις του συγκεκριμένου κεφαλαίου σχετικά με τον ηλεκτρισμό, από το τέλος της προηγούμενης σχολικής χρονιάς.

Η επόμενη διδακτική ώρα θα εκκινήσει με μια διαφορετική προσέγγιση, χρησιμοποιώντας ως αφορμή την εικόνα του σχολικού τετραδίου εργασιών της Ε΄ δημοτικού στη σελίδα 102. Σε αυτό, οι μαθητές θα παρατηρήσουν ατομικά και θα καταγράψουν ποια από τα παρακάτω σχήματα είναι συνδεδεμένα με τον σωστό τρόπο προκαλώντας την φωταγωγήση του λαμπτήρα. Ακολούθως, θα έχουν την ευκαιρία να συζητήσουν τις παρατηρήσεις τους με τον διπλανό τους συμμαθητή, ενισχύοντας τη συνεργασία και την αμοιβαία κατανόηση. Η συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης αντικαθίσταται από την ατομική διατήρηση των

υποθέσεων από τους μαθητές. Αυτές οι υποθέσεις θα χρησιμοποιηθούν στην ακόλουθη πειραματική δραστηριότητα για περαιτέρω δοκιμή και επικύρωση. Με αυτόν τον τρόπο θα τελειώσει η δραστηριότητα της αφόρμησης.

Μετά την εποικοδομητική συζήτηση, ο ερευνητήρια επιλέγει να οργανώσει τους μαθητές σε δύο ομάδες, κατανέμοντας τους 18 μαθητές σε ομάδες των 9 ατόμων η κάθε μία. Η πρώτη ομάδα, που θα ονομαστεί ως "ομάδα ελέγχου", θα αναλάβει την εκτέλεση ενός πραγματικού πειράματος. Οι μαθητές αυτής της ομάδας θα χρησιμοποιήσουν έντυπα φύλλα διερεύνησης για να καταγράψουν τα αποτελέσματα και να επιβεβαιώσουν τις υποθέσεις τους.

Στη δεύτερη ομάδα, ή "πειραματική ομάδα", οι μαθητές θα εκμεταλλευτούν την τεχνολογία, χρησιμοποιώντας τάμπλετ για να σαρώσουν QR codes και να συμπληρώσουν ηλεκτρονικά τα φύλλα διερεύνησης. Επιπλέον, θα επιτελέσουν το πείραμα μέσω των διαδραστικών προσομοιώσεων του Phet Colorado, ενισχύοντας την κατανόησή τους με βάση τη χρήση της τεχνολογίας και των εκπαιδευτικών εφαρμογών.

Με αυτόν τον τρόπο, η διδακτική στρατηγική ενισχύεται με δύο διαφορετικές προσεγγίσεις, προσφέροντας ταυτόχρονα εμπειρίες με τη χρήση φυσικών πειραμάτων και τεχνολογίας, ενισχύοντας την εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών.

Με την ολοκλήρωση του πειράματος, ο ερευνητήρια προτρέπει τους μαθητές να επικεντρωθούν στη διαδικασία αναστοχασμού και αξιολόγησης. Μέσα από μια συζήτηση, οι μαθητές θα ανταλλάξουν απόψεις και θα καταγράψουν τα πορίσματα στα οποία κατέληξαν μετά την παρατήρηση και το πείραμα. Ο δάσκαλος, πιθανώς, θα παράσχει ορισμένες λέξεις κλειδιά, όπως "μπαταρία", "πόλος", "καλώδιο", "ανάβει", "επαφή", "λαμπτήρας", προκειμένου να κατευθύνει τη συζήτηση και να ενισχύσει την εμπειρία εμπέδωσης των γνώσεων τους.

Στο πλαίσιο αυτό, οι μαθητές θα αναδείξουν τη σημασία των βασικών στοιχείων του πειράματος, συνδέοντας τα με τις έννοιες του ηλεκτρισμού. Ταυτόχρονα, θα αναπτύξουν τις δεξιότητες της επικοινωνίας και της συνεργασίας, ενισχύοντας την ικανότητά τους να εκφράζουν και να μοιράζονται απόψεις με τους συμμαθητές τους. Η δραστηριότητα εμπέδωσης δεν αποτελεί μόνο μια ευκαιρία για την ενίσχυση των γνώσεων, αλλά και για την ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και της ικανότητας παρουσίασης συμπερασμάτων.

Η δεύτερη φάση της διδακτικής παρέμβασης εκκινεί με την προβολή ενός εκπαιδευτικού βίντεο από το κανάλι teacherland. Αυτό το βίντεο αποτελεί μια αποτελεσματική εισαγωγή στον κόσμο των κυκλωμάτων, επικεντρώνοντας ειδικά στη χρήση αγωγών ή μονωτών. Η παρουσίαση αυτή προσφέρει στους μαθητές μια οπτική επαφή με τα βασικά στοιχεία των κυκλωμάτων, ενισχύοντας την κατανόησή τους για τον τρόπο με τον οποίο οι αγωγοί και οι μονωτές συμβάλλουν στη λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Μέσα από την οπτική εμπειρία που προσφέρει το βίντεο, οι μαθητές θα επαναφέρουν στη μνήμη τους τα εργαλεία και τις έννοιες της ηλεκτρικής επιστήμης. Αυτή η διαδραστική προσέγγιση, σε συνδυασμό με την επακόλουθη συζήτηση και δραστηριότητες που θα ακολουθήσουν, παρέχει ένα ενδιαφέρον και εκπαιδευτικά πλούσιο περιβάλλον για την εξέλιξη της κατανόησης των μαθητών σχετικά με την επιστήμη του ηλεκτρισμού.

Στη συνέχεια της διδακτικής διαδικασίας, η ερευνήτρια επιλέγει να διανείμει τα απαραίτητα υλικά στις πειραματικές ομάδες και τις ομάδες ελέγχου, προκειμένου να ενισχύσει τη διαδραστική εμπειρία των μαθητών. Οι πειραματικές ομάδες λαμβάνουν το QR code για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα, ενθαρρύνοντας την ενεργή συμμετοχή τους. Αυτό το QR code αναμένεται να ανοίξει προς τους μαθητές την πρόσβαση σε πληροφορίες και εκπαιδευτικό υλικό που θα υποστηρίξει το πείραμα. Από την άλλη πλευρά, οι ομάδες ελέγχου θα λάβουν έντυπα φύλλα διερεύνησης, ενισχύοντας την χρήση των παραδοσιακών εκπαιδευτικών πόρων.

Τα φυλλάδια που θα δοθούν στην πειραματική ομάδα, περιέχουν τα QR codes και περιλαμβάνουν πλούσιες πληροφορίες για τα αντικείμενα που περιγράφονται. Όταν σκανάρουν τον κώδικα με ένα κινητό τηλέφωνο ή άλλη συσκευή (τάμπλετ), οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε λεπτομερείς πληροφορίες για τα αντικείμενα, όπως η μπαταρία. Επιπλέον, το κάθε φυλλάδιο συνοδεύεται από μια φωτογραφία του αντικειμένου, επιτρέποντας στους μαθητές να το αναγνωρίσουν οπτικά. Επιπλέον, δίνεται και μια συμβολική αναπαράσταση του αντικειμένου, παρόμοια με αυτή που συναντάτε σε λογισμικά, όπως το Phet Colorado. Αυτό, ενισχύει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες – μαθητές αντιλαμβάνονται και συνδέουν τα αντικείμενα με τις πληροφορίες που λαμβάνουν, κάνοντας την εκπαίδευση και την κατανόηση πιο εύκολη.

Για το στάδιο της εμπέδωσης, η ερευνήτρια επέλεξε μια δραστηριότητα που αναδεικνύει τη σημασία της ασφάλειας στον χώρο εργασίας των ηλεκτρολόγων. Δείχνοντας δύο φωτογραφίες του ίδιου εργαλείου, όπου στη μία είναι καλυμμένο με πλαστικό στην περιοχή επαφής με το ανθρώπινο χέρι και στην άλλη δεν είναι καλυμμένο, η ερευνήτρια δημιουργεί ένα περιβάλλον συζήτησης και ανάλυσης.

Ο πατέρας της Μαρίας, ως ηλεκτρολόγος, θέλει να επιλέξει ένα εργαλείο για την εργασία του με βάση τα κριτήρια ασφαλείας. Οι μαθητές, μέσω της σύγκρισης των δύο φωτογραφιών, καλούνται να αναγνωρίσουν το πιο ασφαλές εργαλείο. Με την ανάλυση των εικόνων, οι μαθητές θα κατανοήσουν την ανάγκη για προληπτικά μέτρα και ασφαλείς πρακτικές στον εργασιακό χώρο, προσφέροντας τους τη δυνατότητα να εφαρμόσουν την κριτική τους σκέψη για την επιλογή εργαλείων στο πλαίσιο της ασφαλείας και της εργασιακής υγείας.

Μέσα από την επανάληψη του ερωτηματολογίου, η ερευνήτρια αναζητά την εξέλιξη στις αντιλήψεις των μαθητών μετά τις πειραματικές παρεμβάσεις. Αυτή η διαδικασία δίνει τη δυνατότητα να παρακολουθήσει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές απορροφούν και ενσωματώνουν τις νέες γνώσεις που αποκτήθηκαν κατά τη διάρκεια των πειραμάτων. Αν οι αντιλήψεις τους έχουν εξελιχθεί, αυτό μπορεί να υποδείξει την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής παρέμβασης.

Παράλληλα, η σύγκριση μεταξύ των δύο προσεγγίσεων, δηλαδή της κλασικής διερευνητικής προσέγγισης και της προσέγγισης με τη χρήση QR codes, είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των διδακτικών μεθόδων. Η ερευνήτρια θα προσπαθήσει να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο που τα QR codes συνέβαλαν στην εμπάθυνση των γνώσεων των μαθητών σε σχέση με την διδασκαλία χωρίς τεχνολογικό υλικό, ενισχύοντας έτσι την ευρύτερη αναστοχαστική διαδικασία.

Δραστηριότητες	Ομαδική ή Ατομική εργασία	Στόχοι	Διάρκεια	
<b>Ερωτηματολόγιο (pre test)</b>	Ατομική εργασία	Ανάδειξη αρχικών αντιλήψεων μαθητών/-τριών	45' (1 Διδακτική ώρα)	
<b>1η Διδακτική παρέμβαση</b>				
<b>Δραστηριότητα αφόρμησης</b>	Ατομική εργασία και στη συνέχεια εργασία ομάδες	Ανάδειξη αντιλήψεων μαθητών για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά	10'	
<b>Πειραματική Δραστηριότητα</b>	Ομαδική εργασία Πειραματική Ελέγχου	Διερεύνηση / Πραγματοποίηση πειράματος	30'	45' (1 Διδακτική ώρα)
<b>Δραστηριότητα εμπέδωσης</b>	Ομαδική εργασία	Δημιουργία συμπεράσματος	5'	
<b>2η Διδακτική παρέμβαση</b>				
<b>Δραστηριότητα αφόρμησης</b>	Ατομική εργασία	Παρουσίαση βίντεο για τους μονωτές και τους αγωγούς	6'	
<b>Πειραματική Δραστηριότητα</b>	Ομαδική εργασία Πειραματική Ελέγχου	Διερεύνηση / Πραγματοποίηση πειράματος	30'	45' (1 Διδακτική ώρα)
<b>Δραστηριότητα εμπέδωσης</b>	Ομαδική εργασία	Δημιουργία συμπεράσματος	9'	
<b>Ερωτηματολόγιο (post test)</b>	Ατομική εργασία	Ανάδειξη αρχικών αντιλήψεων μαθητών/-τριών		

Πίνακας 7. Πίνακας Δραστηριοτήτων - Στόχων και Διάρκειας της παρέμβασης

## Τρόποι καθοδήγησης

Δραστηριότητες	Πειραματική Ομάδα	Ομάδα Ελέγχου
<b>1<sup>η</sup> Πειραματική Δραστηριότητα</b>	Η ερευνήτρια θα τους ζητήσει να ακολουθήσουν το φύλλο διερεύνησης και τις προηγούμενες γνώσεις τους για την δημιουργία του πειράματος	
<b>2<sup>η</sup> Πειραματική δραστηριότητα</b>	Η ερευνήτρια θα τους ζητήσει να ακολουθήσουν το φύλλο διερεύνησης και τις προηγούμενες γνώσεις τους για την δημιουργία του πειράματος  Η ερευνήτρια θα τους μοιράσει επιπλέον εκπαιδευτικά φύλλα τα οποία θα έχουν ένα συγκεκριμένο QR code. Σε περίπτωση που δυσκολευτούν σε κάποιο σημείο του πειράματος, θα μπορούν να σαρώσουν το qr code που θα επιλέξουν και θα τους δίνονται επιπλέον πληροφορίες σχετικά με το αντικείμενο που διάλεξαν.	Η ερευνήτρια θα δώσει περαιτέρω πληροφορίες, μόνο όταν του το ζητήσουν οι μαθητές.

