



## Σχολή Ανθρωπιστικών Σπουδών

Εκπαίδευση και Τεχνολογίες σε Συστήματα εξ Αποστάσεως  
Διδασκαλίας και Μάθησης - Επιστήμες της Αγωγής

### Διπλωματική Εργασία

Διδάσκοντας έννοιες Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια  
εκπαίδευση στο πλαίσιο της εξΑΕ:

δημιουργία, εφαρμογή και αξιολόγηση καινοτόμου εκπαιδευτικού  
υλικού για την ενέργεια και τις μετατροπές της

Ιωάννα Κουκουράβα

Επιβλέπων καθηγητής: Ευστράτιος Καπότης

Συν-επιβλέπουσα καθηγήτρια: Σοφία Παπαδημητρίου

Πάτρα, Φεβρουάριος 2025

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Κουκουράβα Ιωάννας που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



Διδάσκοντας έννοιες Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια  
εκπαίδευση στο πλαίσιο της εξΑΕ:  
δημιουργία, εφαρμογή και αξιολόγηση καινοτόμου εκπαιδευτικού  
υλικού για την ενέργεια και τις μετατροπές της

Ιωάννα Κουκουράβα

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:  
Ευστράτιος Καπότης  
Μέλος ΣΕΠ του ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:  
Σοφία Παπαδημητρίου  
Μέλος ΣΕΠ του ΕΑΠ

Πάτρα, Φεβρουάριος 2025

*Ερχόμενη στο τέλος του ακαδημαϊκού εξαμήνου, έχοντας βγει «νικήτρια» στον αγώνα κτήσης του πτυχίου αυτού, ήρθε η ώρα να αποχαιρετήσω και να ευχαριστήσω καθηγητές, συμβούλους και όλους όσους βοήθησαν στην περάτωση των σπουδών μου στο ΕΑΠ, στο τμήμα «Εκπαίδευση και Τεχνολογίες σε συστήματα εξ Αποστάσεως Διδασκαλίας και Μάθησης - Επιστήμες της Αγωγής (ΕΤΑ)», αλλά κυρίως να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τον μικρό μου γιο, που μου έδωσε τη δύναμη να συνεχίσω ως το τέλος και να μην τα παρατήσω. Έτσι, λοιπόν, είμαι στην ευχάριστη θέση να παρουσιάσω παρακάτω τον κόπο του εξαμήνου μου, καθώς και μερικές από τις γνώσεις αυτών των ετών.*

## Περίληψη

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί έναν από τους βασικότερους άξονες της σχολικής εκπαίδευσης, καθώς στοχεύει στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης, της επιστημονικής μεθοδολογίας και της κατανόησης του φυσικού κόσμου. Η εισαγωγή νέων τεχνολογιών και η ανάγκη προσαρμογής της διδασκαλίας στις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις κατέστησαν απαραίτητη τη διερεύνηση καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (εξΑΕ). Η παρούσα εργασία εστιάζει στη δημιουργία, εφαρμογή και αξιολόγηση ενός καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της, αξιοποιώντας τις δυνατότητες της εξΑΕ και τις σύγχρονες τεχνολογικές εφαρμογές.

Η ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού βασίστηκε σε παιδαγωγικές θεωρίες που προάγουν τη βιωματική και διερευνητική μάθηση. Η χρήση ανοιχτών και δωρεάν λογισμικών εργαλείων, όπως προσομοιώσεις, διαδραστικά φύλλα εργασίας και βίντεο, επέτρεψε τη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που ενισχύει τη μαθησιακή διαδικασία και καθιστά τη διδασκαλία της ενέργειας πιο προσιτή στους μαθητές/τριες. Το υλικό σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις αρχές των νέων Προγραμμάτων Σπουδών (ΠΣ) για τα Φυσικά, δίνοντας έμφαση στη βαθύτερη κατανόηση των φαινομένων και στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών στη διαδικασία της μάθησης.

Η έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την αξιολόγηση της εκπαιδευτικής πρότασης είχε ως στόχο να απαντήσει σε δύο βασικά ερευνητικά ερωτήματα:

- 1) Κατά πόσο είναι εφικτή η δημιουργία σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού, προσβάσιμου στους εκπαιδευτικούς και μαθητές, που να συμβαδίζει με τις απαιτήσεις της εξΑΕ και τα νέα ΠΣ;
- 2) Μπορεί η εφαρμογή αυτού του υλικού να οδηγήσει σε θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, ενισχύοντας την κατανόηση των μαθητών/τριών για την ενέργεια και τις μετατροπές της;

Για την απάντηση στα ερωτήματα αυτά, ακολουθήθηκε μια μεικτή ερευνητική προσέγγιση, η οποία περιλάμβανε τόσο ποιοτική όσο και ποσοτική ανάλυση δεδομένων.

Τα αποτελέσματα της έρευνας κατέδειξαν ότι το προτεινόμενο εκπαιδευτικό υλικό μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών/τριών για την έννοια της ενέργειας. Μέσω της ανάλυσης των δεδομένων που προέκυψαν από τη

συμμετοχή μαθητών/τριών σε εξ αποστάσεως διδασκαλία με χρήση του υλικού, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που ακολούθησαν τη διδακτική παρέμβαση παρουσίασαν βελτίωση στις επιδόσεις τους σε σύγκριση με την παραδοσιακή διδασκαλία. Οι δραστηριότητες που βασίζονται στη διερευνητική μάθηση και τη χρήση πολυμεσικού υλικού φαίνεται να διευκολύνουν τη βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών.

Επιπλέον, η έρευνα της βιβλιογραφίας ανέδειξε τις προκλήσεις και τους περιορισμούς που σχετίζονται με την εξ αποστάσεως διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ένα από τα κύρια προβλήματα που επισημάνθηκαν είναι η δυσκολία ορισμένων μαθητών/τριών να διατηρήσουν την απαραίτητη συγκέντρωση και εστίαση στη διδασκαλία κατά τη διάρκεια της διαδικτυακής μάθησης. Παράλληλα, η ανάγκη για καθοδήγηση και αλληλεπίδραση με τον εκπαιδευτικό αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της εξΑΕ στις Φυσικές Επιστήμες. Ωστόσο, η ενσωμάτωση διαδραστικών δραστηριοτήτων και η κατάλληλη δομή των διδακτικών ενοτήτων μπορούν να αντισταθμίσουν αυτά τα εμπόδια και να ενισχύσουν τη μαθησιακή διαδικασία.

Συνολικά, η μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της δημιουργίας καινοτόμων εκπαιδευτικών υλικών που αξιοποιούν τις δυνατότητες των ψηφιακών εργαλείων και των σύγχρονων διδακτικών προσεγγίσεων. Η διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της μέσω της εξΑΕ μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική με τη διά ζώσης διδασκαλία, εφόσον σχεδιαστεί με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μαθητών/τριών και να ενισχύει τη διαδραστικότητα και τη συνεργατική μάθηση. Οι προτάσεις που προκύπτουν από την έρευνα αφορούν τη βελτίωση των μεθόδων διδασκαλίας μέσω της εξΑΕ, την ενίσχυση της αλληλεπίδρασης μαθητών-εκπαιδευτικών και τη χρήση τεχνολογικών εφαρμογών που προωθούν τη βαθύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Μελλοντικές μελέτες θα μπορούσαν να εστιάσουν στην εφαρμογή της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα και ηλικιακές ομάδες, προκειμένου να αξιολογηθεί η γενικότερη αποτελεσματικότητα των εξ αποστάσεως μεθόδων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με γνώμονα τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού για την υποστήριξη της διδασκαλίας της ενέργειας και των μετατροπών της στο πλαίσιο των στοχεύσεων και των αναγκών της εξΑΕ, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών. Το υλικό – ψηφιακά εκπαιδευτικά

φύλλα εργασίας που δημιουργήθηκε είναι σύμφωνο με τις στοχεύσεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών για τα Φυσικά του Δημοτικού και εναρμονισμένο με τη διερευνητική μάθηση. Η παραπάνω εκπαιδευτική πρόταση εφαρμόστηκε σε ομάδες μαθητών και αξιολογήθηκε ως προς τα μαθησιακά της αποτελέσματα. Η αξιολόγηση φανερώνει την επίτευξη θετικών μαθησιακών αποτελεσμάτων για τους μαθητές, καταδεικνύοντας έτσι τη δυναμική της διδασκαλίας της συγκεκριμένης φυσικής έννοιας και μέσω της εξΑΕ.

### **Λέξεις – Κλειδιά**

Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση, Φυσικές Επιστήμες, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Ενέργεια, Μετατροπές Ενέργειας, Εκπαιδευτικό Υλικό.

# Teaching science concepts in primary education in the context of Distance Education: creation, implementation and evaluation of innovative educational material on energy and its conversions

Ioanna Koukourava

## Abstract

Science education is one of the fundamental pillars of school curricula, aiming at the development of critical thinking, scientific methodology, and an understanding of the natural world. The integration of new technologies and the need to adapt teaching to modern pedagogical approaches have necessitated the exploration of innovative teaching methods, particularly within the context of distance education (DE). This study focuses on the development, implementation, and evaluation of an innovative educational material for teaching the concept of energy and its transformations, leveraging the potential of DE and contemporary technological applications.

The development of the educational material was based on pedagogical theories promoting experiential and inquiry-based learning. The use of open-access and free software tools, such as simulations, interactive worksheets, and educational videos, facilitated the creation of a learning environment that enhances the educational process and makes the teaching of energy more accessible to students. The material was designed according to the principles of the new Science Curriculum, emphasizing a deeper understanding of phenomena and the active participation of students in the learning process.

The research conducted to evaluate the educational proposal aimed to answer two fundamental research questions:

1) To what extent is it feasible to develop modern educational material that is accessible to teachers and students while being compatible with the requirements of DE and the new curricula?



2) Can the application of this material lead to positive learning outcomes, enhancing students' understanding of energy and its transformations?

To address these questions, a mixed-method research approach was adopted, incorporating both qualitative and quantitative data analysis.

The results of the study indicated that the proposed educational material significantly contributes to improving students' comprehension of the concept of energy. Through the analysis of data collected from student participation in DE sessions utilizing this material, it was found that students who engaged with the instructional intervention exhibited improved performance compared to traditional teaching methods. Activities based on inquiry-based learning and multimedia integration appear to facilitate a deeper understanding of scientific concepts.

Furthermore, the study highlighted the challenges and limitations associated with DE in Science education. One of the primary issues identified was the difficulty some students faced in maintaining the necessary focus and engagement during online learning. Additionally, the need for guidance and interaction with the teacher emerged as a crucial factor influencing the effectiveness of DE. However, the incorporation of interactive activities and the structured organization of the instructional content can mitigate these challenges and enhance the learning process.

Overall, this research underscores the importance of designing innovative educational materials that harness the capabilities of digital tools and contemporary instructional approaches. Teaching energy and its transformations through DE can be as effective as in-person teaching, provided that the instruction is designed in a way that meets students' needs while enhancing interactivity and collaborative learning. The study's findings suggest improvements in DE teaching methodologies, strengthening student-teacher interaction, and utilizing technological applications that foster a deeper understanding of scientific phenomena. Future studies could focus on applying the proposed methodology to different subject areas and age groups to assess the broader effectiveness of DE methods in Science education.

The present work was carried out with the aim of creating suitable educational material to support the teaching of energy and its transformations, within the objectives and needs of distance education, in conjunction with the requirements of the New Curriculum Programs. The material (digital educational worksheets) created is aligned

with the goals of the New Curriculum Program for Elementary School Physics and is harmonized with inquiry-based learning. The above educational proposal was implemented with groups of students and evaluated in terms of its learning outcomes. The assessment reveals the achievement of positive learning outcomes for students, demonstrating the effectiveness of teaching this specific physical concept through distance / remote education.

### **Keywords**

Distance Education, Science, Primary Education, Energy, Energy Conversions, Educational Material.

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	v
Abstract .....	viii
Περιεχόμενα .....	xi
Κατάλογος Εικόνων .....	xiv
Κατάλογος Πινάκων .....	xv
Συνοτομογραφίες & Ακρωνύμια.....	xvi
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Η σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών .....	2
1.2 Η Έννοια της Ενέργειας και των Μετατροπών της .....	3
1.3 Οι Προκλήσεις και το Πλαίσιο της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης.....	4
1.4 Σύνδεση με τα Νέα Προγράμματα Σπουδών στις Φυσικές Επιστήμες.....	5
1.5 Σκοπός και Στόχοι της Έρευνας.....	5
1.6 Συμβολή και Καινοτομία .....	7
1.7 Δομή και Περίγραμμα της Εργασίας .....	7
1.8 Προσδοκώμενη Συμβολή για τους Εκπαιδευτικούς και τους Μαθητές.....	9
2. Θεωρητικό μέρος: Έννοιες και θεωρίες – Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	10
2.1 Η σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών .....	10
2.1.1 Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών .....	12
2.1.2 Μοντέλα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.....	17
2.1.3 Η συμβολή του STEM στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	20
2.1.4 ΕξΑΕ και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών .....	21
2.2 Στόχοι του Προγράμματος Σπουδών για την Ενέργεια .....	23
2.3 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών από απόσταση.....	28
2.3.1 Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η πανδημία COVID-19 .....	30
2.3.2 Τα απομακρυσμένα εργαστήρια .....	31
2.4 Υλικά και λογισμικά για την εξΑΕ .....	32
2.5 Στρατηγικές Αξιολόγησης της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης.....	35
2.5.1 Μέθοδοι αξιολόγησης .....	35
2.5.1.1 Συνεχής και τελική αξιολόγηση .....	35
2.5.1.2 Αυτοαξιολόγηση και αξιολόγηση από ομότιμους .....	36

2.5.1.3	Ηλεκτρονικές δοκιμές και ερωτηματολόγια .....	36
2.5.1.4	Παιχνίδια και προσομοιώσεις .....	37
2.5.1.5	Εργασίες και έργα .....	37
2.5.1.6	Συζητήσεις και διαδικτυακά φόρουμ .....	37
2.5.2	Εργαλεία αξιολόγησης .....	37
2.5.2.1	Ψηφιακές πλατφόρμες αξιολόγησης .....	37
2.5.2.2	Λογισμικά ανάλυσης προόδου .....	38
2.5.2.3	Το webex .....	38
2.6	Η έννοια της ενέργειας και των μετατροπών της.....	38
2.6.1	Μορφές Ενέργειας.....	40
2.6.1.1	Κινητική Ενέργεια.....	40
2.6.1.2	Δυναμική Ενέργεια .....	40
2.6.1.3	Θερμική Ενέργεια .....	41
2.6.1.4	Χημική Ενέργεια .....	41
2.6.1.5	Ηλεκτρική Ενέργεια .....	41
2.6.1.6	Πυρηνική Ενέργεια .....	41
2.6.1.7	Ακτινοβολία και Ηλιακή Ενέργεια .....	41
2.6.2	Μετατροπές Ενέργειας.....	41
3.	Πρακτικό μέρος: Μια πρόταση για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της.....	43
3.1	Μεθοδολογία έρευνας .....	43
3.2	Η αναγκαιότητα και η προστιθέμενη αξία της έρευνας.....	46
3.2.1	Υποστήριξη των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών και Εμπλουτισμός των Εκπαιδευτικών Αποθετηρίων.....	48
3.3	Ερευνητικά ερωτήματα – Υποθέσεις.....	49
3.4	Δείγμα της έρευνας και στοιχεία της διδακτικής παρέμβασης .....	50
3.5	Υλικά και μέσα διδασκαλίας.....	50
4.	Εκπαιδευτικό υλικό – Φύλλα εργασίας.....	51
5.	SPSS Statistics .....	52

5.1	Έλεγχος t δειγμάτων κατά ζεύγη – Paired-samples t-test .....	53
5.2	Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων – Independent samples t-test.....	53
6.	Τα ψηφιακά φύλλα εργασίας .....	55
6.1	1 <sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας .....	55
6.2	2 <sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας .....	60
6.3	3 <sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας .....	64
7.	Η διδακτική παρέμβαση.....	70
7.1	Πρώτη διδακτική παρέμβαση.....	70
7.2	Δεύτερη διδακτική παρέμβαση .....	70
8.	Αποτελέσματα.....	72
8.1	Πρώτη διδακτική παρέμβαση.....	72
8.2	Δεύτερη διδακτική παρέμβαση .....	78
9.	Συμπεράσματα .....	84
10.	Περιορισμοί – Προτάσεις.....	91
	Βιβλιογραφία.....	93

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 .....	57
Εικόνα 2 .....	58
Εικόνα 3 .....	59
Εικόνα 4 .....	61
Εικόνα 5 .....	62
Εικόνα 6 .....	63
Εικόνα 7 .....	65
Εικόνα 8 .....	66
Εικόνα 9 .....	67

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 .....	72
Πίνακας 2 .....	73
Πίνακας 3 .....	73
Πίνακας 4 .....	74
Πίνακας 5 .....	74
Πίνακας 6 .....	75
Πίνακας 7 .....	75
Πίνακας 8 .....	76
Πίνακας 9 .....	76
Πίνακας 10 .....	77
Πίνακας 11 .....	77
Πίνακας 12 .....	78
Πίνακας 13 .....	79
Πίνακας 14 .....	80
Πίνακας 15 .....	81

## Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΦΕ	Φυσικές Επιστήμες
ΠΣ	Προγράμματα Σπουδών
ΤΠΕ	Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας
εξΑΕ	εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση



## 1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας οι εξελίξεις στον τομέα της εκπαίδευσης είναι ραγδαίες, περισσότερο από ποτέ. Η τεχνολογία, με τα θετικά και τα αρνητικά της στοιχεία, συνδιαμορφώνει την εκπαιδευτική διαδικασία σε όλες της τις διαστάσεις. Σε αυτό το περιβάλλον, διδάσκοντες και διδασκόμενοι δε σταματούν ποτέ να εμπλέκονται σε διαδικασίες μάθησης.

Ταυτόχρονα, η τεχνολογία και η χρήση τεχνολογικών μέσων συνέδραμε τους ερευνητές – εκπαιδευτικούς να ενσωματώσουν τον ηλεκτρονικό υπολογιστή (Μικρόπουλος, 2000) και ως μέσο διδασκαλίας, πραγματώνοντας τις εκπαιδευτικές στοχεύσεις τους, προς όφελος των εκπαιδευομένων και της βελτιστοποίησης της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Έτσι, όχι μόνο έχουμε θετικά αποτελέσματα στην εκπαίδευση, αλλά και τρόπο να τα αξιοποιήσουμε, εφόσον πλέον έχουν δοθεί ευκαιρίες που μπορούν όλοι να έχουν πρόσβαση στην εκπαιδευτικά μετασχηματισμένη πληροφορία (Μικρόπουλος, 2000).

Σε αυτό το σημείο μπορεί να ενσωματωθεί και το μάθημα των Φυσικών του Δημοτικού Σχολείου με την τεχνολογία, δημιουργώντας και αξιολογώντας στο πλαίσιο αυτό καινοτόμο εκπαιδευτικό υλικό, με χαρακτηριστικά που παροτρύνουν τους εκπαιδευτικούς να εισάγουν ένα κομμάτι της εξΑΕ στην καθημερινότητά τους.

Άλλωστε, είναι θετικό στοιχείο να μετασχηματίζονται παγιωμένες καταστάσεις προς ωφέλεια των μαθητών, οι οποίοι παύουν να βιώνουν μια τυπική και πολλές φορές αδιάφορη γι' αυτούς διαδικασία μάθησης. Σημαντικό ρόλο σε αυτό διαδραματίζουν ειδικά σχεδιασμένα πακέτα εκπαιδευτικού λογισμικού, που δυστυχώς μόνο ένα μικρό μέρος τους αξιοποιείται στην εκπαιδευτική διαδικασία (Μικρόπουλος, 2000).

Εναρμονιζόμενη με το πνεύμα των προαναφερθέντων, η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη δημιουργία και την εφαρμογή καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού για την ενότητα της ενέργειας στα φυσικά του δημοτικού και, κατόπιν, να αξιολογήσει το υλικό αυτό.

Αναλυτικότερα, η συνεχώς μεταβαλλόμενη πραγματικότητα στον χώρο της εκπαίδευσης, με τις ταχείες εξελίξεις και τις νέες παιδαγωγικές και τεχνολογικές απαιτήσεις, αναδεικνύει διαρκώς την ανάγκη για αναθεώρηση πρακτικών, περιεχομένου

και προσέγγισης στη διδασκαλία όλων των γνωστικών αντικειμένων. Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση δεν αποτελούν εξαίρεση. Με όχημα την ενσωμάτωση της τεχνολογίας, την εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (εξΑΕ) και, ταυτόχρονα, την υποστήριξη του νέου αναλυτικού προγράμματος, οι εκπαιδευτικοί καλούνται να επαναπροσδιορίσουν και τις διδακτικές πρακτικές τους, ώστε να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των μαθητών και στις σύγχρονες επιστημονικές απαιτήσεις.

