



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Επιστήμες της Αγωγής - Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση με την χρήση των ΤΠΕ
(e-Learning)».

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ,
για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»**

Ζαχαριάδου Αναστασία

Επιβλέπων καθηγητής: Δημήτριος Σταύρου

Ρέθυμνο, Φεβρουάριος 2026

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
«Επιστήμες της Αγωγής - Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση με την χρήση των ΤΠΕ
(e-Learning)».
[Αρίθμ. ΦΕΚ 2615 τ.Β΄/5.7.2018]**

Ακαδημαϊκός Υπεύθυνος ΠΜΣ:

Καθηγητής Αναστασιάδης Παναγιώτης

Πανεπιστήμιο Κρήτης – Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

ΖΑΧΑΡΙΑΔΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

Υπέθνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον.

© Πανεπιστήμιο Κρήτης, ΠΤΔΕ,ΕΔΙΒΕΑ, 2026

Το Π.Τ.Δ.Ε του Πανεπιστημίου Κρήτης και ειδικότερα το Ε.ΔΙ.Β.Ε.Α, διατηρεί το δικαίωμα της χρήσης και αναπαραγωγής της παρούσας εργασίας για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς.



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

«Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

«Αναστασία Ζαχαριάδου»

Επιτροπή Επίβλεψης Πτυχιακής / Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Δημήτρης Σταύρου

«Καθηγητής Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης»

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Κωνσταντίνος Κωτσίδης

Διδάσκων ΠΜΣ"«Επιστήμες της Αγωγής, Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση με την αξιοποίηση Προηγμένων Μαθησιακών Τεχνολογιών (e-Learning)» ΠΤΔΕ|Παν. Κρήτης

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Έμιλυ Μιχαλίδη

«Επίκουρη Καθηγήτρια στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης»

Ρέθυμνο, Φεβρουάριος 2026



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

«Για όσους με στήριξαν...»

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εστιάζει στον σχεδιασμό, την υλοποίηση και την αξιολόγηση συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, επικεντρώνοντας στην ενότητα «Φως». Το υλικό αυτό δημιουργήθηκε με βάση τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (ΕξΑΕ) και της πολυμεσικής μάθησης, με στόχο να ενισχυθεί η κατανόηση των μαθητών μέσω διαδραστικών και πολυμεσικών στοιχείων, όπως βίντεο, προσομοιώσεις και διαδραστικά πειράματα. Η έρευνα διεξήχθη με τη συμμετοχή 10 μαθητών από την Ε΄ τάξη από διάφορα Δημοτικά Σχολεία, οι οποίοι χρησιμοποίησαν το υλικό μέσα σε εικονική τάξη και κλήθηκαν να αξιολογήσουν την εμπειρία τους μέσω ερωτηματολογίων και προσωπικών συνεντεύξεων.

Τα ερωτηματολόγια σχεδιάστηκαν για να καταγράψουν τις απόψεις τους σχετικά με την ευχρηστία, την ελκυστικότητα, και την ικανότητα του υλικού να διευκολύνει την κατανόηση του μαθήματος. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν, και βάσει αυτών, διατυπώθηκαν προτάσεις για τη βελτίωση του εκπαιδευτικού υλικού, με στόχο την περαιτέρω ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας και τη βελτιστοποίηση της εξ αποστάσεως διδασκαλίας στη Φυσική. Επιπλέον, το υλικό αξιολογήθηκε ως προς τη συμβατότητά του με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης, καθώς και την ικανότητά του να προάγει τη διαδραστική και ευέλικτη μάθηση.

Λέξεις – Κλειδιά

Εξ αποστάσεως εκπαίδευση, πολυμεσική μάθηση, φυσική, φως, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, διαδραστικά εκπαιδευτικά εργαλεία, εικονική τάξη



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Abstract

This master thesis focuses on the design, implementation, and evaluation of supplementary educational material for teaching Physics to 5th-grade students, specifically on the topic of “Light.” The material was developed following the principles of distance education (DE) and multimedia learning to enhance student understanding through interactive and multimedia elements, such as videos, simulations, and hands-on experiments. The research was conducted, involving 10 students from different Elementary Schools who engaged with the material in a virtual classroom environment and subsequently evaluated their experience through questionnaires and personal interviews.

The questionnaires were designed to capture student perceptions regarding the usability, attractiveness, and effectiveness of the material in facilitating learning. The results were analyzed to determine the material's impact on the students' understanding and to develop recommendations for improvement. Additionally, the material was assessed for its alignment with the principles of multimedia learning and its ability to promote interactive and flexible learning.

Findings indicate that the educational material holds potential to enhance the learning experience in the subject of Physics when integrated into a distance education framework

Keywords

Distance education, Multimedia learning, Physics, Light, Primary education, Interactive educational tools, Virtual classroom

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Περιεχόμενα	vii
Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων	ix
Κατάλογος Πινάκων	x
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xi
1 Εισαγωγή.....	1
1.1 Προβληματική της έρευνας.....	1
1.2 Σκοπός και στόχοι της έρευνας.....	1
1.3 Επιστημονική σημασία	3
1.4 Περιορισμοί της έρευνας.....	5
2 Θεωρητικό Πλαίσιο.....	7
2.1 Η Σχολική Εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ΣΕξΑΕ)	7
2.2 Διδασκαλία της Φυσικής στο δημοτικό	8
2.2.1 Βασικές Αρχές της Διδασκαλίας της Φυσικής.....	11
2.2.2 Η Διδασκαλία της Φυσικής και η Παιδαγωγική Επιστήμη	12
2.2.3 Η Χρήση Τεχνολογίας στη Διδασκαλία της Φυσικής.....	13
2.2.4 Έρευνες για τη Διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο	13
2.3 Η ενότητα "Φως" στην Ε' Δημοτικού	14
2.3.1 Βασικές Έννοιες της Ενότητας «Φως»	18
2.3.2 Ενεργητική Μάθηση και Διερευνητική Προσέγγιση.....	19
2.3.3 Ο Ρόλος της Τεχνολογίας στη Διδασκαλία της Ενότητας «Φως»	22
2.3.4 Πειραματικές Δραστηριότητες στην Ενότητα «Φως»	25
3 Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Υλικού για την ΕξΑΕ	27
3.1 Οι αρχές της πολυμεσικής μάθησης.....	27
3.2 Βασικές Αρχές και Προσεγγίσεις στον Σχεδιασμό Υλικού για τη Διδασκαλία του Φωτός	31
3.3 Χρήση Διαδραστικών Εργαλείων (Βίντεο, Προσομοιώσεις, Παιχνίδια)	32
3.4 Ανάπτυξη Πειραματικών Δραστηριοτήτων	32
3.5 Δημιουργία Ψηφιακού Φόρουμ και Κοινοτήτων Μάθησης	33
3.6 Μελέτη Περίπτωσης: «Φως Ε΄ Δημοτικού»	33
3.6.1 Τεχνολογικά μέσα	33
3.6.2 Παρουσίαση ΕΥ	34
4 Μεθοδολογία Έρευνας.....	36
4.1 Σχεδιασμός της έρευνας: Ποσοτική έρευνα μέσω ερωτηματολογίου.....	37
4.2 Δείγμα	38
4.3 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων: Ερωτηματολόγιο	39
4.4 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων	39
5 Αποτελέσματα.....	40
5.1 Αξιολόγηση ΕΥ από μεταπτυχιακούς φοιτητές.....	40
5.2 Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου	45
5.3 Συσχετίσεις μεταξύ της κατανόησης των μαθητών και του εκπαιδευτικού υλικού	45



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Ανάλυση των Αποτελεσμάτων	52
5.4 Ευρήματα Ποιοτικής Έρευνας	57
6 Συζήτηση.....	60
6.1 Αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών του υλικού	60
6.2 Βελτιώσεις και Προτάσεις με Βάση την Έρευνα.....	63
7 Συμπεράσματα	66
7.1 Προτάσεις.....	69
Βιβλιογραφικές Αναφορές	70
Παράρτημα Α: « Ερωτηματολόγιο μαθητών »	75



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Κατάλογος Εικόνων / Σχημάτων

Γράφημα 1 - Κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής	47
Γράφημα 2 - Ελκυστικότητα και Ευχρηστία του Ε.Υ.	48
Γράφημα 3 - Συμβατότητα με τις αρχές της ΕξΑΕ.....	49
Γράφημα 4 - Συμβατότητα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης	50

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 - Περιγραφικών Στατιστικών.....	46
Πίνακας 2 - Αποτέλεσμα Συγκριτικής Ανάλυσης για την Ελκυστικότητα του Ε.Υ.....	52
Πίνακας 3 - Σύγκριση κατανόησης σε σχέση με τη Συμβατότητα με τις αρχές της ΕξΑΕ	53
Πίνακας 4 - Αποτέλεσμα Σύγκρισης Κατανόησης και Πολυμεσικής Μάθησης.....	53
Πίνακας 5 - Περιγραφικά Στοιχεία	54
Πίνακας 6 - Συχνότητα Απαντήσεων.....	56



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια

Ακολουθούν κάποια παραδείγματα:

ΔΕ	Διπλωματική Εργασία
ΠΤΔΕ	Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε
ΠΜΣ	Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
ΑΕΞΑΕ	Ανοιχτή και Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση
ΤΠΕ	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας

1 Εισαγωγή

1.1 Προβληματική της έρευνας

Στη διδασκαλία της ενότητας «Φως» της Φυσικής Ε΄ Δημοτικού εντοπίζονται σημαντικά διδακτικά και μαθησιακά ελλείμματα, τα οποία έχουν αναδειχθεί μέσα από τη σχολική διδασκαλία. Οι μαθητές/τριες – όπως για τα περισσότερα αντικείμενα μελέτης της Φυσικής – διατηρούν κάποιες εναλλακτικές αντιλήψεις. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη Χαλκιά, 2018 το φως αποτελεί μια αρκετά αφηρημένη έννοια και η υπάρχουσα εμπειρία των μαθητών δεν τους προετοιμάζει για να διαπιστώσουν τη φύση του. Συνεπώς, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία επιπλέον εκπαιδευτικού υλικού για μελέτη, σύμφωνο με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της πολυμεσικής μάθησης, ώστε να ενισχύσει ενισχύσει το υπάρχον εκπαιδευτικό υλικό, να προσεγγίσει πολύπλευρα την έννοια του φωτός αλλά και την αλληλεπίδραση των μαθητών/τριών με διαδραστικές εφαρμογές μάθησης. Κατόπιν, οι μαθητές θα αξιολογήσουν το εκπαιδευτικό υλικό.

1.2 Σκοπός και στόχοι της έρευνας

Η διδασκαλία της Φυσικής στο επίπεδο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης περιλαμβάνει πολλές προκλήσεις, ειδικά όταν ασχολείται με έννοιες όπως το “Φως”, που απαιτούν την κατανόηση αφηρημένων επιστημονικών φαινομένων. Η έρευνα αυτή στοχεύει να αντιμετωπίσει αυτές τις προκλήσεις μέσω της σχεδίασης και της εφαρμογής εκπαιδευτικού υλικού για την ενότητα «Φως» στην Ε΄ Δημοτικού, με την υποστήριξη της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (ΕξΑΕ) και της πολυμεσικής μάθησης. Ο σκοπός της έρευνας είναι να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο η ενσωμάτωση διαδραστικών στοιχείων, όπως τα βίντεο και οι προσομοιώσεις, μπορεί να ενισχύσουν τη μαθησιακή εμπειρία των μαθητών και να προάγουν μια βαθύτερη κατανόηση της έννοιας του φωτός.

Κύριοι στόχοι της έρευνας

Η παρούσα έρευνα έχει ως βασικούς στόχους τους εξής:

Αξιολόγηση της ελκυστικότητας και ευχρηστίας του υλικού: Το συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό δημιουργήθηκε με την αξιοποίηση διαδραστικών εργαλείων, όπως βίντεο, προσομοιώσεις και εικονικά πειράματα. Ένας από τους κύριους στόχους είναι να αξιολογηθεί κατά πόσο αυτά τα εργαλεία θεωρούνται ελκυστικά και εύχρηστα από τους μαθητές. Η παιδαγωγική αξία της πολυμεσικής μάθησης υποστηρίζεται από έρευνες που τονίζουν πως τα εργαλεία αυτά, μπορούν να ενισχύσουν την προσήλωση και να βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση σύνθετων εννοιών (Mayer, 2009). Ωστόσο, είναι σημαντικό να διαπιστωθεί αν οι μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης βρίσκουν το υλικό προσβάσιμο και αν μπορούν να αλληλεπιδράσουν αποτελεσματικά με αυτό.

Διερεύνηση της συμβολής του υλικού στα μαθησιακά αποτελέσματα: Ένας ακόμα βασικός στόχος της έρευνας είναι να προσδιοριστεί κατά πόσο το εκπαιδευτικό υλικό συντελεί στην επίτευξη των μαθησιακών στόχων, δηλαδή στην κατανόηση των θεμελιωδών αρχών του φωτός. Οι στρατηγικές που προάγουν την ενεργή μάθηση και την αλληλεπίδραση έχουν αποδειχθεί πιο αποτελεσματικές στην ενίσχυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Freeman et al., 2014). Επομένως, η έρευνα εστιάζει στο να καταγράψει αν οι μαθητές κατανόησαν καλύτερα το μάθημα μέσω της χρήσης των πολυμεσικών και διαδραστικών στοιχείων, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

Καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με την Εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Η εμπειρία των μαθητών με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση ποικίλλει, και είναι απαραίτητο να διερευνηθούν οι στάσεις τους απέναντι σε αυτή τη μορφή διδασκαλίας, ιδίως μετά τις πρόσφατες αλλαγές στην εκπαίδευση λόγω της πανδημίας. Η έρευνα επικεντρώνεται στο να κατανοήσει, αν η εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποτελεί ένα υποστηρικτικό περιβάλλον για τη διδασκαλία της Φυσικής, και αν οι μαθητές αισθάνονται άνετα με τη χρήση των ψηφιακών εργαλείων σε αυτό το πλαίσιο (Hodges et al., 2020).

Προτάσεις βελτίωσης του υλικού με βάση τις ανατροφοδοτήσεις των μαθητών: Ο τελικός στόχος είναι να συγκεντρωθούν οι προτάσεις των μαθητών σχετικά με το υλικό και να διατυπωθούν συγκεκριμένες βελτιώσεις. Τα δεδομένα από τα ερωτηματολόγια και τις συνεντεύξεις θα προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για το πώς το εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να προσαρμοστεί περαιτέρω για να καλύψει τις ανάγκες των μαθητών. Αυτός ο στόχος αντικατοπτρίζει την έννοια της αξιολόγησης βάσει εμπειριών, η οποία υποστηρίζεται από την προσέγγιση της "μάθησης μέσω ανατροφοδότησης" (Hattie & Timperley, 2007).

Με αυτούς τους στόχους, η έρευνα στοχεύει να παρέχει ένα διδακτικό εργαλείο που όχι μόνο εμπλουτίζει την εκπαιδευτική εμπειρία, αλλά και συμβάλλει στην ευρύτερη κατανόηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών της πολυμεσικής μάθησης και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Ερευνητικά ερωτήματα

Η έρευνα πραγματοποιείται με σκοπό να απαντήσει στα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για τον νέο τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής;
2. Ποιες είναι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην πλατφόρμα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;
3. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για την ελκυστικότητα και την ευχρηστία του υλικού;
4. Το υλικό οδηγεί σε μαθησιακά αποτελέσματα;
5. Ποιες αλλαγές προτείνουν οι μαθητές ώστε να βελτιωθεί το εκπαιδευτικό υλικό;
6. Το εκπαιδευτικό υλικό διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;
7. Το εκπαιδευτικό υλικό έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης;

1.3 Επιστημονική σημασία

Η ανάπτυξη και η αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού που βασίζεται στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ΕξΑΕ) και την πολυμεσική μάθηση αποκτά ιδιαίτερη σημασία στη σύγχρονη εκπαιδευτική πραγματικότητα, ιδίως μετά την πανδημία COVID-19, που κατέστησε την εξ αποστάσεως εκπαίδευση αναγκαίο εργαλείο για τη συνέχιση της διδασκαλίας. Η αξιοποίηση αυτών των μεθόδων για την κατανόηση επιστημονικών εννοιών, όπως το “Φως”, παρέχει μια δυναμική προσέγγιση για την ενίσχυση της κατανόησης, την καλλιέργεια του ενδιαφέροντος και την υποστήριξη της αυτονομίας των μαθητών.

Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και πρόσβαση στη μάθηση

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτρέπει την πρόσβαση σε μάθηση ανεξάρτητα από φυσικούς περιορισμούς και παρέχει τη δυνατότητα στους μαθητές να αναπτύξουν την αυτονομία και τις δεξιότητές τους στη διαχείριση της μάθησής τους. Σύμφωνα με τους Moore & Kearsley (2011), η ΕξΑΕ όχι μόνο ενισχύει τη συμμετοχή των μαθητών αλλά και τους προσφέρει ευελιξία ως προς τον τρόπο, τον τόπο και το χρόνο που θα ασχοληθούν με το αντικείμενο, δημιουργώντας ένα μαθησιακό περιβάλλον προσαρμοσμένο στις προσωπικές τους ανάγκες.

Σε αυτή την έρευνα, οι αρχές της ΕξΑΕ εφαρμόζονται για να διερευνηθεί πώς η συγκεκριμένη προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στη διδασκαλία της Φυσικής, επιτρέποντας στους μαθητές της Ε΄ Δημοτικού να κατανοήσουν την έννοια του φωτός με έναν πιο εξατομικευμένο και ελκυστικό τρόπο.

Πολυμεσική μάθηση και κατανόηση της επιστήμης

Η πολυμεσική μάθηση βασίζεται στην παρουσίαση πληροφοριών μέσω ποικίλων μορφών, όπως κείμενο, εικόνες, βίντεο και διαδραστικά εργαλεία, με στόχο τη διευκόλυνση της κατανόησης και τη διατήρηση της προσοχής των μαθητών. Έρευνες δείχνουν ότι η συνδυαστική χρήση οπτικών και ακουστικών στοιχείων ενισχύει σημαντικά την κατανόηση, την απομνημόνευση και την ικανότητα εφαρμογής των εννοιών σε νέα προβλήματα (Mayer, 2014). Ιδιαίτερα για τη διδασκαλία της Φυσικής, που συχνά περιλαμβάνει αφηρημένες έννοιες, τα πολυμεσικά εργαλεία μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να συνδέσουν τις θεωρητικές γνώσεις με πρακτικά παραδείγματα, βελτιώνοντας τη μαθησιακή τους εμπειρία.

Σημασία για την Εκπαιδευτική Έρευνα και πρακτική

Η παρούσα έρευνα συμβάλλει στη συζήτηση γύρω από την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και την αποτίμηση των πρακτικών εφαρμογών της. Η ενσωμάτωση πολυμεσικών στοιχείων στη διδασκαλία της Φυσικής αποτελεί ένα μοντέλο που μπορεί να επεκταθεί και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα. Σύμφωνα με τους Clark & Mayer (2016), οι πολυμεσικές αρχές και η ΕξΑΕ, όταν εφαρμόζονται σωστά, μπορούν να βελτιώσουν τη μαθησιακή απόδοση των μαθητών και να αναβαθμίσουν την εκπαιδευτική διαδικασία. Με την ανάλυση των αποτελεσμάτων από τη χρήση αυτών των εργαλείων σε μαθητές Δημοτικού, η έρευνα προσφέρει πρακτικές κατευθύνσεις για εκπαιδευτικούς και φορείς εκπαίδευσης σχετικά με το πώς μπορεί να αξιοποιηθεί η πολυμεσική μάθηση για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων.

Ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου Αιώνα

Η ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν και να αλληλεπιδρούν με την τεχνολογία είναι απαραίτητη στον σύγχρονο κόσμο. Η συμμετοχή των μαθητών σε διαδραστικά μαθήματα που υποστηρίζονται από πολυμέσα και εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να τους βοηθήσει να αναπτύξουν δεξιότητες του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η ψηφιακή παιδεία (Partnership for 21st Century Learning, 2019). Μέσω της αξιολόγησης της απόδοσης αυτών των δεξιοτήτων στη διδασκαλία της Φυσικής, η έρευνα προσθέτει στην κατανόηση της σχέσης μεταξύ της τεχνολογίας και της ανάπτυξης βασικών δεξιοτήτων που θα χρειαστούν οι μαθητές στο μέλλον.

Με αυτούς τους τρόπους, θα παρέχουμε σημαντικές πληροφορίες και παραδείγματα για την εκπαιδευτική κοινότητα και τους πολιτικούς φορείς, αναδεικνύοντας τη σημασία της πολυμεσικής μάθησης και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ως μέσων βελτίωσης της ποιότητας της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης και της διδακτικής προσέγγισης.

Η εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης σε αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές, αναδεικνύει τη δυνατότητα του ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού να εξισορροπήσει τις ευκαιρίες μάθησης μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. Αυτός ο παράγοντας μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για τη μείωση των ανισοτήτων στην εκπαίδευση και να ενισχύσει τη συνολική ποιότητα της μαθησιακής εμπειρίας (Greenhow et al., 2009).

1.4 Περιορισμοί της έρευνας

Φυσικά, η έρευνα ενδέχεται να έχει ορισμένους περιορισμούς, που πρέπει να εξεταστούν κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Αυτοί οι περιορισμοί περιλαμβάνουν το μέγεθος του δείγματος, τη γεωγραφική και κοινωνικοοικονομική ομοιογένεια της περιοχής, τη διάρκεια της μελέτης, τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και την εξάρτηση από τεχνολογικά μέσα.

Μικρό δείγμα και εντοπισμένη περιοχή

Το δείγμα αποτελείται από 10 μαθητές της Ε΄ Δημοτικού που προέρχονται από διάφορα Δημοτικά Σχολεία. Το μικρό μέγεθος δείγματος περιορίζει τη διεύρυνση των αποτελεσμάτων, καθώς τα ευρήματα ενδέχεται να αντικατοπτρίζουν κυρίως τις αντιλήψεις μαθητών που προέρχονται από αγροτικές περιοχές, με περιορισμένη πρόσβαση στην τεχνολογία (Creswell, 2014). Επιπλέον, οι συνθήκες της εκάστοτε περιοχής, όπως οι διαθέσιμες τεχνολογικές υποδομές και η γενικότερη στάση προς την καινοτομία, μπορούν

να επηρεάσουν τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με την ΕξΑΕ, γεγονός που ίσως δεν ισχύει σε μαθητές που ζουν σε αστικά κέντρα (Greenhow et al., 2009).

Επιπλέον, το περιβάλλον των μαθητών ενδέχεται να χαρακτηρίζεται από συγκεκριμένες κοινωνικοοικονομικές συνθήκες και περιορισμένες τεχνολογικές υποδομές, μπορεί να επηρεάσει την εκπαιδευτική εμπειρία και τις αντιλήψεις των μαθητών για την ΕξΑΕ. Αυτός ο παράγοντας πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων, καθώς οι μαθητές από αστικά κέντρα ενδέχεται να έχουν διαφορετικές εμπειρίες και αντιλήψεις (Creswell, 2014)

Περιορισμένη διάρκεια έρευνας

Η έρευνα διενεργήθηκε σε σύντομο χρονικό διάστημα, τον Οκτώβριο του 2025, επιτρέποντας στους μαθητές να αλληλεπιδράσουν με το υλικό για μία μόνο φορά. Η περιορισμένη διάρκεια μπορεί να μην ήταν αρκετή για να αναπτύξουν οι μαθητές μια βαθύτερη κατανόηση των εννοιών που περιλαμβάνονται στην ενότητα «Φως» ή για να αξιολογήσουν την εξ αποστάσεως εκπαίδευση στη διαρκή της μορφή. Τα ευρήματα, επομένως, μπορεί να είναι ενδεικτικά μόνο των πρώτων αντιδράσεων των μαθητών και όχι της μακροπρόθεσμης επίδρασης του υλικού (Baxter & Jack, 2008).

Μεθοδολογικοί περιορισμοί

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ερωτηματολογίων και συνεντεύξεων, τα οποία βασίζονται στις αντιλήψεις των μαθητών και μπορεί να μην αντανακλούν πλήρως τη βαθιά κατανόηση ή την πραγματική απόδοσή τους. Οι υποκειμενικές απόψεις των μαθητών, παράλο που είναι πολύτιμες, περιορίζουν την αντικειμενικότητα της έρευνας και τη δυνατότητα απόκτησης ποιοτικών δεδομένων που να αναδεικνύουν την επίδραση της πολυμεσικής μάθησης σε βάθος (Patton, 2002).

Περιορισμοί λόγω τεχνολογικής εξάρτησης

Η χρήση της τεχνολογίας για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση προϋποθέτει πρόσβαση σε αξιόπιστα μέσα και υποδομές, οι οποίες μπορεί να μην είναι διαθέσιμες σε όλες τις αγροτικές περιοχές. Παράγοντες όπως η σύνδεση στο διαδίκτυο, η εξοικείωση με τα ψηφιακά εργαλεία και η διαθεσιμότητα εξοπλισμού επηρεάζουν την εμπειρία των μαθητών και τη δυνατότητά τους να συμμετέχουν πλήρως στη διαδικασία της μάθησης (Barbour & Reeves, 2009). Αυτοί οι τεχνολογικοί περιορισμοί είναι κρίσιμοι, καθώς ενδέχεται να

περιορίσουν την έκταση της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το υλικό και να επηρεάσουν τις αντιλήψεις τους για την ΕξΑΕ.