Πίνακας 8. Πίνακας τρόπου καθοδήγησης μαθητών ανάλογα με την ομάδα που βρίσκονται

### 2.7. Διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων

Την πρώτη μέρα διανεμήθηκαν τα ερωτηματολόγια (βλ. Παράρτημα I) στους μαθητές, ενώ η ερευνήτρια έδωσε ιδιαίτερη προσοχή στην εξήγηση κάθε ερώτησης, γνωρίζοντας τη δυσκολία ορισμένων μαθητών να κατανοήσουν τα γραπτά κείμενα. Η διαδικασία αυτή διήρκεσε 25 λεπτά, καθώς ορισμένοι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολίες στην κατανόηση του κειμένου. Ορισμένοι εξέφρασαν τη δυσαρέσκειά τους καθώς και αντίσταση απέναντι στο να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο, δηλώνοντας ότι δεν κατανοούν τον λόγο για τον οποίο χρειάζεται να το πράξουν. Ωστόσο, με τη σαφή εξήγηση της ερευνήτριας, ότι η διαδικασία αυτή δεν θα επηρεάσει τον βαθμό τους και ότι δεν υποχρεούνται να απαντήσουν σε όλες τις ερωτήσεις, οι μαθητές αποφάσισαν να αφιερώσουν χρόνο και προσοχή για να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο. Η συμπλήρωση, παρότι αρχικά ήταν δύσκολη, κατέληξε σε μια παραγωγική διαδικασία διάρκειας 25' που συνέβαλε στη συλλογή ποικίλων απόψεων και αποτελεσμάτων.

Τα αποτελέσματα των προ δοκιμαστικών ερωτηματολογίων αντανάκλασαν μια ευρεία ποικιλία στην απόδοση των μαθητών. Κάποιοι εξέφρασαν αμέσως την ανασφάλειά τους παραδίδοντας τα ερωτηματολόγια πολύ γρήγορα, εκφράζοντας την άγνοιά τους λέγοντας: "Αφού δεν ξέρω τίποτα, πώς να δυσκολευτώ;". Μια άλλη μαθήτρια εξέφρασε την απογοήτευσή της, δηλώνοντας: "Αφού δεν τα θυμάμαι από πέρσι, τι να γράψω;". Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι υπήρχε και ένας μαθητής που αντιμετώπισε θετικά την πρόκληση, αναφέροντας ότι τα ερωτηματολόγια ήταν εύκολα. Γενικά, η αρνητική στάση των περισσότερων μαθητών απέναντι στη διαδικασία αντικατοπτρίζει τη δυσκολία που αντιμετωπίζουν στην κατανόηση του υλικού ή/και την έλλειψη ενδιαφέροντος για το θέμα.



Στο πλαίσιο της αξιολόγησης των ερωτηματολογίων (pre-test), η ερευνήτρια κατηγοριοποίησε τις απαντήσεις των μαθητών σε τρεις βασικές κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία περιελάμβανε τις σωστές απαντήσεις. Στη δεύτερη κατηγορία τοποθετήθηκαν οι λανθασμένες απαντήσεις, όπου η ερευνήτρια σημείωσε ως λάθος τις περιπτώσεις όπου μία από τις δύο απαντήσεις της ερώτησης 2 για παράδειγμα ήταν εσφαλμένη. Η αναγνώριση αυτών των λανθασμένων απαντήσεων συνέβαλε στην αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών.

Στην τρίτη κατηγορία συγκεντρώνονται οι ερωτήσεις στις οποίες οι μαθητές δεν υπέβαλαν απάντηση, είτε λόγω έλλειψης γνώσης επί του θέματος, είτε λόγω άλλων παραγόντων που μπορεί να τους ανέκυψαν κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Η αδυναμία απάντησης μπορεί να οφείλεται σε αβεβαιότητα ή έλλειψη αυτοπεποίθησης από την πλευρά των μαθητών, ή είναι ένδειξη αδυναμίας κατανόησης, αλλά και προσωπικών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν ορισμένοι μαθητές.

Η δεύτερη μέρα της εκπαιδευτικής διαδικασίας ξεκίνησε με την προετοιμασία των τάμπλετ από την ερευνήτρια, η οποία αντιμετώπισε πρόβλημα με το ίντερνετ του σχολείου. Παρ' όλα αυτά, χρησιμοποίησε τα δικά της δεδομένα από το κινητό της για να διασφαλίσει τη την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων. Για την έναρξη της διδασκαλίας, η ερευνήτρια μοίρασε έντυπα με μια δραστηριότητα από το βιβλίο της Ε΄ δημοτικού. Ζήτησε στη συνέχεια από τους μαθητές να συζητήσουν ανά δύο και να επιλέξουν σε ποια από τα οκτώ κυκλώματα θα ανάψει ο λαμπτήρας. Οι μαθητές συζήτησαν μεταξύ τους και κατέληξαν σε κάποια συμπεράσματα. Η ερευνήτρια τους ζήτησε να μην τα μοιραστούν τις υποθέσεις τους στην τάξη αλλά τους εισήγαγε αμέσως στην πειραματική δραστηριότητα υπογραμμίζοντας ότι θα ελέγξουν τις υποθέσεις τους εκεί.

Ακολούθησε η οργάνωση των μαθητών σε ομάδες, αρχικά σε δύο ίσες ομάδες των 9 ατόμων και κατόπιν σε υποομάδες των τεσσάρων και πέντε ατόμων αντίστοιχα με τυχαίο τρόπο. Ωστόσο, δύο μαθητές από μια ομάδα της πειραματικής ζήτησαν να αλλάξουν ομάδα, δημιουργώντας έτσι τέσσερις ομάδες με διάφορο αριθμό μαθητών. Έτσι η ομάδα ελέγχου αποτελούνταν από 10 μαθητές και μαθήτριες, ενώ η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 8 μαθητές και μαθήτριες. Πριν από την κλήρωση για την πειραματική δραστηριότητα, η ερευνήτρια ρώτησε αν κάποια ομάδα προτιμούσε πραγματικό πείραμα, ενθαρρύνοντας την ενεργή συμμετοχή των μαθητών. Παρόλο που η πλειοψηφία της πρώτης ομάδας επέλεξε το πραγματικό πείραμα, μία μαθήτρια αποχώρησε, δηλώνοντας την αντίθεσή της. Η κλήρωση έγινε ανάμεσα στις τρεις ομάδες, οδηγώντας στον καθορισμό της πειραματικής ομάδας με 8 μαθητές και μαθήτριες και της ομάδας ελέγχου με 9 μαθητές και μαθήτριες.

Η ερευνήτρια αντιμετώπισε με ευελιξία τις αιτήσεις των μαθητών, προσαρμόζοντας τη μέθοδο διδασκαλίας στις ανάγκες τους. Κατάφερε να διαχειριστεί τις διαφορετικές προτιμήσεις και ανάγκες των μαθητών, παρέχοντας ένα ευέλικτο περιβάλλον διδασκαλίας.

Συνεχίζοντας τη διδασκαλία, η ερευνήτρια μοίρασε σε όλες τις ομάδες ένα έντυπο φύλλο εργασίας (βλ. Παράρτημα II), επικεντρώνοντας την προσοχή της στην σημασία της γραπτής καταγραφής των διερευνήσεων από την ομάδα ελέγχου. Ακόμα και στις πειραματικές ομάδες έδωσε τα φύλλα εργασίας στην περίπτωση που δεν υπήρχε ίντερνετ, ενθαρρύνοντάς τους να σχεδιάσουν γραπτώς τα ευρήματά τους.



Στη συνέχεια, προχώρησε στην οργάνωση των πειραματικών ομάδων, καλώντας τις να ορίσουν έναν υπεύθυνο για τα τάμπλετ. Με αυτόν τον τρόπο, διασφάλισε μια ομαλή διαδικασία επικοινωνίας και οργάνωσης εντός κάθε ομάδας, ενισχύοντας τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Κατόπιν, επέλεξε να καθοδηγήσει αυτοπροσώπως τους υπεύθυνους μαθητές σχετικά με τη χρήση των τάμπλετ, ενισχύοντας έτσι την αυτονομία των ομάδων στη διερεύνηση των QR code και τη χρήση του προσφερόμενου λογισμικού.

Η πειραματική δραστηριότητα παρουσίασε προκλήσεις για τους μαθητές, ιδίως για την τρίτη ομάδα που αντιμετώπισε δυσκολίες στη συμπλήρωση των ερωτήσεων του έντυπου φύλλου εργασίας. Παρά τις απλές ερωτήσεις, μόνο τα τρία από τα πέντε μέλη ασχολήθηκαν ενεργά με τη δραστηριότητα, ενώ οι υπόλοιποι ασχολούνταν με άλλες δραστηριότητες.

Κατά τη δημιουργία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, η πρώτη ομάδα που προτίμησε το φυσικό πείραμα επιτέλεσε την εργασία με ευκολία. Ένας μαθητής από αυτήν την ομάδα ξεχώρισε για την καλή του κατανόηση και απάντηση σε όλες τις ερωτήσεις. Ωστόσο, όταν ήρθε η στιγμή να περιγράψουν τη διαδικασία, μόνο αυτός ήξερε να εξηγήσει, προκαλώντας σύγχυση στους συμμαθητές τους. Η δεύτερη ομάδα με πραγματικό πείραμα αντιμετώπισε δυσκολίες, καθώς δύο μαθητές δεν ενδιαφέρονταν για τη δημιουργία και την περιγραφή του κυκλώματος. Αυτό οδήγησε σε ανισορροπία μεταξύ των συμμετεχόντων.

Στις πειραματικές ομάδες, οι μαθητές κατάλαβαν γρήγορα τι έπρεπε να κάνουν. Η ερευνήτρια παρείχε κατευθυντήριες οδηγίες, και οι μαθητές ενθουσιάστηκαν χρησιμοποιώντας τα τάμπλετ και το λογισμικό του PhET Colorado. Δημιούργησαν εύκολα τα δικά τους πειράματα, ενώ απάντησαν σωστά σε ερωτήσεις σχετικές με την κίνηση των ηλεκτρονίων. Στο τέλος της διδακτικής παρέμβασης όλοι οι μαθητές μαζί συμπλήρωσαν και δημιούργησαν το δικό τους συμπέρασμα σχετικά με το τι είναι ένα απλό κύκλωμα και πως φτιάχνεται.

Κατά την παράδοση των τάμπλετ, ο εκπαιδευτικός της τάξης και η ερευνήτρια αντιλήφθηκαν τον ενθουσιασμό των πειραματικών ομάδων. Η ερευνήτρια ρώτησε τους μαθητές για την εμπειρία τους με τα τάμπλετ. Ενώ η πλειοψηφία εξέφρασε θετική στάση, μια ομάδα που δεν κληρώθηκε εξέφρασε απογοήτευση. Τελικά, οι εκπαιδευτικοί αποφάσισαν να προσφέρουν την ευκαιρία στις ομάδες ελέγχου να χρησιμοποιήσουν τα τάμπλετ για εξερεύνηση QR code μετά το πέρας και της δεύτερης πειραματικής δραστηριότητας.

Την επόμενη μέρα, η ερευνήτρια επανατοποθέτησε τους μαθητές στις ίδιες ομάδες όπως την προηγούμενη, με κάποιες αλλαγές στη σύνθεσή τους. Η κοπέλα που αρνήθηκε τη συμμετοχή της την προηγούμενη μέρα επανήλθε στην αρχική της ομάδα, ενώ δύο μαθητές από άλλες ομάδες έλειπαν, επηρεάζοντας τον αριθμό των μελών. Έτσι, η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 7 άτομα, ενώ η ομάδα ελέγχου από 9.

Η ερευνήτρια ξεκίνησε τη διδασκαλία με ένα εισαγωγικό βίντεο από το κανάλι της teacherland. Μετά το πέρας του βίντεο, προχώρησε σε μια ερώτηση που έθεσε στους μαθητές σχετικά με το εσωτερικό των καλωδίων. Οι περισσότεροι δήλωσαν ότι δεν ήξεραν τι περιέχει μέσα το καλώδιο, και τότε η ερευνήτρια χρησιμοποίησε ένα καλώδιο για να εξηγήσει το περίβλημα και το εσωτερικό του, παρουσιάζοντας τα μικρά συρματάκια που περιέχει. Στη συνέχεια, ρώτησε τους μαθητές για το λόγο που πιστεύουν ότι χρειάζεται το

περίβλημα στο καλώδιο και γιατί δεν αφήνουμε τα σύρματα σκέτα σε ένα κύκλωμα. Οι μαθητές άρχισαν να σκέπτονται το ερώτημα, ενώ η ερευνήτρια τους ανέφερε ότι θα έχουν την ευκαιρία να επαληθεύσουν τις υποθέσεις τους στην πειραματική δραστηριότητα που ακολουθεί.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες επέδειξαν βελτιωμένη ταχύτητα στις απαντήσεις τους σε σύγκριση με την προηγούμενη μέρα, καθώς είχαν εξασκηθεί στη διαδικασία. Η εξάσκηση αυτή τους επέτρεψε να εστιάσουν περισσότερο στη δημιουργία πιο περίπλοκων κυκλωμάτων με τους αγωγούς και τους μονωτές που είχαν στη διάθεσή τους από την ομάδα ελέγχου. Αυτός ο πειραματισμός αποτέλεσε μια ευκαιρία για δημιουργική έκφραση και περαιτέρω εμβάθυνση στο θέμα των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Όσον αφορά την πειραματική ομάδα, η εκπαιδευτικός, παρέχοντας τα QR code της δεύτερης πειραματικής δραστηριότητας, οργάνωσε την ομάδα των 5 μαθητών ώστε να χρησιμοποιήσουν δύο τάμπλετ. Το ένα θα αξιοποιηθεί για το διαδραστικό φύλλο εργασίας, ενώ το δεύτερο τάμπλετ θα χρησιμοποιηθεί για τη σάρωση των αντικειμένων που απαιτούνται για το πείραμα. Τα επιπλέον έντυπα που περιλάμβαναν τα qr code των διαφόρων αντικειμένων που χρησιμοποιήσαν οι μαθητές, τους βοήθησε να κατανοήσουν πώς να διακρίνουν αν ένα αντικείμενο λειτουργεί ως μονωτής ή αγωγός, προσθέτοντας ένα επίπεδο κατανόησης στο θέμα της ηλεκτρισμού.