Σε αυτό το πλαίσιο, η έννοια της ενέργειας και οι μετατροπές της έχουν κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών από πολύ νωρίς, καθώς χρησιμοποιείται για την ερμηνεία πληθώρας φυσικών φαινομένων (κίνηση σωμάτων, παραγωγή και μεταφορά θερμότητας, λειτουργία των οργανισμών, λειτουργία ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών κ.ά.). Ωστόσο, παρατηρείται συχνά ότι οι μαθητές αναπτύσσουν λανθασμένες ή ελλιπείς αντιλήψεις, ενώ η διδασκαλία της ενέργειας συχνά περιορίζεται σε απλές αναφορές που δεν επιτρέπουν την ουσιαστική κατανόηση της σημασίας της αρχής διατήρησής της και της εφαρμογής της σε κάθε φυσική διεργασία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία έρχεται να καλύψει ένα μέρος του ελλείματος που εντοπίζεται σε αυτόν τον τομέα, προτείνοντας ένα καινοτόμο ψηφιακό υλικό για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της, σχεδιασμένο ειδικά για χρήση στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (εξΑΕ). Συγχρόνως, επιχειρεί να αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα της συγκεκριμένης διδακτικής πρότασης, ώστε να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα για την παιδαγωγική της αρτιότητα και την προσαρμοστικότητά της στις ανάγκες των μαθητών. Στο νέο τοπίο που διαμορφώνεται από τα Νέα Προγράμματα Σπουδών (ΠΣ), η διαθεματική προσέγγιση, ο ψηφιακός μετασχηματισμός του σχολείου και η ενίσχυση της μαθητοκεντρικής διδασκαλίας αποτελούν βασικές κατευθύνσεις για μια περισσότερο στοχευμένη και αποτελεσματική μαθησιακή διαδικασία.

## **1.1 Η σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών**

Οι Φυσικές Επιστήμες, ως βασικός πυλώνας της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, έχουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της επιστημονικής παιδείας των μαθητών. Μέσω της

επαφής τους με θέματα της φυσικής, της χημείας και της βιολογίας, οι μαθητές εξασκούν την ικανότητα να παρατηρούν, να θέτουν ερωτήματα, να διατυπώνουν υποθέσεις, να πειραματίζονται, να εξάγουν συμπεράσματα και να ερμηνεύουν τον κόσμο που τους περιβάλλει. Αυτή η ερευνητική και αναλυτική ικανότητα δεν περιορίζεται μόνο στον επιστημονικό χώρο, αλλά συνοδεύει τους μαθητές σε κάθε πλευρά της καθημερινής ζωής.

Στο Δημοτικό Σχολείο, οι στόχοι της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών έχουν διττό χαρακτήρα: αφενός στοχεύουν στη μετάδοση επιστημονικής γνώσης και στη διαμόρφωση μιας επιστημονικά ορθής εικόνας για τα φυσικά φαινόμενα, αφετέρου επιδιώκουν την ενθάρρυνση της περιέργειας, της κριτικής σκέψης και της δημιουργικότητας. Το νέο Πρόγραμμα Σπουδών, όπως έχει διαμορφωθεί από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ), ενσωματώνει τις διερευνητικές, πολυτροπικές και σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, ενώ ταυτόχρονα απαντά στις προκλήσεις του 21ου αιώνα (κριτική σκέψη, συνεργασία, χρήση της τεχνολογίας, επίλυση προβλημάτων κ.λπ.).

Το μάθημα των Φυσικών Επιστημών στοχεύει αφενός στη θεωρητική προσέγγιση των επιστημονικών εννοιών, αφετέρου στην διερεύνηση και στον πραγματικό αποδεικτικό πειραματισμό, ώστε οι μαθητές να κατανοήσουν ότι οι επιστημονικές έννοιες δεν είναι θεωρητικές κατασκευές, αλλά εργαλεία για την ερμηνεία της πραγματικότητας. Με επίκεντρο την έννοια της ενέργειας, έχουν υλοποιηθεί εκπαιδευτικές δραστηριότητες που συνδέουν το μάθημα με τον φυσικό και τον τεχνολογικό κόσμο, παρέχοντας παραδείγματα από τη σύγχρονη καθημερινότητα.

## **1.2 Η Έννοια της Ενέργειας και των Μετατροπών της**

Η ενέργεια, ως φυσικό μέγεθος, βρίσκεται στην «καρδιά» της ερμηνείας σχεδόν όλων των φυσικών φαινομένων. Αναγνωρίζεται ως ικανότητα ενός συστήματος να εκτελέσει έργο, να παράγει θερμότητα, να κινηθεί ή να προκαλέσει αλλαγές στην ύλη. Σύμφωνα με τη θεμελιώδη αρχή διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε καταστρέφεται. Μονάχα μετατρέπεται και μεταφέρεται. Στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, αυτός ο γενικός ορισμός συχνά απλοποιείται σε μια βασική διαπίστωση: «Η ενέργεια είναι αυτή που προκαλεί αλλαγές».

Οι διάφορες μορφές (ή «μορφές εμφάνισης») της ενέργειας –κινητική, δυναμική, θερμική, ηλεκτρική, χημική κ.ά.– συνδέονται με πλήθος εφαρμογών της καθημερινής ζωής. Για παράδειγμα, η κινητική ενέργεια σχετίζεται με τα κινούμενα αντικείμενα, η χημική ενέργεια συναντάται σε μπαταρίες, καύσιμα, στις τροφές, ενώ η ηλεκτρική και η θερμική ενέργεια είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα περισσότερα μηχανήματα και οικιακές συσκευές που χρησιμοποιούμε. Η κατανόηση, όμως, ότι η ίδια ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφή μάς επιτρέπει να ερμηνεύουμε το σύνολο των ενεργειακών ροών γύρω μας.

Παρά την κεντρικότητα του ρόλου της, πολυάριθμες έρευνες έχουν αναδείξει ότι η διδασκαλία της ενέργειας παρουσιάζει προκλήσεις σε σχολικό επίπεδο. Η αφηρημένη φύση της έννοιας της ενέργειας και των «μετατροπών της οδηγούν συχνά σε εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών (π.χ. «η ενέργεια ξοδεύεται», «εξαφανίζεται» ή «η ενέργεια είναι πάντα κάτι χειροπιαστό»). Έτσι, η ανάγκη για συστηματική καθοδήγηση και προσεκτικά σχεδιασμένο διδακτικό υλικό αναδεικνύεται εξαιρετικά σημαντική.

### **1.3 Οι Προκλήσεις και το Πλαίσιο της Εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης**

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση (εξΑΕ), παρότι εφαρμόζεται από δεκαετίες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση και την εκπαίδευση ενηλίκων, τα τελευταία χρόνια αξιοποιήθηκε –συχνά απότομα και επειγόντως– και στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, ειδικά σε περιόδους κρίσης (όπως η πρόσφατη πανδημία COVID-19). Αυτό έφερε στο προσκήνιο τον ρόλο των ψηφιακών εργαλείων, καθώς και τη σημασία του να υπάρχουν καλά οργανωμένα σενάρια και παιδαγωγικά μοντέλα που μεταφέρουν το κέντρο βάρους της μάθησης από τη διά ζώσης στην εξ αποστάσεως επικοινωνία.

Παρότι η εξΑΕ εμπεριέχει προκλήσεις ως προς την αλληλεπίδραση, τον εξοπλισμό, τη διαχείριση του μαθησιακού χρόνου, αλλά και τη διαμόρφωση σχέσης εμπιστοσύνης μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών, προσφέρει παράλληλα σημαντικές ευκαιρίες. Οι ψηφιακές πλατφόρμες, οι εικονικές τάξεις και οι προσομοιώσεις μπορούν να επιτρέψουν σε μαθητές να πειραματιστούν ψηφιακά με φαινόμενα που θα ήταν δύσκολο να παρουσιαστούν στη σχολική αίθουσα (π.χ. ψηφιακές προσομοιώσεις ενεργειακών μετατροπών, λειτουργίας εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής κτλ.). Η δυνατότητα

επανάληψης, ελέγχου μεταβλητών, παρατήρησης των αποτελεσμάτων και καταγραφής δεδομένων μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, δίνει στους μαθητές μια αίσθηση αυτενέργειας και διερευνητικότητας.

## **1.4 Σύνδεση με τα Νέα Προγράμματα Σπουδών στις Φυσικές**

### **Επιστήμες**

Η πρόσφατη αναμόρφωση των Προγραμμάτων Σπουδών στις Φυσικές Επιστήμες (2022-2023) δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη διερευνητική μάθηση, στη μαθητοκεντρική προσέγγιση και στη χρήση των ψηφιακών τεχνολογιών ως μέσων για την εδραίωση της επιστημονικής σκέψης. Αναγνωρίζει, επίσης, τη φύση της διδασκαλίας της Φυσικής ως «ενεργού διαδικασίας», κατά την οποία οι μαθητές:

- Θέτουν ερωτήματα και συνδέουν το μάθημα με την καθημερινή τους εμπειρία.
- Προτείνουν υποθέσεις, πειραματίζονται, ανακαλύπτουν έννοιες και διατυπώνουν συμπεράσματα.
- Αξιοποιούν εργαλεία των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ).
- Αναπτύσσουν δεξιότητες, στάσεις και αξίες που ενισχύουν τη βιώσιμη σχέση τους με το περιβάλλον και την κοινωνία.

Σε αυτό το πλαίσιο, η έννοια της ενέργειας και των μετατροπών της κατέχει κεντρική θέση – τόσο για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης των μαθητών όσο και για την εκπαίδευσή τους σε κοινωνικοπολιτισμικά ζητήματα που σχετίζονται με την «κατανάλωση ενέργειας», την κλιματική αλλαγή και τη βιωσιμότητα. Τα Νέα Προγράμματα Σπουδών τονίζουν τη σημασία των διαθεματικών προσεγγίσεων, της ερευνητικής διαδικασίας, αλλά και της διαφοροποιημένης διδασκαλίας, ώστε να επιτυγχάνεται η ενεργή συμμετοχή κάθε μαθητή.

## **1.5 Σκοπός και Στόχοι της Έρευνας**

Βασική στόχευση της παρούσας έρευνας αποτελεί η δημιουργία και η αξιολόγηση καινοτόμου διδακτικού υλικού για την ενότητα της ενέργειας, ειδικά προσαρμοσμένου

στις ανάγκες της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Ο ειδικότερος στόχος είναι να διερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές:

1. Αναπτύσσουν σε βάθος κατανόηση της έννοιας της ενέργειας, των μορφών της και των μετατροπών της (όπως προβλέπουν τα ζητούμενα των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών).
2. Εμπλέκονται ενεργά σε ατομικές και ομαδικές δραστηριότητες διερεύνησης, αναπτύσσοντας δεξιότητες πειραματισμού, υπόθεσης, παρατήρησης, συλλογισμού και επίλυσης προβλημάτων.
3. Αποκτούν θετική στάση απέναντι στη χρήση ψηφιακών εργαλείων, προσομοιώσεων και πλατφορμών σύγχρονης/ασύγχρονης επικοινωνίας, βλέποντας την τεχνολογία ως μέσο ενεργητικής μάθησης.
4. Κατανοούν τη σύνδεση της ενέργειας με τη βιώσιμη ανάπτυξη, την περιβαλλοντική συνείδηση και τη σύγχρονη καθημερινότητα (π.χ. εξοικονόμηση ενέργειας, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).

Η ερευνητική διαδικασία χωρίζεται σε δυο κυρίως μέρη:

- Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού: Δημιουργία τριών ψηφιακών φύλλων εργασίας (ή σεναρίων), τα οποία προσεγγίζουν συνδυαστικά διάφορες υπο-έννοιες της ενέργειας. Κάθε φύλλο εργασίας είναι δομημένο σε στάδια που περιλαμβάνουν προ-διδασκτική προσέγγιση (ανάκληση), παρουσίαση εννοιών, πειραματισμό/προσομοίωση, δραστηριότητες συνεργασίας (ομαδοσυνεργατική μάθηση) και αξιολόγηση. Το υλικό διατίθεται σε ψηφιακή πλατφόρμα (π.χ. Google Sites) και συμπληρώνεται από εργαλεία όπως το Google Forms για καταγραφή απαντήσεων, μικρά ψηφιακά παιχνίδια/προσομοιώσεις κ.λπ.
- Εφαρμογή και Αξιολόγηση: Το υλικό εφαρμόζεται πειραματικά σε μαθητές Ε' Δημοτικού που έχουν τα τεχνικά μέσα (υπολογιστή/τάμπλετ, σύνδεση στο διαδίκτυο, βασική εξοικείωση). Καταγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα πριν και μετά την παρέμβαση, ενώ γίνεται και ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων, των αντιλήψεων και των εμπειριών τους.

## 1.6 Συμβολή και Καινοτομία

Η προσδοκία είναι ότι η παρούσα έρευνα θα συμβάλει:

- Στην πρακτική αξιοποίηση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης για τη διδασκαλία απαιτητικών θεματικών ενοτήτων, όπως η ενέργεια, με τρόπο σύμφωνο με τα τρέχοντα Προγράμματα Σπουδών.
- Στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού που θα μπορούσε να ενταχθεί σε αποθετήρια ανοικτών εκπαιδευτικών πόρων (όπως το Φωτόδεντρο) και να χρησιμοποιηθεί ευρύτερα από εκπαιδευτικούς που επιθυμούν να ενσωματώσουν στοιχεία εξΑΕ στο μάθημα των Φυσικών.
- Στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας της ενότητας της ενέργειας, μέσα από συνδυαστικές τεχνικές καινοτόμων εργαλείων, όπως οι προσομοιώσεις και η ομαδική συνεργασία σε ψηφιακές πλατφόρμες (π.χ. Webex, Zoom, MS Teams, Google Meet).
- Στην ενίσχυση της διερευνητικής προσέγγισης: το προτεινόμενο υλικό είναι δομημένο με τρόπο τέτοιο, ώστε οι μαθητές να λειτουργούν ως μικροί «επιστήμονες», πειραματιζόμενοι και εξάγοντας συμπεράσματα αντί να λαμβάνουν απλώς παθητικά πληροφορίες.

Παράλληλα, επιχειρεί να αναδείξει πώς η αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων μπορεί να λειτουργήσει συμπληρωματικά ή και ενισχυτικά σε διά ζώσης ή μικτά μοντέλα μάθησης, τα οποία δεν περιορίζονται σε επείγοντα μέτρα (π.χ. πανδημία), αλλά μπορούν να αποτελούν οργανικό κομμάτι της σύγχρονης μαθησιακής διαδικασίας.

## 1.7 Δομή και Περίγραμμα της Εργασίας

Για την πληρότητα της μελέτης, η εργασία ακολουθεί την παρακάτω δομή:

### 1. Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

Παρουσιάζεται το πλαίσιο και η αναγκαιότητα της έρευνας, η σημασία της έννοιας της ενέργειας στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, καθώς και οι κύριοι στόχοι και τα ερευνητικά ερωτήματα που καλείται να απαντήσει η παρούσα εργασία.



2. Κεφάλαιο 2 – Θεωρητικό μέρος: Έννοιες και Θεωρίες – Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας  
Εμβαθύνει στη σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, αναλύει τη διδακτική των ΦΕ, τα παιδαγωγικά και εποικοδομητικά μοντέλα, τις κατευθύνσεις των Νέων Π.Σ., καθώς και τις απαιτήσεις για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Ταυτόχρονα, παρουσιάζεται το πλαίσιο και τα εργαλεία της εξΑΕ.
3. Κεφάλαιο 3 – Πρακτικό μέρος: Μια πρόταση για τη διδασκαλία της Ενέργειας  
Γίνεται αναλυτική περιγραφή των φύλλων εργασίας που δημιουργήθηκαν, της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία τους, της δοκιμαστικής εφαρμογής και των εργαλείων που αξιοποιήθηκαν (π.χ. webex, προσομοιώσεις, πλατφόρμες).
4. Κεφάλαιο 4 – Εκπαιδευτικό Υλικό – Φύλλα Εργασίας  
Παρουσιάζονται αναλυτικά τα δημιουργημένα φύλλα εργασίας, οι στόχοι τους, τα σενάρια χρήσης, καθώς και οι προτεινόμενες δραστηριότητες για τους μαθητές. Γίνεται αναφορά στη χρήση ψηφιακών προσομοιώσεων και εφαρμογών που ενισχύουν τη διερευνητική μάθηση.
5. Κεφάλαιο 5 – SPSS Statistics  
Περιγράφεται η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Διευκρινίζεται η μέθοδος του ελέγχου t για εξαρτημένα δείγματα (paired-samples t-test) και παρουσιάζεται πώς εφαρμόστηκε στα δεδομένα της μελέτης.
6. Κεφάλαιο 6 – Τα ψηφιακά φύλλα εργασίας  
Δίνονται παραδείγματα των περιβαλλόντων, screenshots, συνδέσμους και τρόποι αξιολόγησης ή επέκτασής τους.
7. Κεφάλαιο 7 – Η διδακτική παρέμβαση  
Παρουσιάζεται η διαδικασία και η ροή της διδακτικής παρέμβασης βήμα-βήμα, σε πραγματικές ή/και δοκιμαστικές συνθήκες. Περιγράφονται οι φάσεις αλληλεπίδρασης με τους μαθητές, οι δραστηριότητες και οι δυσκολίες που προέκυψαν.
8. Κεφάλαιο 8 – Αποτελέσματα  
Γίνεται η παρουσίαση και ανάλυση των ευρημάτων από τα ερωτηματολόγια pre- και post- test, με τη βοήθεια του SPSS. Επιχειρείται σύγκριση των επιδόσεων,



καθώς και αποτίμηση του βαθμού επίτευξης των προσδοκώμενων μαθησιακών αποτελεσμάτων.

#### 9. Κεφάλαιο 9 – Συμπεράσματα

Ενσωματώνει τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την υλοποίηση και την αξιολόγηση της πρότασης, απαντά στα ερευνητικά ερωτήματα και επισημαίνει τη σημασία της εξΑΕ για το μάθημα των Φυσικών Επιστημών.

#### 10. Κεφάλαιο 10 – Περιορισμοί – Προτάσεις

Επισημαίνονται οι περιορισμοί που αντιμετωπίστηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας (μικρό δείγμα, τεχνικές προκλήσεις κ.ά.) και κατατίθενται προτάσεις για μελλοντικές βελτιώσεις και επεκτάσεις της μεθοδολογίας σε μεγαλύτερο δείγμα ή σε άλλες ενότητες των Φυσικών.

#### 11. Βιβλιογραφία

Παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές στις οποίες βασίστηκε η εργασία.

## **1.8 Προσδοκώμενη Συμβολή για τους Εκπαιδευτικούς και τους Μαθητές**

Η υλοποίηση αυτής της εργασίας αποσκοπεί να παράσχει ένα πρακτικό πλαίσιο και ένα σύνολο εκπαιδευτικών πόρων σε δασκάλους και μαθητές που επιθυμούν να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Παράλληλα, εφόσον τα αποτελέσματα αξιολογηθούν θετικά, θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν για να εμπλουτιστούν υφιστάμενα αποθετήρια εκπαιδευτικού υλικού (π.χ. Φωτόδεντρο, Αίσωπος), προσφέροντας έναν επιπλέον «οδηγό» για το πώς οι έννοιες της ενέργειας μπορούν να διδαχθούν μέσα από απλές, κατανοητές και τεχνολογικά υποστηριζόμενες δραστηριότητες, χωρίς να απαιτείται προχωρημένη ψηφιακή εξειδίκευση του εκπαιδευτικού.

Αναμένεται ότι οι μαθητές θα επωφεληθούν με δύο τρόπους: α) οικοδομώντας καλύτερα την εννοιολογική κατανόηση γύρω από την ενέργεια, β) αναπτύσσοντας δεξιότητες ψηφιακές και διερευνητικές, αλλά και συνεργατικές, ακολουθώντας δραστηριότητες που περιλαμβάνουν πρόκληση ενδιαφέροντος, προβληματισμό, πειραματισμό, συλλογισμό και εφαρμογή στη ζωή τους.

## **2. Θεωρητικό μέρος: Έννοιες και θεωρίες – Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας**

### **2.1 Η σημασία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών**

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στο Δημοτικό Σχολείο έχει ως κύριο στόχο την καλλιέργεια της επιστημονικής σκέψης, της παρατήρησης και της διερευνητικής προσέγγισης των φυσικών φαινομένων. Σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του Νέου Προγράμματος Σπουδών (ΠΣ) και των συνοδευτικών εκπαιδευτικών εγχειριδίων, η καθημερινή ζωή των μαθητών είναι γεμάτη φυσικά φαινόμενα, τα οποία όμως δεν γίνονται εύκολα αντιληπτά εάν δεν καλλιεργηθεί η ικανότητα της παρατήρησης και της ανάλυσής τους. Η εκπαίδευση στις ΦΕ αποσκοπεί στην ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και της κριτικής και αναλυτικής ικανότητας των μαθητών, βοηθώντας τους να κατανοήσουν τις θεμελιώδεις αρχές που διέπουν τον φυσικό κόσμο και να αποκτήσουν τις απαραίτητες δεξιότητες για τη μελέτη και ερμηνεία των φυσικών φαινομένων (Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2023).