Η έλλειψη πρόσβασης σε αναβαθμισμένα τεχνολογικά μέσα και η περιορισμένη εξοικείωση με αυτά μπορεί να επηρεάσει την ικανότητα των μαθητών να αξιοποιήσουν πλήρως τα εκπαιδευτικά εργαλεία της ΕξΑΕ. Οι μαθητές που δεν έχουν εξοικείωση με τα ψηφιακά εργαλεία ενδέχεται να δυσκολεύονται περισσότερο στην πλοήγηση και τη συμμετοχή σε διαδραστικά μαθήματα, κάτι που θα μπορούσε να μειώσει την αποτελεσματικότητα της μάθησης (Barbour & Reeves, 2009).”

Εστίαση σε μια μόνο ενότητα της Φυσικής

Η έρευνα επικεντρώνεται αποκλειστικά στην ενότητα «Φως» και δεν περιλαμβάνει άλλες ενότητες ή γνωστικά αντικείμενα, τα οποία ενδεχομένως απαιτούν διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις και εργαλεία. Τα αποτελέσματα της έρευνας είναι επομένως ειδικά για αυτήν την ενότητα και ίσως δεν γενικεύονται εύκολα σε άλλες πτυχές της Φυσικής ή σε άλλες θεματικές ενότητες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Yin, 2017).

2 Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Η Σχολική Εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ΣΕΞΑΕ)

Η συμπληρωματική σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ΣΕΞΑΕ) είναι μια σύγχρονη παιδαγωγική προσέγγιση που λειτουργεί υποστηρικτικά προς τη δια ζώσης διδασκαλία, χωρίς όμως να την αντικαθιστά. Στόχος της είναι η διερεύνηση μαθησιακού χρόνου και χώρου, η παροχή επιπλέον μαθησιακών ευκαιριών και η ενίσχυση της ενεργού συμμετοχής των μαθητών μέσα από ένα κατάλληλα σχεδιασμένο εκπαιδευτικό υλικό. Στο πλαίσιο της σχολικής εκπαίδευσης, η ΣΕΞΑΕ αξιοποιείται συνήθως για την εμβάθυνση, την επανάληψη και την υποστήριξη της μάθησης, λαμβάνοντας υπόψιν τον ρυθμό μάθησης και τις ατομικές ανάγκες των μαθητών (Αναστασιάδης, 2017)

Σύμφωνα με τον Αναστασιάδη (2014), η ΕξΑΕ σε σχολικό περιβάλλον δε θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως απλή μεταφορά εκπαιδευτικού περιεχομένου σε ψηφιακή μορφή, αλλά ως ένα παιδαγωγικά σχεδιασμένο σύστημα μάθησης που το θεμελιώνουν η συνεργασία, η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση. Η συμπληρωματική μορφή της ΕξΑΕ δίνει έμφαση στις δραστηριότητες που ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση, την αυτενέργεια και τον αναστοχασμό των μαθητών, αξιοποιώντας σύγχρονα και ασύγχρονα εργαλεία επικοινωνίας.

Για αυτό, έχει ιδιαίτερη σημασία ο παιδαγωγικός σχεδιασμός του εκπαιδευτικού υλικού. Όπως επισημαίνει ο Αναστασιάδης (2017), το ψηφιακό υλικό οφείλει να είναι σαφώς δομημένο και παιδαγωγικά προσαρμοσμένο στην ηλικία και τον χαρακτήρα των μαθητών, ώστε να λειτουργεί υποστηρικτικά και όχι αποσπασματικά. Στο Δημοτικό σχολείο, η συμπληρωματική ΕξΑΕ μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην ενίσχυση κατανόησης εννοιών που καθίστανται δύσκολες στην κατανόησή τους, προσφέροντας πολλαπλές αναπαραστάσεις, διαδραστικές δραστηριότητες και ευκαιρίες επαναπροσέγγισης της γνώσης.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία επιβεβαιώνεται ότι τα υβριδικά μοντέλα μάθησης, τα οποία συνδυάζουν τη δια ζώσης διδασκαλία με τη συμπληρωματική ΕξΑΕ, μπορούν να ενισχύσουν τη μαθησιακή εμπειρία και την εμπλοκή των μαθητών, εφόσον εφαρμόζονται σύμφωνα με παιδαγωγικά κριτήρια (Garrison & Vaughan, 2008· Moore & Kearsley, 2012). Στο σχολικό πλαίσιο, η συμπληρωματική ΕξΑΕ μπορεί να υποστηρίξει μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά προφίλ και τη διαφοροποίηση της διδασκαλίας, χωρίς να διαταράσσεται η συνοχή της σχολικής τάξης.

Τέλος, η εμπειρία της ΕξΑΕ κατά την περίοδο της πανδημίας ανέδειξε τη σημασία της παιδαγωγικής διάστασης της τεχνολογίας και την ανάγκη συστηματικού σχεδιασμού για την αξιοποίησή της στο σχολικό πλαίσιο. Η σχολική ΕξΑΕ μπορεί να λειτουργήσει ως πεδίο παιδαγωγικής καινοτομίας, ενισχύοντας τις δεξιότητες των μαθητών/τριών όπως η αυτορρύθμιση, η συνεργασία και ο ψηφιακός γραμματισμός, υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού που διατηρεί τον ρόλο του υποστηρικτή και συντονιστή της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Αναστασιάδης, 2017).

2.2 Διδασκαλία της Φυσικής στο δημοτικό

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό σχολείο αποτελεί θεμέλιο για τη μελλοντική επιστημονική κατάρτιση των μαθητών. Σε αυτό το πρώιμο στάδιο της εκπαίδευσης, η εισαγωγή στις βασικές αρχές της Φυσικής δεν περιορίζεται στην απλή μεταφορά γνώσεων, αλλά εστιάζει στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης μαθησιακής εμπειρίας που ενισχύει την περιέργεια, την κατανόηση του φυσικού κόσμου και την ανάπτυξη κρίσιμων δεξιοτήτων και η επίλυση προβλημάτων, οι οποίες είναι κρίσιμες για την επιστημονική σκέψη.

Η Φυσική, ως επιστήμη που ερμηνεύει τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, αποτελεί έναν από τους βασικούς πυλώνες της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες. Στο Δημοτικό, η διδασκαλία της έχει διττό ρόλο: αφενός να εισαγάγει τους μαθητές σε θεμελιώδεις επιστημονικές έννοιες, αφετέρου να διαμορφώσει τις βάσεις για την ανάπτυξη δεξιοτήτων που θα αξιοποιηθούν σε ανώτερα επίπεδα εκπαίδευσης.

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό έχει ως στόχο:

- **Την καλλιέργεια της περιέργειας:** Οι μαθητές ενθαρρύνονται να παρατηρούν το περιβάλλον γύρω τους, να θέτουν ερωτήματα για τον φυσικό κόσμο και να αναζητούν απαντήσεις μέσα από την εξερεύνηση.
- **Την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης:** Μέσα από δραστηριότητες που βασίζονται στον πειραματισμό και την επίλυση προβλημάτων, οι μαθητές μαθαίνουν να εφαρμόζουν λογικές διαδικασίες για την εξαγωγή συμπερασμάτων.
- **Την ενίσχυση της δημιουργικότητας:** Οι μαθητές ενθαρρύνονται να προτείνουν λύσεις σε προβλήματα και να δημιουργούν τις δικές τους υποθέσεις για τα φαινόμενα που παρατηρούν.

Σύμφωνα με τη θεωρία του Bruner (1960), η διαδικασία της μάθησης σε μικρές ηλικίες πρέπει να βασίζεται στη διερευνητική προσέγγιση, όπου οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά στη γνώση, παρά να την αποδέχονται παθητικά.

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό απαιτεί τη χρήση πολυδιάστατων διδακτικών μεθόδων που ανταποκρίνονται στις γνωστικές και συναισθηματικές ανάγκες των παιδιών. Οι ακόλουθες μέθοδοι θεωρούνται ιδιαίτερα αποτελεσματικές:

Εξερευνητική Μάθηση (Inquiry-Based Learning)

Οι μαθητές ενθαρρύνονται να διερευνούν φαινόμενα, να κάνουν υποθέσεις και να σχεδιάζουν πειράματα για να ελέγξουν τις ιδέες τους. Για παράδειγμα, στην ενότητα του ηλεκτρισμού, οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν ένα απλό κύκλωμα και να εξετάσουν πώς διαφορετικά υλικά επηρεάζουν τη ροή του ρεύματος.

Βιωματική Μάθηση

Μέσα από πειράματα και πρακτικές δραστηριότητες, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η συλλογή δεδομένων και η εξαγωγή συμπερασμάτων. Για παράδειγμα, η πειραματική παρατήρηση της πτώσης αντικειμένων από διαφορετικά ύψη μπορεί να οδηγήσει τους μαθητές στην κατανόηση βασικών αρχών της βαρύτητας.

Χρήση Πολυμέσων

Η χρήση εκπαιδευτικών βίντεο, διαδραστικών εφαρμογών και προσομοιώσεων βοηθά τους μαθητές να κατανοούν αφηρημένες έννοιες που δύσκολα μπορούν να αποδοθούν μόνο μέσω της διδασκαλίας. Ένα παράδειγμα είναι η χρήση μιας προσομοίωσης για να παρατηρήσουν την κίνηση ενός μαγνήτη μέσα από διαφορετικά υλικά.

Συνεργατική Μάθηση

Η ομαδική εργασία ενισχύει τις δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας. Οι μαθητές συνεργάζονται για την επίλυση προβλημάτων και ανταλλάσσουν ιδέες, ενισχύοντας την κριτική τους σκέψη.

Παρά τη σημαντικότητά της, η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό αντιμετωπίζει προκλήσεις που σχετίζονται κυρίως με:

- **Περιορισμένο διαθέσιμο χρόνο:** Το ωρολόγιο πρόγραμμα συχνά δεν αφιερώνει αρκετό χρόνο για την υλοποίηση πειραμάτων και δραστηριοτήτων που απαιτούν περισσότερο χρόνο.
- **Έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού:** Τα σχολεία ενδέχεται να μην διαθέτουν τα απαραίτητα μέσα για την πραγματοποίηση πρακτικών δραστηριοτήτων.
- **Ανυπαρξία εκπαιδευτικού υλικού που συνδυάζει τη θεωρία με τη βιωματική μάθηση:** Τα εκπαιδευτικά εγχειρίδια συχνά επικεντρώνονται στη θεωρητική παρουσίαση των εννοιών, χωρίς να προσφέρουν δραστηριότητες που ενισχύουν τη βιωματική εμπειρία.

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό απαιτεί συνεχή αναβάθμιση ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες. Σύμφωνα με την UNESCO (2010),

η ενίσχυση της επιστημονικής εκπαίδευσης σε μικρές ηλικίες είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η δημιουργικότητα.

Για να επιτευχθούν οι στόχοι αυτοί, απαιτούνται:

1. Εμπλουτισμός του εκπαιδευτικού υλικού με πολυμεσικά και διαδραστικά εργαλεία.
2. Εκπαίδευση των εκπαιδευτικών στη χρήση σύγχρονων διδακτικών μεθόδων.
3. Διασύνδεση της διδασκαλίας με πραγματικά προβλήματα και περιβάλλοντα.

Η διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για την ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και δεξιοτήτων που θα συνοδεύουν τους μαθητές σε όλη τους τη ζωή. Η αποτελεσματική διδασκαλία βασίζεται στη χρήση καινοτόμων διδακτικών μεθόδων, στη βιωματική εμπειρία και στη σύνδεση των εννοιών με τον πραγματικό κόσμο. Παρά τις προκλήσεις, η επένδυση στη διδασκαλία της Φυσικής μπορεί να έχει μακροπρόθεσμα οφέλη, ενισχύοντας τη διαμόρφωση μελλοντικών επιστημόνων και πολιτών που κατανοούν και σέβονται τον φυσικό κόσμο.

2.2.1 Βασικές Αρχές της Διδασκαλίας της Φυσικής

Η προσέγγιση στη διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό πρέπει να στηρίζεται σε αρχές που διευκολύνουν την κατανόηση αφηρημένων εννοιών. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι η ενέργεια, η δύναμη και η ύλη, οι οποίες αποτελούν βασικά θέματα του προγράμματος σπουδών. Σύμφωνα με τον Osborne και τον Dillon (2010), η διδασκαλία αυτών των θεμάτων πρέπει να είναι προσαρμοσμένη στην ηλικία και στο επίπεδο κατανόησης των μαθητών, εστιάζοντας στη σύνδεση της επιστήμης με καθημερινές εμπειρίες. Οι μαθητές σε αυτή την ηλικία αναπτύσσουν την κατανόησή τους καλύτερα όταν η μάθηση είναι βιωματική και όταν τους δίνεται η δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.

Για να είναι αποτελεσματική η διδασκαλία της Φυσικής, οι εκπαιδευτικοί πρέπει να ενθαρρύνουν την κριτική σκέψη και τον πειραματισμό. Ο Driver (1996) υποστηρίζει ότι οι μαθητές πρέπει να έχουν ευκαιρίες να δημιουργούν υποθέσεις και να τις ελέγχουν μέσω

πειραμάτων, καλλιεργώντας έτσι την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις επιστημονικές γνώσεις σε πρακτικά προβλήματα.

Τα πειράματα που ενσωματώνονται στη διδασκαλία βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα αφηρημένες έννοιες, καθώς τους προσφέρουν μια πρακτική αναπαράσταση αυτών των φαινομένων.

Η εκμάθηση των φυσικών φαινομένων μέσω διερευνητικών μεθόδων αναδεικνύει τη σημασία της αλληλεπίδρασης των μαθητών με το περιβάλλον τους. Η χρήση των αισθήσεων, της παρατήρησης και των πειραμάτων αποτελεί κρίσιμη συνιστώσα στη διαδικασία μάθησης. Ο Harlen (2018) σημειώνει ότι η διδασκαλία που βασίζεται σε πειραματικές δραστηριότητες ενθαρρύνει τους μαθητές να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους, να εξερευνούν νέες έννοιες και να αναπτύσσουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από δομημένες διαδικασίες που περιλαμβάνουν ερωτήματα, αναστοχασμό και συνεχή αλληλεπίδραση με τους εκπαιδευτικούς.

2.2.2 Η Διδασκαλία της Φυσικής και η Παιδαγωγική Επιστήμη

Η παιδαγωγική επιστήμη συνδυάζεται με τη διδασκαλία της Φυσικής για να ενισχύσει τη μάθηση μέσω της δημιουργίας ενός υποστηρικτικού μαθησιακού περιβάλλοντος. Ο Bransford et al. (2000) προτείνουν ότι η αποτελεσματική διδασκαλία βασίζεται σε εποικοδομητικές προσεγγίσεις, οι οποίες επιτρέπουν στους μαθητές να διαμορφώνουν γνώσεις μέσω των εμπειριών τους και των προσωπικών τους αντιλήψεων. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να παρέχουν ευκαιρίες στους μαθητές να εξερευνούν τις έννοιες της Φυσικής, να κάνουν λάθη και να αναστοχάζονται για αυτά μέσω διαδικασιών ανατροφοδότησης.

Ένας σημαντικός παράγοντας στη διδασκαλία της Φυσικής είναι η διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που επιτρέπει στους μαθητές να εκφράσουν τις δικές τους ιδέες και να αμφισβητήσουν τα υπάρχοντα επιστημονικά μοντέλα. Αυτό βοηθά τους μαθητές να εξελίξουν τις επιστημονικές τους αντιλήψεις και να υιοθετήσουν νέες προοπτικές. Ο Driver (1996) υποστηρίζει ότι οι εκπαιδευτικοί πρέπει να δημιουργούν ευκαιρίες για συζητήσεις και συνεργατικές δραστηριότητες, που ενθαρρύνουν τους μαθητές να εμπλέκονται ενεργά με τις ιδέες των συμμαθητών τους και να αναπτύξουν τη δική τους επιστημονική σκέψη. Επιπλέον, η παιδαγωγική της Φυσικής οφείλει να προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών. Σύμφωνα με τον Scott (2012), οι μαθητές σε μικρές ηλικίες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στη μάθηση μέσω εμπειριών, και ως εκ τούτου η διδακτική της Φυσικής πρέπει να εμπλουτίζεται με πρακτικές εφαρμογές και παιχνίδια που καλλιεργούν την επιστημονική

φαντασία. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιούν καθημερινά παραδείγματα για να συνδέσουν την επιστήμη με τη ζωή των μαθητών, δημιουργώντας ένα πιο προσιτό μαθησιακό περιβάλλον.

2.2.3 Η Χρήση Τεχνολογίας στη Διδασκαλία της Φυσικής

Η τεχνολογία παίζει πλέον κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς επιτρέπει τη βιωματική μάθηση μέσω προσομοιώσεων και διαδραστικών εργαλείων που φέρνουν τους μαθητές σε επαφή με αφηρημένα επιστημονικά φαινόμενα. Οι Duit και Treagust (2003) αναδεικνύουν τη σημασία των ψηφιακών προσομοιώσεων, οι οποίες επιτρέπουν στους μαθητές να εξετάζουν φαινόμενα όπως η διάδοση του φωτός ή η δυναμική των δυνάμεων, χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία στο εργαστήριο.

Η οπτικοποίηση αυτών των φαινομένων διευκολύνει τη σύνδεση των αφηρημένων εννοιών με συγκεκριμένες εμπειρίες, καθιστώντας τη μάθηση πιο αποτελεσματική.

Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων επιτρέπει επίσης στους μαθητές να διεξάγουν πειράματα, να δοκιμάζουν διάφορα σενάρια και να παρατηρούν άμεσα τα αποτελέσματα των υποθέσεών τους. Σύμφωνα με τον Zacharia et al. (2015), αυτή η προσέγγιση ενισχύει την αλληλεπίδραση των μαθητών με το περιεχόμενο, επιτρέποντας τους να εφαρμόζουν τις επιστημονικές τους γνώσεις και να αναπτύσσουν τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων. Η χρήση τεχνολογικών εργαλείων βοηθά επίσης στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ θεωρίας και πράξης, καθώς οι μαθητές μπορούν να δουν πώς οι επιστημονικές θεωρίες εφαρμόζονται σε πραγματικές καταστάσεις.

Επιπλέον, η χρήση ψηφιακών πλατφορμών για την ανάδειξη πειραματικών διαδικασιών και η δυνατότητα αλληλεπίδρασης σε πραγματικό χρόνο προσφέρουν στους μαθητές έναν πιο εμπλουτισμένο τρόπο μάθησης.

Ο Palloff και ο Pratt (2007) σημειώνουν ότι η συμμετοχική μάθηση ενισχύεται μέσα από διαδικτυακές πλατφόρμες που επιτρέπουν στους μαθητές να συνεργάζονται και να αναπτύσσουν κοινές στρατηγικές για την επίλυση επιστημονικών ζητημάτων.

2.2.4 Έρευνες για τη Διδασκαλία της Φυσικής στο Δημοτικό Σχολείο

Η ΕξΑΕ έχει αποτελέσει τα τελευταία χρόνια αντικείμενο εκτεταμένης ερευνητικής μελέτης, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της διδασκαλίας των Φυσικών επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Τόσο η διεθνής όσο και η ελληνική βιβλιογραφία συμφωνούν

ότι η μετάβαση στην εξ αποστάσεως διδασκαλία ανέδειξε τους περιορισμούς και τις δυνατότητες των ψηφιακών περιβαλλόντων μάθησης.

Διεθνείς έρευνες που εστιάζουν στις εμπειρίες των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, καταδεικνύουν πως η εξ αποστάσεως διδασκαλία δυσχεραίνει την εφαρμογή διερευνητικών και πειραματικών δραστηριοτήτων, οι οποίες αποτελούν βασικό στοιχείο της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών (Yüzbaşıoğlu et al., 2023). Συγκεκριμένα, οι εκπαιδευτικοί αναφέρουν μειωμένη αλληλεπίδραση, περιορισμένη ενεργητική συμμετοχή και ανάγκη υποστήριξης από το οικογενειακό περιβάλλον.

Παράλληλα, μελέτες που εστιάζουν στην ετοιμότητα των εκπαιδευτικών επισημαίνουν ότι οι στάσεις απέναντι στην τεχνολογία, οι ψηφιακές δεξιότητες και η εξοικείωση με τα εικονικά εργαστήρια επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας της Φυσικής στο δημοτικό σχολείο (Kotsis et al., 2025).

Αντίστοιχα, η ελληνική βιβλιογραφία επιβεβαιώνει τα ευρήματα των διεθνών μελετών, αναδεικνύοντας τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί του δημοτικού κατά την εξ αποστάσεως διδασκαλία της Φυσικής. Έρευνες δείχνουν ότι η απουσία σχολικού εργαστηρίου, η περιορισμένη επιμόρφωση στις ΤΠΕ και οι τεχνικές δυσκολίες αποτέλεσαν βασικά εμπόδια στη διδακτική πρακτική (Κότσης & Νίκου, 2021). Παράλληλα τονίζεται ότι η ΕξΑΕ μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά στη δια ζώσης διδασκαλία, μέσω της αξιοποίησης ψηφιακών προσομοιώσεων και ασύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού (Μακράκης & Βεργίδης, 2020).

Τέλος, στην ελληνική βιβλιογραφία υπογραμμίζεται η σημασία της συστηματικής επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών στο παιδαγωγικό πλαίσιο των ΤΠΕ, προκειμένου να ενισχυθεί η ποιότητα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο, τόσο σε εξ αποστάσεως όσο και σε μικτά περιβάλλοντα μάθησης (Τζιμογιάννης, 2019).

2.3 Η ενότητα "Φως" στην Ε' Δημοτικού

Η διδασκαλία της ενότητας «Φως» στην Ε΄ Δημοτικού κατέχει κεντρική θέση στο πρόγραμμα της Φυσικής, καθώς εισάγει τους μαθητές σε θεμελιώδεις έννοιες της οπτικής, που αποτελούν τη βάση για την κατανόηση όχι μόνο επιστημονικών φαινομένων αλλά και πρακτικών εφαρμογών στην καθημερινή ζωή. Στο συγκεκριμένο επίπεδο, η διδασκαλία του φωτός εστιάζει στη φύση, τη διάδοση και τη συμπεριφορά του, ενώ παράλληλα προάγει τη διερευνητική μάθηση και την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης.

Η ενότητα «Φως» παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να κατανοήσουν βασικά φαινόμενα όπως η διάδοση, η ανάκλαση και η διάθλαση. Αυτά τα φαινόμενα αποτελούν θεμέλιο για την κατανόηση πιο σύνθετων εννοιών, όπως η λειτουργία των φακών, η δημιουργία σκιών, η ανάλυση του φωτός και η επιστήμη της οπτικής.

Η διδασκαλία του φωτός έχει πολλαπλές εκπαιδευτικές και πρακτικές προεκτάσεις:

1. Επιστημονική Κατανόηση:

- Μέσα από τη διδασκαλία του φωτός, οι μαθητές μαθαίνουν να εξηγούν φαινόμενα που παρατηρούν καθημερινά, όπως γιατί σχηματίζονται οι σκιές ή γιατί ένα κουτάλι φαίνεται σπασμένο όταν βρίσκεται μέσα σε νερό.
- Αυτή η κατανόηση ενισχύει τη λογική σκέψη και τη δυνατότητα εξήγησης του κόσμου γύρω τους.

2. Ανάπτυξη Δεξιοτήτων:

- Η διδασκαλία της ενότητας βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες όπως η παρατήρηση, η ανάλυση και η πειραματική προσέγγιση.

3. Εμπλοκή με Πρακτικές Εφαρμογές:

- Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με εφαρμογές όπως η φωτογραφία, τα οπτικά συστήματα (φακοί και καθρέπτες) και οι τεχνολογίες φωτισμού.

Κεντρικές έννοιες της ενότητας

Η ενότητα «Φως» περιλαμβάνει τη διδασκαλία των εξής βασικών εννοιών:

Διάδοση του Φωτός

Το φως ταξιδεύει σε ευθεία γραμμή και η πορεία του μπορεί να αλλάξει όταν συναντήσει διαφορετικά υλικά ή εμπόδια. Οι μαθητές μπορούν να παρατηρήσουν τη διάδοση του φωτός μέσα από διαφορετικά υλικά (π.χ., καθαρό γυαλί, χαρτί) για να κατανοήσουν την έννοια της διαφάνειας, της ημιδιαφάνειας και της αδιαφάνειας.

Ανάκλαση του Φωτός

Το φως αλλάζει κατεύθυνση όταν συναντά μια γυαλιστερή επιφάνεια, όπως έναν καθρέπτη. Οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν φακούς και καθρέπτες για να δουν πώς το φως ανακλάται και πώς σχηματίζονται εικόνες σε επίπεδους καθρέπτες.