Η ερευνήτρια με την προτροπή της, ενθάρρυνε τους μαθητές να εξερευνήσουν περαιτέρω τα απτά υλικά και να δημιουργήσουν πιο σύνθετα κυκλώματα. Αυτή η διαδικασία ενθαρρύνει τη δημιουργικότητα και την εξέλιξη των μαθητών στο πεδίο των επιστημών.

Ο πειραματισμός αποδείχθηκε επιτυχημένος για τις δύο ομάδες μαθητών, τόσο της ελέγχου όσο και της πειραματικής. Η δεύτερη πειραματική δραστηριότητα αντιμετωπίστηκε με ιδιαίτερο ενδιαφέρον από τους μαθητές, καθώς τους παρείχε την ευκαιρία να εξερευνήσουν περαιτέρω το θέμα και να αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση. Η θετική τους ανταπόκριση οδήγησε σε μια απρόσμενη αίτηση: να επιτραπεί η συνέχιση του πειραματισμού και την επόμενη ώρα.

Οι μαθητές, ενθουσιασμένοι από την εμπειρία τους, ζήτησαν από την εκπαιδευτικό να τους παραχωρήσει επιπλέον χρόνο στην επόμενη διδακτική ώρα, προκειμένου να συνεχίσουν τον πειραματισμό και να συγκεντρώσουν επιπλέον δεδομένα. Έτσι, η διάρκεια της δεύτερης πειραματικής διδασκαλίας διήρκησε δύο διδακτικές ώρες συνολικά, αυξάνοντας τον χρόνο που αφιέρωσαν στην εκμάθηση του θέματος κατά 45 λεπτά, σε σύγκριση με την πρώτη πειραματική δραστηριότητα που κράτησε μόνο μία διδακτική ώρα.

Μετά την ολοκλήρωση του δεύτερου φύλλου εργασίας (βλ. Παράρτημα II) και την πραγματοποίηση του πειράματος από όλες τις ομάδες, παρέμενε λίγος χρόνος πριν το τέλος της διδασκαλίας. Εκείνη τη στιγμή, οι μαθητές πρότειναν στην εκπαιδευτικό να αλλάξουν ρόλους και να επαναλάβουν το πείραμα, με τις ομάδες που διέθεταν τα τάμπλετ να χρησιμοποιούν τα απτά αντικείμενα και αντίστροφα. Αυτή η αίτηση αντανάκλασε τον ενθουσιασμό τους για το πείραμα και τη διασκεδαστική προσέγγιση στην εκμάθηση.

Η ερευνήτρια, παρατηρώντας το ενδιαφέρον όλων των ομάδων, συμφώνησε με το αίτημα των μαθητών. Έτσι, οι ομάδες αντάλλαξαν ρόλους, με την ομάδα ελέγχου να χρησιμοποιεί τα τάμπλετ και την πειραματική ομάδα να πραγματοποιεί το πείραμα χρησιμοποιώντας

καλώδιο, μπαταρία, λαμπτήρα και άλλα αντικείμενα. Η ανταλλαγή αυτή έδωσε στους μαθητές την ευκαιρία να βιώσουν τη διαφορετική προσέγγιση και να εμβαθύνουν στην κατανόηση του πειράματος.

Η ενθουσιώδης ανταπόκριση όλων των ομάδων, που ξαναδοκίμασαν το πείραμα από διαφορετική οπτική γωνία, αποδεικνύει τη δύναμη της διαδραστικής μάθησης και της προσαρμοστικότητας στη διαδικασία εκπαίδευσης.

Μετά την εναλλαγή των ρόλων και το πείραμα με τον διαφορετικό τρόπο, η ερευνήτρια προχώρησε στον εμπλουτισμό της διδασκαλίας με μερικές ερωτήσεις που είχαν ως στόχο την εμπέδωση των γνώσεων. Οι μαθητές και οι μαθήτριες ανταποκρίθηκαν με ιδιαίτερη αυτοπεποίθηση, αποδεικνύοντας την κατανόηση που απέκτησαν μέσα από τη διαδραστική εμπειρία του πειράματος.

Με αυτόν τον τρόπο, η διδασκαλία έλαβε έναν επίλογο που ενίσχυσε τη συνολική κατανόηση των μαθητών, προσφέροντας τους τη δυνατότητα όχι μόνο να πειραματιστούν με τα υλικά αλλά και να ενσωματώσουν τις γνώσεις τους με βάση την αλληλεπίδραση με το πείραμα. Η επιτυχημένη απάντηση των μαθητών αναδεικνύει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας που στηρίζεται σε πρακτικές εφαρμογές και διαδραστικές μεθόδους.

Την επομένη μέρα, η ερευνήτρια μοίρασε το αρχικό ερωτηματολόγιο στους μαθητές. Η συμπλήρωση αυτού του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε σε μικρότερο χρονικό διάστημα σε σύγκριση με το αρχικό. Στο τέλος, η ερευνήτρια κάλεσε τους μαθητές να καταθέσουν οποιαδήποτε σχόλια ή παρατηρήσεις σχετικά με τις εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που εφαρμόστηκαν. Οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα να εκφράσουν τις απόψεις τους για τις διδακτικές προσεγγίσεις μέσω των σχολίων ή των παρατηρήσεων που κατέγραψαν.

## ΜΕΡΟΣ ΙΙΙ: Αποτελέσματα

### 3.1. Αποτελέσματα – παρατηρήσεις

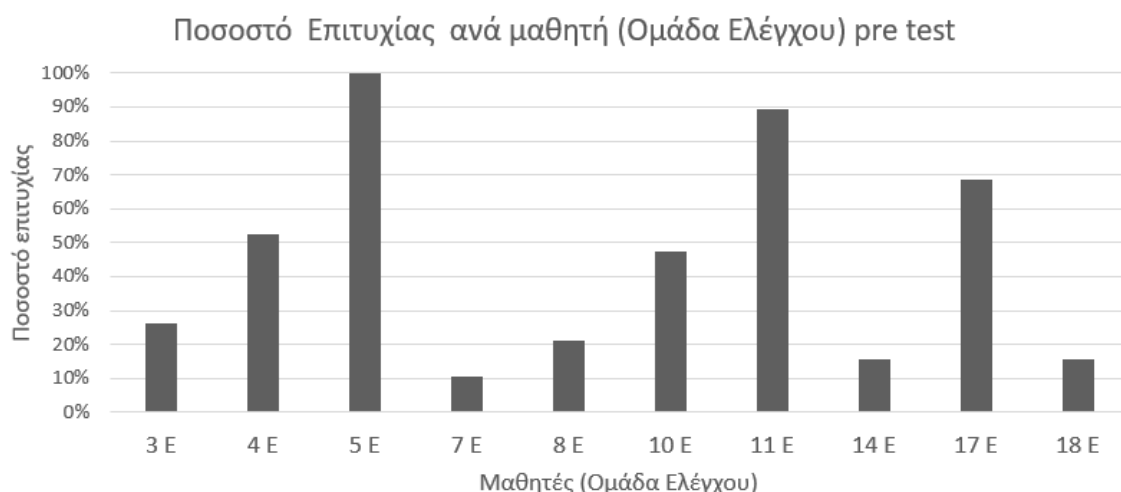
Αφού ολοκληρώθηκε η διδακτική παρέμβαση, η ερευνήτρια συνέχισε να συλλέγει και να επεξεργάζεται τα δεδομένα που προέκυψαν από τα ερωτηματολόγια πριν και μετά τη διδασκαλία. Αρχικά, επεξεργάστηκε τα δεδομένα που πήρε από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου και στη συνέχεια επεξεργάστηκε τα δεδομένα που πήρε από τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Ανέλυσε τα δεδομένα χρησιμοποιώντας το ποσοστό επιτυχίας ανά μαθητή στο pre-test. Από αυτό, υπολογίστηκε το μέσο ποσοστό επιτυχίας για κάθε ομάδα (πειραματική ομάδα και ομάδα ελέγχου) για να αναδειχθούν οι διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών.

Η περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων έδειξε ότι παρόλο που υπήρχαν διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών μεταξύ των δύο ομάδων, το μέσο ποσοστό επιτυχίας και αποτυχίας ήταν σχεδόν ταυτόσημο. Και στις δύο ομάδες, υπήρχε μικρός αριθμός μαθητών που πέτυχαν καλά αποτελέσματα, μεγάλος αριθμός μαθητών που πέτυχαν μέτρια αποτελέσματα και επίσης μεγάλος αριθμός μαθητών που δυσκολεύτηκαν να απαντήσουν στις περισσότερες ερωτήσεις, γεγονός που δείχνει ότι οι μαθητές είχαν διαφορετικά επίπεδα κατανόησης.

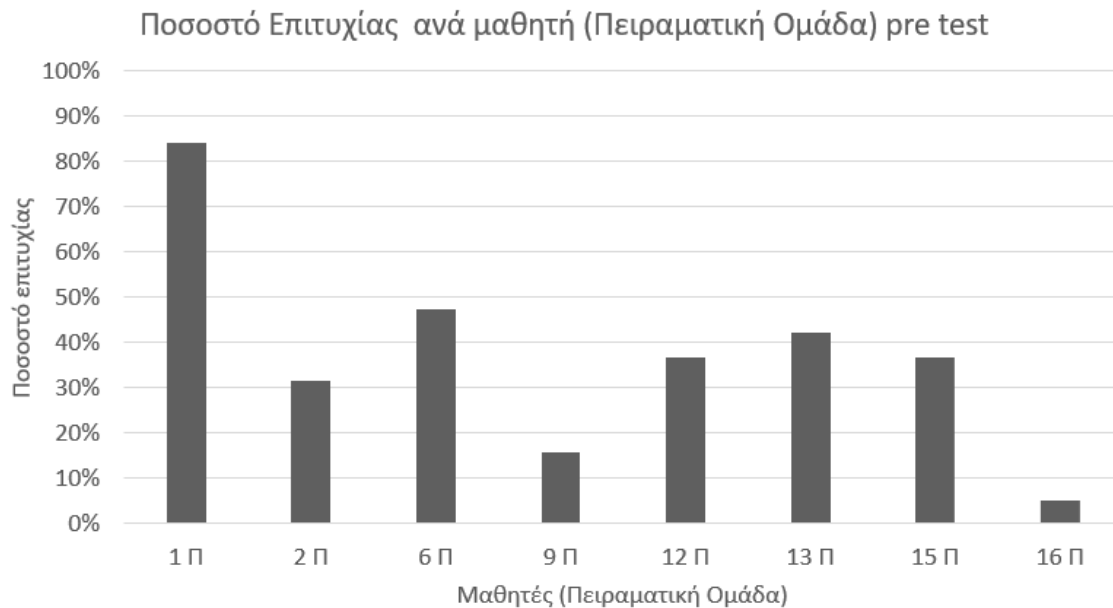
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του προ-τεστ της ομάδας ελέγχου έδειξε μια διαφοροποίηση στις επιδόσεις των μαθητών και παρείχε ενδιαφέρουσες πληροφορίες σχετικά με την κατανόηση του ηλεκτρισμού από τους μαθητές. Συγκεκριμένα, ο μαθητής 5 είχε εξαιρετική απόδοση, απαντώντας σωστά σε όλες τις ερωτήσεις του τεστ και η ακρίβεια των απαντήσεών του ήταν εξαιρετική.

Επιπλέον, οι μαθητές 11, 17 και 4 παρουσίασαν επίσης υψηλά ποσοστά επιτυχίας, γεγονός που αντανακλά την καλή κατανόηση των θεμάτων διδασκαλίας. Ωστόσο, ορισμένοι μαθητές είχαν δυσκολίες στην κατανόηση της ύλης. Συγκεκριμένα, οι μαθητές 3, 8, 10, 14 και 18 δεν πέτυχαν πάνω από το 50% του βαθμού επιτυχίας.

Ειδικότερα, το ποσοστό επιτυχίας για τους μαθητές 3, 8, 10, 14 και 18 ήταν μόνο 11%. Αυτό μπορεί να υποδηλώνει σημαντικές αδυναμίες και δυσκολίες των μαθητών.



Γράφημα 1. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών της Ομάδας ελέγχου στο pre test



Γράφημα 2. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών της Πειραματικής ομάδας στο pre test

Η ανάλυση των δεδομένων από την πειραματική ομάδα pre test δείχνει μια αξιοσημείωτη ποικιλομορφία στις επιδόσεις των μαθητών, η οποία είναι σημαντική για την κατανόηση των διαφόρων ατομικών και συλλογικών παραμέτρων που επηρεάζουν την εκπαιδευτική διαδικασία.

Ειδικότερα, ξεχώρισε η επίδοση του μαθητή 1, του μοναδικού μαθητή που κατέγραψε ποσοστό επιτυχίας άνω του 50%. Ωστόσο, οι επιδόσεις των άλλων μαθητών ήταν χαμηλές. Συγκεκριμένα, οι μαθητές 2, 6, 9, 12, 13 και 15 είχαν ποσοστά επιτυχίας κάτω του 50%. Αυτό υποδηλώνει ότι υπάρχουν αδυναμίες στις μεθόδους διδασκαλίας και υποστήριξης ή ότι πρέπει να γίνουν βελτιώσεις. Τέλος, προκαλεί ιδιαίτερη ανησυχία το γεγονός ότι το ποσοστό επιτυχίας του μαθητή 16 ήταν κάτω από 10%.