Η διδασκαλία των ΦΕ στο Δημοτικό Σχολείο βασίζεται σε ένα αναλυτικά σχεδιασμένο πρόγραμμα, το οποίο δομείται με τρόπο που να ανταποκρίνεται στις γνωστικές δυνατότητες και ανάγκες των μαθητών. Το περιεχόμενο των ΦΕ περιλαμβάνει έννοιες που μπορούν να προσεγγιστούν βιωματικά και πειραματικά, επιτρέποντας στους μαθητές να συνδέσουν τη θεωρία με την πράξη. Ο διδακτικός σχεδιασμός επικεντρώνεται στη μαθητοκεντρική και ομαδοσυνεργατική μάθηση, όπου οι μαθητές καλούνται να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία, αναπτύσσοντας την κριτική τους σκέψη και την ερευνητική τους ικανότητα, σε ένα διερευνητικό πλαίσιο διδασκαλίας (Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων, 2022).

Στο νέο αυτό πλαίσιο, που διέπεται από χαρακτηριστικά σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων, τα νέα Προγράμματα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στοχεύουν όχι μόνο στη μετάδοση γνώσεων, αλλά και στην ενίσχυση της κοινωνικής και πνευματικής ανάπτυξης των μαθητών. Άλλωστε, η Οικουμενική Διακήρυξη των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου, καθώς και το Σύνταγμα της Ελλάδας, αναγνωρίζουν την εκπαίδευση ως θεμελιώδες δικαίωμα και μέσο «διαμόρφωσης» πολιτών με κριτική σκέψη και ενεργή

συμμετοχή στα κοινωνικά ζητήματα. Οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν τη σημασία της επιστήμης όχι μόνο ως γνωστικό αντικείμενο, αλλά και ως εργαλείο για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής, την καλλιέργεια της περιβαλλοντικής συνείδησης και την ανάπτυξη δεξιοτήτων υπεύθυνης πολιτεότητας.

Επιπλέον, τα νέα Προγράμματα Σπουδών δίνουν έμφαση στην αξιοποίηση της τεχνολογίας και των ψηφιακών εργαλείων, τα οποία επιτρέπουν μια πιο διαδραστική και εμπλουτισμένη μαθησιακή εμπειρία. Η ενσωμάτωση Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών προάγει την κατανόηση πολύπλοκων εννοιών, όπως η ενέργεια, η ύλη και οι φυσικές μεταβολές, μέσω ψηφιακών προσομοιώσεων και διαδραστικών εφαρμογών. Παράλληλα, η αξιοποίηση των σύγχρονων παιδαγωγικών προσεγγίσεων στοχεύει στη δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος που καλλιεργεί τη συνεργασία, τη δημιουργικότητα και την αναλυτική και συνδυαστική σκέψη.

Η εξ αποστάσεως εκπαίδευση (εξΑΕ) αποτελεί επίσης έναν σημαντικό παράγοντα αναδιαμόρφωσης των μεθόδων διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, προσφέροντας νέες δυνατότητες μάθησης. Οι ηλεκτρονικές πλατφόρμες, τα εκπαιδευτικά λογισμικά και οι διαδραστικές εφαρμογές συμβάλλουν στη δημιουργία καινοτόμων μαθησιακών περιβαλλόντων, διευκολύνοντας την πρόσβαση στη γνώση και την ενεργή εμπλοκή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Ωστόσο, για την αποτελεσματική ενσωμάτωση αυτών των εργαλείων απαιτείται ο σχεδιασμός κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, που να συνδυάζει θεωρητική γνώση, πειραματισμό και διαδραστικές δραστηριότητες, εξασφαλίζοντας την ποιοτική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σύγχρονο εκπαιδευτικό πλαίσιο (Βεντίστα, 2023).

Συνοψίζοντας, η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο αποτελεί έναν κομβικής σημασίας τομέα της εκπαιδευτικής διαδικασίας, με στόχο την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης, της αναλυτικής ικανότητας και της ενσυναίσθησης των μαθητών. Ο σχεδιασμός και η εφαρμογή καινοτόμων διδακτικών πρακτικών, σε συνδυασμό με την αξιοποίηση των σύγχρονων τεχνολογικών εργαλείων, μπορούν να ενισχύσουν την ποιότητα της διδασκαλίας και να καλλιεργήσουν στους μαθητές μια ουσιαστική κατανόηση των φυσικών φαινομένων και της επιστημονικής διαδικασίας.

### **2.1.1 Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών**

Με τον όρο «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στο δημοτικό σχολείο» ορίζεται ένας επιστημονικός κλάδος που περιλαμβάνει τη διδασκαλία και τη μελέτη σχετικά με τα φυσικά φαινόμενα και τις φυσικές διεργασίες του φυσικού κόσμου, που διδάσκονται τα παιδιά στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Κουλαίδης, 2001). Λόγω της φύσης του αντικειμένου, δεν υπάρχει διάκριση ανάμεσα στις φυσικές επιστήμες, όπως είναι η φυσική, η χημεία και η βιολογία, κάτι που καθιστά το όνομα του μαθήματος «Φυσικά».

Για τη διδασκαλία των ΦΕ είναι σημαντικό να υπάρχει εκπαιδευτικός σχεδιασμός και προετοιμασία του μαθήματος, όπως και σε κάθε μάθημα. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών γίνεται πιο αποδοτική με τη διεξαγωγή πειραμάτων, διότι προσεγγίζεται η πειραματική φύση της επιστήμης, και κατ' επέκταση του μαθήματος, και ταυτόχρονα προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών (Hofstein, & Lunnetta, 2004). Στο πλαίσιο αυτό, μπορεί να συνδράμει η ενσωμάτωση των υπολογιστών και των ψηφιακών τεχνολογιών. Ακόμη, οι Φυσικές Επιστήμες είναι ένα μάθημα που με τη διδασκαλία του μελετώνται όχι μόνο τα φυσικά φαινόμενα, αλλά αποκτούν νόημα και πλαισιώνονται οι κοινωνικο-ιστορικές εξελίξεις της ανθρωπότητας. Σύμφωνα με τη Χαλκιά (2012), η φυσική άρχισε να εισάγεται ως μάθημα στα σχολεία από τον 18ο αιώνα και όχι σε όλες τις χώρες. Ο Dewey τόνισε πως η φυσική ενδείκνυται να συνδέεται με την καθημερινότητα των μαθητών. Στη σημερινή εποχή, πραγματώνονται και τα δύο, διδάσκοντας τη φυσική στην ολότητά της σε ολόκληρο τον κόσμο.

Επίσης, οι ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών έχουν τονίσει τη σημαντικότητα της παράλληλης διδασκαλίας της φυσικής με τις ΤΠΕ (Χαλκιά, 2012). Η χρήση των ΤΠΕ στην εκπαίδευση προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα (Αναστασιάδης, 2014), ειδικότερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση όπου βοηθά τους μαθητές να οικοδομήσουν τις φυσικές έννοιες μέσω πολλαπλών αναπαραστάσεων.

Τα τωρινά σχολικά εγχειρίδια παρουσιάζουν συγκεκριμένες πτυχές του γνωστικού περιεχομένου της φυσικής, τις οποίες οι μαθητές καλούνται να κατανοήσουν και να ερμηνεύσουν, βελτιώνοντας έτσι και τις ικανότητές τους ως προς τη διαχείριση των γνώσεων που πρόκειται να αποκτήσουν. Όλες οι ενότητες που παρουσιάζονται στο εγχειρίδιο της Ε' και ΣΤ' τάξης διέπονται από συγκεκριμένους στόχους και σκοπούς

(Κανδήλης, 2007) και προτείνεται στους εκπαιδευτικούς η διδασκαλία των εννοιών αυτών μέσω της καθοδηγούμενης διερεύνησης.

Μεταβαίνοντας στα Νέα Προγράμματα Σπουδών και, κατ' επέκταση, στα νέα σχολικά εγχειρίδια, η κύρια στόχευση είναι η διδασκαλία των επιστημονικών θεωριών της φυσικής, με τρόπο που θα είναι σύμφωνος με τις ικανότητες των μαθητών, προκειμένου οι τελευταίοι να μπορούν να ερμηνεύουν τα φυσικά φαινόμενα της καθημερινότητάς τους.

Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να αντιλαμβάνονται το μάθημα των Φυσικών ως εργαλείο ερμηνείας της καθημερινότητάς τους, ώστε να έχουν κίνητρα και ενδιαφέρον αφενός, αλλά αφετέρου να έχουν και τη δυνατότητα να αναπτύξουν κριτική και ορθολογική σκέψη, να αποκτήσουν γνώσεις, δεξιότητες και να διαμορφώσουν στάσεις απαραίτητες για την ιδιότητα του πολίτη. Για τους λόγους αυτούς, τα νέα Π.Σ. έθεσαν τους ακόλουθους στόχους:

- απόκτηση γνώσεων,
- ανάπτυξη δεξιοτήτων
- διαμόρφωση στάσεων

που θα βοηθήσουν τους μαθητές να γίνουν ενεργοί πολίτες και να διευρύνουν τους επιστημονικούς και επαγγελματικούς τους ορίζοντες.

Το Νέο Πρόγραμμα Σπουδών των Φυσικών Επιστημών για το Δημοτικό έχει σαφείς επιδιωκόμενους στόχους και προσανατολισμούς που αφορούν την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Αναλύοντας τους κύριους στόχους που περιγράφονται, οι πιο βασικοί στόχοι είναι οι παρακάτω:

- να εισαχθούν οι μαθητές στον κόσμο των Φυσικών Επιστημών μέσω της κατανόησης και ερμηνείας του περιβάλλοντος τους. Αυτό συμπεριλαμβάνει την αναγνώριση της αξίας του πειραματισμού ως μέσου επαλήθευσης ή απόρριψης θεωριών.
- να γίνει κατανοητή η «εικόνα» των Φυσικών Επιστημών, γνωρίζοντας τη φύση της επιστήμης, την ανάπτυξή της και τους τρόπους λειτουργίας της.
- να καλλιεργηθούν θετικές στάσεις προς τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών, προκειμένου να ενδυναμωθεί η σχέση των μαθητών με αυτές.

- να καλλιεργηθούν στάσεις, αξίες και συναισθήματα για το φυσικό περιβάλλον: το μάθημα δεν περιορίζεται στην απλή απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων, αλλά περιλαμβάνει και την καλλιέργεια στάσεων, αξιών και συναισθημάτων προς το φυσικό περιβάλλον, εξετάζοντας τις τεχνολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές διαστάσεις των Φυσικών Επιστημών στην καθημερινή ζωή.

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες στο Δημοτικό δεν περιορίζεται απλώς στη μεταφορά γνώσεων και δεξιοτήτων, αλλά στοχεύει στην ανάπτυξη ενός ευρύτερου φάσματος ικανοτήτων και αντιλήψεων που αφορούν το φυσικό περιβάλλον και την αλληλεπίδρασή του με τον ανθρώπινο πολιτισμό. Μέσω της εξοικείωσης με τη φύση των Φυσικών Επιστημών, οι μαθητές αποκτούν τη δυνατότητα να αντιληφθούν και να αναλύσουν τον κόσμο γύρω τους με έναν πιο κριτικό και ολοκληρωμένο τρόπο, ενισχύοντας τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων και στη λήψη αποφάσεων που αφορούν το περιβάλλον και την κοινωνία. Με αυτόν τον τρόπο, η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες συμβάλλει στη διαμόρφωση ενημερωμένων πολιτών που μπορούν να συμβάλλουν ενεργά στη βελτίωση της κοινωνίας και του περιβάλλοντος.

Η σειρά των έως τώρα εγχειριδίων «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» φαίνεται να έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την προώθηση της ανακαλυπτικής – διερευνητικής μάθησης στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού. Μέσω των τετραδίων εργασιών, των βιβλίων μαθητή και των βιβλίων εκπαιδευτικού, ο στόχος είναι να παρέχεται υλικό που θα ενθαρρύνει τους μαθητές να εξερευνήσουν και να ανακαλύψουν τους φυσικούς νόμους και τα φαινόμενα, μέσα από πρακτικές εργασίες και δραστηριότητες. Στο ίδιο πνεύμα προτείνεται να εκπονηθούν και τα νέα εγχειρίδια για το μάθημα των Φυσικών.

Επιπλέον, η αξιοποίηση επιπρόσθετου υλικού από άλλες αξιόπιστες πηγές, όπως διαδραστικά βιβλία, εκπαιδευτικά σενάρια, επιστημονικούς φορείς και άλλες πηγές, επιτρέπει στους εκπαιδευτικούς να προσαρμόσουν τη διδασκαλία στις ανάγκες και τα ενδιαφέροντα των μαθητών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλλιέργεια της κριτικής και δημιουργικής σκέψης τους, καθώς και τη διεύρυνση της κατανόησής τους για τον φυσικό κόσμο.

Ταυτόχρονα, η συνδυαστική προσέγγιση από τα εγχειρίδια και το επιπλέον υλικό από διάφορες πηγές ενισχύει τη διδασκαλία και τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών,



προάγοντας την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και ενθαρρύνοντας την εξερεύνηση και την ανακάλυψη.

Η περιγραφή της μεθοδολογικής προσέγγισης που ακολουθείται στη σειρά εγχειριδίων «Φυσικά – Ερευνώ και Ανακαλύπτω» αποδεικνύει μια προσέγγιση εκπαιδευτικής διαδικασίας που ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και προωθεί την εποικοδομητική τους ανάμειξη στην ανακάλυψη και την κατανόηση των φυσικών φαινομένων.

Με τη βοήθεια των φύλλων εργασίας του Τετραδίου Εργασιών, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εμπλακούν σε πειραματικές διαδικασίες και να διερευνήσουν τις έννοιες που διδάσκονται μέσω της πρακτικής εμπειρίας. Η εξασφάλιση των απαραίτητων υλικών για την εκτέλεση των πειραμάτων είναι ουσιώδης και απαιτεί ειδική μέριμνα.

Το Βιβλίο του Μαθητή λειτουργεί ως εργαλείο για την ενίσχυση των γνώσεων και την εμπέδωση των συμπερασμάτων που προκύπτουν από τις πειραματικές διαδικασίες. Επιπλέον, παρέχει πληροφορίες και εφαρμογές που ενδυναμώνουν το ενδιαφέρον των μαθητών για το θεματικό αντικείμενο. Το Βιβλίο του Εκπαιδευτικού παρέχει οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο μπορεί να διεξαχθεί η διδασκαλία, καθώς και συμβουλές για την ενίσχυση της μάθησης και του ενδιαφέροντος των μαθητών.

Συνολικά, η προσέγγιση αυτή προάγει την ανεξάρτητη σκέψη, την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και την επιμονή στην εξερεύνηση και την ανακάλυψη, ενισχύοντας έτσι την εκπαιδευτική διαδικασία και την κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Ακόμη, η εξοικείωση με την επιστημονική ορολογία είναι ουσιώδης για την εποικοδομητική συμμετοχή των μαθητών στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνεται με σεβασμό στο επίπεδο κατανόησης κάθε μαθητή, καθώς δεν όλοι είναι έτοιμοι να κατανοήσουν τις έννοιες με τον ίδιο τρόπο ή την ίδια χρονική στιγμή.

Επιπλέον, η ενθάρρυνση των μαθητών να διαπραγματεύονται, να επιχειρηματολογούν και να εκτιμούν τις απόψεις των άλλων είναι βασική για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης και της κριτικής σκέψης. Μέσω κατάλληλα σχεδιασμένων δραστηριοτήτων, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εμπλακούν σε

ερευνητικές διαδικασίες και να αναπτύξουν δεξιότητες που αφορούν την επίλυση προβλημάτων και τη διερεύνηση ερωτημάτων.

Συνολικά, η δημιουργία ενός περιβάλλοντος που ενθαρρύνει την ενεργή συμμετοχή, τη συζήτηση και την ανταλλαγή ιδεών βοηθά στην ανάπτυξη ενός ευέλικτου και εποικοδομητικού πνεύματος στο μάθημα των ΦΕΗ αξιοποίηση κατάλληλα επιλεγμένων διδακτικών τεχνικών και εργαλείων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι ουσιώδης για την επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων. Μερικές από αυτές τις τεχνικές και εργαλεία περιλαμβάνουν την αφηγηματική τεχνική, τη δημιουργία γραμμής του χρόνου και άλλες προσεγγίσεις, οι οποίες μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν την εξέλιξη των επιστημών.

Οι πειραματικές δραστηριότητες προσφέρουν τη δυνατότητα άμεσης εμπειρίας και κατανόησης των επιστημονικών αρχών. Οι τεχνολογικές κατασκευές, με τις οποίες οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν διάφορα μοντέλα και κατασκευές που αντικατοπτρίζουν επιστημονικές έννοιες, τα ερωτήματα που κινούν την περιέργεια και την τάση για αναζήτηση απαντήσεων, καθώς και η ομαδική συζήτηση, ο διάλογος, τα πειράματα, η δραματοποίηση, η χρήση των ΤΠΕ κ.ά., προωθούν την κριτική σκέψη, την κατανόηση και την εμπέδωση. Επιπρόσθετα, μπορούν να βοηθήσουν τους μαθητές να έχουν πρόσβαση σε πραγματικά παραδείγματα, να κατανοήσουν πιο εύκολα δύσκολες έννοιες και να εξερευνήσουν το θέμα περαιτέρω με δική τους πρωτοβουλία. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο χρόνος που αφιερώνεται στη χρήση αυτών των ψηφιακών εργαλείων, ώστε να μην διακυβεύεται η ισορροπία μεταξύ της χρήσης τους και της πραγματικής διδασκαλίας.

Η φάση της ολοκλήρωσης και ανασκόπησης κάθε ενότητας στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι κρίσιμη για την ενσωμάτωση και κατανόηση των εννοιών από τους μαθητές. Οι δραστηριότητες που προτείνονται μπορούν να συμβάλουν στην ενίσχυση της κατανόησης και της επεξεργασίας των γνώσεων. Παρακάτω αναφέρονται μερικές ιδέες για δραστηριότητες που μπορούν να εφαρμοστούν στη φάση αυτή:

- Ομαδικές Συζητήσεις
- Δημιουργία Αναφορών ή Αφισών
- Παιχνίδια Ρόλων
- Δοκιμασίες Επίγνωσης



- Δημιουργία Ιστορικών Αφηγήσεων

Αυτές οι δραστηριότητες μπορούν να ενθαρρύνουν την ενεργή συμμετοχή των μαθητών και να ενισχύσουν την κατανόησή τους για τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών. Με αυτόν τον τρόπο, οι μαθητές θα έχουν την ευκαιρία να επιδείξουν τις γνώσεις τους και να μοιραστούν το έργο τους με τη σχολική κοινότητα, προάγοντας την ενεργή και την αμοιβαία μάθηση.

Τέλος, η ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η συνεργασία, η επικοινωνία, ο ψηφιακός γραμματισμός και η πρωτοβουλία και οι κοινωνικές δεξιότητες θεωρούνται ζωτικής σημασίας για τη μελλοντική ζωή των μαθητών ως συνειδητοποιημένοι πολίτες μιας δημοκρατικής κοινωνίας. Το επίκεντρο της εκπαιδευτικής διαδικασίας μετατοπίζεται από το γνωσιακό αντικείμενο και τους εκπαιδευτικούς προς τους μαθητές, στο πλαίσιο μιας μαθητοκεντρικής προσέγγισης, κατά την οποία ο εκπαιδευτικός είναι καθοδηγητής. Μια ουσιαστική εκπαιδευτική διαδικασία που διέπεται από την παραπάνω προσέγγιση και βασικός της πυλώνας είναι ο πραγματικός, αποδεικτικός πειραματισμός βοηθά τους μαθητές να εξάγουν συμπεράσματα για τις «δικές τους θεωρίες που ανακάλυψαν από κοινού» και να τις αξιολογούν με βάση επιστημονικά κριτήρια.