Διάθλαση του Φωτός

Η διάθλαση συμβαίνει όταν το φως περνά από ένα μέσο σε άλλο (π.χ., από τον αέρα στο νερό) και αλλάζει κατεύθυνση. Ένα πείραμα που περιλαμβάνει τη βύθιση ενός καλαμιού σε ένα ποτήρι με νερό μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν την έννοια της διάθλασης.

Σύνθεση και Ανάλυση του Φωτός

Το λευκό φως αποτελείται από πολλά χρώματα, τα οποία μπορούν να διαχωριστούν μέσω της διάθλασης (π.χ., με χρήση πρίσματος). Χρήση πρίσματος για την παραγωγή φάσματος φωτός.

Διδακτικές προσεγγίσεις

Η διδασκαλία της ενότητας «Φως» μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική μέσω των παρακάτω διδακτικών προσεγγίσεων:

Βιωματική Μάθηση

Οι μαθητές συμμετέχουν σε πειράματα και παρατηρήσεις που ενισχύουν την κατανόηση των φαινομένων. Για παράδειγμα, η χρήση φακών για τη συγκέντρωση ηλιακού φωτός σε μια επιφάνεια δείχνει πώς το φως μπορεί να εστιάζεται.

Διαθεματική Προσέγγιση

Η σύνδεση της Φυσικής με άλλες επιστήμες, όπως η Τεχνολογία (π.χ., πώς λειτουργεί ένας φακός) και η Τέχνη (π.χ., η χρήση του φωτός στη ζωγραφική), μπορεί να κάνει το μάθημα πιο ενδιαφέρον και ολοκληρωμένο.

Χρήση Πολυμεσικών Εργαλείων

Διαδραστικά βίντεο και προσομοιώσεις που δείχνουν την ανάκλαση, τη διάθλαση ή τη σύνθεση του φωτός μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες με πιο οπτικοποιημένο τρόπο.

Συνεργατική Μάθηση

Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες για την υλοποίηση πειραμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων, ενισχύοντας έτσι τις δεξιότητες συνεργασίας.

Προκλήσεις και λύσεις

Η διδασκαλία της ενότητας μπορεί να αντιμετωπίσει διάφορες προκλήσεις:

Περιορισμένος εξοπλισμός:

Πολλά σχολεία δεν διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό για την υλοποίηση πειραμάτων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να χρήση καθημερινών αντικειμένων (π.χ., ποτήρια, φακοί, καθρέπτες) για απλά πειράματα.

Δυσκολία στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών:

Η διάθλαση και η ανάλυση του φωτός μπορεί να φαίνονται πολύπλοκες που σημαίνει η Οπτικοποίηση μέσω προσομοιώσεων και εφαρμογών είναι μια πολύ καλή λύση .

Η διδασκαλία της ενότητας «Φως» στην Ε΄ Δημοτικού δεν αποσκοπεί μόνο στην απόκτηση γνώσεων, αλλά και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων παρατήρησης, ανάλυσης και πειραματισμού. Οι μαθητές αποκτούν μια πρώτη κατανόηση του ρόλου του φωτός στη φύση και την τεχνολογία, ενώ προετοιμάζονται για πιο σύνθετες έννοιες της οπτικής σε μελλοντικά στάδια εκπαίδευσης. Η χρήση βιωματικών και πολυμεσικών εργαλείων, η έμφαση στη συνεργασία και η σύνδεση της Φυσικής με την καθημερινότητα καθιστούν την ενότητα «Φως» έναν από τους πιο συναρπαστικούς και ουσιαστικούς τομείς της Φυσικής στο Δημοτικό.

2.3.1 Βασικές Έννοιες της Ενότητας «Φως»

Η ενότητα «Φως» στην Ε΄ Δημοτικού εισάγει τους μαθητές σε κρίσιμες επιστημονικές έννοιες που σχετίζονται με τη φύση και τη συμπεριφορά του φωτός. Το φως αποτελεί φυσικό φαινόμενο που διαδίδεται σε ευθεία γραμμή και αλληλεπιδρά με τα υλικά και τις επιφάνειες που συναντά. Οι μαθητές, σε αυτό το στάδιο, έρχονται σε επαφή με βασικά φαινόμενα όπως η διάδοση, η ανάκλαση, η διάθλαση και η απορρόφηση του φωτός, τα οποία αποτελούν τη βάση για την κατανόηση πιο σύνθετων εννοιών σε μεταγενέστερες βαθμίδες εκπαίδευσης. Η διδασκαλία αυτών των εννοιών, όπως υποστηρίζουν οι Feher και Rice (1988), είναι κρίσιμη, καθώς διαμορφώνει τις γνωστικές βάσεις για πιο προχωρημένα επιστημονικά θέματα, όπως η συμπεριφορά του φωτός μέσα από φακούς και πρίσματα.

Η διάδοση του φωτός είναι από τις πρώτες έννοιες που εισάγονται στους μαθητές. Μέσα από πειραματικές δραστηριότητες, οι μαθητές παρατηρούν ότι το φως ταξιδεύει σε ευθεία γραμμή και μπορεί να περάσει μέσα από διάφορα μέσα, όπως ο αέρας, το γυαλί και το νερό. Αυτή η παρατήρηση ενισχύεται με τη χρήση φακών ή ακτίνων λέιζερ, που επιτρέπουν στους μαθητές να κατανοούν την ευθύγραμμη διάδοση του φωτός. Η ανάκλαση αποτελεί τη δεύτερη βασική έννοια, όπου το φως αλλάζει κατεύθυνση όταν προσκρούει σε μια λεία επιφάνεια, όπως ένας καθρέπτης. Οι μαθητές διδάσκονται τον νόμο της ανάκλασης, ο οποίος ορίζει ότι η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης. Μέσα από πρακτικές δραστηριότητες, όπως η χρήση φακών και καθρεπτών, παρατηρούν την εφαρμογή αυτής της αρχής.

Η διάθλαση, η οποία περιγράφει την αλλαγή κατεύθυνσης του φωτός όταν αυτό περνά από ένα μέσο σε άλλο, είναι μια πιο αφηρημένη έννοια που εισάγεται με την υποστήριξη πειραμάτων. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η παρατήρηση της φαινομενικής παραμόρφωσης ενός καλαμιού όταν αυτό βυθίζεται σε νερό. Αυτή η δραστηριότητα βοηθά τους μαθητές να κατανοούν πώς η διάθλαση επηρεάζεται από τη διαφορά πυκνότητας των μέσων. Εξίσου σημαντική είναι η εισαγωγή στην απορρόφηση του φωτός, όπου οι μαθητές παρατηρούν πώς διαφορετικά υλικά απορροφούν το φως και πώς αυτή η απορρόφηση σχετίζεται με τη θέρμανση των αντικειμένων.

Η διδασκαλία των βασικών εννοιών του φωτός βασίζεται στην πειραματική προσέγγιση, η οποία διευκολύνει την κατανόηση και ενισχύει την επιστημονική περιέργεια των μαθητών.

Σύμφωνα με το Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών (Υπουργείο Παιδείας, 2011), οι μαθητές πρέπει να περιγράφουν τα φαινόμενα της ανάκλασης και της διάθλασης και να πειραματίζονται με αυτά χρησιμοποιώντας απλά μέσα, όπως φακούς, καθρέπτες και νερό. Η πειραματική διαδικασία επιτρέπει στους μαθητές να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα των θεωρητικών αρχών και να εξάγουν συμπεράσματα μέσα από τη δική τους εμπειρία. Η παρατήρηση και η ανάλυση δεδομένων, όπως οι γωνίες ανάκλασης και διάθλασης, ενισχύουν τη σύνδεση μεταξύ θεωρίας και πρακτικής εφαρμογής.

Η σημασία αυτών των δραστηριοτήτων τεκμηριώνεται από τη θεωρία του Bruner (1960), η οποία υποστηρίζει ότι η ενεργητική εμπλοκή των μαθητών με το αντικείμενο οδηγεί σε βαθύτερη κατανόηση και ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης. Επιπλέον, οι Feher και Rice (1988) υποστηρίζουν ότι οι έννοιες της ανάκλασης και της διάθλασης είναι θεμελιώδεις για την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε ανώτερες εκπαιδευτικές βαθμίδες.

Μέσα από τη συστηματική παρατήρηση και τον πειραματισμό, οι μαθητές αποκτούν μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του ρόλου του φωτός τόσο στον φυσικό κόσμο όσο και σε τεχνολογικές εφαρμογές, όπως οι φακοί και τα πρίσματα.

Παρά τις προκλήσεις που ενδέχεται να παρουσιαστούν, όπως η δυσκολία κατανόησης αφηρημένων εννοιών ή η έλλειψη κατάλληλου εξοπλισμού, η χρήση καθημερινών αντικειμένων και η ενσωμάτωση πολυμεσικών εργαλείων, όπως προσομοιώσεις, μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Η ενότητα «Φως» αποτελεί μια ευκαιρία για τους μαθητές να εμβαθύνουν στην επιστημονική μεθοδολογία, ενώ παράλληλα αναπτύσσουν δεξιότητες που θα τους συνοδεύουν σε όλη την εκπαιδευτική τους πορεία.

2.3.2 Ενεργητική Μάθηση και Διερευνητική Προσέγγιση

Η ενότητα «Φως» παρέχει μια μοναδική ευκαιρία για την εφαρμογή σύγχρονων παιδαγωγικών μεθόδων που εστιάζουν στην ενεργητική μάθηση και τη διερευνητική προσέγγιση. Αυτές οι μέθοδοι ενθαρρύνουν τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, να διερευνούν φαινόμενα μέσα από την προσωπική τους εμπλοκή και να οικοδομούν τη γνώση μέσω της εμπειρίας. Σύμφωνα με τον Hodson (1998), η ενεργητική μάθηση στη Φυσική προάγει την κατανόηση των φυσικών φαινομένων, καθώς

οι μαθητές καλούνται να εξετάσουν πώς το φως αλληλεπιδρά με διάφορα υλικά, να πειραματιστούν και να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Αυτή η διαδικασία βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν τις θεωρητικές γνώσεις με πρακτικές εμπειρίες, γεγονός που ενισχύει τη βαθύτερη κατανόηση και τη μακροπρόθεσμη συγκράτηση της γνώσης.

Η ενεργητική μάθηση, όπως περιγράφεται από τον Bruner (1960), τοποθετεί τους μαθητές στο κέντρο της μαθησιακής διαδικασίας, καθιστώντας τους υπεύθυνους για τη δική τους μάθηση. Σε αντίθεση με την παθητική παραλαβή πληροφοριών, οι μαθητές συμμετέχουν ενεργά μέσα από πειράματα, ερωτήσεις και διερεύνηση. Στην ενότητα «Φως», η ενεργητική μάθηση προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να παρατηρήσουν φαινόμενα όπως η ανάκλαση και η διάθλαση και να κατανοήσουν τις αιτίες και τις συνέπειες αυτών των φαινομένων. Για παράδειγμα, μέσω πειραματικών δραστηριοτήτων με φακούς και καθρέπτες, οι μαθητές μπορούν να εξετάσουν πώς το φως αλλάζει κατεύθυνση όταν προσκρούει σε μια λεία επιφάνεια ή περνά μέσα από διαφορετικά μέσα.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα ενεργητικής μάθησης είναι η χρήση προβλημάτων για την επίλυση φαινομένων του φωτός. Οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν πώς σχηματίζονται οι σκιές όταν το φως συναντά ένα εμπόδιο ή πώς μεταβάλλεται η διεύθυνση του φωτός όταν περνά από τον αέρα στο νερό. Αυτή η διαδικασία βοηθά τους μαθητές να συνδέσουν τη θεωρία με την πρακτική και να αναπτύξουν επιστημονικές δεξιότητες, όπως η διατύπωση υποθέσεων, ο πειραματικός σχεδιασμός και η ανάλυση δεδομένων.

Η διερευνητική μάθηση, όπως περιγράφεται από τον Dewey (1938), βασίζεται στην ενεργή αλληλεπίδραση των μαθητών με το περιβάλλον και στη διαδικασία της ανακάλυψης μέσω ερωτήσεων και πειραμάτων. Στην ενότητα «Φως», αυτή η προσέγγιση ενθαρρύνει τους μαθητές να ερευνήσουν τη συμπεριφορά του φωτός, να θέσουν ερωτήματα όπως «Γιατί σχηματίζεται ένα ουράνιο τόξο;» ή «Πώς λειτουργεί ένας καθρέπτης;» και να ανακαλύψουν τις απαντήσεις μέσα από τη δική τους διερεύνηση.

Μια τυπική διερευνητική δραστηριότητα μπορεί να περιλαμβάνει τη χρήση φακών και πρισμάτων για την παρατήρηση της ανάλυσης του λευκού φωτός σε διαφορετικά χρώματα. Οι μαθητές μπορούν να υποθέσουν γιατί συμβαίνει αυτή η διάσπαση και να επαληθεύσουν την υπόθεσή τους μέσα από πειράματα. Παράλληλα, καλούνται να αναλύσουν τις

παρατηρήσεις τους και να καταλήξουν σε συμπεράσματα σχετικά με τη φύση του φωτός και τη συμπεριφορά του κατά τη διέλευσή του μέσα από διάφορα μέσα.

Η διερευνητική μάθηση καλλιεργεί τη φυσική περιέργεια των μαθητών και ενισχύει τη συμμετοχή τους στη μαθησιακή διαδικασία. Όπως σημειώνει η Harlen (2018), οι μαθητές που εμπλέκονται ενεργά στη διερεύνηση και στην ανακάλυψη εννοιών αναπτύσσουν καλύτερες δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων, κριτική σκέψη και μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση στις επιστημονικές τους ικανότητες.

Η εφαρμογή της ενεργητικής και διερευνητικής μάθησης στην ενότητα «Φως» μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα από τις παρακάτω διδακτικές δραστηριότητες:

- **Παρατήρηση και Ανάλυση:** Οι μαθητές παρατηρούν τη διάδοση του φωτός μέσα από διαφορετικά μέσα, όπως αέρας, γυαλί και νερό. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα ποτήρι νερού και ένα καλαμάκι για να παρατηρήσουν τη διάθλαση του φωτός.
- **Σχηματισμός Υποθέσεων:** Κατά την παρατήρηση φαινομένων όπως η ανάκλαση, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης. Οι υποθέσεις αυτές στη συνέχεια ελέγχονται μέσα από πειράματα.
- **Πειραματισμός και Συμπεράσματα:** Μέσα από πειραματικές δραστηριότητες, οι μαθητές καταλήγουν σε συμπεράσματα σχετικά με τη φύση και τη συμπεριφορά του φωτός. Για παράδειγμα, μπορούν να παρατηρήσουν πώς το λευκό φως διασπάται σε φάσμα χρωμάτων με τη χρήση πρίσματος και να συνδέσουν αυτή τη γνώση με το φυσικό φαινόμενο του ουράνιου τόξου.

Παρά τα πλεονεκτήματα της ενεργητικής και διερευνητικής μάθησης, η εφαρμογή τους δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η έλλειψη εξοπλισμού και χρόνου είναι δύο σημαντικοί περιορισμοί που μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω της χρήσης καθημερινών αντικειμένων για την πραγματοποίηση πειραμάτων ή μέσω της ενσωμάτωσης ψηφιακών εργαλείων, όπως προσομοιώσεις και διαδραστικά βίντεο. Επιπλέον, η εκπαίδευση των δασκάλων στη χρήση αυτών των μεθόδων είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική εφαρμογή τους.

Η ενσωμάτωση μεθόδων ενεργητικής και διερευνητικής μάθησης στην ενότητα «Φως» προσφέρει στους μαθητές τη δυνατότητα να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία και να αποκτούν βαθύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Μέσω της ενεργητικής συμμετοχής, της παρατήρησης και του πειραματισμού, οι μαθητές αναπτύσσουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων και κριτικής σκέψης που είναι απαραίτητες για τη μελλοντική τους εκπαίδευση. Οι μέθοδοι αυτές, εάν υποστηριχθούν από κατάλληλη υποδομή και επιμόρφωση των εκπαιδευτικών, μπορούν να αποτελέσουν έναν ισχυρό μοχλό βελτίωσης της διδασκαλίας της Φυσικής στο Δημοτικό.

2.3.3 Ο Ρόλος της Τεχνολογίας στη Διδασκαλία της Ενότητας «Φως»

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία της Φυσικής και ειδικότερα της ενότητας «Φως» αποτελεί έναν από τους πιο αποτελεσματικούς τρόπους ενίσχυσης της εκπαιδευτικής εμπειρίας. Η τεχνολογία παρέχει τη δυνατότητα για οπτικοποίηση φαινομένων που, υπό κανονικές συνθήκες, είναι δύσκολο να παρουσιαστούν σε μια σχολική τάξη. Μέσα από τη χρήση ψηφιακών εργαλείων, όπως προσομοιώσεις, βίντεο και διαδραστικά λογισμικά, οι μαθητές αποκτούν πρόσβαση σε μια πολυδιάστατη προσέγγιση της γνώσης που διευκολύνει τη σύνδεση θεωρίας και πράξης.

Η χρήση της τεχνολογίας στη διδασκαλία της ενότητας «Φως» αναδεικνύεται ως απαραίτητη, καθώς τα φαινόμενα όπως η ανάκλαση, η διάθλαση και η ανάλυση του φωτός είναι δύσκολο να παρουσιαστούν αποκλειστικά μέσω παραδοσιακών μεθόδων. Σύμφωνα με τον Zacharia (2015), τα τεχνολογικά εργαλεία στη Φυσική γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ θεωρίας και πράξης, παρέχοντας στους μαθητές την ευκαιρία να πειραματιστούν με φαινόμενα που δεν μπορούν να παρατηρηθούν εύκολα σε πραγματικές συνθήκες.

Για παράδειγμα, μέσω λογισμικών όπως το **PhET Interactive Simulations**, οι μαθητές μπορούν να εξετάσουν την ανάκλαση του φωτός σε διαφορετικές γωνίες ή να παρατηρήσουν πώς το φως διαθλάται όταν περνά μέσα από διάφορα μέσα, όπως το νερό ή το γυαλί. Αυτές οι ψηφιακές δραστηριότητες επιτρέπουν στους μαθητές να κατανοήσουν πολύπλοκες έννοιες μέσα από έναν ασφαλή και εύκολα διαχειρίσιμο περιβάλλον.

Πλεονεκτήματα της χρήσης ψηφιακών εργαλείων

Η τεχνολογία στη διδασκαλία της Φυσικής παρέχει μια σειρά από πλεονεκτήματα που διευκολύνουν τόσο τους μαθητές όσο και τους δασκάλους:

Οπτικοποίηση και κατανόηση πολύπλοκων εννοιών:

Τα φαινόμενα της διάθλασης και της ανάλυσης του φωτός, όπως η παραγωγή ενός φάσματος μέσω πρίσματος, μπορούν να αναπαρασταθούν ψηφιακά, επιτρέποντας στους μαθητές να τα κατανοήσουν χωρίς την ανάγκη ειδικού εξοπλισμού.

Έρευνες, όπως αυτή των Finkelstein et al. (2005), δείχνουν ότι η χρήση ψηφιακών προσομοιώσεων αυξάνει την κατανόηση των μαθητών κατά 25% σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας.

Δυνατότητα επανάληψης

Σε ένα ψηφιακό περιβάλλον, οι μαθητές μπορούν να επαναλάβουν πειράματα πολλές φορές, προσαρμόζοντας παραμέτρους όπως η ένταση του φωτός ή η γωνία πρόσπτωσης, ώστε να δουν τις επιπτώσεις τους στο αποτέλεσμα.

Ενίσχυση της αυτονομίας και της εξερεύνησης:

Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εξερευνούν ελεύθερα τα φαινόμενα, να δοκιμάζουν διαφορετικές υποθέσεις και να παρατηρούν τα αποτελέσματα. Αυτό ενισχύει την αυτονομία τους και καλλιεργεί την ερευνητική τους σκέψη.

Εφαρμογές τεχνολογίας στη διδασκαλία της ενότητας «Φως»

Η ενότητα «Φως» μπορεί να επωφεληθεί από διάφορες εφαρμογές τεχνολογίας που υποστηρίζουν τη μάθηση:

- **Ψηφιακές Προσομοιώσεις:** Τα λογισμικά, όπως το PhET και το Algodoo, επιτρέπουν τη διερεύνηση φαινομένων όπως η διάθλαση και η ανάκλαση. Οι μαθητές μπορούν να πειραματιστούν με διαφορετικά σενάρια και να παρατηρήσουν σε πραγματικό χρόνο τις αλλαγές που συμβαίνουν.

- **Διαδραστικά Βίντεο:** Βίντεο που παρουσιάζουν την ανάλυση του φωτός μέσα από πρίσματα ή τη δημιουργία του ουράνιου τόξου βοηθούν τους μαθητές να κατανοήσουν την πολυπλοκότητα αυτών των φαινομένων.
- **Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR):** Μέσω εφαρμογών AR, οι μαθητές μπορούν να δουν τρισδιάστατες αναπαραστάσεις φωτεινών φαινομένων και να αλληλεπιδράσουν με αυτά σε πραγματικό χρόνο.

Παρότι η τεχνολογία προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα, υπάρχουν ορισμένες προκλήσεις στη χρήση της:

- **Έλλειψη Υποδομής:** Σε πολλά σχολεία, η πρόσβαση σε υπολογιστές και λογισμικά είναι περιορισμένη.
- **Ανεπάρκεια Εκπαίδευσης Εκπαιδευτικών:** Πολλοί εκπαιδευτικοί δεν είναι εξοικειωμένοι με τα διαθέσιμα ψηφιακά εργαλεία, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα αξιοποίησής τους.
- **Δυσκολία Ενσωμάτωσης στο Αναλυτικό Πρόγραμμα:** Οι ψηφιακές δραστηριότητες απαιτούν χρόνο, ο οποίος συχνά δεν επαρκεί στο υπάρχον ωρολόγιο πρόγραμμα.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, απαιτείται η συνεχής επιμόρφωση των εκπαιδευτικών και η επένδυση σε τεχνολογική υποδομή στα σχολεία.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδασκαλία της ενότητας «Φως» προσφέρει έναν καινοτόμο και αποτελεσματικό τρόπο ενίσχυσης της μαθησιακής διαδικασίας. Μέσα από τη χρήση ψηφιακών προσομοιώσεων, διαδραστικών βίντεο και εργαλείων επαυξημένης πραγματικότητας, οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν καλύτερα τα φαινόμενα της οπτικής, να αναπτύξουν ερευνητικές δεξιότητες και να συμμετέχουν ενεργά στη μάθηση.

Παρότι υπάρχουν προκλήσεις, οι δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία είναι σημαντικές για τη διαμόρφωση μιας πιο διαδραστικής και αποτελεσματικής εκπαιδευτικής εμπειρίας. Η επένδυση σε τεχνολογικά μέσα και η εκπαίδευση των εκπαιδευτικών αποτελούν κρίσιμα βήματα για την πλήρη αξιοποίηση αυτής της προσέγγισης.

2.3.4 Πειραματικές Δραστηριότητες στην Ενότητα «Φως»

Οι πειραματικές δραστηριότητες αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της διδασκαλίας της ενότητας «Φως», καθώς προσφέρουν στους μαθητές τη δυνατότητα να κατανοήσουν επιστημονικές έννοιες μέσω της άμεσης παρατήρησης και του πειραματισμού. Μέσω των πειραμάτων, οι μαθητές δεν περιορίζονται στη θεωρητική γνώση, αλλά συμμετέχουν ενεργά στη διαδικασία της μάθησης, συνδέοντας τις επιστημονικές αρχές με πρακτικές εφαρμογές. Αυτή η βιωματική προσέγγιση ενισχύει την κατανόηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως η κριτική σκέψη, η ανάλυση δεδομένων και η διατύπωση συμπερασμάτων.

Η διδασκαλία της ενότητας «Φως» μέσω πειραμάτων βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν έννοιες όπως η διάδοση, η ανάκλαση και η διάθλαση του φωτός. Σύμφωνα με τον Tiberghien (2000), η εφαρμογή πειραμάτων στη Φυσική προσφέρει ένα δομημένο πλαίσιο στο οποίο οι μαθητές μπορούν να εξετάσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις και να τις συνδέσουν με πραγματικά φαινόμενα. Για παράδειγμα, η παρατήρηση της διάθλασης του φωτός σε νερό επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν την αλλαγή κατεύθυνσης του φωτός όταν περνά από ένα μέσο σε άλλο, ενισχύοντας τη μαθησιακή εμπειρία μέσα από την πρακτική εφαρμογή.

Η χρήση καθημερινών αντικειμένων, όπως ποτήρια, καθρέφτες και φακοί, καθιστά τα πειράματα πιο προσιτά και σχετιζόμενα με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Αυτός ο συνδυασμός της θεωρίας με την πρακτική προάγει την ουσιαστική κατανόηση των επιστημονικών εννοιών, μετατρέποντας τη μάθηση σε μια εμπειρία ανακάλυψης.