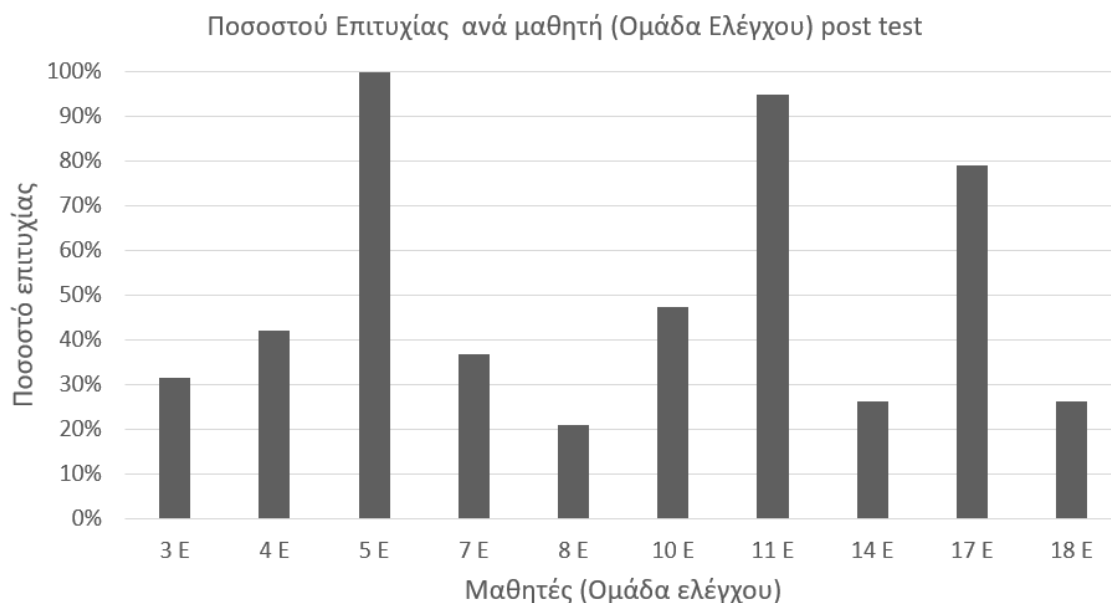
ΜΑΘΗΤΕΣ	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ	ΚΑΜΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ
3 Ε	5	7	7
4 Ε	10	2	7
5 Ε	19	0	0
7 Ε	2	6	11
8 Ε	4	4	11
10 Ε	9	5	5

<b>11 Ε</b>	17	2	0
<b>14 Ε</b>	3	1	15
<b>17 Ε</b>	13	5	1
<b>18 Ε</b>	3	4	12

Πίνακας 9 . Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο pre test

<b>ΜΑΘΗΤΕΣ</b>	<b>ΣΩΣΤΟ</b>	<b>ΛΑΘΟΣ</b>	<b>ΚΑΜΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ</b>
<b>1 Π</b>	16	0	0
<b>2 Π</b>	6	5	8
<b>6 Π</b>	9	2	8
<b>9 Π</b>	3	6	10
<b>12 Π</b>	7	8	4
<b>13 Π</b>	8	3	8
<b>15 Π</b>	7	8	4
<b>16 Π</b>	1	5	13

Πίνακας 10. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Πειραματικής Ομάδας στο pre test

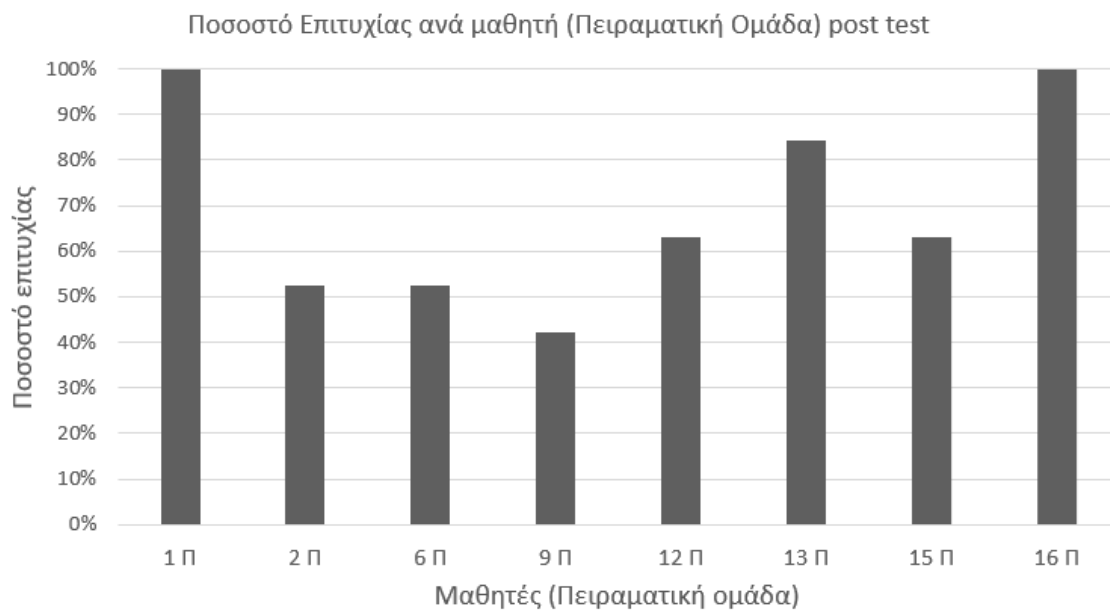


Γράφημα 3. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο post test



Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του post-test της ομάδας ελέγχου έδειξε σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των μαθητών και ανέδειξε τις ατομικές και συλλογικές δεξιότητες και γνώσεις που αποκτήθηκαν μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Ειδικότερα, ο μαθητής 5 επανέλαβε την ακρίβεια των επιδόσεών του απαντώντας σωστά σε όλες τις ερωτήσεις του τεστ- οι μαθητές 11 και 17 επέδειξαν επίσης υψηλό επίπεδο κατανόησης και παρουσίασαν σημαντική επιτυχία στις απαντήσεις τους. Από την άλλη πλευρά, οι μαθητές 3, 4, 7, 10, 14 και 18 έπεσαν κάτω από το ποσοστό επιτυχίας 50% και αντιμετώπισαν δυσκολίες. Αυτό υποδηλώνει αδυναμία αυτών των μαθητών ή την ανάγκη για περαιτέρω διδακτικές προσαρμογές. Τέλος, ο μαθητής 8 πέτυχε ποσοστό επιτυχίας 21%.



Γράφημα 4. Ποσοστό επιτυχίας μαθητών και μαθητριών της Πειραματικής Ομάδας στο post test

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων του post-test των πειραματικών ομάδων δείχνει σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, γεγονός που αντανακλά την αποτελεσματικότητα της παιδαγωγικής προσέγγισης.

Ειδικότερα, οι μαθητές 1 και 16 επέδειξαν εξαιρετική κατανόηση, απαντώντας σωστά σε όλες τις ερωτήσεις και επιτυγχάνοντας απόλυτο ποσοστό επιτυχίας 100%. Οι μαθητές 2, 6, 12, 13 και 15 ήταν σε ακόμη υψηλότερο επίπεδο με ποσοστά επιτυχίας άνω του 50%. Αντίθετα, ο μόνος μαθητής που δεν ξεπέρασε το 50% ήταν ο μαθητής 9 με ποσοστό επιτυχίας 42%.

<b>ΜΑΘΗΤΕΣ</b>	<b>ΣΩΣΤΟ</b>	<b>ΛΑΘΟΣ</b>	<b>ΚΑΜΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ</b>
<b>3 Ε</b>	6	6	7
<b>4 Ε</b>	8	0	11
<b>5 Ε</b>	19	0	0
<b>7 Ε</b>	7	6	6
<b>8 Ε</b>	4	4	11
<b>10 Ε</b>	9	6	4
<b>11 Ε</b>	18	0	1
<b>14 Ε</b>	5	1	13
<b>17 Ε</b>	15	4	0
<b>18 Ε</b>	5	3	11

Πίνακας 11. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της Ομάδας Ελέγχου στο post test

<b>ΜΑΘΗΤΕΣ</b>	<b>ΣΩΣΤΟ</b>	<b>ΛΑΘΟΣ</b>	<b>ΚΑΜΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΗ</b>
<b>1 Π</b>	19	0	0
<b>2 Π</b>	10	3	5
<b>6 Π</b>	10	2	7
<b>9 Π</b>	8	5	6
<b>12 Π</b>	12	4	3
<b>13 Π</b>	16	2	1
<b>15 Π</b>	12	5	2
<b>16 Π</b>	19	0	0

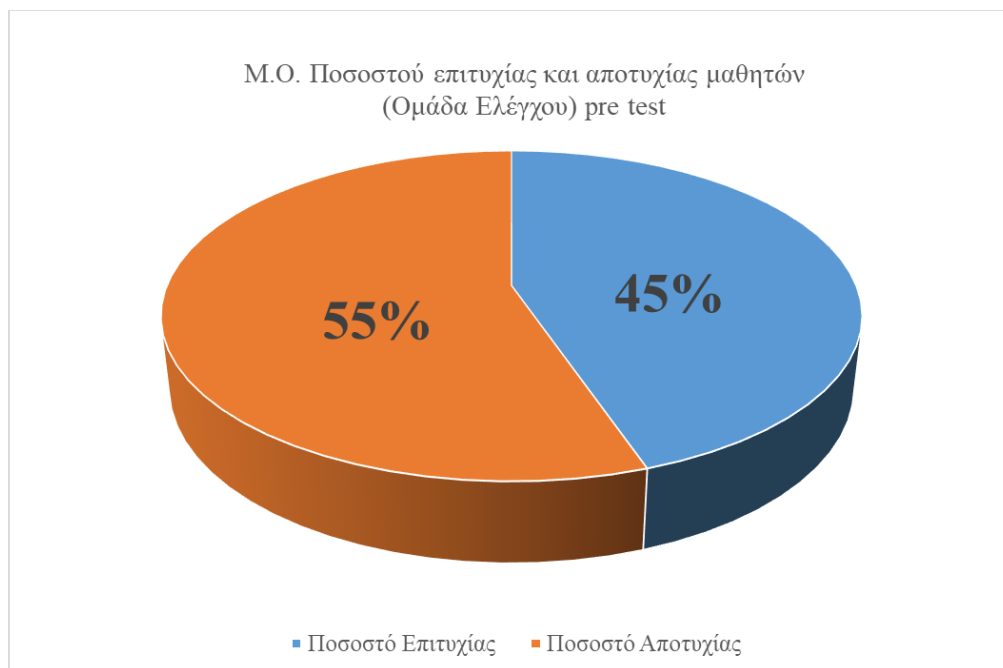
Πίνακας 12. Απαντήσεις μαθητών και μαθητριών της πειραματικής ομάδας στο post test

## ΜΕΡΟΣ IV: Συμπεράσματα

Η έρευνα οδηγεί σε ενδιαφέροντα συμπεράσματα. Πρώτον, η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) φαίνεται να έχει θετική επίδραση στις επιδόσεις της πειραματικής ομάδας στο μάθημα του ηλεκτρισμού. Η αύξηση των σωστών απαντήσεων και η μείωση των λανθασμένων απαντήσεων υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα της AR στη βελτίωση της κατανόησης της ύλης από τους μαθητές.

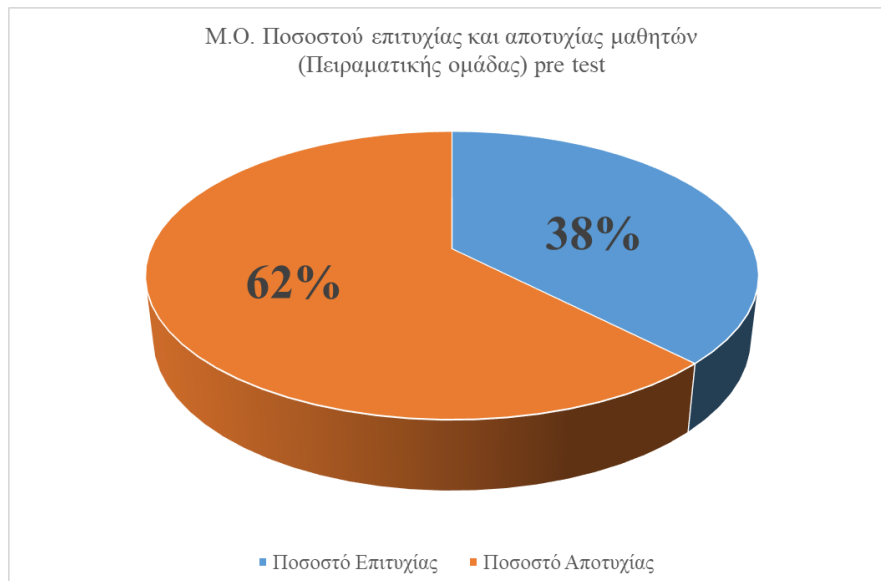
Τα αποτελέσματα του post-test έδειξαν επίσης σημαντική βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών σε σύγκριση με το pre-test. Η αυξημένη αυτοπεποίθηση και ετοιμότητα των μαθητών οδήγησε σε αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων, γεγονός που υποδηλώνει ότι η εκπαιδευτική διαδικασία συνέβαλε στην ανάπτυξη των γνώσεων των μαθητών και στην απόκτηση νέων δεξιοτήτων.