### **2.1.2 Μοντέλα διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών**

Η διδασκαλία της Φυσικής δεν πρέπει να περιορίζεται σε παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές, αλλά, αντίθετα, απαιτεί την υιοθέτηση στρατηγικών που ενθαρρύνουν το ενδιαφέρον των μαθητών και συμβάλλουν στην ουσιαστική εμπέδωση του αντικειμένου. Στο πλαίσιο αυτό, η εκπαιδευτική έρευνα έχει αναδείξει διάφορα διδακτικά μοντέλα, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται το παραδοσιακό μοντέλο, το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης και το εποικοδομητικό μοντέλο (Χαλκιά, 2012). Τα εν λόγω μοντέλα αποτελούν βασικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) και παρουσιάζονται αναλυτικά στη συνέχεια. Βέβαια, παρά τη δυναμική αυτών των μοντέλων, η εκπαιδευτική κοινότητα έχει μετατοπιστεί προς το διερευνητικό φάσμα.

Η έννοια του μοντέλου στη διδακτική των ΦΕ αποτυπώνει επιστημονικές προσεγγίσεις και μεθοδολογίες, οι οποίες έχουν εξελιχθεί διαχρονικά. Ο όρος «μοντέλο»

συνδέεται άμεσα με τη φυσική επιστήμη και έχει υποστεί μεταβολές ως προς τη σημασία του, καθώς επαναπροσδιορίζεται στο πλαίσιο νέων ερευνητικών δεδομένων και διδακτικών πρακτικών. Στο πεδίο της εκπαίδευσης, τα διδακτικά μοντέλα συνιστούν αναπόσπαστα εργαλεία μάθησης, τα οποία χρησιμοποιούνται για την οργάνωση και την αποδοτική μετάδοση της γνώσης (Χαλκιά, 2012).

Η διδακτική διαδικασία αποτελεί εκ φύσεως μια σύνθετη διαδικασία, καθώς μαθητές και εκπαιδευτικοί αντιμετωπίζουν διαρκώς προκλήσεις που απαιτούν κατάλληλους διδακτικούς χειρισμούς. Στη διδασκαλία της Φυσικής, η μετάδοση της γνώσης δεν είναι τυχαία, αλλά βασίζεται σε συστηματικές και μεθοδικές προσεγγίσεις. Στο πλαίσιο αυτό, η Χαλκιά (2012) διακρίνει τρία βασικά διδακτικά μοντέλα που εφαρμόζονται στη διδασκαλία των ΦΕ:

1. Το παραδοσιακό μοντέλο μεταφοράς της γνώσης: Στο μοντέλο αυτό, ο εκπαιδευτικός κατέχει τον κεντρικό ρόλο, καθώς μεταδίδει τη γνώση στους μαθητές, οι οποίοι έχουν έναν κυρίως παθητικό ρόλο. Η διδακτική διαδικασία βασίζεται στη δασκαλοκεντρική προσέγγιση και στη μετάδοση έτοιμης γνώσης από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές.
2. Το μοντέλο της ανακαλυπτικής μάθησης: Σε αυτήν την προσέγγιση, ο μαθητής, υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, ανακαλύπτει τη γνώση μέσα από μια διερευνητική διαδικασία. Η εφαρμογή των πειραμάτων επίδειξης αποτελεί σημαντικό εργαλείο του συγκεκριμένου μοντέλου, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες της Φυσικής μέσα από την εμπειρία και την παρατήρηση.
3. Το εποικοδομητικό μοντέλο (κονστρουκτιβισμός): Σύμφωνα με το εποικοδομητικό μοντέλο, η μάθηση δεν είναι μια απλή μεταφορά πληροφοριών, αλλά μια διαδικασία κατά την οποία οι μαθητές «οικοδομούν» τη γνώση, διαμορφώνοντας ενεργά τις νοητικές τους δομές με την υποστήριξη του εκπαιδευτικού.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των παραπάνω μοντέλων συνοψίζονται ως εξής:

- Παραδοσιακό μοντέλο:
  - ο Ο εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί παραδείγματα από την καθημερινότητα για να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών.

- ο Οι μαθητές αναπαράγουν τη γνώση που τους μεταδίδεται.
- ο Η νέα γνώση παρουσιάζεται ως δεδομένη και μεταφέρεται από τον εκπαιδευτικό.
- ο Η αξιολόγηση της γνώσης γίνεται μέσω αναπαραγωγής θεωριών και περιλήψεων.
- Ανακαλυπτική μάθηση:
  - ο Οι μαθητές ανακαλύπτουν τη γνώση μέσω της διερεύνησης.
  - ο Καλλιεργούνται δεξιότητες και ικανότητες που αναπτύσσονται μέσα από τη διαδικασία της ανακάλυψης.
  - ο Οι μαθητές ενισχύουν την αυτοπεποίθησή τους και κοινωνικοποιούνται μέσω της αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές τους.
- Εποικοδομητικό μοντέλο:
  - ο Προωθείται η ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης.
  - ο Οι μαθητές ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή διαδικασία.
  - ο Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι πολυδιάστατος, καθώς καθοδηγεί, ενθαρρύνει και διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία.

Επιπλέον, ιδιαίτερη σημασία έχει η διερευνητική μέθοδος στη διδασκαλία των ΦΕ, η οποία βασίζεται στην υιοθέτηση μιας επιστημονικής προσέγγισης στη μάθηση. Είναι σημαντικό να γίνει διάκριση μεταξύ των όρων «έρευνα» και «διερεύνηση», καθώς στη διδακτική πρακτική των ΦΕ, η διερεύνηση δεν αντιστοιχεί στην τυπική επιστημονική έρευνα, αλλά στην προσομοίωση του τρόπου σκέψης που υιοθετεί η επιστημονική κοινότητα. Οι μαθητές ενθαρρύνονται να διατυπώνουν υποθέσεις, να πειραματίζονται, να αναλύουν δεδομένα και να εξάγουν συμπεράσματα, ακολουθώντας τις πρακτικές που εφαρμόζονται στη σύγχρονη επιστημονική έρευνα.

Συμπερασματικά, η επιλογή και εφαρμογή του κατάλληλου διδακτικού μοντέλου στη Φυσική Εκπαίδευση έχει καθοριστική σημασία για τη μάθηση των μαθητών. Η μετάβαση από το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας σε περισσότερο διερευνητικές και

εποικοδομητικές προσεγγίσεις μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την κατανόηση των φυσικών εννοιών και να προωθήσει την ανάπτυξη επιστημονικής σκέψης και αναλυτικής ικανότητας.

### **2.1.3 Η συμβολή του STEM στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Μια ενδιαφέρουσα προσέγγιση που θα μπορούσε να επιχειρηθεί για τη διδασκαλία της ενέργειας είναι αυτή της εκπαίδευσης STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) ή STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), η οποία έχει αναδειχθεί ως μία από τις πιο αποτελεσματικές παιδαγωγικές στρατηγικές στη σύγχρονη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Σύμφωνα με τη μελέτη των Karakaya και Avgin (2020), η ενσωμάτωση των τεχνών στη διδασκαλία των επιστημονικών εννοιών συμβάλλει στη δημιουργία ενός περιβάλλοντος μάθησης που συνδυάζει τη δημιουργικότητα με τη μαθηματική και επιστημονική σκέψη, ενισχύοντας την κατανόηση των μαθητών και την ικανότητά τους να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε πραγματικά προβλήματα.

Η έρευνα των Karakaya και Avgin (2020) ανέδειξε ότι η χρήση μεθόδων STEM στη διδασκαλία εννοιών της Φυσικής είχε θετικό αντίκτυπο στην εννοιολογική κατανόηση των μαθητών. Συγκεκριμένα, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε δραστηριότητες που συνδύαζαν τις φυσικές επιστήμες με τις τέχνες και την τεχνολογία εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα κατανόησης συγκριτικά με όσους διδάχθηκαν με παραδοσιακές μεθόδους. Αυτό αποδεικνύει ότι η ενσωμάτωση καλλιτεχνικών και τεχνολογικών στοιχείων στη διδασκαλία μπορεί να προσφέρει μια περισσότερο διαδραστική και βιωματική προσέγγιση στη μάθηση.

Η σύνδεση του STEM εκπαίδευσης με τις διαδικτυακές και υβριδικές μεθόδους μάθησης μπορεί να ενισχύσει τη συμμετοχή των μαθητών και να προάγει μια περισσότερο αλληλεπιδραστική εμπειρία μάθησης. Σύμφωνα με τον Ametepe (2021), η χρήση πολυτροπικών προσεγγίσεων, όπως η ενσωμάτωση προσομοιώσεων και διαδραστικών εργαλείων, ενισχύει την ικανότητα των μαθητών να κατανοήσουν αφηρημένες έννοιες. Επιπλέον, η μελέτη των Phanphech et al. (2022) δείχνει ότι η ασύγχρονη μάθηση, μέσω πλατφορμών όπως το YouTube, μπορεί να δώσει στους μαθητές τη δυνατότητα να

μελετήσουν με τον δικό τους ρυθμό, μειώνοντας το άγχος που προκαλείται από τις παραδοσιακές εκπαιδευτικές δομές.

Η εφαρμογή μοντέλων μάθησης που συνδυάζουν ψηφιακές πλατφόρμες με φυσικά πειράματα και δραστηριότητες STEM ενισχύει επίσης τη δεξιότητα της επίλυσης προβλημάτων. Η έρευνα των Lestari et al. (2021) ανέδειξε τη σημασία της διερευνητικής μάθησης μέσω συνδυαστικών μεθόδων, όπου οι μαθητές αλληλεπιδρούν με φυσικά και ψηφιακά μέσα για να κατανοήσουν καλύτερα τη λειτουργία των φυσικών φαινομένων.

Η ενσωμάτωση του STEM εκπαίδευσης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών αποτελεί μια αποτελεσματική στρατηγική για την προώθηση της βιωματικής μάθησης και της εννοιολογικής κατανόησης. Οι ερευνητικές ενδείξεις καταδεικνύουν ότι η χρήση δημιουργικών και τεχνολογικών εργαλείων συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που ενισχύει την αλληλεπίδραση, τη συνεργασία και τη βαθύτερη κατανόηση των επιστημονικών εννοιών. Επιπλέον, το STEM εκπαίδευση μπορεί να αποτελέσει βασικό παράγοντα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων του 21ου αιώνα, όπως η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων και η δημιουργικότητα.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επικεντρωθούν στην περαιτέρω διερεύνηση των τρόπων ενσωμάτωσης του STEM εκπαίδευσης και της διαδικτυακής μάθησης στη σχολική πραγματικότητα, εξετάζοντας την επίδρασή τους σε διαφορετικά γνωστικά αντικείμενα και επίπεδα εκπαίδευσης. Ιδιαίτερη έμφαση θα μπορούσε να δοθεί στη χρήση ψηφιακών εργαλείων και εικονικών εργαστηρίων, τα οποία μπορούν να εμπλουτίσουν τη μαθησιακή διαδικασία και να καταστήσουν τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών ακόμα πιο προσβάσιμη και ελκυστική για τους μαθητές.

#### **2.1.4 ΕξΑΕ και Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

Για την κατανόηση και εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (εξΑΕ), η τυπολογία των West και Λιοναράκη αποτελεί ένα θεμελιώδες θεωρητικό πλαίσιο, που χρησιμοποιείται ευρέως στην βιβλιογραφία αλλά και στην εφαρμογή της διδακτικής πράξης. Σύμφωνα με αυτή την τυπολογία, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση διακρίνεται σε τρεις βασικούς τύπους, ανάλογα με τον βαθμό και τη μορφή αλληλεπίδρασης μεταξύ

εκπαιδευτών και εκπαιδευομένων, καθώς και των τεχνολογικών μέσων που αξιοποιούνται (Λιοναράκης, 2001· Λιοναράκης, 2006).

Ο πρώτος τύπος είναι το Αμιγώς εξ Αποστάσεως Μοντέλο (Pure Distance Education). Το μοντέλο αυτό διεξάγεται εξ ολοκλήρου μέσω ψηφιακών πλατφορμών (π.χ. Moodle, eClass), χωρίς καμία φυσική παρουσία των εκπαιδευόμενων ή των εκπαιδευτών. Η αλληλεπίδραση είναι κυρίως ασύγχρονη (forum, email) και δίνει στους μαθητές τη δυνατότητα αυτορρύθμισης και ευέλικτης μάθησης. Ωστόσο, ενδέχεται να περιορίζει την αυθόρμητη επικοινωνία και να αποδυναμώνει το αίσθημα ότι οι εκπαιδευόμενοι ανήκουν σε μια κοινότητα μάθησης (Κόκκος & Λιοναράκης, 1998· Παπαδημητρίου & Λιοναράκης, 2010).

Ο δεύτερος τύπος είναι το Μεικτό Μοντέλο (Blended Learning), το οποίο ενσωματώνει στοιχεία τόσο της παραδοσιακής δια ζώσης εκπαίδευσης όσο και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Σε αυτό το μοντέλο, οι εκπαιδευόμενοι συμμετέχουν σε διαδικασίες μάθησης τόσο διαδικτυακά όσο και σε φυσικούς χώρους διδασκαλίας. Αυτό ενισχύει σημαντικά τη μαθησιακή εμπειρία μέσω της άμεσης επαφής και υποστήριξης, ενώ παράλληλα αξιοποιεί την ευελιξία και προσβασιμότητα των ψηφιακών περιβαλλόντων (Λιοναράκης, 2005· Σπανακά & Λιοναράκης, 2010).

Ο τρίτος τύπος, το Υβριδικό Μοντέλο (Hybrid Distance Education), επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία στον σχεδιασμό και εφαρμογή εκπαιδευτικών στρατηγικών, καθώς επιτρέπει την επιλογή και συνδυασμό διαφόρων παιδαγωγικών και τεχνολογικών εργαλείων ανάλογα με τις εκπαιδευτικές ανάγκες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν οι ψηφιακές προσομοιώσεις και τα διαδραστικά φύλλα εργασίας, που διευκολύνουν τη διερευνητική και συνεργατική μάθηση (Λιοναράκης, 2006· Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, 2023).

Όταν ο/η εκπαιδευτικός επιλέξει κάποιον τύπο μοντέλου εξΑΕ θα πρέπει να απαραίτητα να λαμβάνει υπόψη τους μαθησιακούς στόχους και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, το προφίλ των εκπαιδευομένων, τις ιδιαιτερότητες ή τις ανάγκες τους και τους διαθέσιμους πόρους, εξασφαλίζοντας έτσι την αποτελεσματικότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Λιοναράκης, 2001).

Στον τομέα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο, καθώς επιτρέπει στους μαθητές να αλληλεπιδρούν ενεργά με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο μέσω ψηφιακών προσομοιώσεων και καινοτόμων εκπαιδευτικών εργαλείων. Σύμφωνα με την Κουντούρη (2022), η χρήση ψηφιακών προσομοιώσεων, ψηφιακών φυλών εργασίας, προσομοιώσεων, εικονικών εργαστηρίων (Virtual Labs) αλλά και των απομακρυσμένων εργαστηρίων (Remote Labs) μπορεί να εμπλουτίσει ουσιαστικά τη διδασκαλία της Φυσικής εξ αποστάσεως. Τα εργαλεία αυτά παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα να έρχονται σε επαφή με το εκπαιδευτικό υλικό με τρόπους που τους διευκολύνουν, να εκτελούν πειράματα και να κατανοούν σε βάθος τις φυσικές έννοιες, ενισχύοντας έτσι την μαθησιακή διαδικασία. Επιπλέον, συμβάλλουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, παρατήρησης και ανάλυσης δεδομένων.

Από την άλλη, η αποτελεσματικότητα της εξ αποστάσεως διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών προϋποθέτει προσεκτικό εκπαιδευτικό σχεδιασμό, κατάλληλη επιλογή και προσαρμογή εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και συνεχή παιδαγωγική (και τεχνική) υποστήριξη των μαθητών. Ο εκπαιδευτικός καλείται να παίξει ενεργό ρόλο ως σύμβουλος και καθοδηγητής, αξιοποιώντας ψηφιακές τεχνολογίες για τη συνεχή επικοινωνία με τους μαθητές και την προώθηση μιας συνεργατικής και διερευνητικής μαθησιακής διαδικασίας (Κουντούρη, 2022).

## **2.2 Στόχοι του Προγράμματος Σπουδών για την Ενέργεια**

Στο νέο αναλυτικό ΠΣ για τα Φυσικά, η Ενέργεια έχει ενταχθεί κατά βάση στην Ε' Τάξη δημοτικού. Η Ενέργεια εντάσσεται στο θεματικό πεδίο με τίτλο «Ενέργεια και Ύλη». Οι σχετιζόμενες θεματικές ενότητες και τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα παρατίθενται παρακάτω.

1. Εισαγωγικό Ένθετο με τίτλο: Ενέργεια και Ύλη, ένα Ενιαίο Φυσικό Μέγεθος, Δημιουργία του Σύμπαντος, με προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όπου οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:

- να συσχετίζουν την ενέργεια και την ύλη ως τα δύο «πρόσωπα» του ίδιου φυσικού μεγέθους, της ενέργειας-ύλης,



- να αναφέρουν ότι από την ενέργεια προέκυψε η ύλη (κατά τη Μεγάλη Αρχή) και δημιουργήθηκε το Σύμπαν,
- να διακρίνουν ότι η ενέργεια προκαλεί τις όποιες αλλαγές της ύλης στο Σύμπαν,
- να διαπιστώνουν ότι η ενέργεια και η ύλη εμφανίζονται με διάφορες μορφές, να διακρίνουν τις μορφές της ενέργειας και τις μορφές ή καταστάσεις της ύλης.

Οι Ενδεικτικές Δραστηριότητες που προτείνονται από τους συγγραφείς του ΠΣ είναι να παρουσιάζεται στους/στις μαθητές/-τριες σχετικό υλικό π.χ. εικόνες, προσομοιώσεις και παραδείγματα που συσχετίζουν την ενέργεια και την ύλη ως τα δύο «πρόσωπα» του ίδιου φυσικού μεγέθους, της ενέργειας-ύλης και εξηγούν ότι από την ενέργεια προέκυψε η ύλη (κατά τη Μεγάλη Αρχή) και δημιουργήθηκε το Σύμπαν. Οι μαθητές/-τριες μέσω του σχετικού υλικού επιδιώκεται να διακρίνουν τις αλλαγές που προκαλεί η ενέργεια, να διακρίνουν τις μορφές της ενέργειας, αλλά και τις μορφές ή καταστάσεις της ύλης.

2. Θεματική ενότητα με τίτλο: Ενέργεια – Μορφές Ενέργειας με προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όπου οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:

- να αναφέρουν ότι, ανάλογα με την προέλευση της ενέργειας και τη χρήση της, διακρίνουμε διάφορες μορφές ενέργειας.
- να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ενέργειας.

Οι Ενδεικτικές Δραστηριότητες που προτείνονται από τους συγγραφείς του ΠΣ είναι να παρουσιάζεται στους/στις μαθητές/-τριες κατάλληλο υλικό ως έναυσμα, προκειμένου να προβληματιστούν και να διατυπώσουν υποθέσεις και ακολουθούν σχετικές δραστηριότητες. Ενδεικτικά, οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να παρατηρούν και σχολιάζουν εικόνες (και άλλο εποπτικό υλικό) που παραπέμπουν σε διάφορες μορφές ενέργειας, να συσχετίζουν τις μορφές της ενέργειας με την προέλευση και τη χρήση τους, να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ενέργειας και να εξοικειώνονται με τα ονόματά τους, να αναφέρουν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (π.χ. μπαλάκι που κινείται, τεντωμένο λάστιχο, συσπειρωμένο ελατήριο κ.ά.) και να διακρίνουν τις μορφές ενέργειας. Επίσης, οι μαθητές/-τριες να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους.



Ακολουθούν δραστηριότητες εμπέδωσης και γενίκευση με την υποστήριξη και ψηφιακού υλικού (π.χ. βίντεο, εικόνες, ηχητικά, προσομοιώσεις, τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, τεχνολογικές κατασκευές, ψηφιακές δραστηριότητες και παιχνίδια κ.λπ.) από το φωτόδεντρο, το αποθετήριο Αίσωπος, την εκπαιδευτική τηλεόραση και αξιόπιστες διαδικτυακές πηγές με ελεγμένο και επιστημονικά ορθό περιεχόμενο.