Παραδείγματα πειραματικών δραστηριοτήτων

Στο πλαίσιο της ενότητας «Φως», διάφορα πειράματα μπορούν να οργανωθούν ώστε να καλύψουν τις βασικές έννοιες της Φυσικής:

Πειραματική Παρατήρηση της διάδοσης του Φωτός

Οι μαθητές χρησιμοποιούν φακούς ή δέσμες φωτός για να παρατηρήσουν ότι το φως διαδίδεται σε ευθεία γραμμή. Μπορούν να τοποθετήσουν διάφορα εμπόδια, όπως χαρτόνια με τρύπες, για να διαπιστώσουν ότι το φως περνά μόνο αν οι τρύπες είναι ευθυγραμμισμένες.

- **Επιστημονικός Στόχος:** Επαλήθευση της ευθύγραμμης διάδοσης του φωτός.
- **Δεξιότητες που Αναπτύσσονται:** Παρατήρηση, πειραματισμός, εξαγωγή συμπερασμάτων.

Πείραμα Ανάκλασης του Φωτός

Οι μαθητές χρησιμοποιούν επίπεδους καθρέφτες για να παρατηρήσουν πώς το φως ανακλάται. Με τη χρήση φακού και καθρέφτη, μπορούν να μετρήσουν τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης, επιβεβαιώνοντας τον νόμο της ανάκλασης.

- **Επιστημονικός Στόχος:** Κατανόηση του νόμου της ανάκλασης (η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με τη γωνία ανάκλασης).
- **Πρακτική Εφαρμογή:** Εξήγηση φαινομένων όπως η λειτουργία των καθρεφτών.

Διάθλαση του Φωτός μέσω Νερού

Ένα απλό πείραμα με ένα ποτήρι νερό και ένα καλαμάκι μπορεί να δείξει πώς το φως αλλάζει κατεύθυνση όταν περνά από τον αέρα στο νερό. Το καλαμάκι φαίνεται «σπασμένο» λόγω της διάθλασης.

- **Επιστημονικός Στόχος:** Κατανόηση της διάθλασης και των επιπτώσεων της αλλαγής μέσου στη διαδρομή του φωτός.
- **Δεξιότητες που Αναπτύσσονται:** Ανάλυση δεδομένων, παρατήρηση φυσικών φαινομένων.

Ανάλυση του Λευκού Φωτός

Οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα πρίσμα για να παρατηρήσουν την ανάλυση του λευκού φωτός σε φάσμα χρωμάτων. Αυτό το πείραμα μπορεί να συνδεθεί με το φυσικό φαινόμενο του ουράνιου τόξου.

- **Επιστημονικός Στόχος:** Αναγνώριση του φάσματος του φωτός και κατανόηση της ανάλυσης του λευκού φωτός.
- **Πρακτική Εφαρμογή:** Εξήγηση της λειτουργίας των οπτικών συστημάτων.

3 Σχεδιασμός Εκπαιδευτικού Υλικού για την ΕξΑΕ

3.1 Οι αρχές της πολυμεσικής μάθησης

Η θεωρία της πολυμεσικής μάθησης (Cognitive Theory of Multimedia Learning – CTML), όπως διατυπώθηκε από τον Richard E. Mayer, βασίζεται στη γνωστική ψυχολογία και στηρίζει τον σχεδιασμό πολυμεσικού εκπαιδευτικού υλικού στον τρόπο με τον οποίο ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται την πληροφορία. Η θεωρία αυτή βασίζεται σε τρεις βασικές παραδοχές:

1. **Διπλό κανάλι επεξεργασίας** (οπτικό και ακουστικό)
2. **Περιορισμένη χωρητικότητα** εκάστοτε καναλιού
3. **Ενεργή επεξεργασία της πληροφορίας** από τον/την μαθητή/τρια

Με βάση αυτές τις παραδοχές, ο Mayer διατύπωσε τις παρακάτω βασικές αρχές για τον σχεδιασμό πολυμεσικού εκπαιδευτικού υλικού, που στοχεύουν στην ενίσχυση της ουσιαστικής μάθησης:

1. Σύμφωνα με την **Πολυμεσική Αρχή (Multimedia Principle)** οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν η πληροφορίες παρουσιάζονται συνδυάζοντας εικόνες και λέξεις. Οι εικόνες λειτουργούν υποστηρικτικά στη λεκτική πληροφορία, διευκολύνοντας την κατανόηση αφηρημένων εννοιών και διαδικασιών (Mayer, 2009).
2. Η **Αρχή της Χωρικής Συνάφειας (Spatial Contiguity Principle)** υποστηρίζει ότι η μάθηση βελτιώνεται όταν οι σχετικές λέξεις και εικόνες παρουσιάζονται κοντά μεταξύ τους στον χώρο, αντί να είναι απομακρυσμένες. Έτσι, δεν χρειάζεται να αλλάξει η προσοχή των μαθητών, μειώνεται το γνωστικό φορτίο και διευκολύνεται η εννοιολογική σύνδεση (Mayer, 2020).
3. Η **Αρχή της Χρονικής Συνάφειας (Temporal Contiguity Principle)** αναφέρεται στην ταυτόχρονη παρουσίαση λεκτικών και οπτικών πληροφοριών. Η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματικότερη από τη διαδοχική παρουσίασή τους, καθώς διευκολύνει τη σύνδεση των πληροφοριών στην εργαζόμενη μνήμη.
4. Σύμφωνα με την **Αρχή της Συνοχής (Coherence Principle)** η μάθηση διευκολύνεται όταν απομακρύνονται μη σχετικά με το περιεχόμενο στοιχεία από το εκπαιδευτικό υλικό, όπως περιττά κείμενα ή εικόνες. Τα στοιχεία αυτά αποσπών

- την προσοχή των μαθητών/τριών από τον στόχο και αυξάνουν το εξωγενές γνωστικό φορτίο.
5. Η **Αρχή της Σηματοδότησης (Signaling Principle)** υποστηρίζει πως οι μαθητές/τριες μαθαίνουν καλύτερα όταν οπτικά ή λεκτικά σήματα επισημαίνουν τα βασικά στοιχεία του περιεχομένου. Τα σήματα καθοδηγούν την προσοχή και διευκολύνουν την οργάνωση της πληροφορίας.
 6. Η **Αρχή του Πλεονασμού (Redundancy Principle)** αναφέρει ότι η ταυτόχρονη παρουσίαση εικόνας, προφορικής αφήγησης και γραπτού κειμένου μπορεί να δυσχεραίνει τη μάθηση. Οι μαθητές/τριες μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά όταν παρουσιάζεται εικόνα και προφορική αφήγηση, παρά και όταν παρουσιάζεται και το κείμενο γραπτώς, καθώς αυτό υπερφορτώνει το οπτικό κανάλι.
 7. Η **Αρχή της Τροπικότητας (Modality Principle)** υποστηρίζει πως η μάθηση είναι αποτελεσματικότερη όταν οι λέξεις παρουσιάζονται προφορικά, όταν συνοδεύονται από εικόνες. Με τον τρόπο αυτό αξιοποιούνται και τα δύο κανάλια επεξεργασίας.
 8. Σύμφωνα με την **Αρχή της Κατάτμησης (Segmenting Principle)** οι μαθητές/τριες μαθαίνουν καλύτερα την πληροφορία όταν αυτή παρουσιάζεται σε μικρά, διαχειρίσιμα τμήματα, τα οποία μπορούν να ελέγχουν (π.χ. παύση, επανάληψη).
 9. Η **Αρχή της Προεκπαίδευσης (Pre-training Principle)** υποστηρίζει ότι οι μαθητές/τριες μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά όταν έχουν εξοικειωθεί νωρίτερα με τις βασικές έννοιες και έπειτα να εκτεθούν στο σύνθετο πολυμεσικό υλικό. Έτσι μειώνεται το γνωστικό φορτίο και επιτυγχάνεται η βαθύτερη κατανόηση.
 10. Σύμφωνα με την **Αρχή της Προσωποποίησης (Personalization Principle)** η χρήση φιλιού ύφους στο εκπαιδευτικό υλικό ενισχύει τη μάθηση συγκριτικά με ένα αυστηρά τυπικό ύφος.
 11. Η **Αρχή της Φωνής (Voice Principle)** υποστηρίζει ότι η μάθηση βελτιώνεται όταν η αφήγηση γίνεται με ανθρώπινη φωνή, αντί για φωνή μηχανής, καθώς η προσοχή των μαθητών/τριών αυξάνεται.
 12. Η **Αρχή της Εικόνας (Image Principle)** επισημαίνει πως η παρουσία εικόνας ή βίντεο από τον ομιλητή δεν βελτιώνει τη διαδικασία της μάθησης, εκτός αν εξυπηρετεί συγκεκριμένο παιδαγωγικό σκοπό.

Σύμφωνα με τις παραπάνω αρχές, σχεδιάστηκε και το εκπαιδευτικό υλικό της Φυσικής. Ο σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση (ΕξΑΕ) αποτελεί κρίσιμο βήμα για την αποτελεσματική διδασκαλία εννοιών της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση διαφοροποιείται από τις παραδοσιακές μεθόδους καθώς απαιτεί τη δημιουργία υλικού που να διασφαλίζει τη συμμετοχή και την κατανόηση των μαθητών μέσα από τη χρήση τεχνολογικών εργαλείων. Το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να είναι ευέλικτο, διαδραστικό και να ενσωματώνει πολυμέσα, ώστε να ανταποκρίνεται στις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών, προωθώντας τη βιωματική και διερευνητική μάθηση.

Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού για την ΕξΑΕ βασίζεται σε αρχές που διασφαλίζουν την αποτελεσματικότητα και την παιδαγωγική του αξία. Για τον σκοπό αυτό αξιοποιήθηκε η ψηφιακή πλατφόρμα Chamilo, ώστε να σχεδιαστεί εξ ολοκλήρου το εκπαιδευτικό υλικό. Εκεί, συνδυάστηκαν διάφορα είδη πολυμέσων ώστε να προσεγγιστεί η γνώση με τρόπο που να είναι αποτελεσματικός για τη μάθηση.

Για την ενότητα «Φως», παραδείγματα χρήσης πολυμέσων περιλαμβάνουν:

- **Ψηφιακές προσομοιώσεις:** Πλατφόρμες όπως το PhET επιτρέπουν στους μαθητές να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά του φωτός κατά την ανάκλαση ή τη διάθλαση σε διαφορετικά μέσα.
- **Διαδραστικά κουίζ:** Εργαλεία που παρέχονται από την πλατφόρμα Chamilo μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών με τρόπο διασκεδαστικό και ελκυστικό.
- **Αλληλεπιδραστικά βίντεο εξήγησης:** Εκπαιδευτικά βίντεο που παρουσιάζουν φαινόμενα, όπως η ανάλυση του φωτός μέσα από ένα πρίσμα, βοηθούν στην οπτικοποίηση αφηρημένων εννοιών και ταυτόχρονα αξιολογούν την κατανόηση του περιεχομένου από τους μαθητές.

Η ΕξΑΕ απαιτεί προσαρμογή των παιδαγωγικών προσεγγίσεων για να εξυπηρετήσει τις ιδιαιτερότητες της απόστασης και της ψηφιακής πλατφόρμας. Ο σχεδιασμός του υλικού πρέπει να ενσωματώνει τις ακόλουθες προσεγγίσεις:

1. **Βιωματική Μάθηση:** Η χρήση πειραμάτων, είτε φυσικών είτε εικονικών, προάγει τη βιωματική μάθηση. Οι μαθητές μπορούν να εκτελούν πειράματα, όπως η διάθλαση του φωτός, χρησιμοποιώντας καθημερινά αντικείμενα ή ψηφιακές προσομοιώσεις.
2. **Συνεργατική Μάθηση:** Η δημιουργία ψηφιακών ομάδων εργασίας ενισχύει τη συνεργασία και την ανταλλαγή ιδεών. Για παράδειγμα, οι μαθητές μπορούν να εργάζονται μαζί σε εικονικά εργαστήρια.
3. **Αυτορρυθμιζόμενη Μάθηση:** Το υλικό πρέπει να ενθαρρύνει την αυτονομία των μαθητών, παρέχοντας σαφείς οδηγίες και επιλογές που τους επιτρέπουν να διαχειρίζονται τη μαθησιακή τους εμπειρία.

Παρά τα πλεονεκτήματα της ΕξΑΕ, ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις:

- **Έλλειψη πρόσβασης σε τεχνολογία:** Πολλοί μαθητές ενδέχεται να μην διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό, όπως υπολογιστές ή γρήγορη σύνδεση στο διαδίκτυο.
- **Εκπαίδευση εκπαιδευτικών:** Η εφαρμογή της ΕξΑΕ απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς εξοικείωση με τις ψηφιακές πλατφόρμες και τα διαδραστικά εργαλεία.
- **Διατήρηση της αλληλεπίδρασης:** Η απόσταση μπορεί να μειώσει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών. Η ένταξη πολυμεσικών εργαλείων και δραστηριοτήτων είναι απαραίτητη για την ενεργοποίηση της αλληλεπίδρασης.

Ο σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού για την ΕξΑΕ είναι μια σύνθετη διαδικασία που απαιτεί τον συνδυασμό παιδαγωγικής γνώσης και τεχνολογικής εξειδίκευσης. Η χρήση πολυμεσικών και διαδραστικών εργαλείων καθιστά τη διδασκαλία αφηρημένων εννοιών, όπως αυτές της Φυσικής, πιο προσιτή και ενδιαφέρουσα για τους μαθητές. Παρά τις προκλήσεις, η επένδυση στη δημιουργία ποιοτικού υλικού μπορεί να ενισχύσει τη μαθησιακή διαδικασία, να ενθαρρύνει τη συμμετοχή των μαθητών και να προάγει την κατανόηση.

3.2 Βασικές Αρχές και Προσεγγίσεις στον Σχεδιασμό Υλικού για τη Διδασκαλία του Φωτός

Ο σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση στη Φυσική πρέπει να βασίζεται σε θεμελιώδεις παιδαγωγικές αρχές που διευκολύνουν τη μάθηση μέσα από ενεργή συμμετοχή και κριτική σκέψη. Ιδιαίτερα για την ενότητα «Φως», το υλικό πρέπει να υποστηρίζει τους μαθητές να κατανοούν αφηρημένες έννοιες μέσα από αλληλεπίδραση και διερεύνηση.

Οι θεωρίες της μάθησης μέσω διερεύνησης και ανακάλυψης (Bruner, 1961) προτείνουν ότι οι μαθητές αναπτύσσουν την κατανόηση τους πιο αποτελεσματικά όταν ανακαλύπτουν τις γνώσεις μέσω εξερεύνησης. Στη διδασκαλία του φωτός, η δημιουργία δραστηριοτήτων που επιτρέπουν στους μαθητές να παρατηρούν και να πειραματίζονται με φαινόμενα όπως η ανάκλαση και η διάθλαση μπορεί να ενισχύσει αυτή τη διαδικασία.

Η συνεργατική μάθηση αποτελεί επίσης βασικό στοιχείο στον σχεδιασμό υλικού για την εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να εργάζονται μαζί, είτε σε ομάδες είτε με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, για να ανακαλύψουν τις επιστημονικές έννοιες. Αυτή η διαδικασία συνεργασίας, βασισμένη στη θεωρία του Vygotsky (1978) για τη ζώνη επικείμενης ανάπτυξης, διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών με διαφορετικές γνώσεις και δεξιότητες, προωθώντας την αμοιβαία μάθηση.

Επιπλέον, το υλικό πρέπει να προσφέρει διαφοροποιημένες δραστηριότητες για μαθητές με διαφορετικά μαθησιακά στυλ. Η διαφοροποίηση (Tomlinson, 2001) επιτρέπει στους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε δραστηριότητες που είναι προσαρμοσμένες στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντά τους. Έτσι, το εκπαιδευτικό υλικό για την ενότητα «Φως» πρέπει να περιλαμβάνει ευκαιρίες για πειραματισμό, χρήση πολυμέσων, καθώς και πιο απλές δραστηριότητες για την κατανόηση των βασικών αρχών.

Τέλος, η έμφαση στην αυτενέργεια των μαθητών μέσα από δραστηριότητες που προωθούν την ενεργητική μάθηση είναι κρίσιμη. Η ενεργή συμμετοχή σε πειράματα, όπου οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να κάνουν υποθέσεις, να διεξάγουν πειράματα και να αξιολογήσουν τα αποτελέσματά τους, είναι κεντρική για τη βαθιά κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Αυτό ενισχύει τη διαδραστική σχέση μεταξύ του μαθητή και του αντικειμένου της μάθησης, καθιστώντας τη διαδικασία πιο ελκυστική και αποτελεσματική.

3.3 Χρήση Διαδραστικών Εργαλείων (Βίντεο, Προσομοιώσεις, Παιχνίδια)

Η χρήση διαδραστικών εργαλείων όπως τα βίντεο, οι προσομοιώσεις και τα ψηφιακά παιχνίδια αποτελεί κεντρικό στοιχείο για τη διδασκαλία της ενότητας «Φως» σε μαθητές της Ε΄ Δημοτικού μέσω ΕξΑΕ. Τα εργαλεία αυτά επιτρέπουν στους μαθητές να οπτικοποιήσουν αφηρημένες έννοιες και να κατανοήσουν τη λειτουργία του φωτός μέσα από πρακτικές εφαρμογές.

Για παράδειγμα, οι προσομοιώσεις που δείχνουν τη διάδοση του φωτός μέσα από διαφορετικά μέσα επιτρέπουν στους μαθητές να ελέγξουν τις υποθέσεις τους και να παρατηρήσουν άμεσα τα αποτελέσματα των αλλαγών που κάνουν (Finkelstein et al., 2005). Επιπλέον, τα εκπαιδευτικά παιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλεία εμπέδωσης γνώσεων, επιτρέποντας στους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε διαφορετικά σενάρια. Ένα ψηφιακό παιχνίδι μπορεί να καλέσει τους μαθητές να εξετάσουν τη συμπεριφορά του φωτός σε διάφορες επιφάνειες, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να εφαρμόσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις σε έναν εικονικό κόσμο. Σύμφωνα με τον Gee (2003), η χρήση παιχνιδιών στην εκπαίδευση προάγει τη «βυθιστική μάθηση», όπου οι μαθητές εμπλέκονται πλήρως στη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας κριτική σκέψη και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

3.4 Ανάπτυξη Πειραματικών Δραστηριοτήτων

Οι πειραματικές δραστηριότητες είναι ιδιαίτερα σημαντικές, καθώς επιτρέπουν στους μαθητές να εφαρμόσουν τις θεωρητικές τους γνώσεις και να εξετάσουν τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο. Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να συμπληρωθούν από διαδραστικά φύλλα εργασίας που ζητούν από τους μαθητές να καταγράψουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους, να θέσουν υποθέσεις και να συγκρίνουν τα δεδομένα τους με τα αναμενόμενα αποτελέσματα. Με αυτόν τον τρόπο, καλλιεργείται η επιστημονική σκέψη και η κριτική ανάλυση, ενώ ενισχύεται η κατανόηση της ύλης (Harlen & Qualter, 2018).

3.5 Δημιουργία Ψηφιακού Φόρουμ και Κοινοτήτων Μάθησης

Η ενσωμάτωση ψηφιακών φόρουμ και κοινοτήτων μάθησης στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση επιτρέπει την ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών και την προώθηση της ανταλλαγής ιδεών και απόψεων. Η δημιουργία ενός ψηφιακού φόρουμ, όπου οι μαθητές μπορούν να μοιραστούν τις απορίες και τις ιδέες τους, ενισχύει την αλληλεπίδραση και επιτρέπει την ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, τόσο από τον εκπαιδευτικό όσο και από τους συμμαθητές τους (Palloff & Pratt, 2007).

Οι κοινότητες μάθησης που αναπτύσσονται σε διαδικτυακά περιβάλλοντα συμβάλλουν στην κοινωνικοποίηση των μαθητών και στη δημιουργία ενός πλαισίου όπου οι μαθητές αισθάνονται άνετα να συμμετέχουν, να κάνουν ερωτήσεις και να συζητούν τις ιδέες τους. Σύμφωνα με τους Garrison και Anderson (2003), η συμμετοχή σε τέτοιες κοινότητες ενισχύει την αίσθηση του ανήκειν και την ταύτιση των μαθητών με τη μαθησιακή διαδικασία, αυξάνοντας έτσι την ενεργή συμμετοχή και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Το ψηφιακό φόρουμ προσφέρει επίσης στους μαθητές την ευκαιρία να αναστοχαστούν πάνω στις απαντήσεις των συμμαθητών τους και να βελτιώσουν τις δικές τους ιδέες μέσω της συνεργασίας και της επικοινωνίας.

3.6 Μελέτη Περίπτωσης: «Φως Ε΄ Δημοτικού»

Στο σημείο αυτό θα παρουσιαστεί το Εκπαιδευτικό Υλικό (ΕΥ) της ενότητας «Φως» από την Ε΄τάξη του Δημοτικού. Το ΕΥ δημιουργήθηκε με τη βοήθεια της πλατφόρμας H5P και κατόπιν μεταφορτώθηκε στην πλατφόρμα Chamilo. Η πρόσβαση στο ΕΥ είναι ελεύθερη μέσω του παρακάτω υπερδυνδέσμου:

http://chamilo.datacenter.uoc.gr/metchamilo/courses/FWSEDHMOTIKOY/index.php?id_session=0

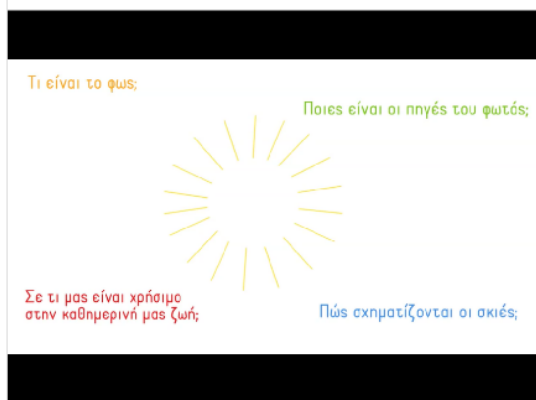
3.6.1 Τεχνολογικά μέσα

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του ΕΥ είναι τα ακόλουθα: Chamilo, H5P, Wordwall, YouTube Chanel, Plotagon, Doodly και Microsoft Power Point.

3.6.2 Παρουσίαση ΕΥ

Η εισαγωγική ενότητα αρχίζει με ένα βίντεο γνωριμίας όπου παρουσιάζονται κάποια ερωτήματα σχετικά με το φως και κατόπιν παρουσιάζεται η Φαίη, η ηρωίδα-ξεναγός που θα συντροφεύει τους εκπαιδευόμενους σε αυτό το «ταξίδι» της γνώσης. Στο βίντεο

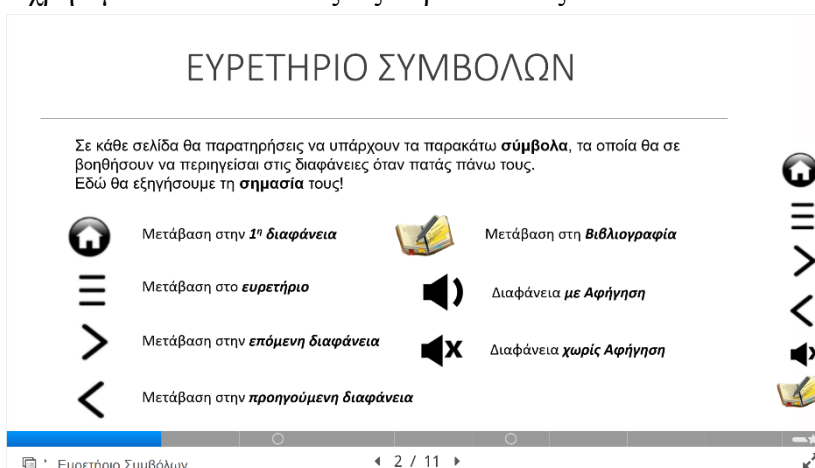
Δες το παρακάτω βίντεο για να γνωριστούμε, πριν ξεκινήσεις τη μελέτη του μαθήματος!



Εικόνα 1: Εισαγωγικό Βίντεο

χρησιμοποιείται ανθρώπινη φωνή και απλό, συνομιλιακό ύφος, σύμφωνα με τις αρχές της φωνής και της προσωποποίησης του Mayer αντίστοιχα.