Γράφημα 5. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Ομάδα Ελέγχου ) στο pre test



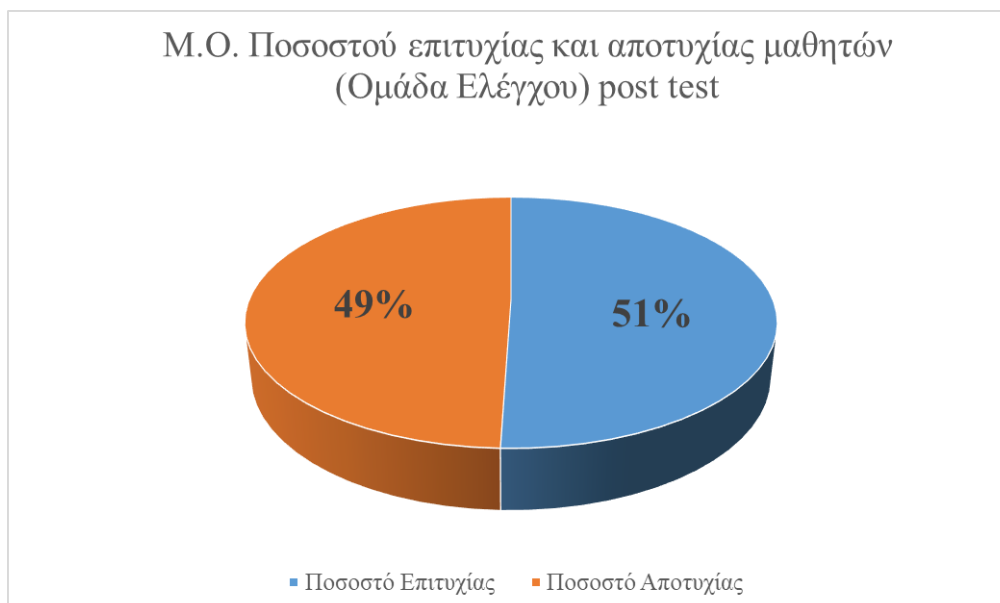
Ειδικότερα, αναλύοντας τα γραφήματα 5 και 6, φαίνεται ότι ενώ το ποσοστό επιτυχίας των 10 μαθητών της ομάδας ελέγχου ήταν 45% στο pre-test, το ποσοστό αποτυχίας έφτασε το 55%. Όταν τα αποτελέσματα αυτά συγκρίνονται με την πειραματική ομάδα που αποτελείται από οκτώ μαθητές, διαπιστώνεται ότι το ποσοστό επιτυχίας είναι μόνο 38% και το ποσοστό αποτυχίας 62%. Η σύγκριση αυτή, λαμβάνοντας υπόψη το μικρό μέγεθος του δείγματος, δεν δείχνει σημαντική διαφορά στα ποσοστά επίδοσης των δύο ομάδων.

Γράφημα 6. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Πειραματικής Ομάδας ) στο pre test



Από τα συλλεχθέντα δεδομένα του post-test που συγκεντρώθηκαν, παρατηρείται ότι η απόδοση της πειραματικής ομάδας είναι μεγαλύτερη από την απόδοση της ομάδας ελέγχου. Λεπτομερέστερα, στο γράφημα 7, το ποσοστό επιτυχίας των μαθητών της ομάδας ελέγχου είναι μόλις 51%, ενώ το ποσοστό αποτυχίας ανέρχεται στο 49%. Αντίθετα, το ποσοστό επιτυχίας της πειραματικής ομάδας, όπως παρουσιάζεται στο γράφημα 8, ανέρχεται στο 70%, ενώ το ποσοστό αποτυχίας είναι μόνο 30%.

Γράφημα 7. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών (Ομάδα Ελέγχου ) στο post test



Γράφημα 8. Μέσος όρος ποσοστού επιτυχίας και αποτυχίας μαθητών ( Πειραματικής Ομάδας ) στο post test



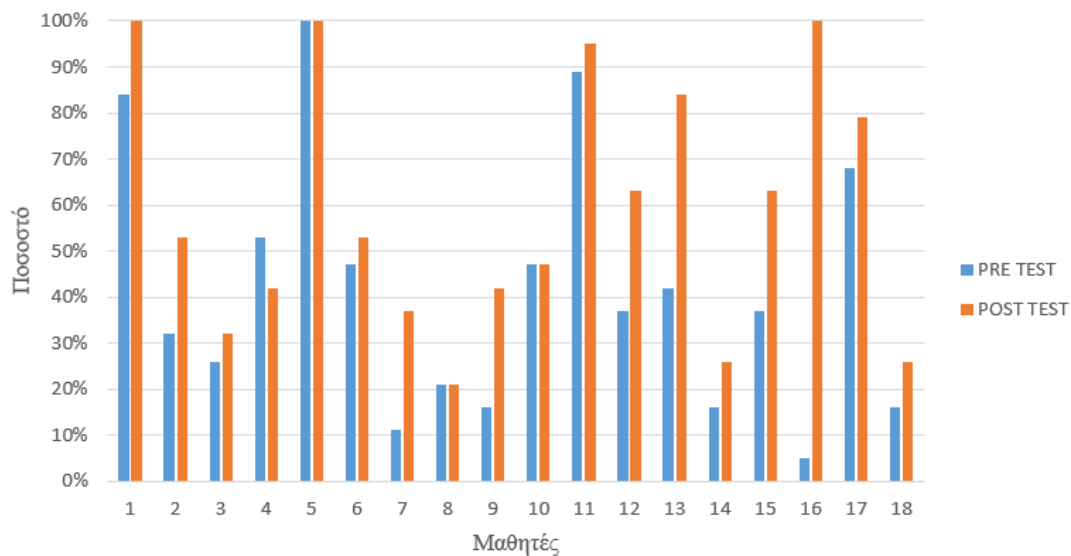
Η σύγκριση αποκαλύπτει ότι, παρά τον μικρό αριθμό μαθητών στην πειραματική ομάδα, υπάρχει σημαντική βελτίωση των επιδόσεων της πειραματικής ομάδας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι η παρέμβαση είχε θετικό αντίκτυπο στη μάθηση και την κατανόηση του θέματος από την πειραματική ομάδα.

Η ανάλυση των λανθασμένων απαντήσεων απαιτεί προσεκτική εξέταση για τον εντοπισμό των αιτιών τους. Τονίζεται ότι η διαδικασία αυτή είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτίωση της διδασκαλίας, καθώς μπορεί να αποκαλύψει πιθανά κενά και προβλήματα που επηρεάζουν την κατανόηση των μαθητών. Η προσαρμογή των διδακτικών πρακτικών για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων αποτελεί σημαντικό βήμα για τη διασφάλιση της συνεχούς επιτυχίας της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Επιπλέον, η σύγκριση των αποτελεσμάτων του αρχικού και του τελικού ερωτηματολογίου δείχνει ότι οι γνώσεις των μαθητών έχουν προοδεύσει και αυξηθεί σημαντικά. Η μείωση του αριθμού των αναπάντητων ερωτήσεων και η αύξηση της εμπιστοσύνης στις απαντήσεις δείχνουν επίσης ότι οι μαθητές ανταποκρίνονται θετικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

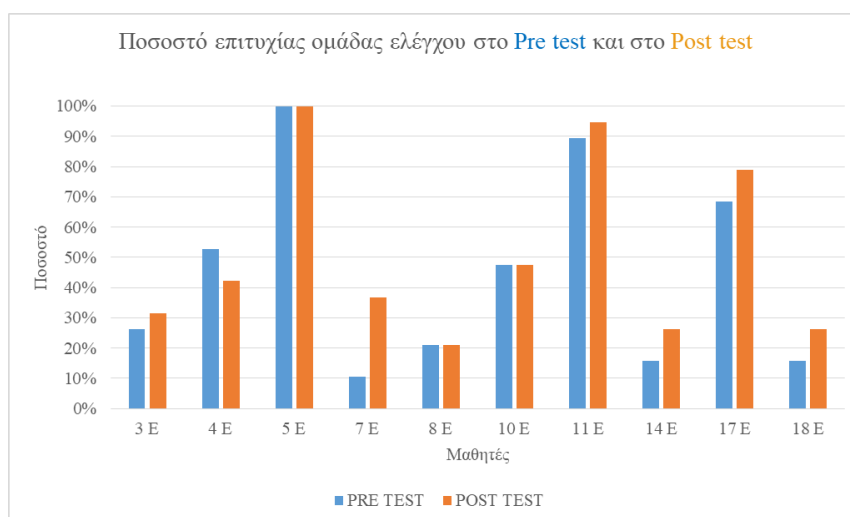
Ωστόσο, όπως φαίνεται στο συνοπτικό γράφημα 9, η περιορισμένη βελτίωση στην ομάδα ελέγχου υποδηλώνει ότι η διδασκαλία χωρίς τεχνολογικό υλικό εκπαίδευση από μόνη της δεν αρκεί για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης. Η πρόσθετη αλληλεπίδραση που παρέχει η επαυξημένη πραγματικότητα φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση και εφαρμογή των μαθηματικών εννοιών. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της χρήσης καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διευκόλυνση της μάθησης και της κατανόησης φυσικών φαινομένων όπως ο ηλεκτρισμός.

### Ποσοστό επιτυχίας μαθητών Pre test και Post test



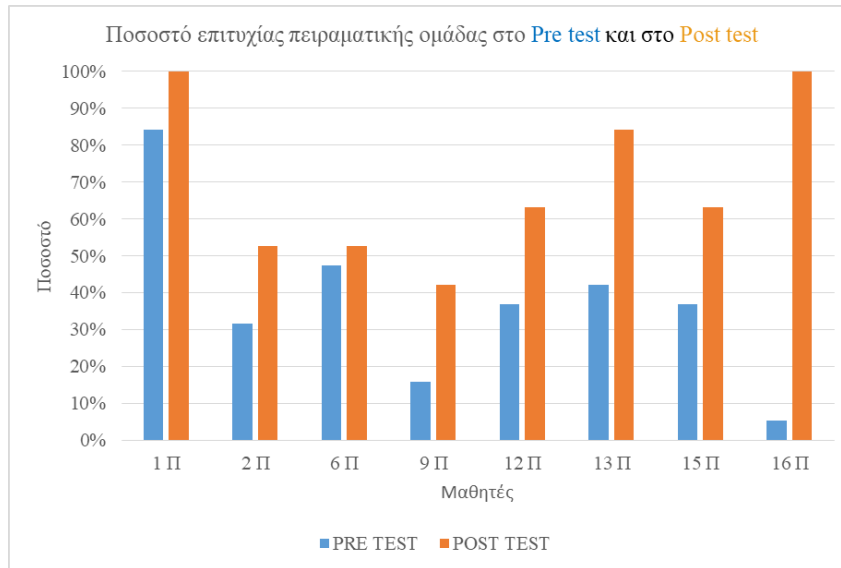
Γράφημα 9. Συγκεντρωτικό γράφημα ποσοστού επιτυχίας των μαθητών στο pre test και post test

Τέλος, με βάση το γράφημα 9, μπορούν να αναλυθούν οι επιδόσεις των μαθητών στα δύο ίδια ερωτηματολόγια. Είναι ενδιαφέρον ότι επτά από τους 18 μαθητές παρουσίασαν θετική πρόοδο και πέτυχαν ποσοστό επιτυχίας άνω του 20% στο post-test. Ομοίως, οι άλλοι επτά μαθητές σημείωσαν βαθμολογία κάτω του 20%, γεγονός που υποδηλώνει πιθανές δυσκολίες στην κατανόηση του υλικού. Παρατηρήθηκε επίσης ότι ορισμένοι μαθητές διατήρησαν σταθερά τα ποσοστά επιτυχίας τους, ενώ άλλοι παρουσίασαν μείωση των ποσοστών επιτυχίας τους σε σύγκριση με το pre-test, όπως φαίνεται ξεκάθαρα στα γραφήματα 10 και 11.



Γράφημα 10. Ποσοστό επιτυχίας της ομάδας ελέγχου στο pre test και στο post test





Γράφημα 11. Ποσοστό επιτυχίας της πειραματικής ομάδας στο pre test και στο post test

#### 4.1. Σύνοψη Συμπερασμάτων

Η έρευνα εξέτασε τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (AR) στη διδασκαλία του ηλεκτρισμού. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποκάλυψε ότι η πειραματική ομάδα εμφάνισε σημαντική βελτίωση των επιδόσεών της, ενώ η ομάδα ελέγχου παρουσίασε περιορισμένη πρόοδο. Η σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο ομάδων αποδεικνύει ότι η AR συμβάλλει στην απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων, υπογραμμίζοντας τη σημασία των καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας επισημαίνουν όχι μόνο την αποτελεσματικότητα της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία, αλλά και την ανάγκη για προσεκτική ανάλυση των δεδομένων για τη συνεχή βελτίωση της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η προσαρμογή των διδακτικών πρακτικών βασισμένη στην ανάλυση των αποτελεσμάτων μπορεί να βελτιώσει την κατανόηση των μαθητών. Συνολικά, η έρευνα υποστηρίζει την ιδέα ότι η χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα, μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης και της κατανόησης περίπλοκων θεμάτων.

#### 4.2. Συμβολή Διατριβής - Σύγκριση παρούσας έρευνας με προηγούμενες έρευνες

Το πρώτο άρθρο με τίτλο "Exploratory Study on Collaborative Interaction through the Use of Augmented Reality in Science Learning" καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) μπορεί να στηρίξει αποτελεσματικά τη διαδικασία της συνεργατικής μάθησης. Η ικανότητα της AR να συνδυάζει τη φυσική και εικονική διεπαφή αντικειμένων δημιουργεί ένα ευχάριστο και ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον. Η έρευνα δείχνει ότι οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά μεταξύ τους και

με το σύστημα, παρέχοντας έτσι υποστήριξη στην ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων. Παράλληλα, επισημαίνεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα για την εξερεύνηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών της τεχνολογίας AR πριν από την ενσωμάτωσή της στο επίσημο μαθησιακό πλαίσιο.