3. Εισαγωγικό Ένθετο με τίτλο: Τροφές και Ενέργεια, Μεταμορφώσεις Ενέργειας, Αποθήκες Ενέργειας, Υποβάθμιση της Ενέργειας με τα ακόλουθα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα:

Οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να:

- διαπιστώνουν πειραματικά ότι η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφές
- περιγράφουν παραδείγματα ενεργειακών μεταμορφώσεων
- διακρίνουν ότι η ενέργεια μπορεί να αποθηκεύεται με διάφορους τρόπους
- αναφέρουν παραδείγματα αποθήκευσης της ενέργειας
- αναφέρουν ότι η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε εξαφανίζεται αλλά μεταμορφώνεται
- διαπιστώνουν ότι σε όλες τις μεταμορφώσεις ενέργειας ένα μέρος της μεταμορφώνεται σε θερμική ενέργεια, η οποία δεν μπορεί να αξιοποιηθεί

Οι Ενδεικτικές Δραστηριότητες που προτείνονται από τους συγγραφείς του ΠΣ είναι να παρουσιάζεται στους/στις μαθητές/-τριες κατάλληλο υλικό ως έναυσμα, προκειμένου να προβληματιστούν και να διατυπώσουν υποθέσεις και να διατυπώσουν υποθέσεις για τα υπό μελέτη φαινόμενα. Ενδεικτικά, οι μαθητές/-τριες επιδιώκεται να εκτελούν απλά πειράματα μεταμορφώσεων ενέργειας και να καταγράφουν την αρχική και την τελική μορφή της, να κατασκευάζουν συσκευές ή παιχνίδια που αποθηκεύουν ή και μεταμορφώνουν την ενέργεια (π.χ. ηλιακό φούρνο, ηλιακό θερμοσίφωνα κτλ.), να αναφέρουν παραδείγματα αποθήκευσης της ενέργειας (π.χ. χημική ενέργεια στην μπαταρία), να παρατηρούν ή να περιγράφουν τη λειτουργία διαφόρων συσκευών (ή παιχνιδιών) διακρίνοντας τις μεταμορφώσεις της ενέργειας, να αναφέρουν συσκευές που μεταμορφώνουν ενέργεια και να εντοπίζουν την υποβάθμισή της (με τη μεταμόρφωση σε θερμική ενέργεια) και, τέλος, να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους.

Ακολουθούν δραστηριότητες εμπέδωσης και γενίκευσης με την υποστήριξη και ψηφιακού υλικού (π.χ. βίντεο, εικόνες, ηχητικά, ιδιοκατασκευές, τεχνολογικές κατασκευές, προσομοιώσεις, τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, ψηφιακές δραστηριότητες και παιχνίδια κ.λπ.) από το φωτόδεντρο, το αποθετήριο Αίσωπος, την εκπαιδευτική τηλεόραση και αξιόπιστες διαδικτυακές πηγές με ελεγμένο και επιστημονικά ορθό περιεχόμενο.

4. Βασικό Ένθετο με τίτλο: Τροφές και Ενέργεια: Ο ανθρώπινος οργανισμός ως μετατροπέας ενέργειας, με βασικές έννοιες την παρουσίαση της τροφής ως πηγής ενέργειας για τους οργανισμούς, την επαφή με το ενεργειακό περιεχόμενο των τροφών, τις μονάδες μέτρησης της ενέργειας (και των τροφίμων), τις κατηγορίες τροφών (λίπη, υδατάνθρακες κτλ.), την ενέργεια και τη σωματική δραστηριότητα, τις διατροφικές συνήθειες του σύγχρονου ανθρώπου και την προβολή θετικών διατροφικών συνηθειών. Έπειτα, ακολουθούν αρκετά προτεινόμενα ένθετα κείμενα με τους ακόλουθους τίτλους:

- Ήλιος – Συντήρηση της ζωής του πλανήτη μας
- Μεταφορά της ενέργειας
- Οικονομία και ενέργεια (ΔΕΗ...)

5. Ένθετο με τίτλο: Ανανεώσιμες/Καθαρές και μη Μορφές Ενέργειας, όπου οι μαθητές/-τριες οφείλουν να είναι σε θέση να:

- διακρίνουν τις μορφές ενέργειας σε ανανεώσιμες/καθαρές και μη
- διακρίνουν τις διαφορετικές ανανεώσιμες μορφές ενέργειας
- εντοπίζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των ανανεώσιμων/καθαρών και μη μορφών ενέργειας
- ευαισθητοποιηθούν για την ανάγκη χρήσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας

Έπειτα, παρουσιάζεται στους/στις μαθητές/-τριες κατάλληλο υλικό (π.χ. εικόνες, κείμενα, ηχητικά αποσπάσματα κ.λπ.) ως έναυσμα, προκειμένου να προβληματιστούν και να διατυπώσουν υποθέσεις για τα υπό μελέτη φαινόμενα. Κατόπιν, ακολουθούν δραστηριότητες και πειραματισμός από τους/τις μαθητές/-τριες (σε ομάδες) με απλά υλικά και ιδιοκατασκευές.

Ενδεικτικά, οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση να αναφέρουν διάφορες μορφές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα και να τις διακρίνουν σε ανανεώσιμες/καθαρές

και μη, να αναζητούν πληροφορίες για τις ανανεώσιμες/καθαρές και μη μορφές και να εντοπίζουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, να συσχετίζουν τη χρήση των διαφόρων μορφών ενέργειας με την επίδρασή τους στο περιβάλλον, να κατασκευάζουν απλές πειραματικές διατάξεις ή παιχνίδια (π.χ. ανεμόμυλο, υδροστρόβιλο κτλ.) και να παρατηρούν τη λειτουργία τους για τη μελέτη των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας και, τέλος, να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώνουν τα συμπεράσματά τους.

Ακολουθούν δραστηριότητες εμπέδωσης και γενίκευσης με την υποστήριξη και ψηφιακού υλικού (π.χ. βίντεο, εικόνες, ηχητικά, ιδιοκατασκευές, τεχνολογικές κατασκευές, προσομοιώσεις, τρισδιάστατες αναπαραστάσεις, ψηφιακές δραστηριότητες και παιχνίδια κ.λπ.) από το φωτόδεντρο, το αποθετήριο Αίσωπος, την εκπαιδευτική τηλεόραση και αξιόπιστες διαδικτυακές πηγές με ελεγμένο και επιστημονικά ορθό περιεχόμενο.

6. Ένθετο με τίτλο: Σχέδιο Δράσης: Οικονομία στη Χρήση της Ενέργειας, όπου επιδιώκεται οι μαθητές να είναι σε θέση να:

- αναγνωρίσουν την αναγκαιότητα της οικονομίας στη χρήση της ενέργειας
- σχεδιάσουν δραστηριότητες και να προτείνουν τρόπους για την εξοικονόμηση ενέργειας στο σχολείο τους
- υιοθετήσουν στάσεις όπως αυτές του μορφωμένου και συνειδητού πολίτη που ενδιαφέρεται και μετέχει ενεργά στην αντιμετώπιση και επίλυση των περιβαλλοντικών προβλημάτων του πλανήτη μας λόγω της διαχείρισης της ενέργειας
- αναλάβουν πρωτοβουλίες για την αντιμετώπιση των προβλημάτων του ευρύτερου περιβάλλοντός τους

Οι μαθητές/-τριες καλούνται να αναζητήσουν και να προτείνουν λύσεις για την εξοικονόμηση της ενέργειας στο σχολείο τους (και γενικότερα) να είναι σε θέση να εργάζονται ομαδικά, να προβληματίζονται και να διατυπώνουν ερωτήματα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας στο σχολείο τους και να σχεδιάζουν τον τρόπο διερεύνησης του θέματος, να συλλέγουν πληροφορίες για τις ενεργειακές ανάγκες του σχολείου και να καταγράφουν τις δραστηριότητες κατά τις οποίες καταναλώνεται ενέργεια, να υπολογίζουν τις ημερήσιες ενεργειακές ανάγκες του σχολείου, να εντοπίζουν περιπτώσεις

όπου γίνεται σπατάλη στη χρήση της ενέργειας, να προτείνουν λύσεις για την ελάττωση της ενέργειας και να προτείνουν γενικότερα τρόπους για την εξοικονόμηση ενέργειας στην καθημερινή μας ζωή, να ενημερώνουν τους υπόλοιπους/-ες μαθητές/-τριες του σχολείου και να παρουσιάζουν τα αποτελέσματα της έρευνάς τους και τις προτάσεις τους, προσπαθώντας να τους/τις ευαισθητοποιήσουν και να τους/τις δραστηριοποιήσουν για την εξοικονόμηση της ενέργειας και, τέλος, να επεκτείνουν την έρευνά τους και στο ευρύτερο περιβάλλον τους, να αναζητούν πληροφορίες, να πραγματοποιούν επισκέψεις σε τόπους παραγωγής ενέργειας, να συγκρίνουν τις σημερινές ενεργειακές ανάγκες με αυτές του παρελθόντος, να καταγράφουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον από την αύξηση των ενεργειακών αναγκών, να παίρνουν συνεντεύξεις από ειδικούς και να αναζητούν τρόπους περιορισμού της σπατάλης της ενέργειας, καθώς και αξιοποίησης φιλικότερων προς το περιβάλλον μορφών ενέργειας

Παρ' ότι οι στόχοι είναι καθορισμένοι, οι εκπαιδευτικοί αφήνονται ελεύθεροι να δράσουν όπως ο καθένας κρίνει εκπαιδευτικά καταλληλότερα, προκειμένου να μεταδώσει τη γνώση στους μαθητές. Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε το προτεινόμενο υλικό, όπου η εξΑΕ κρίθηκε κατάλληλη και αναγκαία. Με τη δυνατότητα πρόσβασης κάθε μαθητή σε Η/Υ ή κάποια έξυπνη συσκευή και, ταυτόχρονα, η σχετικά απρόσκοπτη πρόσβαση στο διαδίκτυο, οι συσκευές αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν ως εργαλείο μάθησης και οικοδόμησης της γνώσης.

## **2.3 Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών από απόσταση**

Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών συνιστά μια εξαιρετικά σύνθετη διαδικασία, καθώς προϋποθέτει την ταυτόχρονη συνεκτίμηση διαφόρων παραγόντων, όπως ψυχολογικών, κοινωνικών και γνωστικών. Αντίστοιχα, η εξ αποστάσεως διδασκαλία χαρακτηρίζεται από αυξημένη πολυπλοκότητα, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη διερεύνηση και ανάλυση των επιμέρους πτυχών της.

Ειδικότερα, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στο δημοτικό σχολείο ορίζεται ως η διδακτική διαδικασία κατά την οποία ο εκπαιδευτικός και ο μαθητής αλληλεπιδρούν από διαφορετικούς χώρους και σε διαφορετικό, ή και ταυτόχρονο, χρόνο (Καραγγέλου & Κουτούζης, 2021). Στο πλαίσιο αυτό, οι Φυσικές Επιστήμες, όπως και τα υπόλοιπα

γνωστικά αντικείμενα, δύνανται να διδαχθούν εξ αποστάσεως – ακόμη και σε περιόδους κρίσεων, όπως η πανδημία COVID-19. Ωστόσο, η ιδιαιτερότητα του μαθήματος των ΦΕ, το οποίο συνδυάζει θεωρητική και πειραματική διάσταση, επιβάλλει τη χρήση πρόσθετων διδακτικών εργαλείων, όπως οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ), οι προσομοιώσεις και άλλες ψηφιακές εφαρμογές.

Η αξιοποίηση των ΤΠΕ είναι καθοριστικής σημασίας για την αποτελεσματική εφαρμογή της εξ αποστάσεως διδασκαλίας, οδηγώντας στην εισαγωγή των εννοιών της «εκπαιδευτικής τεχνολογίας» και της «ψηφιακής τεχνολογίας» στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι σχετικοί όροι αναφέρονται στην ενσωμάτωση τεχνολογικών εργαλείων που αποσκοπούν στη βελτίωση της ποιότητας της διδασκαλίας, διευκολύνοντας τη διάχυση της πληροφορίας και την καλλιέργεια της γνώσης. Στο επιστημονικό πεδίο της παιδαγωγικής, η πλέον διαδεδομένη έννοια είναι αυτή των ΤΠΕ, οι οποίες παρέχουν καινοτόμες δυνατότητες για τη διαχείριση και την παρουσίαση του εκπαιδευτικού περιεχομένου.

Η εφαρμογή των ΤΠΕ στη διδακτική πράξη θεωρείται επωφελής, καθώς επιτρέπει την επέκταση των γνωστικών οριζόντων των μαθητών και ενισχύει την αναζήτηση και την κριτική επεξεργασία των πληροφοριών. Μέσω της ψηφιακής αναζήτησης, οι μαθητές δεν αποκτούν απλώς πρόσβαση σε επιπλέον πηγές πληροφόρησης, αλλά αναπτύσσουν την ικανότητα να αξιολογούν την αξιοπιστία των δεδομένων, καλλιεργώντας έτσι την κριτική τους σκέψη. Η διαδικασία αυτή συνδέεται με την προσέγγιση «μαθαίνω πώς να μαθαίνω», η οποία επιδιώκει να καταστήσει τους μαθητές ικανούς να επιλέγουν, να αξιοποιούν και να προσαρμόζουν τη γνώση στο ατομικό και επαγγελματικό τους μέλλον.

Σύμφωνα με τον Γιαννούλα (2023), η εξ αποστάσεως εκπαίδευση παρουσιάζει πολλαπλά πλεονεκτήματα. Καταρχάς, οι ΤΠΕ επιτρέπουν την πρόσβαση στη γνώση ανεξαρτήτως χρονικών περιορισμών, καθιστώντας δυνατή τη μελέτη οποιαδήποτε στιγμή, είτε κατά τις νυχτερινές είτε κατά τις πρωινές ώρες. Επιπλέον, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση μειώνει το οικονομικό κόστος των σπουδών, δεδομένου ότι απαλλάσσει τους μαθητές και τους φοιτητές από δαπάνες που σχετίζονται με τη φυσική παρουσία τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα, παρέχει τη δυνατότητα μελέτης από οποιονδήποτε χώρο – είτε πρόκειται για το σπίτι, μια βιβλιοθήκη ή μια καφετέρια. Επίσης, μέσω των ΤΠΕ, οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε εκπαιδευτικά προγράμματα και πηγές

πληροφόρησης από διαφορετικές χώρες, γεγονός που διευρύνει τις γνωστικές και πολιτισμικές τους προοπτικές. Ο συγχρονισμός των πληροφοριακών συστημάτων, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες του διαδικτύου, επιτρέπει την ταχεία και αποτελεσματική αναζήτηση εκπαιδευτικού υλικού, ενώ η οπτικοποίηση εννοιών μέσω της οθόνης συνιστά έναν επιπλέον μηχανισμό επεξήγησης σύνθετων θεμάτων.

Ακόμη, η διαδικτυακή και η υβριδική μάθηση αποτελούν σύγχρονες προσεγγίσεις που ενσωματώνονται όλο και περισσότερο στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Σύμφωνα με τους Phanphech et al. (2022), η διαδικτυακή μάθηση μπορεί να διεξαχθεί είτε σε σύγχρονο είτε σε ασύγχρονο περιβάλλον, καθένα από τα οποία έχει διαφορετική επίδραση στην κατανόηση των μαθητών. Η μελέτη τους διαπίστωσε ότι η μάθηση μέσω Zoom (σύγχρονο περιβάλλον) και η μάθηση μέσω YouTube (ασύγχρονο περιβάλλον) επηρέασαν διαφορετικά το άγχος των μαθητών και την κατανόηση των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

### **2.3.1 Η διδακτική των Φυσικών Επιστημών και η πανδημία COVID-19**

Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες εξελίσσεται διαρκώς, με τις τεχνολογικές εξελίξεις να διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διδασκαλία και τη μάθηση. Στο πλαίσιο αυτό, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση (εξΑΕ) και οι νέες τεχνολογίες συμβάλλουν στην ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων διδασκαλίας, με ιδιαίτερη έμφαση στη χρήση απομακρυσμένων εργαστηρίων (Remote Labs) για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Eikaas et al., 2003).

Η εξΑΕ βασίζεται σε θεωρητικά μοντέλα που υποστηρίζουν τη μάθηση μέσα από την αλληλεπίδραση και τη βιωματική εμπειρία. Σύμφωνα με το Μοντέλο της Διδακτικής Αναδόμησης (MER) των Duit et al. (2012), η κατανόηση των φυσικών εννοιών απαιτεί προσεκτική ανάλυση των αντιλήψεων των μαθητών, την αναδόμηση της επιστημονικής γνώσης και την εφαρμογή σύγχρονων παιδαγωγικών στρατηγικών. Η χρήση απομακρυσμένων εργαστηρίων ενισχύει αυτή τη διαδικασία, επιτρέποντας στους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά σε πειραματικές δραστηριότητες (Duit et al., 2012).

Επιπλέον, η Θεωρία της Δραστηριότητας (Activity Theory) αναγνωρίζει τη σημασία των εργαλείων και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης στη μάθηση. Οι μαθητές δεν



είναι παθητικοί δέκτες της γνώσης αλλά συνδιαμορφωτές της μέσω της χρήσης τεχνολογικών εργαλείων, όπως τα απομακρυσμένα εργαστήρια. Με τη χρήση διαδικτυακών πειραμάτων, μπορούν να κατανοήσουν αφηρημένες έννοιες, όπως η διατήρηση της ενέργειας και η θερμική αλληλεπίδραση των συστημάτων (Eikaas et al., 2003).

Επιπροσθέτως, η έρευνα των Ametere & Khan (2021) ανέδειξε ότι η πανδημία COVID-19 επέβαλε νέες στρατηγικές διδασκαλίας, όπου η εξ αποστάσεως μάθηση μέσω βιντεοσκοπημένων διαλέξεων και διαδραστικών εργαστηρίων είχε θετικά αποτελέσματα στην κατανόηση των μαθητών. Επιπλέον, η μελέτη των Lestari et al. (2021) πρότεινε ότι η υβριδική μάθηση μπορεί να λειτουργήσει ως μια αποτελεσματική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων στη διδασκαλία της φυσικής, παρέχοντας στους μαθητές την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν τόσο σε διαδικτυακό όσο και σε φυσικό περιβάλλον μάθησης.

### **2.3.2 Τα απομακρυσμένα εργαστήρια**

Αναλυτικότερα, για τα απομακρυσμένα εργαστήρια (όπως αυτά αναφέρθηκαν παραπάνω), η βιβλιογραφία έχει καταδείξει ότι παρέχουν στους μαθητές τη δυνατότητα να διεξάγουν πειράματα σε πραγματικό χρόνο, χρησιμοποιώντας εξοπλισμό που βρίσκεται σε απομακρυσμένες τοποθεσίες. Μέσω αυτών, οι μαθητές μπορούν να συλλέξουν δεδομένα, να αναλύσουν φαινόμενα και να εξαγάγουν συμπεράσματα, ενισχύοντας έτσι τη διερευνητική μάθηση (Gustavsson et al., 2009).

Η υιοθέτηση των απομακρυσμένων εργαστηρίων στη διδασκαλία της φυσικής επιτρέπει τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, καθώς μειώνει τα εμπόδια πρόσβασης και επιτρέπει την εξατομίκευση της μάθησης. Σύμφωνα με τους Lestari et al. (2021), οι μαθητές που συμμετείχαν σε προγράμματα που χρησιμοποιούσαν απομακρυσμένα εργαστήρια παρουσίασαν αυξημένη κατανόηση των εννοιών και μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη φυσική.

Η ενσωμάτωση των απομακρυσμένων εργαστηρίων στη STEM εκπαίδευση μπορεί να ενισχύσει την εννοιολογική κατανόηση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων ανάλυσης δεδομένων. Σύμφωνα με την έρευνα των Karakaya & Avgin (2020), οι μαθητές που

εμπλέκονται σε δραστηριότητες STEM με πειραματικά δεδομένα από απομακρυσμένα εργαστήρια αναπτύσσουν κριτική σκέψη και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

Η υιοθέτηση μοντέλων μάθησης που συνδυάζουν την τεχνολογία και τη βιωματική προσέγγιση ενισχύει τη διαδραστικότητα και τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Επιπλέον, η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων σε διαδικτυακά εργαστήρια συμβάλλει στη διατήρηση της γνώσης και στη βαθύτερη κατανόηση των φυσικών εννοιών (Lestari et al., 2021).

Παρά τα πλεονεκτήματα των απομακρυσμένων εργαστηρίων, υπάρχουν και προκλήσεις που σχετίζονται με την τεχνολογική πρόσβαση, την καθοδήγηση των μαθητών και τη δυνατότητα διεξαγωγής πολύπλοκων πειραμάτων. Οι μαθητές ενδέχεται να χρειάζονται επιπλέον υποστήριξη για να αξιοποιήσουν πλήρως τα εργαλεία και να αναπτύξουν δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων (Phanphech et al., 2022). Επιπλέον, η έλλειψη φυσικής επαφής με τον εξοπλισμό μπορεί να περιορίσει την εμπειρία των μαθητών, μειώνοντας την αίσθηση της πρακτικής εφαρμογής.

Συμπερασματικά, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στη διδακτική διαδικασία, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, αποτελεί πλέον αναγκαιότητα. Η αξιοποίηση των ΤΠΕ συμβάλλει όχι μόνο στη διάχυση της γνώσης, αλλά και στη διαμόρφωση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος που προάγει τη διερευνητική προσέγγιση, την ανάπτυξη κριτικής σκέψης και τη δυνατότητα προσαρμογής σε ένα συνεχώς εξελισσόμενο γνωστικό πεδίο.