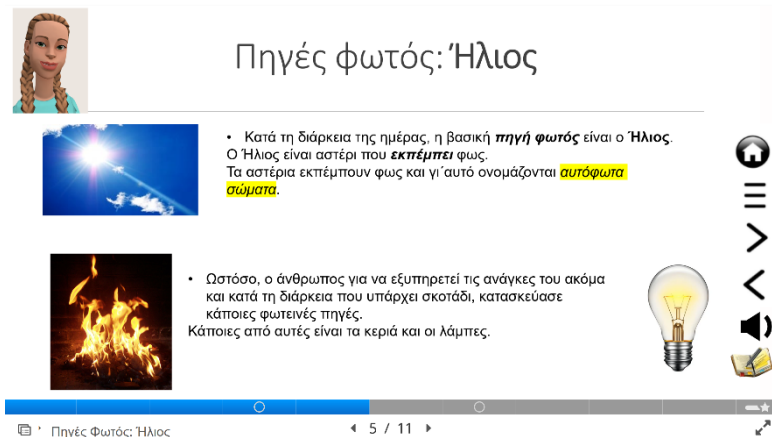
Κατόπιν παρατίθενται τα εισαγωγικά στοιχεία (Σκοπός, Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα, Λέξεις Κλειδιά και Εκτιμώμενος Χρόνος Μελέτης) τα οποία εμφανίζονται και σε κάθε επόμενη ενότητα ξεχωριστά. Περνώντας στην παρουσίαση, μετά την αρχική σελίδα, παρατίθεται το Ευρετήριο Συμβόλων, όπου επεξηγείται η χρήση του εκάστοτε συμβόλου που χρησιμοποιείται σε όλες τις παρουσιάσεις.



Εικόνα 2: Ευρετήριο Συμβόλων

Σύμφωνα με την αρχή της προεκπαίδευσης του Mayer, οι μαθητές/τριες εκπαιδεύονται με αυτόν τον τρόπο σε απλούστερες και περισσότερο διεκπεραιωτικές έννοιες, ώστε αργότερα

να είναι σε θέση να εκτεθούν σε πιο σύνθετο πολυμεσικό υλικό. Στη συνέχεια των διαφανειών παρουσιάζονται και αναλύονται μία προς μία η κάθε έννοια, σύμφωνα με την



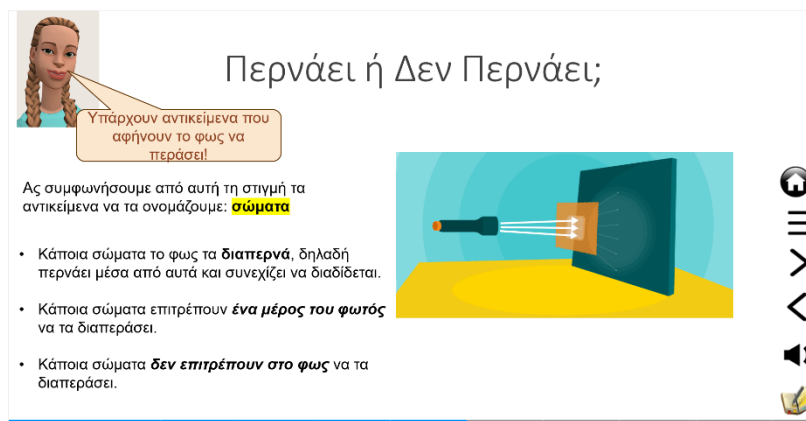
Πηγές φωτός: Ήλιος

- Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η βασική **πηγή φωτός** είναι ο Ήλιος. Ο Ήλιος είναι αστέρι που **εκπέμπει** φως. Τα αστέρια εκπέμπουν φως και γι' αυτό ονομάζονται **αυτόφωτα σώματα**.
- Ωστόσο, ο άνθρωπος για να εξυπηρετεί τις ανάγκες του ακόμα και κατά τη διάρκεια που υπάρχει σκοτάδι, κατασκεύασε κάποιες φωτεινές πηγές. Κάποιες από αυτές είναι τα κεριά και οι λάμπες.

Εικόνα 3: Κείμενο και Εικόνα

αρχή της τμηματοποίησης του Mayer, που υποστηρίζει πως οι μαθητές/τριες μαθαίνουν καλύτερα νέες έννοιες όταν αυτές παρουσιάζονται σε μικρότερα και ευκολότερα τμήματα. Επίσης, στις διαφάνειες παρουσιάζονται εικόνες και κείμενα, σύμφωνα με την αρχή της πολυμεσικότητας του Mayer. Οι εικόνες με τα κείμενα παρατίθενται κοντά μεταξύ τους στον χώρο, ώστε να μειώνεται το γνωστικό φορτίο των μαθητών/τριών και να διευκολύνεται η σύνδεση των εννοιών, σύμφωνα με την αρχή της χωρικής εγγύτητας του Mayer.

Ταυτόχρονα, στην παρουσίαση των διαφανειών υπογραμμίζονται ή είναι πιο έντονα όσα είναι σημαντικότερα, ώστε να καθοδηγούν την προσοχή και να διευκολύνουν την οργάνωση των πληροφοριών, σύμφωνα με την αρχή της σηματοδότησης του Mayer. Παράλληλα, παρουσιάζεται σε (σχεδόν) κάθε διαφάνεια η δυνατότητα αντικατάστασης του γραπτού κειμένου από ηχογραφήσεις. Με αυτό τον τρόπο εξυπηρετείται η αρχή της



Περνάει ή Δεν Περνάει;

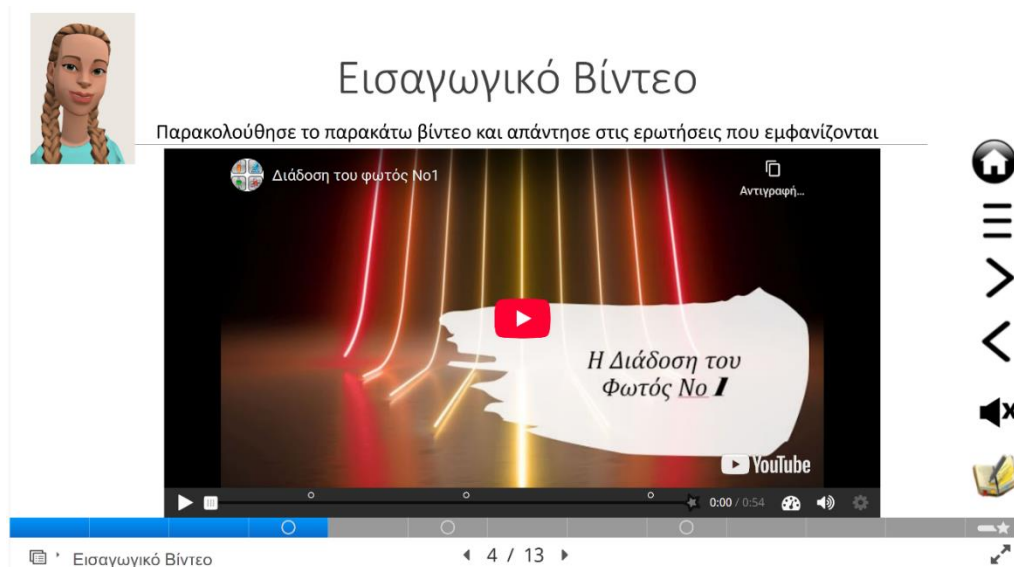
Υπάρχουν αντικείμενα που αφήνουν το φως να περάσει!

Ας συμφωνήσουμε από αυτή τη στιγμή τα αντικείμενα να τα ονομάζουμε: **σώματα**

- Κάποια σώματα το φως τα **διαπερνά**, δηλαδή περνάει μέσα από αυτά και συνεχίζει να διαδίδεται.
- Κάποια σώματα επιτρέπουν **ένα μέρος του φωτός** να τα διαπεράσει.
- Κάποια σώματα **δεν επιτρέπουν στο φως** να τα διαπεράσει.

Εικόνα 4: Έμφαση στα σημαντικά

χρονικής εγγύτητας του Mayer, σύμφωνα με την οποία η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική όταν παρουσιάζονται ταυτόχρονα εικόνες και λεκτικές πληροφορίες.



Εικόνα 5: Αλληλεπιδραστικά Βίντεο

Τέλος, στο ΕΥ έχουν ενταχθεί αλληλεπιδραστικά βίντεο, όπου παρουσιάζονται κάποιες βασικές έννοιες της ενότητας με ερωτήσεις κατά τη διάρκειά τους. Τα βίντεο αυτά δύνανται οι μαθητές/τριες να τα παρακολουθήσουν πολλές φορές και να επαναλάβουν τις ασκήσεις που προβλέπεται. Έτσι, οι μαθητές/τριες δεν υπερφορτώνονται καθώς παρακολουθούν αφηγήσεις συνοδευόμενες από εικόνες, σύμφωνα με την αρχή της επανάληψης ή πλεονασμού του Mayer.

4 Μεθοδολογία Έρευνας

Σκοπός της εργασίας είναι ο σχεδιασμός ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού, σύμφωνα με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της πολυμεσικής μάθησης, για τον εμπλουτισμό του υπάρχοντος εκπαιδευτικού υλικού, την καλύτερη κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές και την άμεση αλληλεπίδραση με διαδραστικές εφαρμογές μάθησης.

Η παρούσα εργασία πραγματεύεται τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

1. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για τον νέο τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής;
2. Ποιες είναι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην πλατφόρμα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;

3. Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για την ελκυστικότητα και την ευχρηστία του υλικού;
4. Το υλικό οδηγεί σε μαθησιακά αποτελέσματα;
5. Ποιες αλλαγές προτείνουν οι μαθητές ώστε να βελτιωθεί το εκπαιδευτικό υλικό;
6. Το εκπαιδευτικό υλικό διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;
7. Το εκπαιδευτικό υλικό έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης;

4.1 Σχεδιασμός της έρευνας: Ποσοτική έρευνα μέσω ερωτηματολογίου

Η παρούσα έρευνα είναι **ποσοτική** και πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ερωτηματολογίου, το οποίο διανεμήθηκε στους μαθητές της Ε' Δημοτικού του Δημοτικού Σχολείου Επισκοπής Ρεθύμνου. Η ποσοτική προσέγγιση επιλέχθηκε για να επιτρέψει την ανάλυση των απόψεων και της εμπειρίας των μαθητών σχετικά με τη χρήση του συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού. Η έρευνα αυτή ανταποκρίνεται στις μεθοδολογικές αρχές της ποσοτικής έρευνας, όπως περιγράφονται από τον Creswell (2014), ο οποίος υποστηρίζει ότι τα ερωτηματολόγια αποτελούν αποτελεσματικό εργαλείο για τη συλλογή συστηματικών και συγκρίσιμων δεδομένων από ένα ευρύ δείγμα.

Ο βασικός σκοπός της έρευνας είναι να αξιολογήσει:

- την **ελκυστικότητα** και **ευχρηστία** του εκπαιδευτικού υλικού,
- την **επίδραση του υλικού** στην κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής,
- τη **συμβατότητα** του υλικού με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και της πολυμεσικής μάθησης.

Η έρευνα εξετάζει την πολυμεσική μάθηση και τη συμβολή της στη διευκόλυνση της κατανόησης αφηρημένων επιστημονικών εννοιών, όπως το «Φως». Όπως αναφέρει ο Mayer (2009), η πολυμεσική μάθηση υποστηρίζει την εκπαιδευτική διαδικασία, συνδυάζοντας στοιχεία όπως κείμενο, εικόνα και βίντεο, ώστε να ενισχύεται η κατανόηση

και η αποδοτικότητα της μάθησης, ειδικά για τους μαθητές της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης

Η έρευνα διεξήχθη τον Οκτώβριο του 2025 και επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση του υλικού που χρησιμοποιήθηκε στη διδασκαλία μέσω εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, σύμφωνα με τους Moore & Kearsley (2011), απαιτεί ευέλικτα εργαλεία και μεθόδους που προωθούν την αυτονομία και την αλληλεπίδραση των μαθητών, στοιχεία που είναι καθοριστικά για την αποτελεσματική μάθηση σε ένα απομακρυσμένο περιβάλλον

4.2 Δείγμα

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελείται από 10 μαθητές της Ε' Δημοτικού, επιλεγμένους από διάφορα Δημοτικά Σχολεία . Η συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού στη Φυσική, καθώς οι μαθητές αυτής της τάξης βρίσκονται σε ένα κρίσιμο στάδιο γνωστικής ανάπτυξης και αρχίζουν να κατανοούν πιο σύνθετες επιστημονικές έννοιες (Piaget, 2001).

Η επιλογή του δείγματος βασίζεται σε μεθοδολογικές αρχές της εκπαιδευτικής έρευνας που προτείνουν τη χρήση μικρών δειγμάτων για την εις βάθος κατανόηση της εμπειρίας των μαθητών, ειδικά όταν πρόκειται για ερευνητικά εργαλεία όπως τα ερωτηματολόγια. Όπως σημειώνεται από τους Cohen, Manion, & Morrison (2018), η ανάλυση μικρών δειγμάτων επιτρέπει την ποιοτική προσέγγιση της εκπαιδευτικής εμπειρίας, διευκολύνοντας την εξέταση των αντιδράσεων των μαθητών προς το νέο εκπαιδευτικό υλικό και την ευχρηστία του.

Η ηλικία των μαθητών, όπως επισημαίνεται και από τον Vygotsky (1978), αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη ανώτερων ψυχολογικών λειτουργιών μέσω της εκπαίδευσης και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Στο πλαίσιο αυτό, το δείγμα των 10 μαθητών μας επιτρέπει να εξετάσουμε πώς αντιδρούν σε διδακτικές πρακτικές που ενσωματώνουν πολυμεσική μάθηση και πειραματικές δραστηριότητες στη Φυσική.

4.3 Εργαλεία Συλλογής Δεδομένων: Ερωτηματολόγιο

Το κύριο εργαλείο συλλογής δεδομένων για την παρούσα έρευνα ήταν το **ερωτηματολόγιο**, το οποίο διανεμήθηκε στους μαθητές της Ε' Δημοτικού. Η χρήση ερωτηματολογίων είναι ευρέως αναγνωρισμένη στην εκπαιδευτική έρευνα, καθώς επιτρέπει την άμεση συλλογή απόψεων και αξιολογήσεων από τους μαθητές, παρέχοντας έτσι δυνατότητα ανάλυσης σε δομημένη μορφή (Cohen, Manion, & Morrison, 2018).

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε ώστε να εξετάσει την **ελκυστικότητα**, την **ευχρηστία** και την **αποτελεσματικότητα** του συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού στη διδασκαλία της Φυσικής. Περιλάμβανε ποικιλία ερωτήσεων κλειστού τύπου (όπως ερωτήσεις αξιολόγησης σε κλίμακα) και ανοικτού τύπου (για σχολιασμό και προτάσεις), προσφέροντας έτσι μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των αντιδράσεων των μαθητών.

Η δομή του ερωτηματολογίου βασίστηκε σε αρχές σχεδιασμού εκπαιδευτικού υλικού και πολυμεσικής μάθησης, σύμφωνα με τα πρότυπα που περιγράφει ο Mayer (2009). Το υλικό αξιολογήθηκε επίσης ως προς τη συμβατότητά του με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Moore & Kearsley, 2011), ενώ η διαδικασία συλλογής δεδομένων προσαρμόστηκε στις ανάγκες των μαθητών, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των απαντήσεών τους

4.4 Μέθοδοι Ανάλυσης Δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε με τη χρήση **περιγραφικών και συγκριτικών στατιστικών μεθόδων** στο λογισμικό **Jamovi**. Το Jamovi προσφέρει μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα για την ανάλυση εκπαιδευτικών δεδομένων και επιλέχθηκε για την ευκολία και την αξιοπιστία του στην εκπαιδευτική έρευνα (Field, 2017).

Η ανάλυση περιλάμβανε τις εξής μεθόδους:

- **Περιγραφική Στατιστική:** Υπολογίστηκαν βασικά στατιστικά μέτρα, όπως οι μέσοι όροι, οι τυπικές αποκλίσεις και οι συχνότητες απαντήσεων. Τα μέτρα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για να αναδείξουν τις τάσεις των απόψεων των μαθητών σχετικά

με το εκπαιδευτικό υλικό, παρέχοντας μια συνολική εικόνα της αποδοχής και της χρήσης του υλικού.

- **Συγκριτική Ανάλυση:** Χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές σύγκρισης ανάμεσα στις διαφορετικές κατηγορίες ερωτήσεων, όπως η αξιολόγηση της ελκυστικότητας και της ευχρηστίας του υλικού. Αυτή η ανάλυση επέτρεψε τη διερεύνηση των διαφορών στις αντιδράσεις των μαθητών σε συγκεκριμένες διαστάσεις του υλικού, βοηθώντας στην εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων για τη βελτίωση του περιεχομένου.
- **Ποιοτική ανάλυση ανοικτών ερωτήσεων:** Οι απαντήσεις στις ανοικτές ερωτήσεις αναλύθηκαν με τη μέθοδο της ποιοτικής ανάλυσης θεματικών, η οποία εντόπισε κοινά θέματα και προτάσεις από τους μαθητές για τη βελτίωση του υλικού. Η ποιοτική ανάλυση παρείχε πολύτιμες πληροφορίες που δεν θα μπορούσαν να αποτυπωθούν πλήρως μέσω αριθμητικών δεδομένων.

Αυτές οι μέθοδοι επέτρεψαν μια ολοκληρωμένη και αντικειμενική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού υλικού, παρέχοντας χρήσιμα συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητά του στη διδακτική διαδικασία και τη συμμόρφωσή του με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

5 Αποτελέσματα

5.1 Αξιολόγηση ΕΥ από μεταπτυχιακούς φοιτητές

Η αξιολόγηση του ΕΥ πραγματοποιήθηκε αμέσως μετά τη δημιουργία του, με δύο στόχους: α) να διερευνηθεί εάν το ΕΥ διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και β) να διερευνηθεί εάν το ΕΥ έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης. Για το σκοπό αυτό, αξιοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο, κατασκευασμένο από τους διδάσκοντες του παρόντος μεταπτυχιακού προγράμματος, αποτελούμενο από τρία σκέλη. Στο πρώτο σκέλος καταγράφονται τα δημογραφικά στοιχεία των συμμετεχόντων, το δεύτερο σκέλος απαρτίζεται από ερωτήματα που διερευνούν τις αρχές και τη μεθοδολογία της ΕξΑΕ και το τρίτο σκέλος διερευνά εάν τηρούνται οι αρχές της πολυμεσικής μάθησης.

Το ΕΥ που δημιουργήθηκε, αξιολογήθηκε από τα υπόλοιπα τρία μέλη της ομάδας του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Δημογραφικά Στοιχεία

Οι συμμετέχοντες είναι τρεις, εκ των οποίων οι δύο είναι γυναίκες και ο ένας άντρας, όλοι μεταξύ 22 και 30 ετών και με 0-4 χρόνια προϋπηρεσίας. Όλοι δηλώνουν απόλυτα εξοικειωμένοι τόσο με τη χρήση ΤΠΕ όσο και με την ΕξΑΕ τόσο ως εκπαιδευτικοί, όσο και ως εκπαιδευόμενοι, ενώ η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική πράξη από τους ίδιους χαρακτηρίζεται από μέτρια ως αρκετά συχνή. Πρόκειται για ένα δείγμα νεαρής ηλικίας και με λίγη προϋπηρεσία στον τομέα, όμως αρκετά εξοικειωμένο με την χρήση ΤΠΕ και με τη μέθοδο της ΕξΑΕ.

Ερώτημα 1ο: Το ΕΥ διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της ΕξΑΕ;

Η ενότητα αυτή απαρτίζεται από 7 τομείς που εξετάζουν ενδελεχώς τις προϋποθέσεις ώστε το ΕΥ να διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της ΕξΑΕ.

Ο πρώτος τομέας αφορά την Επιστημονική συνοχή και τεκμηρίωση του ΕΥ. Από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων προκύπτει πως η βιβλιογραφική τεκμηρίωση και οι αναφορές σε επιστημονικά αρχεία είναι ικανοποιητική έως μερικώς ελλιπής. Επίσης, ελλιπής φαίνεται να είναι και η συγκριτική ανάλυση των πληροφοριών. Ωστόσο, οι συμμετέχοντες δηλώνουν πως υπάρχει δυνατότητα για περαιτέρω μελέτη από άλλες πηγές σε μέτριο προς ικανοποιητικό βαθμό. Από τα παραπάνω προκύπτει πως η επιστημονική τεκμηρίωση και συνοχή του ΕΥ είναι μάλλον ελλιπής προς μέτρια, χωρίς όμως να απουσιάζουν εντελώς τα επιστημονικά τεκμήρια.

Στον δεύτερο τομέα εξετάζεται η παρουσίαση του γνωστικού αντικειμένου ως προς την απλότητα και την κατανόηση. Το φιλικό ύφος και η απλή γλώσσα χρησιμοποιούνται στον απόλυτο βαθμό και η γραφή είναι ευανάγνωστη. Ωστόσο, η παρουσίαση των πληροφοριών κρίνεται μέτρια ως αρκετά πυκνή και η τμηματική τους παρουσία αξιολογείται μέτρια προς μάλλον ικανοποιητική. Το ΕΥ αξιολογείται πως εμπεριέχει πλήρως κείμενα και εικόνες, ενώ τα βίντεο εμπεριέχονται σε ικανοποιητικό έως άριστο βαθμό. Τέλος, οι χρωματικές συνθέσεις κρίνονται να μη συμβάλλουν σημαντικά ή να συμβάλλουν στην άνετη αλληλεπίδραση των μαθητών με το ΕΥ. Από τα παραπάνω ευρήματα, μπορεί να γίνει αντιληπτό πως το ΕΥ είναι σχεδιασμένο με απλότητα και οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να

αλληλεπιδράσουν με άνεση. Ωστόσο, η πυκνότητα των πληροφοριών ενδέχεται να το καθιστά δύσκολο προς κατανόηση.

Ο τρίτος τομέας αφορά την ευχρηστία του ΕΥ. Τα κουμπιά πλοήγησης στο ΕΥ κρίνονται απολύτως κατανοητά, καθώς επίσης η ευκολία στην πλοήγηση αλλά και η σωστή σύνδεση των υπερσυνδέσμων. Ωστόσο, τα εικονίδια του χρησιμοποιήθηκαν αξιολογούνται από μέτρια, αρκετά και πλήρως αναγνωρίσιμα. Συνεπώς το ΕΥ θεωρείται αρκετά εύχρηστο.

Στον τέταρτο τομέα αξιολογείται κατά πόσο το ΕΥ υποστηρίζει και καθοδηγεί τους εκπαιδευόμενους στη μελέτη τους. Αξιολογείται πως παρέχονται ελάχιστες ή κάποιες συμβουλές για τον τρόπο μελέτης του ΕΥ, ενώ υπάρχουν σημεία αρκετά έως πολλά που υποστηρίζουν τους μαθητές ώστε να δώσουν έμφαση σε σημαντικά σημεία. Τέλος, αξιολογείται πως δεν υπάρχουν αρκετά επεξηγηματικά σχόλια για υποστήριξη της μελέτης. Συνοπτικά, η καθοδήγηση για τη μελέτη του ΕΥ θα χαρακτηριζόταν ως μερικώς ελλιπής στο σύνολό της, αν και τμηματικά υπογραμμίζονται τα σημαντικά σημεία.

Ο πέμπτος τομέας αξιολογεί κατά πόσο το ΕΥ υποστηρίζει την αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευόμενο στη μελέτη του. Οι δραστηριότητες που ενθαρρύνουν τον εκπαιδευόμενο να εκφράσει τις απόψεις του ή να διατυπώσει ερωτήσεις αξιολογείται πως απουσιάζουν πλήρως ή είναι ελάχιστες. Επίσης, οι δραστηριότητες που ενθαρρύνουν τη συναισθηματική εμπλοκή των μαθητών αξιολογείται πως παρουσιάζονται ελάχιστες ή αρκετές. Οι δραστηριότητες που ενισχύουν την ανταλλαγή απόψεων με τους υπόλοιπους συμμετέχοντες και αυτές που ενθαρρύνουν το αίσθημα του «ανήκειν» σε μια κοινωνική ομάδα αξιολογούνται από μέτριας ως μεγάλης συχνότητας. Τέλος, οι δραστηριότητες που εμπλουτίζουν τις απόψεις των μαθητών στο συγκεκριμένο αντικείμενο εμφανίζονται με μέτρια συχνότητα. Από τα παραπάνω, μπορεί να διεξαχθεί το συμπέρασμα πως η αλληλεπίδραση υποστηρίζεται σε σχεδόν μέτριο βαθμό στο ΕΥ.

Ο έκτος τομέας εξετάζει τη δυνατότητα που παρέχεται για αυτοαξιολόγηση και αναστοχασμό στους εκπαιδευόμενους. Αξιολογείται πως υπάρχουν πολλές δραστηριότητες για την σκοπό αυτό. Ωστόσο, οι δραστηριότητες αυτές αξιολογείται πως ενθαρρύνουν σε μέτριο βαθμό την ανάπτυξη της κριτικής τους σκέψης ή σε αρκετά καλό βαθμό. Επίσης, οι δραστηριότητες που επιτρέπουν τον συσχετισμό των νέων δεδομένων με την πραγματικότητα των εκπαιδευομένων αλλά και την εφαρμογή τους στην καθημερινότητα

σε αρκετά καλό προς άριστο βαθμό. Ωστόσο, η ανάπτυξη των διάυλων επικοινωνίας για την ανατροφοδότηση των εκπαιδευομένων κρίνεται ανύπαρκτη ως ελάχιστη.