Στο δεύτερο άρθρο με τίτλο "Augmented Reality Electric Circuit Experiment", ο συγγραφέας υπογραμμίζει την σημασία της εικονικής και επαυξημένης πραγματικότητας στην εκπαίδευση, ιδίως στον τομέα της διδασκαλίας των επιστημών. Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την πραγματοποίηση πειραματικών παρατηρήσεων και προσομοιώσεων χωρίς την ανάγκη για ακριβό εξοπλισμό. Το άρθρο παρουσιάζει ένα μοντέλο ηλεκτρικού κυκλώματος χρησιμοποιώντας αυτές τις τεχνολογίες, προσφέροντας στους μαθητές μια οπτική αναπαράσταση της κίνησης των ηλεκτρονίων και της λειτουργίας του ηλεκτρισμού.

Το συμπέρασμα είναι ότι αυτές οι τεχνολογίες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες στον εκπαιδευτικό τομέα, επιτρέποντας την προσέγγιση των επιστημονικών θεμάτων με πιο αποτελεσματικό και προσιτό τρόπο. Επιπλέον, η προσομοίωση του ηλεκτρικού κυκλώματος που δημιουργήθηκε με αυτήν την τεχνολογία βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τον ηλεκτρισμό με οικονομικό και αποδοτικό τρόπο, χωρίς την ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό.

Το τρίτο άρθρο με τίτλο "Augmented Kirchhoff's Laws: Using AR and smartglasses to enhance conceptual electrical experiments for high school students" καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η χρήση ολοκληρωμένου κιτ εργαλείων, συμπεριλαμβανομένων των έξυπνων γυαλιών, αισθητήρων, RFID αναγνώστων και συστημάτων αναγνώρισης καλωδίων, μπορεί να αποτελέσει ένα βοηθητικό σύστημα για διερευνητικές ρυθμίσεις εκμάθησης στον τομέα του ηλεκτρισμού. Μέσω αυτής της τεχνολογικής προσέγγισης, οι μαθητές μπορούν να επιτυγχάνουν ποσοτική και ποιοτική ανάλυση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων, ενώ ταυτόχρονα ενθαρρύνονται να εξερευνήσουν και να κατανοήσουν τα φυσικά φαινόμενα. Επιπλέον, η χρήση συστημάτων AR και RFID επιτρέπει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών, ενώ ταυτόχρονα διευκολύνει τη διόρθωση λαθών και την καθοδήγησή τους σε περίπλοκα κυκλώματα. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει ένα εκπαιδευτικό εργαλείο για την αντιμετώπιση κοινών παρανοήσεων σχετικά με τον ηλεκτρισμό.

Το συμπέρασμα του τέταρτου άρθρου με τίτλο "Using augmented reality to teach fifth grade students about electrical circuits" είναι ότι η χρήση της τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) στη μάθηση μπορεί να επηρεαστεί από τη μέθοδο μελέτης που χρησιμοποιείται. Η αμεσότητα και η εμπάθунση στη μάθηση αυξάνονται μέσω των συσχετίσεων και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαθητών, εικονικών αντικειμένων και πραγματικών αντικειμένων. Ωστόσο, η μέθοδος μελέτης επηρεάζει τη στάση των μαθητών έναντι της AR.

Οι μαθητές που συμμετείχαν σε ομαδική μελέτη αντιμετώπισαν συγκρούσεις μέσα στην ομάδα τους, ενώ εκείνοι που επέλεξαν την ατομική μελέτη δεν αντιμετώπισαν προβλήματα συγκρούσεων και είχαν την ελευθερία να αλληλεπιδράσουν με την τεχνολογία χωρίς περιορισμούς. Επομένως, η μέθοδος μελέτης μπορεί να επηρεάσει την αποδοχή και την αποτελεσματικότητα της AR στο εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Οι συγγραφείς του άρθρου "How augmented reality enhances typical classroom experiments examples of electricity" καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση της λειτουργίας Augmented Reality (AR) στο GeoGebra 3D αποτελεί ισχυρό εκπαιδευτικό εργαλείο. Με αυτήν την τεχνολογία, οι μαθητές μπορούν όχι μόνο να κατασκευάζουν μοντέλα αποτελεσματικά, αλλά και να τα εξελίσσουν σε δυναμικά μοντέλα. Η δυνατότητα ενσωμάτωσης εικονικών αντικειμένων στον πραγματικό χώρο μέσω της AR επιτρέπει στους μαθητές να αντιλαμβάνονται και να μελετούν επιστημονικά φαινόμενα με έναν πιο συναρπαστικό και εμπλουτισμένο τρόπο. Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι αυτή η προσέγγιση μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση και το ενδιαφέρον των μαθητών για τα επιστημονικά θέματα.

Στο έκτο άρθρο, το οποίο έχει τίτλο "Developing Physics Experiments Using Augmented Reality Game-Based Learning Approach A Pilot Study in Primary School" και πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα, οι συγγραφείς του καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η προτεινόμενη εφαρμογή ARGBL για πειράματα φυσικής στο δημοτικό σχολείο είναι αποτελεσματική. Τόσο οι μαθητές όσο και οι εκπαιδευτικοί έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση του συστήματος, επισημαίνοντας τη χρησιμότητα του στην εκπαιδευτική διαδικασία και την αύξηση του ενδιαφέροντος και των κινήτρων μάθησης των μαθητών στο μάθημα της φυσικής. Επιπλέον, υπογραμμίζεται η ανάγκη για περαιτέρω δοκιμές και δομημένα πειράματα με τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών, προκειμένου να βελτιωθεί η εφαρμογή και να ενσωματωθεί αποτελεσματικά στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Το τελευταίο άρθρο με τίτλο "Experiments for students with built-in theory 'PUMA Spannungslabor' an augmented reality app for studying electricity" συμπεραίνει ότι η εφαρμογή "PUMA: Spannungslabor" αποτελεί ένα χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο που επιτρέπει τη διδασκαλία της βασικής θεωρίας του ηλεκτρισμού στο σχολείο. Με τη χρήση αυτής της εφαρμογής, οι μαθητές μπορούν να πραγματοποιούν πειραματικές παρατηρήσεις και να εξηγούν τις έννοιες του ηλεκτρισμού, ενώ οι δάσκαλοι μπορούν να αντιμετωπίσουν την εγκυρότητα και την οπτικοποίηση των θεωρητικών αναλογιών.

Η κύρια συμβολή της διπλωματικής εργασίας είναι η ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία των εννοιών του ηλεκτρισμού, η οποία αναδεικνύει μια καινοτόμο προσέγγιση που ενισχύει σημαντικά την κατανόηση των μαθητών. Ανταποκρίνεται στην ανάγκη προσαρμογής της εκπαίδευσης στις τεχνολογικές εξελίξεις, αφού η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας με την τεχνική των qr code δίνει την δυνατότητα στους μαθητές με άμεσο τρόπο να συνδέουν το πραγματικό περιβάλλον με το ψηφιακό. Η αναγνώριση των επιστημονικών φαινομένων μέσα από την AR δημιουργεί ένα συναρπαστικό περιβάλλον μάθησης, καθιστώντας την εκπαίδευση πιο ενδιαφέρουσα και εμπλουτισμένη.

Επιπλέον, η συμμετοχή των μαθητών ενισχύεται σημαντικά με τη χρήση αυτής της τεχνολογίας, ξεπερνώντας τα πλαίσια της κλασικής δασκαλοκεντρικής προσέγγισης. Η δυνατότητα διερεύνησης και μελέτης του ηλεκτρισμού από τους ίδιους τους μαθητές ενεργοποιεί το εκπαιδευτικό διαδραστικό περιβάλλον, ενθαρρύνοντας την επιμόρφωση μέσα από την ανακάλυψη και την πρακτική εφαρμογή. Η προσομοίωση ηλεκτρικών κυκλωμάτων μέσω AR, που διαμορφώνεται από αυτήν την τεχνολογία, παρέχει στους μαθητές μια οικονομική και αποδοτική λύση για την κατανόηση του ηλεκτρισμού, χωρίς την ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό. Αυτή η προσέγγιση ανοίγει νέους ορίζοντες στην

εκπαιδευτική διαδικασία, δίνοντας έμφαση στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών και στην πρακτική εφαρμογή των εννοιών τους.

## ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΕΡΕΥΝΑΣ

Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας προέκυψαν ορισμένοι περιορισμοί που επηρέασαν την πληρότητα και την αντιπροσωπευτικότητα της έρευνας. Πρώτον, η ομάδα ελέγχου και η πειραματική ομάδα δεν είχαν ίσο αριθμό μαθητών λόγω προβλημάτων επικοινωνίας μεταξύ τους. Επιπλέον, το δείγμα των μαθητών ήταν μικρό και ενδεχομένως να υπάρχει μεγαλύτερη μεροληψία, όπως για παράδειγμα ο μαθητής με τον αριθμό 16 είχε ποσοστό επιτυχίας στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5%, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο είχε ποσοστό επιτυχίας 100%. Παρόλο που ευνοεί τα αποτελέσματα της έρευνας, μπορεί να μην οφείλετε το τόσο μεγάλο ποσοστό μόνο στην χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας, αλλά και σε άλλους παράγοντες, όπως η αντιγραφή. Ένας άλλος περιορισμός αποτελεί το γεγονός ότι το σύνολο των μαθητών προέρχονται από χαμηλά κοινωνικοοικονομικά επίπεδα και διαφορετικά πολιτισμικά υπόβαθρα. Η κατάσταση αυτή έθεσε επίσης ζητήματα που σχετίζονται με τα γνωστικά επίπεδα, αφού οι μαθητές ήταν δύο τάξεις πίσω από το αναμενόμενο επίπεδο για την ηλικιακή τους ομάδα.

Επιπλέον, ο περιορισμένος χρόνος και οι ανεπαρκείς εγκαταστάσεις στο σχολείο οδήγησαν σε δυσκολίες στη διεξαγωγή της έρευνας. Τέλος, προέκυψαν και άλλοι περιορισμοί, όπως το γενικότερο σχολικό περιβάλλον και θέματα πρόσβασης στο διαδίκτυο. Τα ζητήματα αυτά επηρέασαν τις πειραματικές ομάδες και τη χρήση των τάμπλετ, καθιστώντας αναγκαία την προσαρμογή της μεθοδολογίας και της διεξαγωγής της μελέτης.

## ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΕΣ

Μια ενδιαφέρουσα μελέτη θα μπορούσε να είναι μια συγκριτική μελέτη σχολείων σε μεγάλες πόλεις. Η μελέτη θα επικεντρωνόταν στην ανάλυση των συνθηκών μάθησης και των εκπαιδευτικών επιπέδων σε διάφορες πόλεις, προκειμένου να εντοπιστούν οι διαφορές και τα κοινά προβλήματα που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι μαθητές. Η ανάλυση του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος σε διαφορετικές πόλεις μπορεί να παράσχει χρήσιμα στοιχεία για την ανάδειξη των πτυχών που επηρεάζουν τις επιδόσεις των μαθητών και τη διερεύνηση πιθανών βελτιώσεων στο εκπαιδευτικό σύστημα.

Παράλληλα, η πειραματική έρευνα επαυξημένης πραγματικότητας μπορεί να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία επηρεάζει την εκπαίδευση. Η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας σε μαθήματα ηλεκτρολογίας μπορεί να προσθέσει μια νέα διάσταση στην εκπαίδευση, να βελτιώσει την κατανόηση των μαθητών και να ενθαρρύνει την αλληλεπίδραση. Αυτού του είδους η έρευνα μπορεί να ανοίξει την πόρτα σε νέες εκπαιδευτικές πρακτικές που περιλαμβάνουν τη σύγχρονη τεχνολογία.

Τέλος, μπορεί να γίνει μία μελέτη που να περιλαμβάνει διαφορετικές τάξεις του δημοτικού σχολείου και να αναλύει τα μαθήματα της φυσικής και τις λανθασμένες αντιλήψεις των μαθητών για συγκεκριμένα φαινόμενα. Η ανάλυση της προόδου των μαθητών σε

διαφορετικά επίπεδα θα μπορούσε να αναδείξει τις προκλήσεις και τις επιτυχίες της εκπαιδευτικής διαδικασίας στα διάφορα στάδια της εκπαίδευσης.

## ΣΥΝΟΨΗ

Η έρευνα πάνω στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας (ΕΠ) στο μάθημα του ηλεκτρισμού προκύπτει με θετικά συμπεράσματα. Η πειραματική ομάδα, που εκτέλεσε δραστηριότητες με χρήση ΕΠ, παρουσίασε αυξημένο ποσοστό σωστών απαντήσεων και μείωση των λανθασμένων σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Η αυξημένη αυτοπεποίθηση και προετοιμασία των μαθητών οδήγησαν σε βελτίωση της απόδοσής τους στο μεταδοκιμαστικό τεστ, υπογραμμίζοντας τη σημασία της ΕΠ στη βελτίωση της κατανόησης και απόδοσης στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Επιπλέον, η ύπαρξη αρκετών λανθασμένων απαντήσεων αποκαλύπτει πιθανά κενά στην κατανόηση, υπογραμμίζοντας τη σημασία μιας προσεκτικής διαδικασίας αξιολόγησης για τη βελτίωση της διδασκαλίας. Τα αποτελέσματα των ερωτηματολογίων αποδεικνύουν επίσης τη συνολική πρόοδο και εξέλιξη των μαθητών, ενισχύοντας την ανάγκη για διαδραστικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις. Τέλος, η επιπλέον διαδραστικότητα που παρέχει η ΕΠ μέσω της χρήσης των qr code αποδεικνύεται κρίσιμη, υπογραμμίζοντας τη σημασία της χρήσης καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων για την αποτελεσματική προώθηση της μάθησης

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αποστολάκης Ε., Παναγοπούλου Ε., Σάββας Σ., Τσαγλιώτης Ν., Μακρή Β., Πανταζής Γ., Πετρέα Κ., Σωτηρίου Σ., Τόλιας Β., Τσαγκογέωργα Α., Καλκάνης Γ.Θ. (2006). «ΦΥΣΙΚΑ Ε' και Στ' Δημοτικού - Ερευνώ και Ανακαλύπτω», - Βιβλίο Μαθητή, - Τετράδιο Εργασιών, - Βιβλίο Δασκάλου, Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 2006

Βερυκόκου, Σ. (2013). *Ανάπτυξη εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας βάσει επίπεδου προτύπου*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Διαθέσιμο στο <http://dx.doi.org/10.26240/heal.ntua.16896>

Γαρμπής – Λαδοβρέχης, Α. (2018) *Θεωρίες Μάθησης και Εφαρμογή σε Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Διαθέσιμο από: Ιδρυματικό Αποθετήριο Πανεπιστημίου Πειραιώς (Διώνη)

Ίσαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (2016). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας*.