## **2.4 Υλικά και λογισμικά για την εξΑΕ**

Η παρούσα ενότητα εξετάζει τα εργαλεία που συνέβαλαν στη διαμόρφωση της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στη σημερινή της μορφή. Σημαντικές αλλαγές έχουν σημειωθεί διαχρονικά, με βασικότερη την εξέλιξη των μέσων μέσω των οποίων μεταδίδεται η πληροφορία. Αρχικά, η μετάδοση της γνώσης βασιζόταν σε γραπτά μηνύματα, όπως οι επιστολές, οι οποίες λειτουργούσαν ως πρωταρχικός φορέας πληροφόρησης. Στη συνέχεια, οι επιγραφές αποτέλεσαν ένα εξελιγμένο μέσο επικοινωνίας, συνδυάζοντας τη γραπτή πληροφορία με οπτικά στοιχεία, συμβάλλοντας έτσι στην ενίσχυση της



εκπαιδευτικής διαδικασίας. Παρά τις προκλήσεις της εποχής, η αναζήτηση της γνώσης δεν έπαψε ποτέ να αποτελεί πρωταρχικό στόχο των ανθρώπων.

Με την ανάπτυξη της τυπογραφίας, η εκπαίδευση ενισχύθηκε σημαντικά, καθώς τα βιβλία κατέστησαν την πρόσβαση στη γνώση πιο εύκολη και διαδεδομένη. Η τυπογραφία έπαιξε καθοριστικό ρόλο στη διάδοση της επιστημονικής σκέψης και της παιδείας, διαμορφώνοντας το θεμέλιο της σύγχρονης εκπαίδευσης. Παρά τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, τα βιβλία εξακολουθούν να κατέχουν κεντρική θέση στο εκπαιδευτικό σύστημα και να συμβάλλουν στην καλλιέργεια της επιστημονικής γνώσης.

Η εξέλιξη της επικοινωνίας συνεχίστηκε με την εφεύρεση του τηλεφώνου το 1876, το οποίο, εκτός από τη διευκόλυνση της καθημερινής επικοινωνίας, χρησιμοποιείται μέχρι και σήμερα για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το τηλέφωνο επιτρέπει την πραγματοποίηση μαθημάτων εξ αποστάσεως, την ανταλλαγή πληροφοριών και τη διεξαγωγή μαθηματικών υπολογισμών μέσω αριθμομηχανών, ενισχύοντας έτσι την εκπαιδευτική διαδικασία. Παράλληλα, το ραδιόφωνο αποτέλεσε ένα ακόμα εργαλείο μετάδοσης γνώσεων, καθώς μέσω ραδιοφωνικών εκπομπών μεταδίδονταν εκπαιδευτικά προγράμματα και πληροφορίες.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στη δημιουργία σύγχρονων μέσων εκπαίδευσης, προσφέροντας τη δυνατότητα στους εκπαιδευτικούς να επιλέγουν τα καταλληλότερα εργαλεία για τη διδασκαλία τους. Στο σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον, η εισαγωγή λογισμικών εφαρμογών έχει καταστήσει την εξΑΕ πιο προσιτή και αποδοτική (Λιοναράκης και συν., 2017). Ο όρος «εκπαιδευτικό λογισμικό» αναφέρεται σε προγραμματισμένες διδακτικές εφαρμογές που περιλαμβάνουν μαθησιακούς στόχους και επιδιώκουν συγκεκριμένα εκπαιδευτικά αποτελέσματα. Οι εκπαιδευτικοί αξιοποιούν αυτά τα λογισμικά για να προσελκύσουν το ενδιαφέρον των μαθητών και να ενισχύσουν τη μαθησιακή τους εμπειρία μέσω των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας.

Οι ΤΠΕ δεν περιορίζονται μόνο στη διδασκαλία της πληροφορικής, αλλά εφαρμόζονται και σε άλλα γνωστικά αντικείμενα, όπως οι Φυσικές Επιστήμες. Μια διδασκαλία θεωρείται αποτελεσματική όταν καταφέρνει να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και να επιτύχει τα μαθησιακά της αποτελέσματα. Δεδομένου ότι η εκπαιδευτική διαδικασία είναι πολύπλοκη, η αξιοποίηση εξειδικευμένων λογισμικών

διευκολύνει τη διδασκαλία και ενισχύει τη μαθησιακή διαδικασία. Τα βασικά εκπαιδευτικά λογισμικά περιλαμβάνουν:

- Γλώσσες προγραμματισμού
- Εκπαιδευτικές εφαρμογές
- Ψηφιακά εκπαιδευτικά παιχνίδια
- Προσομοιώσεις
- Αναζήτηση πληροφοριών στο διαδίκτυο
- Διαδικτυακή επικοινωνία για την επίλυση αποριών

Οι γλώσσες προγραμματισμού αποτελούν ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο, καθώς συμβάλλουν στην ανάπτυξη της λογικομαθηματικής σκέψης και στην επίλυση προβλημάτων που συναντώνται στην καθημερινότητα των μαθητών. Παράλληλα, ενισχύουν την αυτοπεποίθηση και τη δημιουργικότητα των μαθητών, καθώς τους επιτρέπουν να επιλύουν προβλήματα που θεωρούσαν προηγουμένως δύσκολα.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές, όπως οι επεξεργαστές κειμένου (π.χ. Microsoft Word), διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία. Μέσω αυτών, οι μαθητές μαθαίνουν να συντάσσουν, να αναζητούν και να οργανώνουν πληροφορίες, ενώ εξοικειώνονται με τη χρήση των ψηφιακών εργαλείων. Επιπλέον, εφαρμογές υπολογιστικών φύλλων και παρουσιάσεων (π.χ. Microsoft Excel και PowerPoint) επιτρέπουν στους μαθητές να αναλύουν δεδομένα και να παρουσιάζουν τα ευρήματά τους με δομημένο τρόπο.

Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια, αν και συνδέονται συχνά με την ψυχαγωγία, αποτελούν εξαιρετικό εργαλείο μάθησης, όταν χρησιμοποιούνται σωστά. Συμβάλλουν στην ενεργή συμμετοχή των μαθητών, ενισχύουν τη συνεργασία και προωθούν την ομαδική εργασία. Η ανάπτυξη εκπαιδευτικών παιχνιδιών απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως η ψυχολογία, ο σχεδιασμός, τα χρώματα, οι εικόνες και ο διαθέσιμος χρόνος χρήσης.

Η αναζήτηση πληροφοριών μέσω του διαδικτύου αποτελεί βασικό στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η εύκολη πρόσβαση σε πληθώρα πληροφοριών δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εμβαθύνουν στις γνώσεις τους και να διερευνούν

επιστημονικά ζητήματα. Ωστόσο, απαιτείται κριτική σκέψη και ικανότητα διαχωρισμού αξιόπιστων και αναξιόπιστων πηγών.

Τέλος, η διαδικτυακή επικοινωνία διευκολύνει την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών, παρέχοντας τη δυνατότητα για άμεση επίλυση αποριών και υποστήριξη της μαθησιακής διαδικασίας. Μέσω της χρήσης διαδικτυακών πλατφορμών, οι μαθητές μπορούν να συνεργάζονται σε ομάδες, να ανταλλάσσουν απόψεις και να υποβάλλουν ερωτήσεις, προάγοντας έτσι μια πιο διαδραστική και συνεργατική εκπαιδευτική εμπειρία.

Εν κατακλείδει, η αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών και των ΤΠΕ έχει αλλάξει ριζικά την εκπαιδευτική διαδικασία, προσφέροντας καινοτόμες δυνατότητες διδασκαλίας και μάθησης. Η ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών λογισμικών επιτρέπει τη δημιουργία ενός πιο δυναμικού, συμμετοχικού και προσαρμόσιμου μαθησιακού περιβάλλοντος, ανταποκρινόμενου στις σύγχρονες απαιτήσεις της εκπαίδευσης.

## **2.5 Στρατηγικές Αξιολόγησης της εξ Αποστάσεως Εκπαίδευσης**

### **2.5.1 Μέθοδοι αξιολόγησης**

#### **2.5.1.1 Συνεχής και τελική αξιολόγηση**

Η αξιολόγηση αποτελεί βασικό στοιχείο της εκπαιδευτικής διαδικασίας και στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς οι μαθητές δεν βρίσκονται σε φυσικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον εκπαιδευτικό. Οι σύγχρονες στρατηγικές αξιολόγησης αξιοποιούν την τεχνολογία για τη διατήρηση της επαφής με την εκπαιδευτική διαδικασία και την παροχή ουσιαστικής ανατροφοδότησης (Ahmed et al., 2021).

Η συνεχής αξιολόγηση στοχεύει στην παρακολούθηση της προόδου των μαθητών κατά τη διάρκεια του μαθήματος, παρέχοντας συνεχή ανατροφοδότηση μέσω εργασιών, κουίζ, συζητήσεων σε φόρουμ και συμμετοχικών δραστηριοτήτων. Οι μαθητές αναλαμβάνουν εργασίες που συνδέονται με την ύλη, ενώ τα κουίζ λειτουργούν ως μέθοδος ελέγχου κατανόησης σε τακτά διαστήματα (Ahmed et al., 2021).

Αντίθετα, η τελική αξιολόγηση εφαρμόζεται στο τέλος του μαθήματος και εστιάζει στην ολοκληρωμένη αποτίμηση της επίδοσης των μαθητών. Περιλαμβάνει γραπτές εξετάσεις, τελικά πρότζεκτ και προφορικές παρουσιάσεις. Τα τελικά πρότζεκτ ενσωματώνουν τη γνώση που αποκτήθηκε καθ' όλη τη διάρκεια του μαθήματος, ενώ οι προφορικές παρουσιάσεις αξιολογούν την ικανότητα επικοινωνίας και υποστήριξης ιδεών (Abutiraima et al., 2021).

Αν και η τελική αξιολόγηση παρέχει μια συνολική εικόνα της επίδοσης, παρουσιάζει περιορισμούς, καθώς μπορεί να αυξήσει το άγχος των μαθητών και να μην αντικατοπτρίζει απόλυτα τις πραγματικές τους δεξιότητες (Abutiraima et al., 2021).

#### **2.5.1.2 Αυτοαξιολόγηση και αξιολόγηση από ομότιμους**

Η αυτοαξιολόγηση ενθαρρύνει τους μαθητές να αξιολογήσουν την πρόοδό τους, αναγνωρίζοντας τις δυνάμεις και τις αδυναμίες τους μέσω ερωτηματολογίων και ημερολογίων μάθησης (Ahmed et al., 2021).

Η αξιολόγηση από ομότιμους επιτρέπει στους μαθητές να λαμβάνουν ανατροφοδότηση από συμμαθητές τους, αναπτύσσοντας δεξιότητες ανάλυσης και επικοινωνίας. Οι διαδικτυακές πλατφόρμες, όπως τα ηλεκτρονικά φόρουμ, διευκολύνουν τη συνεργασία, βελτιώνοντας την κατανόηση των μαθημάτων (Ahmed et al., 2021).

#### **2.5.1.3 Ηλεκτρονικές δοκιμές και ερωτηματολόγια**

Οι ηλεκτρονικές δοκιμές αποτελούν γρήγορο και αντικειμενικό τρόπο αξιολόγησης, επιτρέποντας στους μαθητές να λαμβάνουν άμεση ανατροφοδότηση. Χρησιμοποιούνται πλατφόρμες όπως το Moodle και το Blackboard, που επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη διόρθωση απαντήσεων (Abutiraima et al., 2021).

Τα ηλεκτρονικά ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις στάσεις και τις εμπειρίες των μαθητών, βοηθώντας στη βελτίωση της διδακτικής διαδικασίας. Ωστόσο, μπορεί να παρουσιάζουν περιορισμούς, καθώς οι μαθητές δεν συμμετέχουν πάντα πρόθυμα, επηρεάζοντας την ποιότητα των αποτελεσμάτων (Abutiraima et al., 2021).

#### **2.5.1.4 Παιχνίδια και προσομοιώσεις**

Η χρήση εκπαιδευτικών παιχνιδιών έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην αύξηση της εμπλοκής και της απόδοσης των μαθητών. Έρευνες δείχνουν ότι η χρήση παιχνιδιών βελτιώνει τη συνεργασία και ενισχύει τη δημιουργικότητα (Hakim, 2012).

Οι προσομοιώσεις επιτρέπουν στους μαθητές να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους σε εικονικά περιβάλλοντα, βοηθώντας στην κατανόηση σύνθετων εννοιών και στη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (Hakim, 2012).

#### **2.5.1.5 Εργασίες και έργα**

Οι εργασίες επιτρέπουν στους μαθητές να εμβαθύνουν στη γνώση, ενώ τα έργα ενισχύουν την εφαρμογή της μάθησης και την επίλυση προβλημάτων. Αν και παρέχουν μεγάλη ευελιξία, απαιτούν σαφή κριτήρια αξιολόγησης και προσεκτική ανάλυση από τον εκπαιδευτικό (Abutiraima et al., 2021).

#### **2.5.1.6 Συζητήσεις και διαδικτυακά φόρουμ**

Οι διαδικτυακές συζητήσεις και τα φόρουμ συμβάλλουν στην ενίσχυση της κριτικής σκέψης και της επικοινωνίας. Προσφέρουν ευελιξία, αλλά μπορεί να παρουσιάζουν προκλήσεις για μαθητές που δεν είναι εξοικειωμένοι με τις τεχνολογικές πλατφόρμες (Abutiraima et al., 2021).

### **2.5.2 Εργαλεία αξιολόγησης**

#### **2.5.2.1 Ψηφιακές πλατφόρμες αξιολόγησης**

Οι ψηφιακές πλατφόρμες όπως το Moodle, το Blackboard και το Google Classroom επιτρέπουν τη δημιουργία, διαχείριση και ανάλυση της μαθησιακής διαδικασίας, διευκολύνοντας την επικοινωνία μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικών (Ciplak et al., 2023).

### **2.5.2.2 Λογισμικά ανάλυσης προόδου**

Τα λογισμικά ανάλυσης προόδου παρέχουν εργαλεία παρακολούθησης της ακαδημαϊκής εξέλιξης μέσω αναφορών και διαγνωστικών τεστ. Η χρήση εκπαιδευτικών εργαλείων όπως το Edpuzzle, το Kahoot! και το Nearpod προσφέρει διαδραστικές μεθόδους αξιολόγησης, ενισχύοντας τη συμμετοχή των μαθητών (Ciplak et al., 2023).

### **2.5.2.3 Το webex**

Το WebEx είναι ένα εργαλείο τηλεεκπαίδευσης που υποστηρίζει τη διεξαγωγή διαδικτυακών εξετάσεων, συζητήσεων και διαδραστικών δραστηριοτήτων. Παρέχει δυνατότητες όπως μεταδόσεις βίντεο, συγχρονισμένη παρουσίαση υλικού και δημιουργία breakout rooms, επιτρέποντας την ευέλικτη αξιολόγηση μαθητών από απόσταση (Ciplak et al., 2023).

Οι στρατηγικές αξιολόγησης στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση εξελίσσονται με τη βοήθεια της τεχνολογίας, προσφέροντας ποικιλία μεθόδων που προσαρμόζονται στις ανάγκες των μαθητών. Η συνεχής και τελική αξιολόγηση, η αυτοαξιολόγηση, οι ηλεκτρονικές δοκιμές, τα παιχνίδια, οι εργασίες και τα λογισμικά ανάλυσης προόδου συμβάλλουν στη δημιουργία ενός δυναμικού μαθησιακού περιβάλλοντος. Η χρήση των ψηφιακών πλατφορμών επιτρέπει την παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, τη βελτίωση της διδακτικής πρακτικής και την ενίσχυση της συμμετοχής των μαθητών.

## **2.6 Η έννοια της ενέργειας και των μετατροπών της**

Η έννοια της ενέργειας είναι μια θεμελιώδης έννοια στη φυσική. Επιτρέπει την περιγραφή και την κατανόηση όλων των φυσικών φαινομένων και διαδικασιών και ορίζεται ως η ικανότητα ενός συστήματος να εκτελέσει έργο ή να παράγει θερμότητα. Είναι ένα μέγεθος που πάντοτε διατηρείται και μετατρέπεται από μια μορφή σε άλλη, χωρίς να δημιουργείται ή να καταστρέφεται, σύμφωνα με τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής. Μονάδα της ενέργειας στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) είναι το Joule (J) (Halliday, Resnick & Walker, 2013).

Στη διδασκαλία της φυσικής, η έννοια της ενέργειας μπορεί να αναλυθεί μέσα από τέσσερις βασικές αρχές, οι οποίες θεωρούνται θεμελιώδεις για την πλήρη κατανόησή της (Duit, 2014):

- Διατήρηση της Ενέργειας: Η αρχή της διατήρησης της ενέργειας είναι μία από τις σημαντικότερες αρχές της φυσικής και δηλώνει ότι η συνολική ενέργεια σε ένα κλειστό σύστημα παραμένει σταθερή. Η ενέργεια μπορεί να μετασχηματίζεται μεταξύ διαφορετικών μορφών, αλλά η συνολική ποσότητά της παραμένει αμετάβλητη. Αυτή η αρχή είναι θεμελιώδης τόσο για την κλασική μηχανική όσο και για τη θερμοδυναμική και αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της επιστημονικής σκέψης.
- Μεταφορά της Ενέργειας: Η ενέργεια μπορεί να μεταφερθεί από ένα σύστημα σε ένα άλλο μέσω διαφόρων μηχανισμών, όπως η θερμότητα και η εργασία. Η έννοια αυτή είναι καθοριστική για την κατανόηση φαινομένων όπως η θερμική αγωγή, η ηλεκτρική ισχύς και η κίνηση των σωμάτων. Στη σχολική διδασκαλία, η μεταφορά ενέργειας συχνά διδάσκεται μέσω πειραμάτων που αφορούν τη θερμότητα και τη ροή ενέργειας σε μηχανικά συστήματα.
- Μετατροπή της Ενέργειας: Όλες οι φυσικές διεργασίες συνοδεύονται από μετατροπές ενέργειας. Για παράδειγμα, η κινητική ενέργεια ενός κινούμενου αντικειμένου μπορεί να μετατραπεί σε θερμική ενέργεια μέσω της τριβής, ενώ η χημική ενέργεια ενός καυσίμου μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια σε μια γεννήτρια. Οι μαθητές χρειάζεται να κατανοήσουν ότι η ενέργεια δεν δημιουργείται ούτε καταστρέφεται, αλλά αλλάζει μορφή κατά τη διάρκεια των φυσικών διεργασιών.
- Υποβάθμιση της Ενέργειας: Η υποβάθμιση της ενέργειας σχετίζεται με τη δεύτερη αρχή της θερμοδυναμικής, σύμφωνα με την οποία κάθε μετατροπή ενέργειας συνοδεύεται από την παραγωγή θερμότητας, η οποία διαχέεται στο περιβάλλον και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί πλήρως για περαιτέρω εργασία. Αυτή η έννοια είναι κρίσιμη για την κατανόηση των ενεργειακών αποδόσεων και της βιωσιμότητας των ενεργειακών πόρων.

Η διδασκαλία της ενέργειας στα σχολεία είναι ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της επιστημονικής σκέψης των μαθητών. Έρευνες δείχνουν ότι η πλειονότητα των



μαθητών τείνει να αντιλαμβάνεται την ενέργεια ως μια έννοια που συνδέεται μόνο με την ηλεκτρική ενέργεια και τα καύσιμα, αγνοώντας τη φυσική της σημασία ως μια ποσότητα που μεταφέρεται και μετατρέπεται σε διάφορες μορφές (Duit & Häubler, 1994).

Σύμφωνα με τις σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις, η διδασκαλία της ενέργειας θα πρέπει να είναι διερευνητική και να ενσωματώνει σύγχρονα εργαλεία, όπως οι προσομοιώσεις, τα διαδραστικά πειράματα και τα εκπαιδευτικά λογισμικά. Η χρήση πολυτροπικών μοντέλων και αναπαραστάσεων έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στη διευκόλυνση της κατανόησης των μαθητών, καθώς επιτρέπει τη σύνδεση των αφηρημένων εννοιών με συγκεκριμένα παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (Neumann et al., 2013).

## 2.6.1 Μορφές Ενέργειας

Ορίζονται πολλές διαφορετικές μορφές ενέργειας, οι οποίες ταξινομούνται ανάλογα με τη φύση και τις ιδιότητές τους.

### 2.6.1.1 Κινητική Ενέργεια

Η κινητική ενέργεια σχετίζεται με την κίνηση ενός σώματος και δίνεται από τη σχέση:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

όπου  $m$  είναι η μάζα του σώματος (kg) και  $v$  η ταχύτητά του (m/s) (Serway & Jewett, 2014).