Στον έβδομο τομέα αξιολογούνται ο σκοπός και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα του ΕΥ. Κρίνεται πως ο σκοπός και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα διατυπώνονται με απόλυτη σαφήνεια σε κάθε διδακτική ενότητα. Αυτά, φαίνεται να παρακινούν τον εκπαιδευόμενο μέτρια όσον αφορά το επίπεδο γνώσεων, αρκετά έως πάρα πολύ σε επίπεδο δεξιοτήτων και μέτρια ως σχεδόν καθόλου σε επίπεδο στάσεων. Τέλος, ο εκπαιδευόμενος μπορεί να ελέγξει την πρόοδό του σύμφωνα με αυτά αρκετά ή ελάχιστα. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως αν και ο σκοπός και τα προσδοκώμενα αποτελέσματα διατυπώνονται με απόλυτη σαφήνεια, οι δραστηριότητες δεν υποστηρίζουν κατάλληλα το πλαίσιο.

Ερώτημα 2^ο: Το ΕΥ έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης;

Η ενότητα αυτή αποτελείται από έναν τομέα ερωτήσεων και έναν τομέα γενικών επισημάνσεων. Στον πρώτο τομέα εξετάζεται εάν και σε ποιο βαθμό εφαρμόζονται οι αρχές της πολυμεσικής μάθησης, σύμφωνα με τον Mayer.

Όσον αφορά τη χρήση συνδυασμού κειμένου και εικόνας για την παρουσίαση της νέας γνώσης, αξιολογείται να παρουσιάζεται πάντα, ενώ ο συνδυασμός τους για την κατανόηση των γνωστικών αντικειμένων κρίνεται αρκετά καλή έως άριστη. Τα παραπάνω αφορούν την πολυμεσική αρχή και αξιολογείται πως εφαρμόζεται σε πολύ καλό έως άριστο βαθμό.

Τα στοιχεία αφήγησης που παρουσιάζονται στο ΕΥ αξιολογείται πως εμφανίζονται αρκετά συχνά έως πολύ συχνά, στοιχεία που εξυπηρετούν την αρχή της τροπικότητας. Συνεπώς, αυτή φαίνεται να εφαρμόζεται σε αρκετά καλό ως άριστο βαθμό.

Σχετικά με τις πληροφορίες που παρουσιάζονται στο ΕΥ, οι οποίες δεν είναι σχετικές με το γνωστικό αντικείμενο, εκτιμάται πως παρουσιάζονται μέτρια ως ελάχιστα. Αυτό συνεπάγεται πως η αρχή της συνοχής εφαρμόζεται σε σχετικά ικανοποιητικό βαθμό, αν και ίσως χρειαζόταν κάποιες βελτιώσεις.

Το ύφος των ηχητικών παρουσιάσεων είναι πολύ φιλικό για τους εκπαιδευόμενους, ενώ η χρήση της εικόνας-χαρακτήρα που χρησιμοποιείται στο ΕΥ αξιολογείται από μέτρια ως

πολύ αποτελεσματική στην ενίσχυση της διαδικασίας μάθησης. Τα παραπάνω αξιολογούν την εφαρμογή της αρχής της φωνής και της εικόνας αντίστοιχα.

Επίσης, στο ΕΥ αξιολογείται πως η φιλική γλώσσα και η ηχητική παρουσίαση των πληροφοριών εφαρμόζεται σε εξαιρετικό βαθμό, καθώς επίσης και οι δραστηριότητες ανατροφοδότησης εμφανίζονται αρκετά έως πολύ συχνά. Όλα αυτά εξυπηρετούν την αρχή της προσωποποίησης, η οποία φαίνεται να εφαρμόζεται σε αρκετά ικανοποιητικό βαθμό.

Όσον αφορά την παρουσίαση του γνωστικού αντικείμενου, αξιολογείται πως πραγματοποιείται τμηματικά σε μέτριο ως άριστο βαθμό, καθώς επίσης πως υπάρχουν ελάχιστα ως αρκετά μακροσκελή κείμενα για την παρουσίασή τους. Τα παραπάνω αξιολογούν την αρχή της κατάτμησης, η οποία ίσως να έχρηζε μερικές βελτιώσεις.

Στις πληροφορίες που παρουσιάζονται εκτιμάται πως υπάρχουν αρκετά ως πολλά στοιχεία επισήμανσης, καθώς επίσης παρέχονται αρκετές έως πολλές και σαφείς οδηγίες για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Συνεπώς, η αρχή της σηματοδότησης που εφαρμόζεται είναι αρκετά ικανοποιητική.

Τέλος, αξιολογείται πως δεν υπάρχουν καθόλου ή υπάρχουν ελάχιστες εισαγωγικές δραστηριότητες που βοηθούν τη μελέτη του ΕΥ, πράγμα που προδίδει ότι η αρχή της προπαίδευσης δεν εφαρμόζεται σε ικανοποιητικό βαθμό.

Από τις γενικές επισημάνσεις που προτείνονται από τους αξιολογητές, επισημαίνεται πως τα καλύτερα στοιχεία του ΕΥ είναι η εύστοχη επιλογή εικόνων σε συνδυασμό με τα κείμενα που τα συνοδεύουν, η απλότητα, η αξιοποίηση αρκετών βίντεο και οι δραστηριότητες αυτοαξιολόγησης για κάθε γνωστικό αντικείμενο. Οι προτάσεις για βελτιώσεις του ΕΥ επικεντρώνονται στην παρουσίαση του υλικού και συγκεκριμένα στην ανάγκη ένταξης περισσότερων παιδικών στοιχείων. Επίσης, προτείνονται περισσότερα καθημερινά παραδείγματα, περισσότερες περιοχές συζητήσεων και εισαγωγικές δραστηριότητες για την εξοικείωση με τη μελέτη του ΕΥ.

5.2 Παρουσίαση και ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει τα αποτελέσματα που συλλέχθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου, το οποίο δόθηκε σε 10 μαθητές της Ε' Δημοτικού. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε κλειστές και ανοικτές ερωτήσεις, που αποσκοπούσαν στη διερεύνηση της άποψης των μαθητών για το συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό στη διδασκαλία της Φυσικής. Οι ερωτήσεις επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση της **ελκυστικότητας**, της **ευχρηστίας** και της **αποτελεσματικότητας** του υλικού, καθώς και στο βαθμό κατανόησης της διδακτέας ύλης.

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση περιγραφικών στατιστικών στο λογισμικό Jamoní, επιτρέποντας μια αντικειμενική προσέγγιση της αντίληψης των μαθητών. Για κάθε ερώτηση, υπολογίστηκαν βασικά στατιστικά μέτρα όπως μέσοι όροι, συχνότητες και ποσοστά, ώστε να αποτυπωθούν οι τάσεις στις απαντήσεις των μαθητών. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων επιδιώκει να προσφέρει μια σαφή εικόνα των επιπέδων αποδοχής και των ενδεχόμενων βελτιώσεων που μπορεί να απαιτούνται για το εκπαιδευτικό υλικό.

5.3 Συσχετίσεις μεταξύ της κατανόησης των μαθητών και του εκπαιδευτικού υλικού

Στην ενότητα αυτή, αναλύεται η σχέση μεταξύ της κατανόησης των μαθητών και των χαρακτηριστικών του εκπαιδευτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε. Ο σκοπός της ανάλυσης είναι να εξεταστεί κατά πόσο παράγοντες όπως η ελκυστικότητα, η ευχρηστία, και η συμβατότητα του υλικού με τις αρχές της εξ αποστάσεως και πολυμεσικής μάθησης επηρεάζουν την εκπαιδευτική εμπειρία και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ερωτηματολογίων και αναλύθηκαν με περιγραφικά στατιστικά, γραφήματα και συγκριτικές αναλύσεις.

Με την ενσωμάτωση αυτών των αποτελεσμάτων, επιχειρείται να δοθεί μια ολοκληρωμένη εικόνα της αποτελεσματικότητας του υλικού και να εντοπιστούν τα σημεία εκείνα που ενισχύουν ή εμποδίζουν τη μαθησιακή διαδικασία. Η ανάλυση αυτή είναι καθοριστική για

να κατανοήσουμε τις ανάγκες των μαθητών και να προταθούν βελτιώσεις στο εκπαιδευτικό υλικό, ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις της σύγχρονης εκπαίδευσης.

Πίνακας 1 - Περιγραφικών Στατιστικών

Ερώτηση	Μέσος Όρος	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη Τιμή	Μέγιστη Τιμή
Κατανόηση του Μαθήματος της Φυσικής	2.20	1.03	1	4
Ελκυστικότητα και Ευρησιτία του Εκπαιδευτικού Υλικού	3.00	1.41	1	5
Συμβατότητα με τις Αρχές της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης	2.5	1.41	1	4
Συμβατότητα με τις Αρχές Πολυμεσικής Μάθησης	2.30	1.06	1	4

Κατανόηση του Μαθήματος της Φυσικής

Περιγραφικά Στατιστικά:

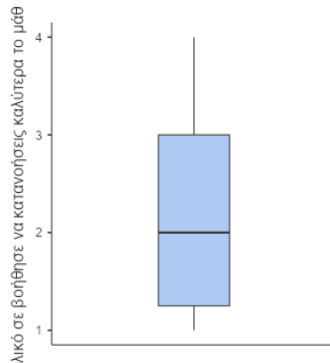
Μέσος Όρος (ΜΟ): 2.20 - Ο χαμηλός μέσος όρος δείχνει ότι οι μαθητές αξιολόγησαν την κατανόηση του υλικού ως μάλλον μέτρια.

Τυπική Απόκλιση (ΤΑ): 1.03 - Η μικρή τυπική απόκλιση δείχνει ότι οι απόψεις των μαθητών είναι σχετικά συγκεντρωμένες γύρω από τον μέσο όρο, χωρίς μεγάλες αποκλίσεις.

Ελάχιστη και Μέγιστη Τιμή: Οι τιμές κυμαίνονται από 1 (Καθόλου) έως 4 (Πολύ), κάτι που αποτυπώνει τις ακραίες αντιλήψεις των μαθητών για την κατανόηση του υλικού.

Γράφημα 1 - Κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής

Πιστεύεις ότι το υλικό σε βοήθησε να κατανοήσεις καλύτερα το μάθημα της Φυσικής:



Ανάλυση του Γραφήματος 1:

Το γράφημα δείχνει ότι το 60% των μαθητών αξιολόγησε την κατανόηση ως "Καθόλου" ή "Λίγο", υποδηλώνοντας ότι για την πλειοψηφία, το υλικό δεν κατάφερε να υποστηρίξει επαρκώς την κατανόηση του μαθήματος. Αυτή η συγκέντρωση γύρω από τις χαμηλές τιμές είναι ένδειξη ότι το περιεχόμενο ίσως χρειάζεται αναθεώρηση και ενίσχυση για να καλύψει τις ανάγκες μάθησης των μαθητών.

Η μικρή μερίδα του 10% που ανέφερε πολύ υψηλή κατανόηση δείχνει ότι για μερικούς μαθητές το υλικό ήταν αποτελεσματικό, αλλά αυτό δεν ήταν γενικευμένο αποτέλεσμα.

Η ανάλυση δείχνει ότι το υλικό φαίνεται να μην ανταποκρίνεται πλήρως στις εκπαιδευτικές ανάγκες της πλειονότητας των μαθητών. Ενδεχομένως να χρειάζεται μια προσέγγιση με περισσότερα παραδείγματα και επεξηγήσεις, καθώς και επιπρόσθετα οπτικά ή διαδραστικά στοιχεία που ενισχύουν την κατανόηση.

Ελκυστικότητα και Ευχρηστία του Εκπαιδευτικού Υλικού

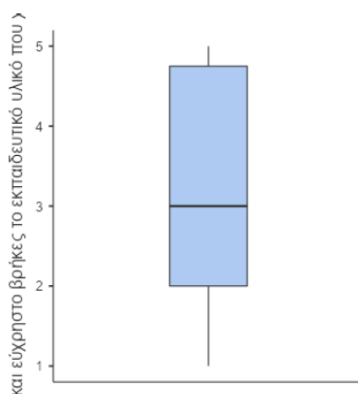
Περιγραφικά Στατιστικά:

Μέσος Όρος (ΜΟ): 3.00 - Ο μέσος όρος αυτός υποδεικνύει μια μέτρια αντίληψη σχετικά με την ελκυστικότητα, καθώς οι μαθητές το αξιολογούν συνολικά ως "Ουδέτερο".

Τυπική Απόκλιση (ΤΑ): 1.41 - Η υψηλή τυπική απόκλιση δείχνει ότι οι απόψεις των μαθητών για την ελκυστικότητα και την ευχρηστία είναι αρκετά διασκορπισμένες, κάτι που δείχνει διαφορές στις προτιμήσεις τους.

Ελάχιστη και Μέγιστη Τιμή: Οι τιμές κυμαίνονται από 1 έως 5, που υποδηλώνει ότι υπήρχαν μαθητές που βρήκαν το υλικό πολύ ελκυστικό, ενώ άλλοι καθόλου.

Γράφημα 2 - Ελκυστικότητα και Ευχρηστία του Ε.Υ.



Ανάλυση του Γραφήματος 2

Στο Γράφημα 2, παρατηρούμε ότι το 30% των μαθητών αξιολόγησε το υλικό ως πολύ ελκυστικό, ενώ ένα άλλο 40% το θεωρεί ουδέτερο έως λίγο ελκυστικό. Η κατανομή αυτή δείχνει ότι υπάρχουν διαφοροποιημένες προτιμήσεις.

Η μεγάλη διασπορά στις απαντήσεις και η παρουσία υψηλής απόκλισης αποτυπώνουν την ανάγκη για ένα υλικό που ανταποκρίνεται σε μεγαλύτερο εύρος μαθησιακών προτιμήσεων, καθώς ορισμένοι μαθητές μπορεί να αναζητούν περισσότερο διαδραστικό ή οπτικά ελκυστικό περιεχόμενο.

Το εύρημα αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ενώ για μερικούς μαθητές το υλικό ήταν κατάλληλα σχεδιασμένο και ευχάριστο, για άλλους δεν ήταν αρκετά ελκυστικό. Η βελτίωση της ελκυστικότητας και της χρηστικότητας του υλικού με προσθήκη παραδειγμάτων,

εικόνων ή άλλων διαδραστικών στοιχείων, θα μπορούσε να ενισχύσει την εμπειρία μάθησης.

Συμβατότητα με τις αρχές της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

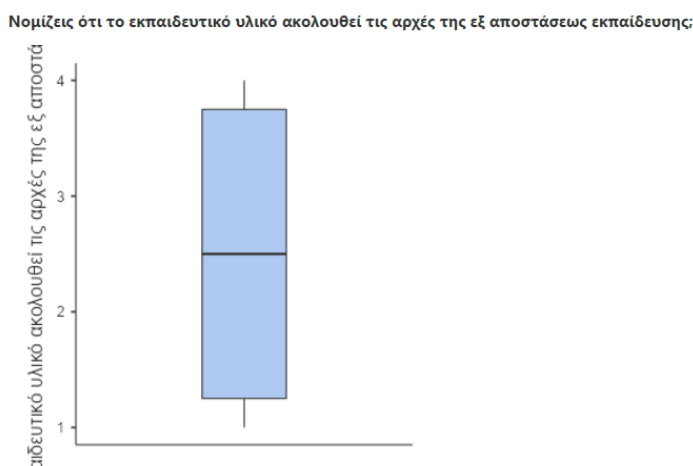
Περιγραφικά Στατιστικά:

Μέσος Όρος (ΜΟ): 2.50 - Ο μέσος όρος δείχνει ουδετερότητα, με τους μαθητές να μην αντιλαμβάνονται πλήρη συμβατότητα του υλικού με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

Τυπική Απόκλιση (ΤΑ): 1.41 - Υπάρχει μεγάλη διασπορά στις απαντήσεις, που δείχνει ότι οι μαθητές είχαν διαφορετικές αντιλήψεις για τη συμβατότητα του υλικού με αυτές τις αρχές.

Ελάχιστη και Μέγιστη Τιμή: Οι απαντήσεις κυμαίνονται από 1 έως 4, με αρκετούς μαθητές να μην βλέπουν συμβατότητα του υλικού με τις αρχές αυτές.

Γράφημα 3 - Συμβατότητα με τις αρχές της ΕξΑΕ



Ανάλυση του Γραφήματος 3

Στο γράφημα φαίνεται ότι το 30% των μαθητών πιστεύει ότι το υλικό δεν είναι καθόλου συμβατό με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, ενώ το 30% το βρίσκει πολύ συμβατό. Αυτή η διαφορά στις απόψεις υποδεικνύει ότι το υλικό μπορεί να μην ικανοποιεί πλήρως τις απαιτήσεις που συνήθως συνοδεύουν τα εξ αποστάσεως εργαλεία.

Τα ευρήματα υποδεικνύουν την ανάγκη για πιο συνεκτική εφαρμογή των αρχών της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, με προσθήκη διαδραστικών δραστηριοτήτων, δομημένου περιεχομένου και λειτουργιών που ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Συμβατότητα με τις Αρχές Πολυμεσικής Μάθησης

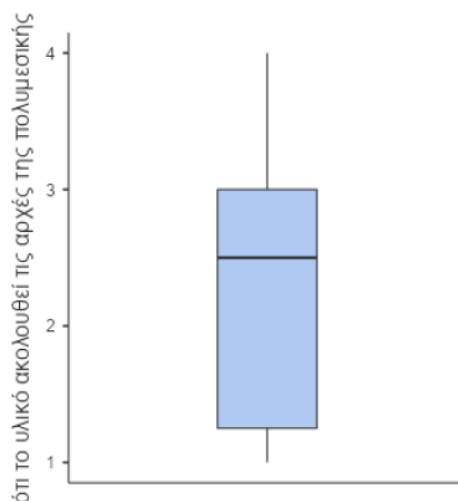
Περιγραφικά Στατιστικά:

Μέσος Όρος (ΜΟ): 2.30 - Οι μαθητές γενικά είχαν μια μάλλον αρνητική αντίληψη για τη συμβατότητα του υλικού με τις αρχές πολυμεσικής μάθησης.

Τυπική Απόκλιση (ΤΑ): 1.06 - Η σχετικά χαμηλή τυπική απόκλιση δείχνει ότι οι απαντήσεις ήταν αρκετά συγκεντρωμένες, με τους περισσότερους μαθητές να έχουν παρόμοιες αντιλήψεις.

Ελάχιστη και Μέγιστη Τιμή: Οι απαντήσεις κυμαίνονται από 1 έως 4, χωρίς ακραίες τιμές.

Γράφημα 4 - Συμβατότητα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης



Ανάλυση του Γραφήματος 4

Στο γράφημα βλέπουμε ότι το 40% των μαθητών αξιολόγησε τη συμβατότητα ως μέτρια, και το 30% δήλωσε καθόλου συμβατότητα. Αυτό δείχνει ότι η πολυμεσική μάθηση δεν αξιοποιείται επαρκώς στο υλικό, κάτι που μπορεί να περιορίζει την ελκυστικότητα και την κατανόηση.

Αυτή η ανάλυση δείχνει ότι το υλικό θα μπορούσε να βελτιωθεί με την ενσωμάτωση πολυμεσικών στοιχείων, όπως βίντεο, διαγράμματα και διαδραστικές δραστηριότητες, που θα το έκαναν πιο προσιτό και ευχάριστο για τους μαθητές.

Εισαγωγή για τη Συγκριτική Ανάλυση

Η συγκριτική ανάλυση διερευνά κατά πόσο οι αντιλήψεις των μαθητών για συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού υλικού, όπως η ελκυστικότητα, επηρεάζουν την κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής. Με τη χρήση του **Independent Samples T-Test**, συγκρίναμε τις απαντήσεις μαθητών που αξιολόγησαν το υλικό ως ελκυστικό έναντι εκείνων που το βρήκαν λιγότερο ελκυστικό, προκειμένου να εντοπίσουμε πιθανές στατιστικά σημαντικές διαφορές στην κατανόηση του αντικειμένου. Η χρήση του t-test είναι μια καθιερωμένη μέθοδος για τη σύγκριση των μέσων όρων δύο ανεξάρτητων ομάδων, επιτρέποντάς μας να εξετάσουμε υποθέσεις σχετικά με τη σχέση μεταξύ μεταβλητών (Field, 2017). Η ανάλυση αυτή είναι σημαντική για να κατανοήσουμε αν η ελκυστικότητα και η ευχρηστία του υλικού παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της μαθησιακής διαδικασίας και στην επίτευξη των διδακτικών στόχων.

Όπως σημειώνει ο Field (2017), το **Independent Samples T-Test** είναι ιδανικό για περιπτώσεις όπου ερευνητές επιθυμούν να εξετάσουν τη διαφορά μεταξύ δύο ανεξάρτητων ομάδων σε μια συγκεκριμένη μεταβλητή. Η εφαρμογή του στη συγκεκριμένη έρευνα μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε αν η αντίληψη της ελκυστικότητας του εκπαιδευτικού υλικού

σχετίζεται άμεσα με την κατανόηση του μαθήματος από τους μαθητές, παρέχοντας ουσιαστικά στοιχεία για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας.

Πίνακας 2 - Αποτέλεσμα Συγκριτικής Ανάλυσης για την Ελκυστικότητα του Ε.Υ.

Μεταβλητή	Τιμή t	df	p-value
Κατανόηση του Μαθήματος της Φυσικής	0.478	8	0.645

Ανάλυση των Αποτελεσμάτων

- **Τιμή t (0.478):** Η τιμή t υποδηλώνει τη διαφορά των μέσων τιμών μεταξύ των δύο ομάδων. Στην προκειμένη περίπτωση, η χαμηλή τιμή t δείχνει ότι οι διαφορές στην κατανόηση του μαθήματος της Φυσικής, μεταξύ των μαθητών που βρήκαν το υλικό ελκυστικό και εκείνων που το βρήκαν λιγότερο ελκυστικό, είναι μικρές.
- **Βαθμοί Ελευθερίας (df = 8):** Οι βαθμοί ελευθερίας (degrees of freedom) για τη δοκιμή αυτή είναι 8, που υποδεικνύει τον αριθμό των ανεξάρτητων παρατηρήσεων που χρησιμοποιήθηκαν στον υπολογισμό.
-
- **p-value (0.645):** Η τιμή p είναι πολύ μεγαλύτερη από το επίπεδο σημαντικότητας 0.05, το οποίο σημαίνει ότι η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική. Δηλαδή, δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποστηρίζουν ότι η ελκυστικότητα του υλικού επηρεάζει ουσιαστικά την κατανόηση των μαθητών στο μάθημα της Φυσικής.

Αυτά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι, με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα, η αντίληψη των μαθητών για την ελκυστικότητα του υλικού δεν συνδέεται στατιστικά σημαντικά με την κατανόηση του μαθήματος. Αυτό υποδηλώνει ότι άλλοι παράγοντες ενδέχεται να επηρεάζουν περισσότερο την κατανόηση και την αφομοίωση της γνώσης από τους μαθητές.

Σύγκριση Κατανόησης σε σχέση με τη Συμβατότητα με τις Αρχές Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης

Πίνακας 3 - Σύγκριση κατανόησης σε σχέση με τη Συμβατότητα με τις αρχές της ΕξΑΕ

Μεταβλητή	Τιμή t	df	p-value
Εξ αποστάσεως συμβατότητα	-0.928	8	0.380

□ Το **p-value** είναι επίσης μεγαλύτερο από 0.05, κάτι που δείχνει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανόηση μεταξύ των μαθητών που αξιολόγησαν το υλικό ως συμβατό ή μη συμβατό με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

□ Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι η αντίληψη της συμβατότητας με την εξ αποστάσεως εκπαίδευση δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την κατανόηση.

Η συμβατότητα με τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αν και σημαντική για την οργάνωση του υλικού, δεν φαίνεται να επηρεάζει άμεσα την κατανόηση των μαθητών. Ίσως άλλοι παράγοντες, όπως η σαφήνεια των οδηγιών ή το επίπεδο δυσκολίας του περιεχομένου, να είναι πιο καθοριστικοί.

Πίνακας 4 - Αποτέλεσμα Σύγκρισης Κατανόησης και Πολυμεσικής Μάθησης

Μεταβλητή	Τιμή t	df	p-value
Κατανόηση του Μαθήματος της Φυσικής (Πολυμεσική Μάθηση)	1.260	8	0.242

Στατιστικά Αποτελέσματα:

Η τιμή **t (1.260)** δείχνει ότι υπάρχει κάποια διαφορά στις μέσες τιμές κατανόησης μεταξύ των μαθητών που αξιολόγησαν το υλικό ως συμβατό ή μη συμβατό με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης, αλλά αυτή η διαφορά είναι μικρή.

Το **p-value (0.242)**, που είναι μεγαλύτερο από το επίπεδο σημαντικότητας 0.05, υποδηλώνει ότι η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική.

Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων:

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αντιληπτή συμβατότητα του υλικού με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης δεν έχει σημαντική επίδραση στην κατανόηση του μαθήματος από τους μαθητές.