Καζέλα, Κ. (2009). *Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση στην προσχολική εκπαίδευση*. Αθήνα: Οδυσσέας.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.

Κόκκοτας, Β. Π. (1988), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη

Μικρόπουλος, Α. (2011). *Πληροφορική και Εκπαίδευση-Νοηματοδοτημένη μάθηση και γνωστικά εργαλεία: τεχνολογική προσέγγιση*. Αθήνα: ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ.

Μπουζαλάκου Α. Α. (2006). *Η Ανακαλυπτική μέθοδος στη διδασκαλία μαθηματικών στατιστικής* (Μεταπτυχιακή Εργασία). Διαθέσιμο από: Ιδρυματικό Αποθετήριο Πανεπιστημίου Πειραιώς (Διώνη)

Μυσερλή, Ρ. (2015). *Η αξιοποίηση των ΤΠΕ στο δημοτικό σχολείο: Από τις θεωρίες μάθησης στις σύγχρονες εκπαιδευτικές εφαρμογές*. ICT in primary school: From learning theories to pedagogical practices. Στο Α. Λιοναράκης. & Σ. Ιωακειμίδου. & Γ. Μανούσου. & Μ. Νιάρη. & Τ. Χαρτοφύλακα. & Σ. Παπαδημητρίου. (Επιμ), 8ο Συνέδριο για την Ανοιχτή και εξ αποστάσεων Εκπαίδευση 'Καινοτομία και Έρευνα' , Αθήνα 7-8 Νοεμβρίου 2015 (σ.207-215). Αθήνα: Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Παναγιωτακόπουλος, Χ. Πιερρακέας, Χ. & Πιντέλας. Π, (2003). *Το εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγηση του*. Αθήνα: Εκδόσεις Μεταίχμιο

Παρασκευάς, Π. Θ., & Αλιμήσης, Δ. (2007). *Έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου για το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα*. Στο: Κατσίκης, Α., Κώτσης, Κ., Μικρόπουλος, Α., & Τσαπαρλής, Γ.(επιμ.). Πρακτικά, 5, 192-201.



Πόρποδας, Κ. (2000). *Γνωστική Ψυχολογία*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και Διδασκαλία στην Εποχή της Πληροφορίας. Ολική Προσέγγιση*. Αθήνα.

Ρούσος, Μ. (2019). *Σχεδιασμός και πειραματική σύγκριση μαθησιακών σεναρίων με πραγματικό και εικονικό εργαστήριο για τα ηλεκτρικά κυκλώματα στη Γ Γυμνασίου (Μεταπτυχιακή Εργασία)*. Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος.

ΥΠ. Ε. Π.Θ. – Παιδαγωγικό Ινστιτούτο (2003). Διαθεματικό Ενιαίο Πλαίσιο Προγραμμάτων

Σπουδών (Δ.Ε.Π.Π.Σ.) Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Ο.Ε.Δ.Β. Ανακτήθηκε, 12/11/2024 από: <http://www.pischools.gr/download/programs/depps/21depps%20Fisikon%20Epistimon.pdf>

Χαλκιά, Κρ. (2000), *Το πείραμα στο μάθημα της Φυσικής: Σχολιασμός και Επισημάνσεις για το ρόλο και τη σημασία του, Εκπαιδευτικές προσεγγίσεις για τις Φυσικές Επιστήμες*, 6, 12-18

Χατζαντώνη, Κ. (2022). *Παιδαγωγική διάσταση της συνεισφοράς των ΤΠΕ, στη διδακτική διαδικασία, για τη διδασκαλία μαθήματος θετικών επιστημών (Διπλωματική εργασία)* Διαθέσιμο από: Ιδρυματικό Αποθετήριο Πανεπιστήμιο Αιγαίου (HELLANICUS)

Alkurdi, A. A. (2019, April). Augmented Reality Electric Circuit Experiment. In 2019 *International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)* (pp. 7-11). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICOASE.2019.8723683>

Arons, A. (1991), *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής*, Αθήνα: Τροχαλία

Azuma R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality. Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355-385

Baran, B., Yecan, E., Kaptan, B., & Paşayığıt, O. (2020). Using augmented reality to teach fifth grade students about electrical circuits. *Education and Information Technologies*, 25,

Cohen, L. & Manion, L. (1997). *Μεθοδολογία εκπαιδευτικής έρευνας*. Αθήνα: Έκφραση. 1371-1385. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10001-9>

Dimitriadis, S. (2015). *Θεωρίες μάθησης και εκπαιδευτικό λογισμικό [Undergraduate textbook]*. Kallipos, Open Academic Editions. <https://hdl.handle.net/11419/3397>

Driver, R. & Oldham, V. (1986). "A constructivist approach to curriculum development in science," *Studies in Science Education*, 18, 105-122.

Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.

Fuhr, B. (2011). *Handbook of augmented reality*. Berlin: Springer

Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications*. Pearson.

Gorghiu, G. (2006). A Teacher's Profile Involved in a European On-Line Course – *The FISTE Project Experience*. *Education 21* (special number): ICT in Education: Reflections and Perspectives, 240-247.

Kapp, S., Thees, M., Strzys, M. P., Beil, F., Kuhn, J., Amiraslanov, O., ... & Wehn, N. (2019). Augmenting Kirchhoff's laws: Using augmented reality and smartglasses to enhance conceptual electrical experiments for high school students. *The Physics Teacher*, 57(1), 52-53.

Korompili, S., & Togia, A. (2015). Θεωρίες Μάθησης [Chapter]. In Korompili, S., & Togia, A. 2015. *Πληροφοριακός γραμματισμός* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <https://hdl.handle.net/11419/2704>

Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.018>

Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D, 12, 1321-1329.

Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73 - 82.

Psillos, O., Koumaras, P. and Valassiades, O. (1987), Pupils' representations of electric current before, during and after instruction on DC circuits, *Research in Science and Technological Education*, 5(2), 187-199

Shipstone, D. (1985). *Electricity in simple circuits*. In R. Driver, E. Guesne and A. Tiberghien

(Eds.), *Children's ideas in science*, 34-51, Milton Keynes: Open University Press.

Sofos, A., Kostas, A., & Paraschou, V. (2015). *Online Distance Education* [Undergraduate textbook]. Kallipos, Open Academic Editions. <https://hdl.handle.net/11419/182>

Stolzenberger, C., Frank, F., & Trefzger, T. (2022). Experiments for students with built-in theory: 'PUMA: Spannungslabor'—an augmented reality app for studying electricity. *Physics Education*, 57(4), 045024 <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac60ae>

Teichrew, A., & Erb, R. (2020). How augmented reality enhances typical classroom experiments: Examples from mechanics, electricity, and optics. *Physics Education*, 55(6), 065029. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/abb5b9>

Wood, D. J., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). *The role of tutoring in problem solving*. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), 89-100.

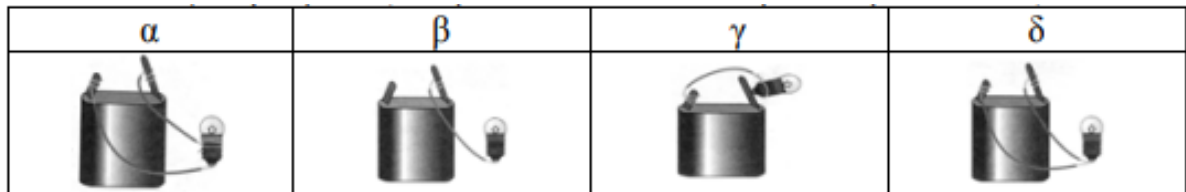
Zafeiropoulou, M., Volioti, C., Keramopoulos, E., & Sapounidis, T. (2021). Developing physics experiments using augmented reality game-based learning approach: A pilot study in primary school. *Computers*, 10(10), 126. <https://doi.org/10.3390/computers10100126>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

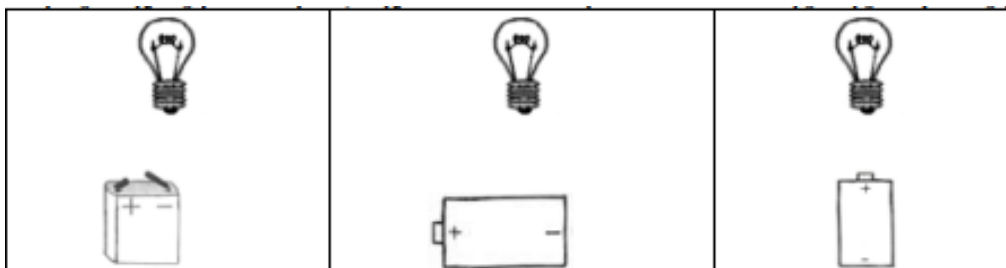
1. Τι νομίζεις ότι είναι το ηλεκτρικό ρεύμα;

.....  
.....

2. Στα παρακάτω σχήματα κύκλωσε τα γράμματα σε όσα νομίζεις ότι θα ανάψει η λάμπα. (Μπορείς να κυκλώσεις περισσότερα από ένα)



3. Σε μια λάμπα γραφείου βλέπουμε να υπάρχει ένα καλώδιο που συνδέει τη λάμπα με τη πρίζα. Αν αντί για πρίζα έχεις μπαταρία, σχεδίασε τον τρόπο σύνδεσης της λάμπας με τη μπαταρία ώστε η λάμπα να ανάψει.



4. Ποιος είναι ο ρόλος της μπαταρίας σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....  
.....

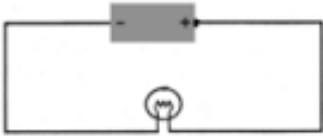
5. Γιατί ανάβει η λάμπα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα;

.....  
.....

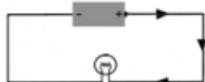
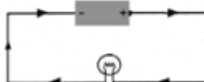
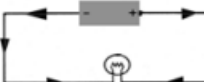

6. Τι ρόλο παίζουν τα καλώδια σε ένα κύκλωμα:

.....  
.....

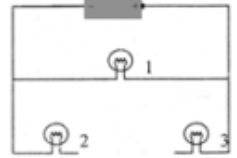
7. Στο παρακάτω σχήμα νομίζεις ότι θα ανάψει η λάμπα;

<input type="checkbox"/> α. Ναι <input type="checkbox"/> β. Όχι <input type="checkbox"/> γ. Δεν ξέρω	
--	--

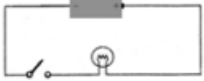
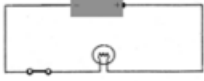
8. Από τα παρακάτω σχήματα κύκλωσε το γράμμα που δείχνει πώς κατά τη γνώμη σου ρέει το ρεύμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα. (Κύκλωσε μόνο ένα γράμμα)

α	β	γ	δ
Το ρεύμα ρέει από το θετικό πόλο μέχρι τη λάμπα και εκεί καταναλώνεται.	Το ρεύμα ρέει από το θετικό πόλο μέχρι τη λάμπα και μετά στον αρνητικό πόλο.	Το ρεύμα ρέει από τους δύο πόλους της μπαταρίας προς τη λάμπα και εκεί εξουδετερώνονται.	Το ρεύμα ρέει από το θετικό πόλο μέχρι τη λάμπα και μετά φτάνει στον αρνητικό πόλο <u>λιγότερο</u> .
			

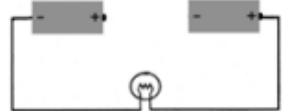
9. Το παρακάτω σχήμα δείχνει ένα κύκλωμα. Ποιες λάμπες νομίζεις ότι θα ανάψουν;

	<input type="checkbox"/> α. Θα ανάψει μόνον η λάμπα 1. <input type="checkbox"/> β. Θα ανάψουν όλες οι λάμπες. <input type="checkbox"/> γ. Θα ανάψουν μόνο οι λάμπες 1 και 2. <input type="checkbox"/> δ. Θα ανάψουν μόνο οι λάμπες 1 και 3.
--	--

10. Τα παρακάτω σχήματα δείχνουν λάμπες, μπαταρίες και διακόπτες. Συμπλήρωσε τις προτάσεις χρησιμοποιώντας τις λέξεις ανοιχτό ή κλειστό για το κύκλωμα και τις λέξεις ανάβει ή δεν ανάβει για τη λάμπα.