### 2.6.1.2 Δυναμική Ενέργεια

Η δυναμική ενέργεια σχετίζεται με τη θέση ενός σώματος μέσα σε ένα πεδίο δυνάμεων. Στην περίπτωση του βαρυτικού πεδίου, δίνεται από τη σχέση:

$$U = mgh$$

όπου  $g = 9.81\text{m/s}^2$  η επιτάχυνση της βαρύτητας και  $h$  το ύψος του σώματος από ένα οριζόντιο επίπεδο αναφοράς (Young & Freedman, 2020).



### **2.6.1.3 Θερμική Ενέργεια**

Η θερμική ενέργεια σχετίζεται με την κινητική ενέργεια των μορίων ενός σώματος. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του, τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμική ενέργειά του.

### **2.6.1.4 Χημική Ενέργεια**

Η χημική ενέργεια είναι η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους χημικούς δεσμούς των μορίων και απελευθερώνεται ή απορροφάται κατά τις χημικές αντιδράσεις, όπως η καύση καυσίμων ή ο μεταβολισμός των τροφών (Atkins & De Paula, 2018).

### **2.6.1.5 Ηλεκτρική Ενέργεια**

Η ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει από τη διαφορά δυναμικού και τη ροή ηλεκτρονίων μέσα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα και ορίζεται ως το έργο που παράγεται από ένα ηλεκτρικό πεδίο (Griffiths, 2013).

### **2.6.1.6 Πυρηνική Ενέργεια**

Είναι η ενέργεια αυτή προκύπτει από τις αντιδράσεις στους πυρήνες των ατόμων, είτε μέσω σχάσης (όπως στους πυρηνικούς αντιδραστήρες) είτε μέσω σύντηξης (όπως στον Ήλιο).

### **2.6.1.7 Ακτινοβολία και Ηλιακή Ενέργεια**

Η ηλιακή ενέργεια είναι μια μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που φτάνει στη Γη μέσω του φωτός και της θερμότητας από τον Ήλιο. Η ενέργεια αυτή είναι θεμελιώδης για τη ζωή και μπορεί να μετατραπεί σε άλλες μορφές ενέργειας (Halliday, Resnick & Walker, 2013).

## **2.6.2 Μετατροπές Ενέργειας**

Η ενέργεια δεν είναι στατική, αλλά συνεχώς μετατρέπεται από τη μία μορφή στην άλλη. Οι μετατροπές αυτές διέπονται από τους νόμους της θερμοδυναμικής. Σύμφωνα με

τον πρώτο νόμο της θερμοδυναμικής, η συνολική ενέργεια ενός απομονωμένου συστήματος παραμένει σταθερή:

$$E = Q - W$$

όπου Q είναι η θερμότητα που εισέρχεται στο σύστημα και W το έργο που παράγει το σύστημα (Young & Freedman, 2020).

### **3. Πρακτικό μέρος: Μια πρόταση για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της**

#### **3.1 Μεθοδολογία έρευνας**

Η έρευνα αυτή υλοποιήθηκε με στόχο τη διερεύνηση του κατά πόσο η δημιουργία και η εφαρμογή καινοτόμου εκπαιδευτικού υλικού για την ενέργεια και τις μετατροπές της, βασισμένου στις δυνατότητες και τα εργαλεία της εξΑΕ, προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα στους μαθητές. Επιπρόσθετα, το εκπαιδευτικό υλικό δομήθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι σύμφωνο με τα προβλεπόμενα μαθησιακά αποτελέσματα των νέων προγραμμάτων σπουδών για τα Φυσικά του Δημοτικού, ενσωματώνοντας τις παιδαγωγικές προτάσεις που δίνονται στον επίσημο οδηγό του εκπαιδευτικού και το συνοδευτικό υποστηρικτικό υλικό. Με αυτή τη στόχευση δημιουργήθηκε ένα εκπαιδευτικό πακέτο αναρτημένο σε έναν διαδικτυακό τόπο, με ελεύθερη πρόσβαση από τους μαθητές. Η διδασκαλία των θεματικών που σχετίζεται με την ενέργεια πραγματοποιήθηκε με πυλώνα τον προαναφερθέντα διαδικτυακό τόπο, υποστηριζόμενη και πλαισιωμένη με τα εργαλεία της εξΑΕ (π.χ. Webex). Μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης πραγματοποιήθηκαν διαδικασίες αποτύπωσης και αποτίμησης, με στόχο τη διαπίστωση ή όχι της εκπαιδευτικής καταλληλότητας και σημαντικότητας του υλικού.

Αναλυτικότερα, δημιουργήθηκαν 3 ψηφιακά σενάρια – φύλλα εργασίας με τίτλους:

- Τι είναι η ενέργεια;
- Μετατροπές και μεταμορφώσεις της ενέργειας
- Ενέργεια: καθημερινότητα και περιβάλλον

Σε αυτά τα τρία φύλλα εργασίας έγινε κατανομή του μεγαλύτερου πλήθους των προτεινόμενων μαθησιακών στόχων του νέου ΠΣ των Φυσικών του δημοτικού. Ανά φύλλο εργασίας πραγματοποιήθηκε η εξής κατανομή των στόχων:

Στο πρώτο φύλλο εργασίας, με τίτλο «Τι είναι η ενέργεια;», σύμφωνα με όσα ενσωματώθηκαν σε αυτό, η στόχευση ήταν οι μαθητές/τριες να είναι ικανοί:

- να συσχετίζουν την ενέργεια και την ύλη ως τα δύο «πρόσωπα» του ίδιου φυσικού μεγέθους, της ενέργειας
- να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ενέργειας
- να διακρίνουν ότι η ενέργεια προκαλεί τις όποιες αλλαγές της ύλης στο Σύμπαν
- να αναφέρουν ότι, ανάλογα με την προέλευση της ενέργειας και τη χρήση της, διακρίνουμε διάφορες μορφές ενέργειας.

Έτσι, κατ' αντιστοιχία, η στόχευση στο δεύτερο φύλλο εργασίας, με τίτλο «Μετατροπές και μεταμορφώσεις της ενέργειας», ήταν οι μαθητές/τριες:

- να παρατηρούν και να σχολιάζουν εικόνες (και άλλο εποπτικό υλικό) που παραπέμπουν σε διάφορες μορφές ενέργειας
- να περιγράφουν παραδείγματα ενεργειακών μεταμορφώσεων
- να διαπιστώνουν πειραματικά ότι η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφές
- να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ενέργειας και να εξοικειώνονται με τα ονόματά τους
- να εκτελούν απλά πειράματα μεταμορφώσεων ενέργειας και να καταγράφουν την αρχική και την τελική μορφή της
- να διακρίνουν ότι η ενέργεια μπορεί να αποθηκεύεται με διάφορους τρόπους
- να αναφέρουν παραδείγματα αποθήκευσης της ενέργειας
- να αναφέρουν παραδείγματα από την καθημερινή ζωή (π.χ. μπαλάκι που κινείται, τεντωμένο λάστιχο, συσπειρωμένο ελατήριο, κ.ά.) και να διακρίνουν τις διάφορες μορφές ενέργειας
- να αναφέρουν παραδείγματα αποθήκευσης της ενέργειας (π.χ. χημική ενέργεια στην μπαταρία)
- να παρατηρούν ή να περιγράφουν τη λειτουργία διαφόρων συσκευών (ή παιχνιδιών) διακρίνοντας τις μεταμορφώσεις της ενέργειας

Τέλος, για το τρίτο και τελευταίο φύλλο εργασίας, με τίτλο «Ενέργεια: καθημερινότητα και περιβάλλον», η στόχευση ήταν οι μαθητές/τριες να μπορούν:

- να διακρίνουν τις διαφορετικές ανανεώσιμες μορφές ενέργειας

- να αναγνωρίζουν την αναγκαιότητα οικονομίας στη χρήση της ενέργειας
- να διακρίνουν τις μορφές ενέργειας σε ανανεώσιμες/καθαρές και μη
- να συσχετίζουν τη χρήση των διαφόρων μορφών ενέργειας με την επίδρασή τους στο περιβάλλον
- να αναφέρουν συσκευές που μεταμορφώνουν ενέργεια και να εντοπίζουν την υποβάθμισή της (με τη μεταμόρφωση σε θερμική ενέργεια)
- να αναζητούν πληροφορίες για τις ανανεώσιμες/καθαρές και μη μορφές και να εντοπίζουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους
- να ευαισθητοποιούνται για την ανάγκη χρήσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας

Σχετικά με την παιδαγωγική προσέγγιση των τριών φύλλων εργασίας, καταβλήθηκε κάθε δυνατή προσπάθεια ώστε η δομή των μαθησιακών βημάτων να είναι αυτή που προβλέπεται από το νέο ΠΣ. Για κάθε ένα από αυτά (τα φύλλα), υπάρχουν τα πέντε προτεινόμενα μεθοδολογικά βήματα, σύμφωνα με την επιστημονική/εκπαιδευτική μέθοδο με διερεύνηση, η οποία:

- προκαλεί το ενδιαφέρον των νέων για το κάθε θεματικό πεδίο των φύλλων εργασίας, όπως θέματα της επικαιρότητας, σχετικά φυσικά ή και ανθρωπογενή φαινόμενα, επιστημονικές ή τεχνολογικές ανακοινώσεις, ή/και διαθεματικές αναφορές στις τέχνες (βήμα 1ο: Πρόκληση ενδιαφέροντος),
- προβληματίζει και ζητά υποθέσεις ή προτάσεις από τους νέους για τον τρόπο μελέτης του θεματικού πεδίου, συζητώντας μεταξύ τους και θέτοντας ερωτήματα, ώστε να συνδέσουν τη συγκεκριμένη θεματική με προϋπάρχουσες γνώσεις (βήμα 2ο: Προβληματισμός και διατύπωση υποθέσεων),
- εμπλέκει σε πειραματισμό (πραγματικό ή εικονικό, με πραγματικές κατά το δυνατόν μετρήσεις και ιδιοκατασκευές) τους/τις μαθητές/τριες, κατατάσσοντάς τους/τες σε ομάδες και διακρίνοντας ρόλους. Ο πειραματισμός –απαραίτητα– πρέπει να είναι αποδεικτικός (απορριπτικός ή επιβεβαιωτικός) μιας υπόθεσης και ανακαλυπτικός της «θεωρίας» των

μαθητών/τριών και όχι επιδεικτικός μετά τη διατύπωση της γνωστής θεωρίας (βήμα 3ο: Πειραματισμός),

- ζητά τη διατύπωση των παρατηρήσεων, των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων των μαθητών/τριών που θα αποτελέσουν την εξαχθείσα γνώση, τη «θεωρία» τους (βήμα 4ο: Διατύπωση παρατηρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων), και
- εφαρμόζει διεπιστημονικά και διαθεματικά τη «θεωρία», την εμπεδώνει, τη γενικεύει σε ευρύτερες θεματικές και την ερμηνεύει με τον μικρόκοσμο (βήμα 5ο: Εφαρμογές, γενίκευση, μικρο-ερμηνείες).

### **3.2 Η αναγκαιότητα και η προστιθέμενη αξία της έρευνας**

Όπως έχει αναφερθεί προγενέστερα, η παρούσα έρευνα επιχειρεί να συνεισφέρει (με παραγωγή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού) στη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της στο πλαίσιο των νέων προγραμμάτων σπουδών των φυσικών του Δημοτικού. Η προσπάθεια αυτή δεν είναι εύκολη, μιας και η έννοια της ενέργειας χρησιμοποιείται για την περιγραφή και την εξήγηση φυσικών φαινομένων σε όλους τους τομείς της φυσικής (Feynman, Leighton, & Sands, 1964) κατέχει κεντρική θέση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Ωστόσο, μιας και αποτελεί μια «αφηρημένη» έννοια που δε συνδέεται άμεσα με αισθητηριακές εμπειρίες, την καθιστά δύσκολη στη διδασκαλία και την κατανόηση από τους μαθητές (Duit, 1987).

Αποδελτιώνοντας τις έως τώρα αντίστοιχες έρευνες, γίνεται φανερό ότι οι μαθητές διαμορφώνουν εναλλακτικές αντιλήψεις για την ενέργεια, συχνά επηρεασμένες από την καθημερινή τους εμπειρία. Σε πολλές περιπτώσεις, οι μαθητές θεωρούν την ενέργεια ως μια «ουσία» που καταναλώνεται ή εξαντλείται, παρά ως μια φυσική ποσότητα που διατηρείται (Solomon, 1985; Trumper, 1993). Επίσης, συχνά δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη διάκριση μεταξύ των διαφορετικών μορφών της ενέργειας (κίνηση, θερμότητα, ηλεκτρισμός, χημική ενέργεια) και τη σημασία της αρχής διατήρησής της.

Για να αντιμετωπιστούν αυτές οι δυσκολίες, έχουν προταθεί διάφορες διδακτικές προσεγγίσεις που βασίζονται στην εποικοδομητική μάθηση και στη διερευνητική διδασκαλία (Driver et al., 1994). Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στην διερευνητική

προσέγγιση μιας και αυτή προκρίνουν τα νέα προγράμματα σπουδών και ενσωματώνει τρεις κύριες βασικές προσεγγίσεις:

- την πειραματική προσέγγιση, όπου η χρήση πειραμάτων και προσομοιώσεων επιτρέπει στους μαθητές/τριες να μελετούν και να παρατηρήσουν τις μετατροπές της ενέργειας και να προσεγγίζουν την αρχή της διατήρησής της (Lijnse, 1990),
- αυτή της μοντελοποίησης, όπου η χρήση συμβολικών και διαγραμματικών αναπαραστάσεων βοηθά τους μαθητές να διαμορφώσουν μια σαφέστερη εικόνα των μετατροπών ενέργειας (Papadouris & Constantinou, 2016) και
- τη διεπιστημονική προσέγγιση που επιχειρείται σύνδεση της έννοιας της ενέργειας με άλλες επιστήμες, όπως η βιολογία (ενέργεια στους οργανισμούς) και η χημεία (χημική ενέργεια και αντιδράσεις) (Millar, 2005).

Στην Ελλάδα, η διδασκαλία της ενέργειας έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας αλλά και αξιολόγησης σχετικών εκπαιδευτικών παρεμβάσεων, όχι όμως με αναφορές στα Νέα Προγράμματα Σπουδών και τις στοχεύσεις τους. Ο Κολιόπουλος (2022) μελέτησε τη χρήση ιστορικών προσεγγίσεων στη διδασκαλία της ενέργειας και διαπίστωσε ότι η εισαγωγή της ιστορίας της φυσικής βοηθά τους μαθητές να κατανοήσουν τη διαμόρφωση της έννοιάς της. Επιπλέον, ο Καραβασίλης και συν. (2020) εξέτασαν τη χρήση εικονικών εργαστηρίων και προσομοιώσεων στη διδασκαλία της ενέργειας, καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές που χρησιμοποίησαν διαδραστικά περιβάλλοντα είχαν καλύτερες επιδόσεις σε συγκριτικά τεστ αξιολόγησης.

Διεθνώς, αντίστοιχες μελέτες, έχουν αξιολογήσει την αποτελεσματικότητα των διδακτικών παρεμβάσεων στη διδασκαλία της ενέργειας. Ενδεικτικά θα μπορούσαν να αναφερθούν οι:

- Goldring & Osborne (1994) που μελέτησαν την επίδραση της χρήσης εννοιολογικών χαρτών στη διδασκαλία της ενέργειας και διαπίστωσαν ότι η χρήση διαγραμματικών αναπαραστάσεων βοηθά στη βαθύτερη κατανόηση της έννοιας.
- Neumann, Viering, Boone & Fischer (2013) που Ανέλυσαν τις νοητικές παραστάσεις των μαθητών για την ενέργεια και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη ενός συνεκτικού μοντέλου διδασκαλίας της ενέργειας από μικρές ηλικίες μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την επιστημονική τους σκέψη.

- Papadouris & Constantinou (2016) που προτείνουν μια διδακτική προσέγγιση βασισμένη σε δραστηριότητες διερεύνησης, που οδηγεί σε καλύτερη κατανόηση της διατήρησης και των μετατροπών της ενέργειας.

### **3.2.1 Υποστήριξη των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών και Εμπλουτισμός των Εκπαιδευτικών Αποθετηρίων**

Ακόμη μια από τις στοχεύσεις της εκπαιδευτικής πρότασης είναι η υποστηρίξη των Νέων Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών του Δημοτικού και επιπρόσθετα ο εμπλουτισμός των εκπαιδευτικών αποθετηρίων.

Η αναθεώρηση και ο εκσυγχρονισμός των προγραμμάτων σπουδών στις Φυσικές Επιστήμες αποτελεί προτεραιότητα των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων διεθνώς, με στόχο την ενίσχυση της επιστημονικής παιδείας και τη διαμόρφωση μαθητών με κριτική σκέψη (OECD, 2018). Στην Ελλάδα, τα νέα Προγράμματα Σπουδών (Π.Σ.) στις Φυσικές Επιστήμες για το Δημοτικό Σχολείο ενσωματώνουν σύγχρονες παιδαγωγικές προσεγγίσεις και δίνουν έμφαση στη διερευνητική μάθηση, στη διαθεματικότητα και στη χρήση ψηφιακών εργαλείων (ΙΕΠ, 2022). Ωστόσο, η αποτελεσματική εφαρμογή αυτών των προγραμμάτων προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο να είναι εναρμονισμένο με τις απαιτήσεις του νέου προγράμματος και να υποστηρίζει την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία.

Σχετικά με το εκπαιδευτικό υλικό πρέπει να σχεδιαστεί με τρόπο που να προάγει την ενεργητική εμπλοκή των μαθητών, την ανάπτυξη δεξιοτήτων επιστημονικού γραμματισμού και την εξοικείωσή τους με βασικές επιστημονικές πρακτικές (Bybee, 2014). Παράλληλα, να δίνεται έμφαση στη σύνδεση των φυσικών επιστημών με την καθημερινή ζωή και τη σύγχρονη τεχνολογία, ώστε να καλλιεργηθεί η αναγνώριση της επιστήμης ως εργαλείου κατανόησης και ερμηνείας του κόσμου. Η προσπάθεια συνθεσης προτοτυπου υλικού κρίνεται απαραίτητη μιας και τα σχολικά εγχειρίδια που αποτελούν σημαντική βάση για τη διδασκαλία είναι υπό έκδοση στη Ελλάδα. Ταυτόχρονα, η ανάγκη για συμπληρωματικό εκπαιδευτικό υλικό είναι ιδιαίτερα έντονη, προκειμένου να καλυφθούν και οι απαιτήσεις των νέων Π.Σ. ώστε να υποστηριχθεί και η διαφοροποιημένη διδασκαλία (ΙΕΠ, 2022).



Τέλος, τα εκπαιδευτικά αποθετήρια αποτελούν έναν σημαντικό εκπαιδευτικό πόρο που προάγει τη διάθεση, την ανταλλαγή και την κατά βούληση προσαρμογή του διαθέσιμου διδακτικού υλικού από τους εκπαιδευτικούς. Στην Ελλάδα, η πλατφόρμα «Φωτόδεντρο» που αποτελεί το Εθνικό Αποθετήριο Μαθησιακών Αντικειμένων φιλοξενεί πλούσιο εκπαιδευτικό υλικό για όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Φωτόδεντρο, 2023). Παρόμοια διεθνή αποθετήρια, όπως το OER Commons και το PhET Interactive Simulations, παρέχουν πρόσβαση σε πληθώρα εκπαιδευτικών πηγών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών (Kimmons, 2015).

Το γεγονός ότι στα αποθετήρια, πολλές φορές, το διαθέσιμο υλικό δεν είναι πλήρως εναρμονισμένο με τα νέα Π.Σ. (ή δεν καλύπτει επαρκώς όλες τις θεματικές τους ενότητες) συνηγορεί στην αναγκαιότητα μια τέτοιας προσπάθειας.