Παρότι η πολυμεσική μάθηση θεωρείται ότι ενισχύει την εκπαιδευτική εμπειρία με τη χρήση διαφόρων μορφών παρουσίασης (όπως κείμενο, εικόνες και ήχος), τα ευρήματα δείχνουν ότι η κατανόηση των μαθητών πιθανόν να εξαρτάται περισσότερο από άλλες παραμέτρους, όπως η σαφήνεια του περιεχομένου ή η αλληλεπίδραση με το υλικό.

Η συμβατότητα του υλικού με τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης από μόνη της δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά την κατανόηση των μαθητών. Ωστόσο, αυτό δεν σημαίνει ότι η πολυμεσική μάθηση δεν έχει αξία, αλλά ότι μπορεί να λειτουργεί υποστηρικτικά σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, όπως η ποιότητα των διδακτικών εννοιών και η ελκυστικότητα του υλικού.

Για την ενίσχυση της κατανόησης, μπορεί να είναι απαραίτητη η καλύτερη ενσωμάτωση πολυμεσικών στοιχείων στο εκπαιδευτικό υλικό, με τρόπο που να ενισχύει τη σαφήνεια και την αλληλεπίδραση.

Επίσης, θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα της ανάλυσης των ποιοτικών δεδομένων που προέκυψαν από τις απαντήσεις των μαθητών σχετικά με τις προτεινόμενες αλλαγές στο εκπαιδευτικό υλικό. Η συγκεκριμένη ερώτηση επιδιώκει να καταγράψει τις απόψεις των μαθητών για τις βελτιώσεις που θεωρούν απαραίτητες, με στόχο τη βελτίωση της εκπαιδευτικής εμπειρίας. Οι απαντήσεις κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν, προσφέροντας σημαντικές πληροφορίες για τις αντιλήψεις τους και την ανάγκη περαιτέρω βελτίωσης του υλικού. Τα ευρήματα συνοψίζονται μέσω συχνοτήτων, περιγραφικών στατιστικών και εκτενούς ερμηνείας.

Περιγραφικά Στατιστικά

Πίνακας 5 - Περιγραφικά Στοιχεία

Στατιστικό	Τιμή
Πλήθος Απαντήσεων (N)	10
Απουσίες (Missing)	0
Μέσος Όρος (Mean)	1.9
Διάμεσος (Median)	2.00
Τυπική Απόκλιση (SD)	1.20
Ελάχιστη Τιμή	0
Μέγιστη Τιμή	3

Ανάλυση των Στατιστικών

1. Πλήθος απαντήσεων (N)

Όλες οι απαντήσεις (10) είναι έγκυρες, χωρίς απουσίες (missing values). Αυτό σημαίνει ότι το σύνολο του δείγματος είναι αντιπροσωπευτικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ασφαλή συμπεράσματα.

2. Μέσος όρος (Mean)

Ο μέσος όρος των απαντήσεων είναι **1.90**, υποδηλώνοντας ότι, κατά μέσο όρο, οι μαθητές θεωρούν ότι το υλικό χρειάζεται αρκετές βελτιώσεις, με την πλειοψηφία να επικεντρώνεται στις κατηγορίες 2 (Μεσαίες βελτιώσεις) και 3 (Μεγάλες αλλαγές).

3. Διάμεσος (Median)

Η διάμεσος είναι **2.00**, κάτι που σημαίνει ότι οι μισές απαντήσεις βρίσκονται στις κατηγορίες "Μεσαίες βελτιώσεις" και άνω, γεγονός που ενισχύει την εικόνα ότι οι μαθητές βλέπουν την ανάγκη σημαντικών αλλαγών.

4. Τυπική απόκλιση (Standard Deviation)

Η τυπική απόκλιση είναι **1.20**, δείχνοντας ότι υπάρχει κάποια ποικιλία στις αντιλήψεις των μαθητών, αλλά οι απαντήσεις συγκεντρώνονται κυρίως γύρω από τις μεσαίες και υψηλότερες κατηγορίες.

5. Ελάχιστη και μέγιστη τιμή

Οι απαντήσεις κυμαίνονται από **0 (Καμία αλλαγή)** έως **3 (Μεγάλες αλλαγές)**, καλύπτοντας ολόκληρη την κλίμακα. Αυτό δείχνει ότι υπάρχουν τόσο μαθητές που θεωρούν το υλικό κατάλληλο, όσο και άλλοι που πιστεύουν ότι χρειάζεται ουσιαστική αναθεώρηση.

Πίνακας 6 - Συχνότητα Απαντήσεων

Κατηγορία	Αριθμός Απαντήσεων	Ποσοστό (%)	Σωρευτικό Ποσοστό (%)
0 (Καμία αλλαγή)	2	20.00	20.00
1 (Μικρές βελτιώσεις)	1	10.00	30.00
2 (Μεσαίες βελτιώσεις)	3	30.00	60.00
3 (Μεγάλες αλλαγές)	4	40.00	100.00

Ερμηνεία των Αποτελεσμάτων

Ανάλυση Συχνοτήτων:

Το μεγαλύτερο ποσοστό (40%) των μαθητών θεωρεί ότι το υλικό χρειάζεται **μεγάλες αλλαγές**. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει έντονη ανάγκη για σημαντικές βελτιώσεις.

Το 30% των μαθητών ζητά **μεσαίες βελτιώσεις**, κάτι που δείχνει ότι οι μαθητές βρίσκουν κάποιες πτυχές του υλικού λειτουργικές, αλλά αισθάνονται ότι μπορούν να βελτιωθούν.

Ένα μικρότερο ποσοστό, 10%, ζητά **μικρές βελτιώσεις**, ενώ ένα 20% θεωρεί ότι **δεν απαιτούνται αλλαγές**.

Ποιότητα του υλικού:

Η υψηλή συγκέντρωση στις κατηγορίες 2 και 3 δείχνει ότι το υλικό, στην παρούσα μορφή του, μπορεί να μην ανταποκρίνεται πλήρως στις ανάγκες των μαθητών.

Οι μαθητές που ζητούν μεγάλες αλλαγές πιθανώς να εντοπίζουν ζητήματα σε βασικά στοιχεία του υλικού, όπως η σαφήνεια, η δομή ή η δυνατότητα αλληλεπίδρασης.

Ποικιλία στις αντιλήψεις:

Η ύπαρξη μαθητών που δήλωσαν "Καμία αλλαγή" (20%) υποδεικνύει ότι το υλικό ικανοποιεί ένα μέρος του πληθυσμού, ενώ οι διαφοροποιήσεις πιθανώς συνδέονται με τις διαφορετικές μαθησιακές προτιμήσεις.

Η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων δείχνει ότι η πλειοψηφία των μαθητών θεωρεί ότι το εκπαιδευτικό υλικό χρειάζεται σημαντικές βελτιώσεις, με το 40% να ζητά μεγάλες αλλαγές και το 30% μεσαίες βελτιώσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι το υλικό, στην παρούσα μορφή του, δεν ανταποκρίνεται επαρκώς στις μαθησιακές ανάγκες, κυρίως όσον αφορά την ελκυστικότητα, τη σαφήνεια και τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης. Παράλληλα, ένα 20% των μαθητών εκτιμά ότι το υλικό είναι κατάλληλο, γεγονός που δείχνει ότι υπάρχουν πτυχές που λειτουργούν θετικά.

5.4 Ευρήματα Ποιοτικής Έρευνας

Καθώς το δείγμα της παρούσας έρευνας θεωρείται μικρό για να περιοριστεί αποκλειστικά σε ευρήματα ποσοτικής έρευνας μέσω ερωτηματολογίου, η αξιολόγηση του ΕΥ συνοδεύτηκε από μία συνέντευξη από κάθε παιδί. Έτσι, οι μαθητές/τριες κλήθηκαν να συμμετέχουν σε μια ημιδομημένη συνέντευξη, όπου χρειαζόταν να απαντήσουν σε κάποια προκαθορισμένα ερωτήματα αλλά και να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους ή τις απορίες τους σχετικά με την εμπειρία τους στο νέο ΕΥ (Ισαρη & Πουρκός, 2015).

Οι συνεντεύξεις διήρκεσαν 10-15 λεπτά η καθεμία και πραγματοποιήθηκαν μέσω της πλατφόρμας Skype και συμμετείχαν και οι 10 μαθητές. Κάθε μαθητής εξετάστηκε ξεχωριστά ώστε να μην επηρεάζονται οι απόψεις των συμμετεχόντων. Οι απαντήσεις των μαθητών καταγράφηκαν με μαγνητοφώνηση και στη συνέχεια απομαγνητοφωνήθηκαν. Από την ερευνήτρια εξασφαλίστηκε πως οι απαντήσεις θα χρησιμοποιηθούν αυστηρά και μόνο στο πλαίσιο της έρευνας και πως όλες οι απόψεις είναι αποδεκτές, ώστε να διασφαλιστεί πως οι απαντήσεις είναι αληθείς.

Ερωτήματα

1. Πώς σου φάνηκε ο νέος τρόπος διδασκαλίας της Φυσικής;
2. Τι σου άρεσε περισσότερο; Τι σε δυσκόλεψε;

3. Θεωρείς ότι κατάφερες να κατακτήσεις τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα;
4. Οι ασκήσεις και οι δραστηριότητες σε βοήθησαν να κατανοήσεις καλύτερα όσα διδάχτηκες;
5. Τι αλλαγή θα μου πρότεινες για να γίνει το ΕΥ πιο ενδιαφέρον και γιατί;

Στο πρώτο ερώτημα **«Πώς σου φάνηκε ο νέος τρόπος διδασκαλίας της Φυσικής;»** 8 στους 10 μαθητές απάντησαν μονολεκτικά, χρησιμοποιώντας τις λέξεις «Ωραίος», «Καλός» ή «Διαφορετικός». Συνεπώς, χρειάστηκε να διερευνηθούν οι απόψεις τους με περισσότερες ερωτήσεις. Από αυτές, προέκυψε πως στους 6 από τους 8 άρεσε ο νέος τρόπος διδασκαλίας, καθώς είχε περισσότερα βίντεο και κάποια παιχνίδια. Οι υπόλοιποι χαρακτήρησαν το μάθημα παρόμοιο με του σχολείου, αλλά με πιο πολλά παιχνίδια. Τέλος, δύο μόνο μαθητές χαρακτήρισαν το μάθημα ως «Πιο ενδιαφέρον», συγκρίνοντας αυτοβούλως με τον τρόπο διεξαγωγής του μαθήματος στο σχολείο. Σημείωσαν πως τους άρεσε η διδασκαλία από τον υπολογιστή και οι εφαρμογές που χρησιμοποιήθηκαν. Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε πως οι μαθητές είχαν, μάλλον, μια περισσότερο θετική εμπειρία.

Στο δεύτερο ερώτημα **«Τι σου άρεσε περισσότερο; Τι σε δυσκόλεψε;»** οι μαθητές φάνηκε να απαντούν με περισσότερη ευκολία, ενώ υπήρξε και μια σχετική ομοφωνία στις απόψεις τους. Αυτό που άρεσε περισσότερο σε 9 από τους 10 μαθητές ήταν τα βίντεο και οι εικόνες, ενώ σε έναν άρεσαν περισσότερο οι ασκήσεις που παρείχαν άμεση ανατροφοδότηση και βαθμολογία. Από αυτές τις απαντήσεις μπορεί να διεξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι εικόνες και τα βίντεο ενίσχυσαν το κίνητρο των μαθητών και τους διευκόλυναν στη μαθησιακή διαδικασία. Ωστόσο, όσον αφορά τη δυσκολία που αντιμετώπισαν οι απαντήσεις είχαν μεγαλύτερη ποικιλομορφία. Οι 4 από τους 10 μαθητές δήλωσαν πως τους δυσκόλεψαν περισσότερο οι ασκήσεις, ενώ 2 μαθητές εξέφρασαν δυσκολία ως προς τη χρήση της εκπαιδευτικής πλατφόρμας. Τρεις μαθητές εξέφρασαν πως τους δυσκόλεψαν οι νέες έννοιες και ένας πως δεν δυσκολεύτηκε σε τίποτα. Από τα παραπάνω ευρήματα διαπιστώνονται διάχυτες δυσκολίες, τόσο ως προς τη χρήση της εφαρμογής όσο και στο περιεχόμενο του ΕΥ.

Όσον αφορά το τρίτο ερώτημα **«Θεωρείς ότι κατάφερες να κατακτήσεις τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα;»** οι περισσότεροι μαθητές φάνηκαν πως

προβληματίστηκαν ώστε να δώσουν εύστοχη απάντηση, καθώς υπήρξαν μερικά δευτερόλεπτα παύσης από τη στιγμή της ερώτησης μέχρι την απάντηση. Από τους 10, οι 5 απάντησαν ότι οι στόχοι κατακτήθηκαν «μερικώς», δηλαδή υπήρξαν κάποιοι που κατακτήθηκαν και κάποιοι που δεν κατακτήθηκαν. Τρεις μαθητές απάντησαν πως αν και οι στόχοι ήταν αρκετοί αισθάνονται πως έχουν κατακτήσει τους περισσότερους, ενώ οι υπόλοιποι δύο ότι μάλλον «δεν τα κατάφεραν καλά». Προκειμένου να γίνει πιο σαφές το τι κατακτήθηκε, ζητήθηκε από τους μαθητές να δώσουν ένα παράδειγμα από κάτι που ένιωσαν πως ξέρουν καλά και από κάτι που δεν αισθάνονται πως το έχουν κατανοήσει πλήρως. Οι περισσότεροι θεωρούσαν πως έχουν εξοικειωθεί με το νέο περιβάλλον μάθησης, αλλά συγχέουν κάποιες νέες έννοιες, όπως η ανάκλαση και η διάχυση του φωτός.

Για το τέταρτο ερώτημα **«Οι ασκήσεις και οι δραστηριότητες σε βοήθησαν να κατανοήσεις καλύτερα όσα διδάχτηκες;»** οι απαντήσεις είχαν αρκετές ομοιότητες. Οι 7 από τους 10 μαθητές απάντησαν ότι οι ασκήσεις τους βοήθησαν, ενώ οι 3 από αυτούς εξέφρασαν μια προτίμηση στις ασκήσεις με αλληλεπιδραστικό χαρακτήρα που εμπειρείχαν εικόνες και όχι αποκλειστικά κείμενα. Δύο μαθητές εξέφρασαν πως μερικές ασκήσεις «τους μέρδευαν» καθώς δεν είχαν κάποια από τις μορφές που έχουν συνηθίσει ως τώρα, ενώ κάποιες ήταν «πιο αστείες». Τέλος, ένας μαθητής απάντησε ότι οι ασκήσεις «μάλλον βοήθησαν», καθώς επίσης επισήμανε ότι στις περισσότερες από αυτές κατάφερε υψηλή βαθμολογία. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως αν και οι ίδιοι οι μαθητές εξέφρασαν μια ικανοποίηση ως προς το περιεχόμενο και το είδος των ασκήσεων, υπάρχουν αμφιβολίες για το κατά πόσο ή ποιον τρόπο αυτές λειτούργησαν ως μέσο στην κατάκτηση των νέων εννοιών.

Τέλος, στο πέμπτο ερώτημα **«Τι αλλαγή θα μου πρότεινες για να γίνει το ΕΥ πιο ενδιαφέρον και γιατί;»** υπήρξαν αρκετές διαφορετικές απαντήσεις. Τέσσερις μαθητές επισήμαναν την ένταξη περισσότερων παιχνιδιών ώστε να έχει περισσότερη «πλάκα» η ώρα της μελέτης. Δύο μαθητές πρότειναν την ενσωμάτωση περισσότερων εικόνων και γραφικών καθώς το ΕΥ τους θύμιζε κάπως λευκές σελίδες βιβλίων, ενώ τα παιχνίδια που ήταν ενσωματωμένα είχαν αρκετά χρώματα. Δύο μαθητές δεν πρότειναν κάποια συγκεκριμένη αλλαγή, όμως εξέφρασαν ότι θα ήθελαν κάποια πράγματα να ήταν «διαφορετικά». Ένας μαθητής πρότεινε να υπήρχαν εικόνες και ασκήσεις «πιο πραγματικές», επειδή η Φυσική δεν περιορίζεται σε απλά σκίτσα. Τέλος, ένας μαθητής επισήμανε πως θα έκανε πολλές

αλλαγές γιατί θεώρησε κάπως μονότονο τον τρόπο διδασκαλίας. Από τις παραπάνω απαντήσεις γίνεται αντιληπτό πως οι μαθητές έχουν μάλλον εντοπίσει τα αδύναμα σημεία του ΕΥ και προτείνουν, με σχετική ευκολία, τροποποιήσεις για τη βελτίωσή του.

Ερωτήσεις προς τη συνεντεύκτρια

Μετά το τέλος της συνέντευξης δόθηκε η ευκαιρία στους μαθητές να ρωτήσουν οι ίδιοι οι μαθητές οτιδήποτε θέλουν προς τη συνεντεύκτρια. Από τους 10 μαθητές, οι 5 δεν εξέφρασαν καμία ερώτηση. Από τους υπόλοιπους ακούστηκαν οι παρακάτω ερωτήσεις:

- Δημιούργησες μόνη το ΕΥ;
- Πόσο δύσκολο ήταν να οργανώσεις το ΕΥ;
- Κατασκευάζεις παρόμοια μαθήματα και με άλλο περιεχόμενο;
- Το έχουν μελετήσει και άλλα παιδιά;

6 Συζήτηση

6.1 Αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων και των περιορισμών του υλικού

Η αξιολόγηση του συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού αποτελεί κρίσιμο βήμα για την κατανόηση της συμβολής του στη διδασκαλία της Φυσικής και για τον εντοπισμό των περιοχών που χρειάζονται βελτίωση. Βάσει των δεδομένων της έρευνας, τα πλεονεκτήματα και οι περιορισμοί του υλικού αναδεικνύουν τόσο την αξία του ως εργαλείου μάθησης όσο και τις προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητάς του.

Πλεονεκτήματα του υλικού

Ευχρηστία και απλότητα Δομής Το υλικό διακρίνεται για την ευχρηστία του, η οποία βασίζεται στην απλή και ξεκάθαρη δομή του. Οι μαθητές μπόρεσαν να πλοηγηθούν εύκολα στις ενότητες, κατανοώντας γρήγορα τις οδηγίες. Αυτό συνέβαλε στη μείωση του άγχους και στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους κατά τη διαδικασία της μάθησης.

Επιπλέον, η απλότητα της δομής εξασφαλίζει ότι οι μαθητές με διαφορετικά επίπεδα δεξιοτήτων ή προηγούμενες γνώσεις μπορούν να επωφεληθούν ισότιμα από το υλικό. Αυτή η ευχρηστία καθιστά το υλικό ιδιαίτερα πολύτιμο σε τάξεις με ποικίλο μαθησιακό υπόβαθρο, όπου είναι απαραίτητη η προσαρμογή του περιεχομένου στις ανάγκες όλων των μαθητών.

Η σημασία της ευχρηστίας και της δομημένης πλοήγησης σε ένα ΕΥ επιβεβαιώνεται και από προηγούμενες μελέτες στον χώρο της ηλεκτρονικής μάθησης και των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Η εισαγωγή των ΤΠΕ στη μαθησιακή διαδικασία έχει συνδεθεί με καλύτερη προσβασιμότητα και κατανόηση του διδακτικού περιεχομένου, εστιάζοντας στην υποστήριξη των μαθητών με διαφορετικό μαθησιακό υπόβαθρο (Αναστασιάδης, 2013).

Οπτική Ελκυστικότητα Η χρήση γραφικών, εικόνων και βασικών διαγραμμάτων βελτίωσε την παρουσίαση του περιεχομένου, κάνοντάς το πιο ενδιαφέρον για τους μαθητές. Η οπτική ελκυστικότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική για την ενίσχυση της συγκέντρωσης και της εμπλοκής των μαθητών, ειδικά σε θεωρητικά θέματα όπως ο ηλεκτρισμός και ο μαγνητισμός. Η ενσωμάτωση πολυμέσων και διαδραστικών στοιχείων υποστηρίζει τον γνωστικό μετασχηματισμό των εννοιών, ιδίως σε γνωστικά αντικείμενα όπως η Φυσική (Solomonidou, 2009; Jimoyiannis et al., 2010).

Σύμφωνα με τη θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer (2009), τα οπτικά στοιχεία μπορούν να διευκολύνουν τη γνωστική επεξεργασία και να συμβάλουν στη μακροπρόθεσμη συγκράτηση των πληροφοριών. Η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές θεώρησαν τα γραφικά ως ένα από τα πιο ισχυρά σημεία του υλικού.

Ευελιξία Χρήσης σε Διάφορα Περιβάλλοντα Ένα ακόμα σημαντικό πλεονέκτημα του υλικού είναι η δυνατότητα χρήσης του σε ποικίλα μαθησιακά περιβάλλοντα. Το υλικό χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία τόσο σε ομαδικές δραστηριότητες όσο και σε ατομική μελέτη, γεγονός που το καθιστά ευέλικτο εργαλείο για διαφορετικά διδακτικά σενάρια.

Αυτή η προσαρμοστικότητα επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να χρησιμοποιούν το υλικό για τη διαφοροποιημένη διδασκαλία, παρέχοντας στους μαθητές τη δυνατότητα να προσεγγίσουν το περιεχόμενο με τον τρόπο που τους ταιριάζει καλύτερα. Η δυνατότητα χρήσης ΕΥ σε διαφορετικά περιβάλλοντα έχει υποστηριχθεί από μελέτες που εξετάζουν τη

χρήση εργαλείων ΤΠΕ στη διδασκαλία των Φυσικών επιστημών. Τέτοιες μελέτες καταδεικνύουν τη δυνατότητα εξατομίκευσης και διαφοροποίησης της μάθησης προσφέροντας ευκαιρίες μάθησης «οποτεδήποτε και οπουδήποτε» (Nikolopoulou & Kousloglou, 2019).

Περιορισμοί του υλικού

Έλλειψη Διαδραστικότητας Η περιορισμένη διαδραστικότητα του υλικού αναδείχθηκε ως ένας από τους σημαντικότερους περιορισμούς. Οι μαθητές ανέφεραν ότι οι δραστηριότητες δεν περιλάμβαναν επαρκή στοιχεία που να ενθαρρύνουν τη συμμετοχή τους. Η έλλειψη εργαλείων, όπως διαδραστικά κουίζ, ασκήσεις πρακτικής και πειράματα, μείωσε την ενεργητική εμπλοκή των μαθητών και την προώθηση της βιωματικής μάθησης. Μελέτες δείχνουν πως τα διαδραστικά περιβάλλοντα μάθησης ενισχύουν τη γνωστική εμπλοκή, μειώνουν το άγχος κατά τη μάθηση, καθώς επίσης ενισχύουν την ενεργητική συμμετοχή και την αυτορρυθμιζόμενη μάθηση (Mavrogianni, 2025).

Σύμφωνα με τον Anderson (2008), η διαδραστικότητα είναι κρίσιμη για την ενίσχυση της μαθησιακής εμπειρίας, ειδικά σε περιβάλλοντα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Οι μαθητές που συμμετέχουν ενεργά σε διαδραστικές δραστηριότητες επιδεικνύουν υψηλότερα επίπεδα κατανόησης και συγκράτησης των πληροφοριών, πράγμα που αποδεικνύεται και από μελέτες που υποστηρίζουν ότι η ενσωμάτωση εργαλείων ανατροφοδότησης και αυτοαξιολόγησης ενισχύουν την ποιότητα της μάθησης (Γεωργουσάκη, 2022).

Περιορισμένη σύνδεση θεωρίας και πράξης Ένα άλλο σημαντικό ζήτημα που εντοπίστηκε είναι η έλλειψη παραδειγμάτων που συνδέουν τις θεωρητικές έννοιες με πρακτικές εφαρμογές. Οι μαθητές ανέφεραν ότι δυσκολεύτηκαν να αντιληφθούν πώς οι έννοιες που παρουσιάζονται σχετίζονται με την καθημερινότητά τους ή με πραγματικά προβλήματα.

Η σύνδεση θεωρίας και πράξης είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να βλέπουν τη σημασία των εννοιών που μαθαίνουν. Η έλλειψη αυτής της σύνδεσης μειώνει το ενδιαφέρον των μαθητών και περιορίζει την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε νέα πλαίσια. Από άλλες έρευνες στο πεδίο καταδεικνύεται πως η αποτελεσματική μάθηση στις επιστήμες απαιτεί την εμπλοκή

των μαθητών σε διερευνητικές και πρακτικές δραστηριότητες, ώστε να επιτευχθεί η γενίκευση της γνώσης σε νέα πλαίσια (Nikolopoulou & Kousloglou, 2019).

Ανεπαρκής εφαρμογή Αρχών Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης Η ανάλυση έδειξε ότι το υλικό δεν ενσωμάτωνε επαρκώς τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Η έλλειψη σαφών οδηγιών και εργαλείων αυτορρύθμισης καθιστά το υλικό δύσκολο στη χρήση από μαθητές που εργάζονται ανεξάρτητα. Επίσης, μελέτες βεβαιώνουν την ανάγκη για υποστηρικτικά στοιχεία στα ψηφιακά περιβάλλοντα μάθησης, προκειμένου να επιτευχθεί η ουσιαστική κατανόηση και η ενεργός συμμετοχή των μαθητών (Αναστασιάδης, 2013; Γεωργουσάκη, 2022).