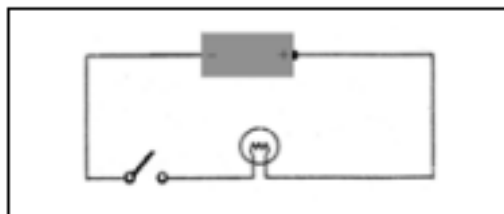
	
<b>α.</b> Το κύκλωμα είναι ..... και η λάμπα .....	<b>β.</b> Το κύκλωμα είναι ..... και η λάμπα .....

11. Στο παρακάτω σχήμα βλέπεις δύο μπαταρίες ίδιες και μόνο μία λάμπα. Τι νομίζεις ότι συμβαίνει;

<input type="checkbox"/> α. Υπάρχει ρεύμα και θα ανάβει η λάμπα. <input type="checkbox"/> β. Δεν υπάρχει ρεύμα και δεν ανάβει η λάμπα.	
---	---

12. Στο παρακάτω κύκλωμα η λάμπα άναβε κανονικά. Ξαφνικά ανοίγουμε το διακόπτη. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

.....  
 .....  
 .....



13. Στο σχήμα 1 βλέπεις ένα κύκλωμα στο οποίο κλείνουμε το διακόπτη και η λάμπα ανάβει αμέσως. Αν διπλασιάσουμε το μήκος του καλωδίου στο σχήμα 2 τι πιστεύεις ότι θα συμβεί;

<input type="checkbox"/> α. Η λάμπα θα ανάψει πάλι αμέσως. <input type="checkbox"/> β. Η λάμπα θα καθυστερήσει να ανάψει.	
--	--

14. Στο παρακάτω κύκλωμα η λάμπα ανάβει κανονικά. Ξαφνικά καίγεται η λάμπα. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

<input type="checkbox"/> α. Το κύκλωμα θα ανοίξει και θα σταματήσει να διαρρέεται από ρεύμα. <input type="checkbox"/> β. Το κύκλωμα θα συνεχίσει να διαρρέεται από ρεύμα από τη μπαταρία μέχρι τη θέση της λάμπας.	
---	--

15. Στο παρακάτω σχήμα ανάμεσα στα σημεία Α και Β θα τοποθετήσουμε με τη σειρά τα παρακάτω υλικά έτσι ώστε να ανάψει η λάμπα.. Σημείωσε με Χ σε αυτά που πιστεύεις ότι θα το πετύχουν.

<input type="checkbox"/> αλουμινόχαρτο <input type="checkbox"/> κέρμα <input type="checkbox"/> πλαστικό καλαμάκι <input type="checkbox"/> νάιλον <input type="checkbox"/> κλειδί <input type="checkbox"/> χαρτί <input type="checkbox"/> χάλκινο σύρμα <input type="checkbox"/> το χέρι μας <input type="checkbox"/> λαστιχάκι <input type="checkbox"/> ξύλο	
---	--

16. Στα παρακάτω σχήματα οι μπαταρίες και οι λάμπες είναι ίδιες. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν στο πρώτο σχήμα συνδέσουμε μία ακόμη ίδια λάμπα σε σειρά με την πρώτη;

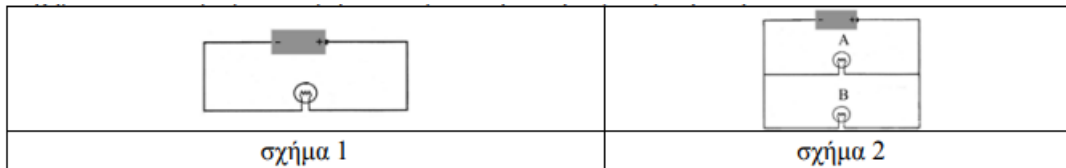
<p style="text-align: center;">σχήμα 1</p>	<p style="text-align: center;">σχήμα 2</p>
--	--



Η λάμπα στο σχήμα 1 φωτοβολεί

- α. περισσότερο από τη λάμπα Α στο σχήμα 2.
- β. λιγότερο από τη λάμπα Α στο σχήμα 2.
- γ. τόσο όσο φωτοβολεί και η λάμπα Α στο σχήμα 2.

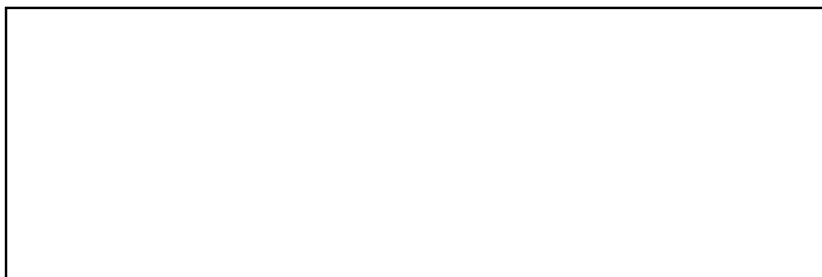
17. Στα παρακάτω σχήματα οι μπαταρίες και οι λάμπες είναι ίδιες. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί αν στο πρώτο σχήμα συνδέσουμε μία ακόμη ίδια λάμπα παράλληλα με την πρώτη;



Η λάμπα στο σχήμα 1 φωτοβολεί

- α. περισσότερο από τη λάμπα Α στο σχήμα 2.
- β. λιγότερο από τη λάμπα Α στο σχήμα 2.
- γ. τόσο όσο φωτοβολεί

18. Μπορείς να σχεδιάσεις ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά;



19. Μπορείς να περιγράψεις με λόγια ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά;

.....

.....

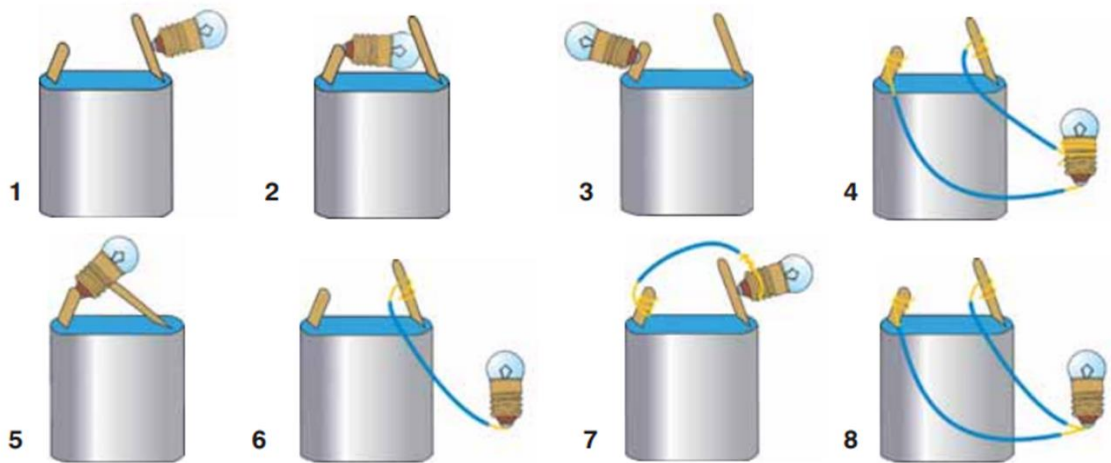
.....

.....

.....

.....

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ (Έντυπα παρέμβασης – QR code)



Εικόνα 7. Έντυπη εικόνα αφόρμησης 1ης Διδακτικής Παρέμβαση

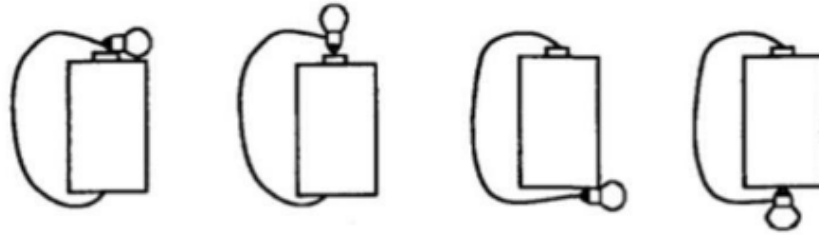


Εικόνα 8. Έντυπο QR code για την πρώτη πειραματική δραστηριότητα



Εικόνα 9. Έντυπο QR code για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

1<sup>η</sup> Πειραματική δραστηριότητα – Κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα



Σχεδίαση της έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνήσω;

Ποια είναι η άποψή μου;

Γιατί το πιστεύω αυτό;

Πραγματοποίηση της έρευνας

Τι χρειάζομαι;

Τι θα κάνω;

Μπορώ τα αποτελέσματα να τα παρουσιάσω με ένα σχήμα;

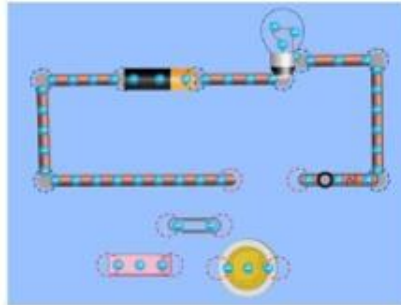
Συμπεράσματα

Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα;

Αυτό που διαπίστωσα ήταν αυτό που περίμενα;

Τι δυσκολίες συνάντησα σε αυτή την έρευνα;

2<sup>η</sup> Πειραματική δραστηριότητα – Αγωγοί & Μονωτές



Σχεδίαση της έρευνας

Τι πρόκειται να ερευνησω;

Ποια είναι η άποψη μου;

Γιατί το πιστεύω αυτό;

Πραγματοποίηση της έρευνας

Τι χρειάζομαι;

LIVEWORKSHEETS

Εικόνα 12. Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα- Αγωγοί & Μονωτές (1<sup>η</sup> σελίδα)

Τι θα κάνω;

Μπορώ τα αποτελέσματα να τα παρουσιάσω με ένα σχήμα;

**Συμπεράσματα**

Τι διαπίστωσα από την έρευνα που έκανα;

Αυτό που διαπίστωσα ήταν αυτό που περίμενα;

Τι δυσκολίες συνάντησα σε αυτή την έρευνα;

Εικόνα 13. Έντυπο και ψηφιακό φύλλο εργασίας για την δεύτερη πειραματική δραστηριότητα- Αγωγοί & Μονωτές (2<sup>η</sup> σελίδα)



Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 1



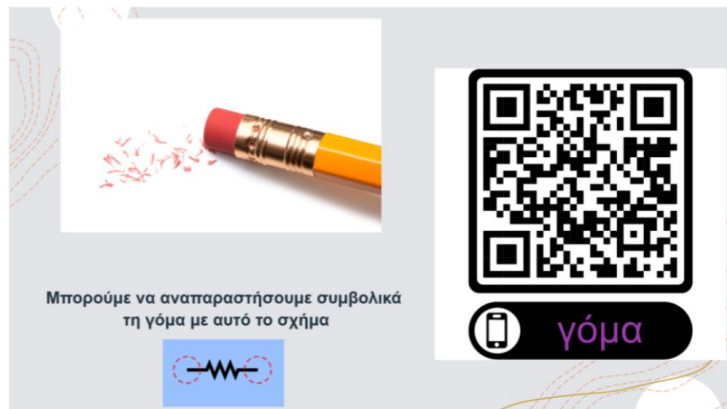
Εικόνα 14. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με την μπαταρία για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 2



Εικόνα 15. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (μολύβι) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 3



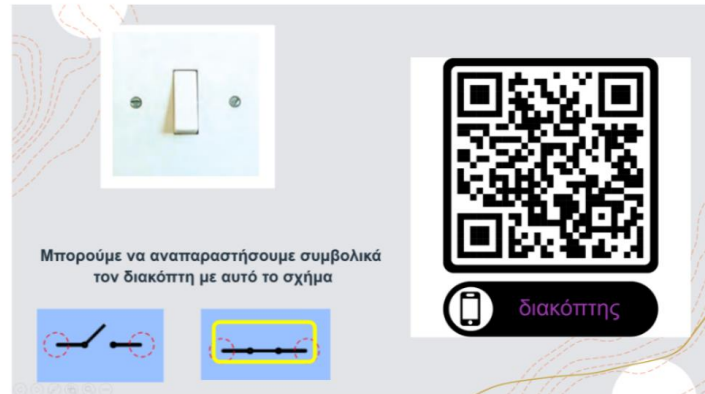
Εικόνα 16. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον μονωτή (γόμα) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 4



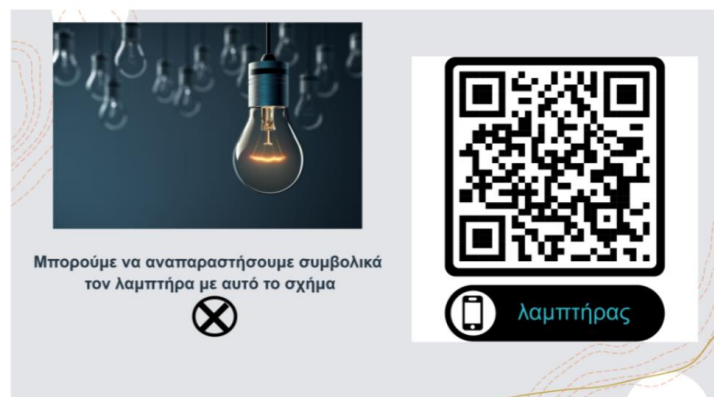
Εικόνα 17. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με το καλώδιο για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 5



Εικόνα 18. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον διακόπτη για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 6



Εικόνα 19. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον λαμπτήρα για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 7



Εικόνα 20. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (κέρμα) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

Πειραματική  
δραστηριότητα  
με AR & QR codes  
έντυπο 8



Εικόνα 21. Έντυπο επιπρόσθετων πληροφοριών μέσω qr code σχετικά με τον αγωγό (συνδετήρας) για τη δεύτερη πειραματική δραστηριότητα

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ (Φωτογραφίες από την παρέμβαση)