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση απαιτεί υλικό που να ενθαρρύνει την αυτονομία των μαθητών και να τους παρέχει τα εργαλεία για να διαχειρίζονται τη μάθησή τους. Η εφαρμογή αρχών, όπως η καθοδήγηση "βήμα προς βήμα" και η παροχή εργαλείων αυτοαξιολόγησης, θα μπορούσε να βελτιώσει τη χρηστικότητα του υλικού σε τέτοια περιβάλλοντα.

Η αξιολόγηση του υλικού ανέδειξε έναν συνδυασμό θετικών στοιχείων και περιορισμών. Τα πλεονεκτήματα, όπως η ευχρηστία, η οπτική ελκυστικότητα και η ευελιξία χρήσης, καθιστούν το υλικό πολύτιμο εργαλείο για τη διδασκαλία της Φυσικής. Ωστόσο, οι περιορισμοί, όπως η έλλειψη διαδραστικότητας, η περιορισμένη σύνδεση θεωρίας και πράξης και η ανεπαρκής εφαρμογή αρχών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αναδεικνύουν την ανάγκη για περαιτέρω βελτιώσεις. Η αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του υλικού, εξασφαλίζοντας μια πιο ολοκληρωμένη μαθησιακή εμπειρία για τους μαθητές.

6.2 Βελτιώσεις και Προτάσεις με Βάση την Έρευνα

Η ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν ανέδειξε τη σημαντικότητα της αναβάθμισης του συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού, ώστε να ανταποκρίνεται στις σύγχρονες ανάγκες των μαθητών και των εκπαιδευτικών. Οι προτάσεις βελτίωσης βασίζονται τόσο στα αποτελέσματα της έρευνας όσο και σε σύγχρονες επιστημονικές θεωρίες για τη μάθηση. Στόχος τους είναι να ενισχύσουν την αποδοτικότητα του υλικού, να βελτιώσουν τη

μαθησιακή εμπειρία και να διασφαλίσουν τη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητά του σε ποικίλα μαθησιακά περιβάλλοντα.

Αρχικά, το περιεχόμενο του υλικού πρέπει να εμπλουτιστεί με πρακτικά παραδείγματα και εφαρμογές που συνδέονται άμεσα με την καθημερινότητα των μαθητών. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι η πλειοψηφία των μαθητών ζητά ενίσχυση της συνάφειας του περιεχομένου με τις πραγματικές εμπειρίες, κάτι που μπορεί να επιτευχθεί μέσω συγκεκριμένων δραστηριοτήτων. Για παράδειγμα, η ενότητα "Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός" μπορεί να περιλαμβάνει ασκήσεις που εξετάζουν την εφαρμογή της λειτουργίας ενός ηλεκτρικού κυκλώματος με αντικείμενα που οι μαθητές χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους, όπως φακούς ή μπαταρίες. Με τον τρόπο αυτό, το υλικό καθίσταται πιο προσιτό και κατανοητό, ενώ ταυτόχρονα ενισχύεται η εφαρμοστικότητα των γνώσεων στην πράξη. Σύμφωνα με τη θεωρία του Biggs (2003), η σύνδεση της θεωρίας με την πράξη είναι θεμελιώδης για την επίτευξη βαθιάς μάθησης.

Η έλλειψη διαδραστικότητας στο υλικό ήταν μια από τις βασικές αδυναμίες που εντόπισαν οι μαθητές. Για να αντιμετωπιστεί αυτό, προτείνεται η προσθήκη διαδραστικών δραστηριοτήτων, όπως ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με άμεση ανατροφοδότηση ή διαδραστικά παιχνίδια που επιτρέπουν στους μαθητές να πειραματίζονται με τις έννοιες. Για παράδειγμα, μια δραστηριότητα που επιτρέπει στους μαθητές να "συνδέσουν" ψηφιακά ένα κύκλωμα και να δουν τα αποτελέσματα διαφορετικών ρυθμίσεων θα μπορούσε να αυξήσει την εμπλοκή τους και να ενισχύσει τη βαθιά κατανόηση. Η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η διαδραστικότητα είναι κρίσιμη για την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών υλικών, με τον Anderson (2008) να τονίζει ότι ενισχύει την αυτορρύθμιση και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Η πολυμεσική υποστήριξη αποτελεί ακόμα έναν κρίσιμο τομέα που χρήζει αναβάθμισης. Παρότι το υλικό περιλαμβάνει ορισμένα γραφικά, η έρευνα έδειξε ότι η προσθήκη περισσότερων πολυμεσικών στοιχείων, όπως βίντεο και διαδραστικά γραφήματα, μπορεί να βελτιώσει τη μαθησιακή εμπειρία. Για παράδειγμα, ένα βίντεο που δείχνει τη ροή του ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από ένα κύκλωμα ή τη δημιουργία μαγνητικού πεδίου θα μπορούσε να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν πιο εύκολα αφηρημένες έννοιες. Η

θεωρία της πολυμεσικής μάθησης του Mayer (2009) υποστηρίζει ότι η σωστή ενσωμάτωση πολυμέσων μειώνει το γνωστικό φορτίο και ενισχύει τη συγκράτηση των πληροφοριών.

Εξίσου σημαντική είναι η προσαρμογή του υλικού στις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, καθώς η έρευνα κατέδειξε περιορισμένη εφαρμογή αυτών των αρχών. Προτείνεται η προσθήκη σαφών και δομημένων οδηγιών για κάθε δραστηριότητα, ώστε οι μαθητές να μπορούν να εργάζονται αυτόνομα, χωρίς την ανάγκη συνεχούς καθοδήγησης από τον εκπαιδευτικό. Επιπλέον, η ενσωμάτωση εργαλείων αυτοαξιολόγησης, όπως κουίζ με αυτόματη βαθμολόγηση και στατιστικά προόδου, μπορεί να ενισχύσει την αυτορρύθμιση και να προσφέρει στους μαθητές άμεση ανατροφοδότηση για την απόδοσή τους.

Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με τις αρχές που περιγράφονται από τον Anderson (2008) για την αποτελεσματική εξ αποστάσεως εκπαίδευση.

Τέλος, προτείνεται η διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων ώστε να καλύπτονται διαφορετικά μαθησιακά στυλ. Η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων έδειξε ότι οι μαθητές έχουν διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις, γεγονός που απαιτεί την προσαρμογή του υλικού. Για παράδειγμα, οπτικοί μαθητές θα ωφεληθούν από τη χρήση διαγραμμάτων και γραφικών, ενώ οι ακουστικοί μαθητές μπορούν να επωφεληθούν από ηχητικές επεξηγήσεις. Οι κιναισθητικοί μαθητές, από την άλλη, θα επωφεληθούν από δραστηριότητες που απαιτούν φυσική συμμετοχή, όπως η κατασκευή κυκλωμάτων. Ο Tomlinson (2001) υποστηρίζει ότι η διαφοροποιημένη διδασκαλία μπορεί να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και τη συμμετοχή, δημιουργώντας ένα περιβάλλον μάθησης που ανταποκρίνεται στις ανάγκες όλων των μαθητών.

Οι προτάσεις αυτές βασίζονται στην ανάλυση των δεδομένων και τις επιστημονικές θεωρίες, προτείνοντας συγκεκριμένες παρεμβάσεις που μπορούν να ενισχύσουν τη λειτουργικότητα του υλικού. Ο εμπλουτισμός του περιεχομένου, η ενίσχυση της διαδραστικότητας, η πολυμεσική υποστήριξη, η προσαρμογή στις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων συνιστούν βασικούς πυλώνες βελτίωσης. Η εφαρμογή αυτών των παρεμβάσεων, σε συνδυασμό με τη συνεχή ανατροφοδότηση από τους μαθητές, μπορεί να διασφαλίσει τη δημιουργία ενός υλικού που ανταποκρίνεται στις σύγχρονες εκπαιδευτικές ανάγκες και προάγει την αποτελεσματική μάθηση.

7 Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε πολλαπλές πτυχές που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα και τις ανάγκες βελτίωσης του συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το υλικό παρουσίασε σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ευχρηστία και η δομή του, τα οποία υποστηρίζουν τη μαθησιακή διαδικασία. Παράλληλα, εντοπίστηκαν περιορισμοί, όπως η έλλειψη διαδραστικότητας και η περιορισμένη εφαρμογή αρχών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, που επηρεάζουν την πλήρη αξιοποίηση του. Αυτά τα στοιχεία αναδεικνύουν την ανάγκη για συστηματική βελτίωση του υλικού, ώστε να προσαρμοστεί καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών και στις σύγχρονες εκπαιδευτικές απαιτήσεις. Συγκεκριμένα, για το εκάστοτε ερευνητικό ερώτημα προέκυψαν τα παρακάτω ευρήματα:

Ερώτημα 1: Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για τον νέο τρόπο διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής;

Τα ευρήματα δείχνουν ότι οι μαθητές αξιολόγησαν θετικά τον νέο τρόπο διδασκαλίας, καθώς προσέφερε μεγαλύτερη ευελιξία, αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων και ήταν αρκετά διαφορετική από τη μαθησιακή τους εμπειρία. Η συμβολή του εξ αποστάσεως εκπαιδευτικού υλικού φαίνεται να ενισχύει το ενδιαφέρον και το κίνητρο για μάθηση, ιδιαίτερα στο γνωστικό αντικείμενο της Φυσικής, όπου η οπτικοποίηση των εννοιών είναι σημαντική (Κόκκοτας, 2004). Ωστόσο, αναδείχθηκε η ανάγκη για περισσότερη πρακτική εφαρμογή. Η ελληνική βιβλιογραφία της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών τονίζει ότι η ενεργή και βιωματική προσέγγιση αποτελεί βασική προϋπόθεση για ουσιαστική κατανόηση των εννοιών (Κολιόπουλος & Κόκκοτας, 2003).

Συνεπώς, ο νέος τρόπος διδασκαλίας αξιολογείται θετικά αλλά απαιτείται ενίσχυση της πειραματικής διάστασης.

Ερώτημα 2: Ποιες είναι οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην πλατφόρμα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;

Οι μαθητές δείχνουν μια θετική στάση προς την πλατφόρμα, εκτιμώντας την διαδραστικότητα και τη δυνατότητα επανάληψης του ΕΥ και την ευελιξία. Η ευελιξία αποτελεί βασικό στοιχείο την εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Παράλληλα, καταγράφηκαν επιφυλάξεις για την άμεση επικοινωνία και την ανάγκη για περισσότερες διαδραστικές ασκήσεις. Σύμφωνα με τον Αναστασιάδη (2008), η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ απαιτεί διαδραστικότητα και υποστηρικτικούς μηχανισμούς καθοδήγησης, διαφορετικά ενδέχεται να περιοριστεί η μαθησιακή αποτελεσματικότητα.

Συνεπώς, η στάση των μαθητών είναι θετική, αλλά χρειάζεται ενίσχυση της επικοινωνιακής και υποστηρικτικής διάστασης.

Ερώτημα 3: Ποιες είναι οι απόψεις των μαθητών για την ελκυστικότητα και την ευχρηστία του υλικού;

Το ΕΥ κρίθηκε λειτουργικό και κατανοητό, ωστόσο όχι ιδιαίτερα ελκυστικό. Η ελληνική βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η αισθητική, η δομή και η πολυτροπικότητα του υλικού επηρεάζουν άμεσα την εμπλοκή των μαθητών (Ματσαγγούρας, 2007). Επίσης, εκφράστηκε η ανάγκη για εμπλουτισμό του ΕΥ με περισσότερα διαδραστικά στοιχεία. Όπως επισημαίνει ο Αναστασιάδης (2008), η ενσψμάτωση διαδραστικών εργαλείων αποτελεί βασική προϋπόθεση για την ενεργή μάθηση σε ψηφιακά περιβάλλοντα.

Συνεπώς, το ΕΥ είναι ευανάγνωστο και οργανωμένο, όμως χρειάζεται αισθητικό και διαδραστικό εμπλουτισμό.

Ερώτημα 4: Το υλικό οδηγεί σε μαθησιακά αποτελέσματα;

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το υλικό συμβάλλει στην κατανόηση των εννοιών της Φυσικής. Ωστόσο, η περιορισμένη σύνδεση με την καθημερινότητα ενδέχεται να επηρεάζει το βάθος της κατανόησης. Σύμφωνα με τον Κόκκοτα (2004), η μάθηση ενισχύεται όταν οι μαθητές εμπλέκονται σε πειραματικές και διερευνητικές δραστηριότητες. Επίσης, η παροχή συστηματικής ανατροφοδότησης αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση (Λιοναράκης, 2001).

Συνεπώς, το υλικό οδηγεί σε μαθησιακά αποτελέσματα σε ικανοποιητικό βαθμό, αλλά η αποτελεσματικότητά του μπορεί να ενισχυθεί μέσω βιωματικών δραστηριοτήτων και συστηματικής ανατροφοδότησης.

Ερώτημα 5: Ποιες αλλαγές προτείνουν οι μαθητές ώστε να βελτιωθεί το εκπαιδευτικό υλικό;

Οι μαθητές προτείνουν:

- Ένταξη περισσότερων διαδραστικών δραστηριοτήτων
- Ενίσχυση της εικόνας του ΕΥ με περισσότερα γραφικά
- Σύνδεση της γνώσης με περισσότερες πραγματικές εικόνες
- Σαφέστερες οδηγίες
- Περισσότερα κουίζ με ανατροφοδότηση

Οι προτάσεις αυτές συνάδουν με τις αρχές της ενεργού μάθησης (Ματσαγγούρας, 2007), καθώς και με τη θεωρητική προσέγγιση της ανοιχτής και εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (Λιοναράκης, 2007).

Ερώτημα 6: Το εκπαιδευτικό υλικό διέπεται από τις αρχές και τη μεθοδολογία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;

Το ΕΥ ενσωματώνει βασικά στοιχεία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης όπως ο συνδυασμός εικόνων και κειμένων, η ένταξη βίντεο και η χρήση φιλικής γλώσσας. Ωστόσο, παρουσιάζει ελλείψεις ως προς:

- Την ελκυστικότητα στην εμφάνιση
- Την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού
- Εισαγωγικές δραστηριότητες προπαίδευσης

Σύμφωνα με τον Λιοναράκη (2001), η εξ αποστάσεως εκπαίδευση δεν ταυτίζεται απλώς με την ψηφιοποίηση του υλικού, αλλά απαιτεί συγκεκριμένη παιδαγωγική μεθοδολογία και δομημένη υποστήριξη για τους εκπαιδευόμενους. Αντίστοιχα, ο Αναστασιάδης (2008) τονίζει τη σημασία του παιδαγωγικού σχεδιασμού στις ψηφιακές μαθησιακές πλατφόρμες.

Ερώτημα 7: Το εκπαιδευτικό υλικό έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις αρχές της Πολυμεσικής Μάθησης;

Το ΕΥ τηρεί τις περισσότερες αρχές της πολυμεσικής μάθησης σε ικανοποιητικό βαθμό. Συγκεκριμένα, στο ΕΥ παρουσιάζονται τα γνωστικά αντικείμενα με συνδυασμό εικόνων και κειμένων (πολυμεσική αρχή), καθώς επίσης εντάσσονται και στοιχεία αφήγησης (αρχή της τροπικότητας) και η ηχητική παρουσίαση είναι φιλική προς τους εκπαιδευόμενους (αρχή της φωνής). Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι φιλική για τους εκπαιδευόμενους (αρχή της προσωποποίησης) και δε συμπεριλαμβάνονται μη σχετικές πληροφορίες με το γνωστικό αντικείμενο (αρχή της συνοχής). Τα σημαντικά στοιχεία του ΕΥ τονίζονται (αρχή της σηματοδότησης) και ο χαρακτήρας που εμφανίζεται ενισχύει αρκετά τη μαθησιακή διαδικασία (αρχή της εικόνας).

Ωστόσο, υπάρχουν περιθώρια βελτίωσης όσον αφορά την τμηματική παρουσίαση των πληροφοριών (αρχή της κατάτμησης) και τις εισαγωγικές δραστηριότητες για την εξοικείωση των εκπαιδευόμενων με το ΕΥ (την αρχή της προπαίδευσης).

7.1 Προτάσεις

Η παρούσα έρευνα ανέδειξε σημαντικά ευρήματα για την αξιολόγηση του συμπληρωματικού ΕΥ και της εξ αποστάσεως διδασκαλίας της Φυσικής. Ωστόσο, προκύπτουν ορισμένα πεδία που αξίζουν περισσότερη διερεύνηση.

Μεγαλύτερες έρευνες θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν με μεγαλύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές και τύπους σχολείων. Η σύγκριση μεταξύ αστικών και επαρχιακών σχολικών μονάδων ή μεταξύ δημοσίων και ιδιωτικών σχολείων θα μπορούσε να αναδείξει διαφοροποιήσεις στη στάση και στα μαθησιακά αποτελέσματα. Επίσης, ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζαν περισσότερο ποιοτικές προσεγγίσεις σε ομάδες, προκειμένου να διερευνηθούν οι εμπειρίες και οι αντιλήψεις μαθητών και εκπαιδευτικών. Τέλος, η ανάπτυξη και αξιολόγηση μιας αναθεωρημένης έκδοσης του ΕΥ, θα μπορούσε να συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της διδακτικής πρακτικής και στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Anderson, T. (2008). *The theory and practice of online learning*. AU Press.
- Barbour, M. K., & Reeves, T. C. (2009). The reality of virtual schools: A review of the literature. *Computers & Education*, 52(2), 402–416.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.09.009>
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544–559.
- Biggs, J. (2003). *Teaching for quality learning at university*. McGraw-Hill Education.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. National Academy Press.
- Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21–32.
- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). *E-learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (4th ed.). Wiley.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4th ed.). Sage.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Kappa Delta Pi.
- Driver, R. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688.
- Feher, E., & Rice, K. (1988). Shadows and anti-images: Children's conceptions of light and vision. *Science Education*, 72(5), 637–649.
- Field, A. (2017). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). Sage.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics–Physics Education Research*, 1(1), 010103.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(23), 8410–8415.
- Garrison, D. R., & Anderson, T. (2003). *E-learning in the 21st century: A framework for research and practice*. Routledge.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Georgousaki, X. (2022). Αξιολόγηση εκπαιδευτικών εφαρμογών στην εξ αποστάσεως μάθηση [Master's thesis, Πανεπιστήμιο Πειραιώς].
- Greenhow, C., Robelia, B., & Hughes, J. E. (2009). Learning, teaching, and scholarship in a digital age. *Educational Researcher, 38*(4), 246–259.
- Harlen, W., & Qualter, A. (2018). *The teaching of science in primary schools* (7th ed.). Routledge.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research, 77*(1), 81–112.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Open University Press.
- Jimoyiannis, A., Christopoulou, E., et al. (2010). Design and development of learning objects for lower secondary education in Greece: The case of computer science e-books. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου.
- Kotsis, K. T., Nikou, G., & Stylos, G. (2025). The readiness of preservice teachers for the distance education of physics in Greece.
- Mavrogianni, A. (2025). Interactive multimedia environment intervention with education. MDPI.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2014). *The Cambridge handbook of multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.

- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Moore, M. G. (2013). The theory of transactional distance. In M. G. Moore (Ed.), *Handbook of distance education* (pp. 66–85). Routledge.
- Moore, M. G., & Kearsley, G. (2012). *Distance education: A systems view of online learning* (3rd ed.). Wadsworth.
- Nikolopoulou, K., & Kousloglou, M. (2019). Mobile learning in science: A study in secondary education in Greece. *Creative Education*, 10, 1271–1284.
- Osborne, J., & Dillon, J. (2010). *Good practice in science teaching: What research has to say* (2nd ed.). McGraw-Hill Education.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2007). *Building online learning communities: Effective strategies for the virtual classroom*. John Wiley & Sons.
- Partnership for 21st Century Learning. (2019). *Framework for 21st century learning*.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage.
- Piaget, J. (2001). *The psychology of intelligence*. Routledge.
- Scott, P. (2012). Constructing scientific knowledge in the classroom. In R. Driver (Ed.), *Learning science in the schools* (pp. 38–55). Lawrence Erlbaum Associates.
- Solomonidou, C. (2009). Constructivist views of learning for quality interactive multimedia educational software. *Open Education – The Journal for Open and Distance Education and Educational Technology*.
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. In R. Millar, J. Leach, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 27–47). Open University Press.
- Tomlinson, C. A. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. ASCD.
- UNESCO. (2010). *Teaching and learning for a sustainable future: A multimedia teacher education programme*.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Yin, R. K. (2017). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage.

Yüzbaşıoğlu, M., Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., Aşkın Tekkol, İ., & Kaymakcı, S. (2023). Primary school teachers' experiences in the distance education process. *Education and Science*, 48(214), 1–23.

Zacharia, Z. C., Manoli, C. C., & Xenofontos, N. A. (2015). The effect of two different cooperative approaches on students' learning and practices within the context of a computer-based science inquiry. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 387–411.

Ελληνόγλωσσες Πηγές

Αναστασιάδης, Π. (2008). *Η παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση*. Γρηγόρης.

Αναστασιάδης, Π. (2014). *Σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Μεταίχμιο.

Αναστασιάδης, Π. (2017). *Εξ αποστάσεως εκπαίδευση και σχολική πράξη: Παιδαγωγικές και τεχνολογικές προσεγγίσεις*. Gutenberg.

Ίσαρη, Φ., & Πουρκός, Μ. (2015). *Ποιοτική μεθοδολογία έρευνας: Εφαρμογές στην ψυχολογία και στην εκπαίδευση*. ΣΕΑΒ.

Κόκκοτας, Π. (2004). *Διδακτική των φυσικών επιστημών*. Γρηγόρης.

Κολιόπουλος, Δ., & Κόκκοτας, Π. (2003). *Θέματα διδακτικής των φυσικών επιστημών*. Μεταίχμιο.

Κότσης, Κ. Τ., & Νίκου, Γ. (2021). Στάσεις και εμπειρίες εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης κατά την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 14(2), 45–62.

Λιοναράκης, Α. (2001). *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Μακράκης, Β., & Βεργίδης, Δ. (2020). Εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση: Προκλήσεις και προοπτικές. *Επιστήμες της Αγωγής*, 3, 7–24.

Ματσαγγούρας, Η. (2007). *Η διαφοροποιημένη διδασκαλία*. Γρηγόρης.

Τζιμογιάννης, Α. (2019). *Παιδαγωγική αξιοποίηση των ΤΠΕ και επιμόρφωση εκπαιδευτικών*. Κριτική.

Υπουργείο Παιδείας. (2011). *Αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών για τη Φυσική Ε΄ Δημοτικού*.

Χαλκιά, Κ. (2018). *Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες: Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις* (5η έκδ.). Εκδόσεις Πατάκη.



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Παράρτημα Α: « Ερωτηματολόγιο μαθητών »

Ερωτηματολόγιο για τους μαθητές της Ε΄ Δημοτικού.

Πώς σου φάνηκε ο νέος τρόπος διδασκαλίας του μαθήματος της Φυσικής;

Πολύ ενδιαφέρων

Ενδιαφέρων

Ουδέτερος

Όχι τόσο ενδιαφέρων

Δύσκολος

Πώς αισθάνθηκες χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης;

Πολύ εύκολη

Εύκολη

Ουδέτερη

Δύσκολη

Πολύ δύσκολη

Πόσο ελκυστικό και εύχρηστο βρήκες το εκπαιδευτικό υλικό που χρησιμοποίησες;

Πολύ ελκυστικό και εύχρηστο

Ελκυστικό και εύχρηστο

Ουδέτερο

Όχι τόσο ελκυστικό και εύχρηστο

Καθόλου ελκυστικό και δύσχρηστο

Πιστεύεις ότι το υλικό σε βοήθησε να κατανοήσεις καλύτερα το μάθημα της Φυσικής;

Ναι, πολύ

Ναι

Όχι ιδιαίτερα

Όχι

Τι αλλαγές θα πρότεινες για να βελτιωθεί το εκπαιδευτικό υλικό;

(Ανοιχτή ερώτηση)

Νομίζεις ότι το εκπαιδευτικό υλικό ακολουθεί τις αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (π.χ., ευελιξία, αυτονομία);

Ναι, απόλυτα



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»

Ναι

Όχι ιδιαίτερα

Όχι

Πιστεύεις ότι το υλικό ακολουθεί τις αρχές της πολυμεσικής μάθησης (χρήση βίντεο, εικόνων, ήχου για να κατανοήσεις καλύτερα το μάθημα);

Ναι, απόλυτα

Ναι

Όχι ιδιαίτερα

Όχι



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»



Ζαχαριάδου Αναστασία, «Σχεδιασμός συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού με τη μέθοδο της ΕξΑΕ, για τη διδασκαλία της Φυσικής στην Ε΄ Δημοτικού, Ενότητα «Φως»