### **3.3 Ερευνητικά ερωτήματα – Υποθέσεις**

Βασικός πυλώνας της ερευνητικής υπόθεσης της παρούσας εργασίας είναι το αν ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μεταμορφώσεων της (όπως αυτή προτείνεται στο σύνολό της από τα νέα ΠΣ των Φυσικών Δημοτικού) προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές, όταν η διδασκαλία πραγματοποιείται μέσω της εξΑΕ. Αναλυτικότερα, και μετά από αποδελτίωση της σχετικής βιβλιογραφίας, τα ερευνητικά ερωτήματα διαμορφώθηκαν ως εξής:

1. Είναι εφικτή η δημιουργία σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού (με δωρεάν και προσβάσιμο λογισμικό στους εκπαιδευτικούς) για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της, συμβατού με τις ανάγκες της εξΑΕ και εναρμονισμένου με τη στοχοθεσία των νέων ΠΣ για τα Φυσικά;

2. Η εφαρμογή στην πράξη μιας εξ αποστάσεως διδακτικής πρότασης για την ενέργεια και τις μετατροπές της (εναρμονισμένης με τα χαρακτηριστικά του παραπάνω ερωτήματος) προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές/τριες, όπως προβλέπονται από το νέο ΠΣ για τα Φυσικά;

### **3.4 Δείγμα της έρευνας και στοιχεία της διδακτικής παρέμβασης**

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 40 μαθητές (22 αγόρια και 18 κορίτσια) της Ε' τάξης δύο δημοτικών σχολείων της Αττικής, χωρισμένοι σε δύο τμήματα (ένα τμήμα σε κάθε σχολείο). Τα τμήματα αυτά ήταν ομοιογενή ως προς σύνθεσή τους (μαθησιακά και ηλικιακά). Η διδακτική παρέμβαση στο δείγμα πραγματοποιήθηκε το σχολικό έτος 2023-24. Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε από την ίδια εκπαιδευτικό σε όλα τα τμήματα, διασφαλίζοντας έτσι την ομοιομορφία στην εφαρμογή της παρέμβασης και τη συνοχή της διδακτικής προσέγγισης.

Οι μαθητές και οι μαθήτριες είχαν διδαχθεί το συγκεκριμένο αντικείμενο (την ενέργεια και τις μετατροπές της) και ήταν εξοικειωμένοι με ψηφιακά εργαλεία διδασκαλίας. Ανταποκρίθηκαν με προθυμία, συμμετέχοντας ενεργά στις δραστηριότητες και αξιοποιώντας τις διαθέσιμες τεχνολογικές δυνατότητες. Οι γονείς τους είχαν ενημερωθεί εκ των προτέρων για τη διεξαγωγή της παρέμβασης, τον σκοπό της και τον τρόπο υλοποίησής της, εξασφαλίζοντας έτσι τη συναίνεσή τους.

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ώρες εκτός του τυπικού διδακτικού ωραρίου, προκειμένου να διασφαλιστεί η απρόσκοπτη συμμετοχή των μαθητών χωρίς να επηρεάζεται το επίσημο πρόγραμμα της σχολικής μονάδας. Η παρέμβαση υλοποιήθηκε εξ αποστάσεως, αξιοποιώντας πλήρως τις τεχνικές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, όπως σύγχρονη και ασύγχρονη επικοινωνία, χρήση ψηφιακών εργαλείων και διαδραστικών δραστηριοτήτων.

### **3.5 Υλικά και μέσα διδασκαλίας**

Για την επίτευξη των στόχων της διδακτικής παρέμβασης χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω υλικά και μέσα:

- Ηλεκτρονικοί Υπολογιστές (ή και τάμπλετ) με πρόσβαση στο διαδίκτυο
- Η εκπαιδευτική πλατφόρμα του webex για την εξ αποστάσεως διδακτική παρέμβαση
- Τα ψηφιακά φύλλα εργασίας που περιελάμβαναν τους απαραίτητους συνδέσμους

#### **4. Εκπαιδευτικό υλικό – Φύλλα εργασίας**

Για την υλοποίηση των φύλλων εργασίας προκρίθηκε η δωρεάν εφαρμογή της ανάπτυξης ιστοσελίδων της google (googlesites). Αυτό γιατί το Google Sites είναι ένα δωρεάν και εύχρηστο εργαλείο δημιουργίας ιστοτόπων που παρέχει πλήθος επιθυμητών λειτουργιών, χωρίς να απαιτείται από τους χρήστες να έχουν υψηλή εξειδίκευση. Μερικά από τα χαρακτηριστικά που θεωρήθηκαν σημαντικά είναι:

- Δυνατότητα επιλογής – μεταφοράς – απόθεσης (Drag – and – Drop): Η δυνατότητα αυτή είναι εύκολα υλοποιήσιμη από τους χρήστες, καθώς δεν απαιτεί γνώσεις προγραμματισμού για να ενσωματωθούν στη σελίδα κείμενο, εικόνες, βίντεο και ψηφιακό περιεχόμενο.
- Δυνατότητες ενσωμάτωσης υλικού και πηγών.
- Μορφή και πρότυπα σελίδας: Στους χρήστες παρέχονται άρτια προδιαμορφωμένα πρότυπα τα οποία μπορούν να τροποποιήσουν με ευκολία, προσαρμόζοντάς τα στις ανάγκες τους (αισθητικές και λειτουργικές).
- Απόκριση σε Κινητές Συσκευές: Οι ιστότοποι που δημιουργούνται με το Google Sites είναι αυτόματα βελτιστοποιημένοι για κινητές συσκευές.
- Χαρακτηριστικά Συνεργασίας: Το Google Sites υποστηρίζει συνεργασία σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας σε πολλούς χρήστες να επεξεργάζονται και να ενημερώνουν τον ιστότοπο ταυτόχρονα.
- Δικαιώματα Κοινής Χρήσης Υλικού

## 5. SPSS Statistics

Το SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα στατιστικά εργαλεία για την ανάλυση δεδομένων στις κοινωνικές επιστήμες, την εκπαίδευση και άλλους ερευνητικούς τομείς. Η ευρεία του χρήση στη διδακτική της Φυσικής απορρέει από τη δυνατότητά του να επεξεργάζεται μεγάλα σύνολα δεδομένων, να παρέχει πολύπλοκες αναλύσεις και να διευκολύνει την εξαγωγή επιστημονικών συμπερασμάτων με υψηλό βαθμό αξιοπιστίας.

Στο πλαίσιο της έρευνας για τη διδασκαλία της Φυσικής, το SPSS χρησιμοποιείται για την ανάλυση δεδομένων που προκύπτουν από πειραματικές μελέτες, ερωτηματολόγια, αξιολογήσεις μαθητών και εκπαιδευτικές παρεμβάσεις. Συγκεκριμένα, το λογισμικό επιτρέπει τη στατιστική επεξεργασία μεταβλητών που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων, τη σύγκριση επιδόσεων μαθητών πριν και μετά από μια παρέμβαση, καθώς και την ανάλυση παραγόντων που επηρεάζουν την κατανόηση των φυσικών εννοιών.

Οι κυριότερες αναλύσεις που εφαρμόζονται μέσω του SPSS στη διδακτική της Φυσικής περιλαμβάνουν την περιγραφική στατιστική (υπολογισμός μέσων όρων, διακυμάνσεων και τυπικών αποκλίσεων), τις συγκριτικές αναλύσεις (t-test, ANOVA, που αφορούν στη σύγκριση επιδόσεων μεταξύ διαφορετικών ομάδων μαθητών), την παραγοντική ανάλυση (διερεύνηση σχέσεων μεταξύ αντιλήψεων των μαθητών για τις φυσικές έννοιες και των μαθησιακών τους αποτελεσμάτων) και την πολυμεταβλητή ανάλυση παλινδρόμησης (προσδιορισμός του βαθμού στον οποίο συγκεκριμένοι παράγοντες επηρεάζουν την απόδοση των μαθητών στη Φυσική) (Ανδριόπουλος, 2023).

Η χρήση του SPSS στη διδακτική έρευνα της Φυσικής επιτρέπει την τεκμηριωμένη αξιολόγηση διδακτικών μεθόδων και τη διαμόρφωση εκπαιδευτικών στρατηγικών που βασίζονται σε δεδομένα. Μέσω της στατιστικής ανάλυσης, οι ερευνητές και οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσδιορίσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στην κατανόηση των φυσικών νόμων, να αξιολογήσουν την αποτελεσματικότητα εναλλακτικών διδακτικών μοντέλων (όπως η μάθηση μέσω πειραμάτων ή η χρήση προσομοιώσεων) και να αναπτύξουν βελτιωμένες παιδαγωγικές πρακτικές.

Επιπλέον, το SPSS συμβάλλει στην αποτίμηση της επίδρασης των ψηφιακών εργαλείων στη διδασκαλία της Φυσικής, καθώς επιτρέπει τη στατιστική επεξεργασία δεδομένων που αφορούν την αλληλεπίδραση των μαθητών με τεχνολογικά περιβάλλοντα μάθησης, όπως οι προσομοιώσεις φυσικών φαινομένων και τα εικονικά εργαστήρια.

### **5.1 Έλεγχος t δειγμάτων κατά ζεύγη – Paired-samples t-test**

Το SPSS διαθέτει πληθώρα λειτουργιών, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνεται και το paired-samples t-test. Πρόκειται για μια στατιστική διαδικασία που εφαρμόζεται σε δύο δειγματοληψίες που αφορούν το ίδιο δείγμα. Ειδικότερα, η μέθοδος αυτή συγκρίνει τις επιδόσεις ενός συνόλου ατόμων σε δύο διαφορετικά χρονικά σημεία: πριν και μετά από μια παρέμβαση. Αρχικά, πραγματοποιείται μέτρηση της απόδοσης (για παράδειγμα, στη Φυσική) και στη συνέχεια η ίδια μέτρηση επαναλαμβάνεται, προκειμένου να υπολογιστεί η μέση τιμή των δύο καταστάσεων. Στο τελευταίο στάδιο, οι δύο μέσες τιμές συγκρίνονται, ώστε να διαπιστωθεί η κατεύθυνση της αλλαγής, είτε προς θετική είτε προς αρνητική εξέλιξη. Η ενσωμάτωση των τεχνολογιών στη διδακτική διαδικασία, καθώς και η εφαρμογή της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, συμβάλλουν στη βελτίωση της μαθησιακής αποτελεσματικότητας, συμπεριλαμβανομένης της διδασκαλίας της Φυσικής.

### **5.2 Έλεγχος t ανεξάρτητων δειγμάτων – Independent samples t-test**

Μία ακόμη λειτουργία του SPSS είναι το independent samples t-test. Πρόκειται για μια στατιστική διαδικασία που εφαρμόζεται σε δύο δειγματοληψίες που αφορούν δύο διαφορετικά δείγματα. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση αυτής της μεθόδου επιτρέπει την αξιολόγηση της στατιστικής σημαντικότητας των διαφορών μεταξύ των μέσων όρων δύο υπό μελέτη ομάδων, παρέχοντας αντικειμενικά κριτήρια για την επιβεβαίωση ή την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, η εφαρμογή του εργαλείου αυτού ενδείκνυται, αφού οι δύο ομάδες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, η εξαρτημένη μεταβλητή κάθε φορά είναι συνεχής και ποσοτική, ενώ η ανεξάρτητη μεταβλητή (μέθοδος διδασκαλίας) είναι κατηγορική και διακριτή. Επιπλέον, το δείγμα των μαθητών είναι

σχετικά μεγάλο (N=40 σε κάθε ομάδα) και πραγματοποιήθηκε έλεγχος της υπόθεσης ισότητας διακυμάνσεων.

## 6. Τα ψηφιακά φύλλα εργασίας

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δημιουργήθηκε μια online ψηφιακή πλατφόρμα – διαδικτυακός ιστότοπος με 3 φύλλα εργασίας για τη διδασκαλία της Ενέργειας και των Μετατροπών της. Το πρώτο φύλλο εργασίας έχει τίτλο «Τι είναι ενέργεια;», το δεύτερο «Μετατροπές και Μεταμορφώσεις Ενέργειας» και το τρίτο «Ενέργεια: Καθημερινότητα και Περιβάλλον». Η δομή και των τριών φύλλων εργασίας ήταν κοινή και ακολουθούσε τα βήματα της προτεινόμενης διερευνητικής διδασκαλίας από τα Νέα Προγράμματα Σπουδών. Τα φύλλα εργασίας ήταν και φύλλα αξιολόγησης, με δεδομένο ότι καταγράφονταν οι υποθέσεις και τα συμπεράσματα των μαθητών κάθε φορά.

Η πλατφόρμα υλοποίησης που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Google Sites, ένα δωρεάν και εύχρηστο εργαλείο της Google για δημιουργία ιστότοπων, με πλευρικό άνω μενού πλοήγησης για τις επιμέρους υποσελίδες / φύλλα εργασίας. Προκρίθηκε απλός, φιλικός σχεδιασμός, με ευδιάκριτες γραμματοσειρές και λίγα χρώματα, για να παραμένουν οι σελίδες ευανάγνωστες και ξεκάθαρες για μαθητές Δημοτικού. Στο ίδιο πλαίσιο επιλέχθηκε και η σχετικά μικρή έκταση κειμένου σε κάθε ενότητα, ώστε να μην κουράζονται οι μαθητές.

Ειδικότερα, για τα βήματα της διατύπωσης υποθέσεων, πειραματισμού και συμπερασμάτων χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικές φόρμες καταγραφής και κοινόχρηστα έγγραφα. Παρακάτω παρατίθενται τα φύλλα εργασίας, όπως αυτά ήταν προσβάσιμα στους μαθητές/-τριες κατά τη διάρκεια της έρευνας.

### 6.1 1<sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας

Το πρώτο φύλλο εργασίας, με τίτλο «Τι είναι Ενέργεια;», εισάγει τους μαθητές στην έννοια της ενέργειας μέσω μιας σειράς θεμελιωδών φυσικών φαινομένων, τα οποία έχουν μελετηθεί εκτενώς στην επιστήμη της Φυσικής. Στο πλαίσιο αυτό, παρουσιάζεται ο Albert Einstein, ο οποίος διαδραμάτισε καταλυτικό ρόλο στην κατανόηση των φυσικών νόμων, συνεισφέροντας σημαντικά στην ανάπτυξη θεωριών και ερευνητικών προσεγγίσεων που διαμόρφωσαν τη σύγχρονη Φυσική (Εικόνα 1).

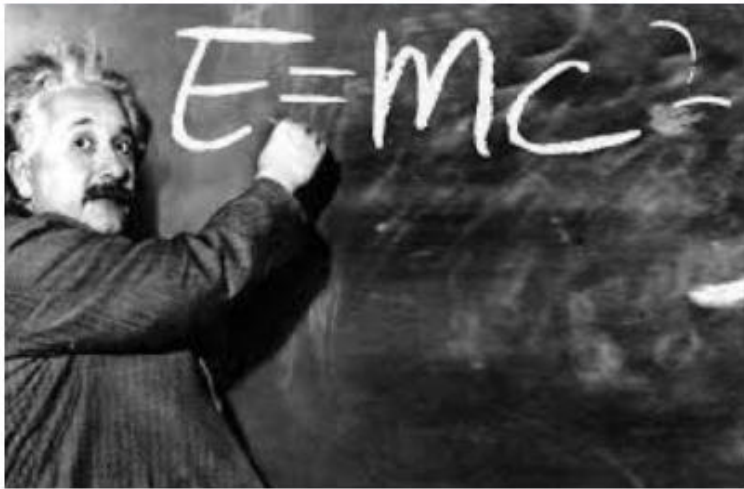
Στη συνέχεια, περιλαμβάνονται δύο εκπαιδευτικά βίντεο. Το πρώτο εστιάζει στη Θεωρία της Σχετικότητας, όπου η παρουσίαση γίνεται μέσα από τη δική του επιστημονική οπτική. Το δεύτερο βίντεο πραγματεύεται τη δημιουργία του Σύμπαντος, μια θεματική ενότητα που έχει απασχολήσει ευρύ φάσμα επιστημόνων και συνδέεται άμεσα με την έννοια της ενέργειας (Εικόνα 2).

Ακολούθως, οι μαθητές καλούνται να συμμετάσχουν σε στοχευμένες δραστηριότητες, οι οποίες περιλαμβάνουν διερευνητικά ερωτήματα του τύπου «Τι;», «Πώς;», «Γιατί;», προάγοντας έτσι την κριτική σκέψη και την επιστημονική διερεύνηση. Στο τελευταίο τμήμα του φύλλου εργασίας, γίνεται αναφορά στην περίφημη εξίσωση  $E = mc^2$ , αναδεικνύοντας τη θεμελιώδη σχέση μεταξύ μάζας και ενέργειας, όπως διατυπώθηκε από τον Einstein (Εικόνα 3).

Σε αυτό το φύλλο εργασίας δίνετε έμφαση στη διερεύνηση με σαφείς οδηγίες, π.χ. «1) Πήγαινε σε αυτόν τον σύνδεσμο, 2) Παίξε με τις επιλογές μάζας, ύψους κ.λπ., 3) Κατέγραψε σε ένα μικρό πίνακα τι συμβαίνει στην κινητική και τη δυναμική ενέργεια» κ.ά. Στόχος είναι οι μαθητές να οδηγούνται σε συμπεράσματα βάσει της προσωπικής τους εξερεύνησης.



## Τι είναι η Ενέργεια;



⏪ ⏩ ⏴ ⏵

### Διατύπωση Υποθέσεων

zaitoulas@gmail.com [Ενάλιαση λογαριασμού](#)

Δεν κοινοποιήθηκε

\* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση

Τι ονομάζουμε Ενέργεια, μπορείς να δώσεις έναν ορισμό της \*

Η απάντησή σας

Αφού συζητήσατε με τα άτομα της ομάδας σου στο δωμάτιο του Webex, προσπάθησα να αναφέρω τα χαρακτηριστικά της ενέργειας και τις διάφορες μορφές της (αν αυτές υπάρχουν).


Η απάντησή σας

Υποβολή
Εκκαθάριση φόρμας


Μην υποβάζετε ποτέ κωδικούς πρόσβασης μέσω των φορμών Google.

Google Στοιχεία: Αυτό το παράγραφο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει αποθηκευτεί από την Google.

### Πειραματισμός



Albert Einstein explaining the energy-mass rela...



The Creation Of The Universe | Universe | BBC ...

Εικόνα 1





## 6.2 2<sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας


Το δεύτερο φύλλο εργασίας, με τίτλο «*Μετατροπές και Μεταμορφώσεις της Ενέργειας*», ξεκινά με την προβολή ενός εκπαιδευτικού βίντεο που εστιάζει στη μετατροπή της ενέργειας μέσω της κίνησης ενός χάμστερ μέσα σε έναν χώρο εξοπλισμένο με αντικείμενα αλληλεπίδρασης. Στη συγκεκριμένη προσομοίωση, αποτυπώνεται με σαφήνεια η διαδικασία μετατροπής διαφόρων μορφών ενέργειας, παρέχοντας ένα εποπτικό παράδειγμα για την κατανόηση του φαινομένου (Εικόνα 4).

Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν δύο υποθέσεις σχετικά με τις ενεργειακές μετατροπές (Εικόνα 4). Ακολουθεί αναφορά στη σημασία του πειραματισμού, με σκοπό την ενίσχυση της ερευνητικής διάθεσης των μαθητών και την προτροπή για περαιτέρω ενασχόληση με το αντικείμενο στο οικιακό τους περιβάλλον. Η ενότητα αυτή εμπλουτίζεται με διαδικτυακές προσομοιώσεις, μέσω των οποίων οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν διαδικτυακά και να ανακαλύψουν με βιωματικό τρόπο τις αρχές που διέπουν τη μετατροπή της ενέργειας (Εικόνα 5).

Στο τελικό στάδιο του φύλλου εργασίας, πραγματοποιείται αναφορά στο σχολικό εγχειρίδιο, ενώ η μάθηση ενισχύεται μέσω της σύνδεσης με τη βάση ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού *Φωτόδεντρο*, όπου παρέχονται πρόσθετοι εκπαιδευτικοί πόροι σχετικά με το αντικείμενο (Εικόνα 6).


Και σε αυτό το φύλλο εργασίας δίνετε έμφαση στη διερεύνηση με σαφείς οδηγίες, π.χ. «1) Πήγαινε σε αυτόν τον σύνδεσμο, 2) Παίξε με τις επιλογές μάζας, ύψους κ.λπ., 3) Κατέγραψε σε ένα μικρό πίνακα τι συμβαίνει στην κινητική και τη δυναμική ενέργεια» κ.ά. Στόχος είναι να οδηγούνται σε συμπεράσματα βάσει της προσωπικής τους εξερεύνησης.

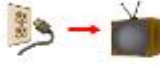
## Μετατροπές και μεταμορφώσεις της ενέργειας





MAJOR HAMSTER vs. DOMINOES & MARBLES - Amazing C...


Παρακολούθηση σε YouTube

















Διατύπωση Υποθέσεων

**ΔΥ2**

setoulas@gmail.com [Εναλλαγή λογαριασμού](#)

Δεν συνιστάται

\*Υποδεικνύει απαιτούμενη εργασία

Ποιος είναι ο λόγος που συμβαίνουν οι αλλαγές και η μετακίνησης των αντικειμένων στο παραπάνω βίντεο. Μπορείς να δώσεις μια εξήγηση χρησιμοποιώντας την έννοια της ενέργειας;

Η απάντησή σας

Όλες οι συσκευές και τα μηχανήματα χρειάζονται ενέργεια, για να λειτουργήσουν. \*

Τι συμβαίνει με την ενέργεια, όταν χρησιμοποιούμε τις συσκευές αυτές;

Η απάντησή σας

Ποιες αλλαγές στη μορφή της ενέργειας διαπιστώνεις παρατηρώντας την παραπάνω σκηνή;

Η απάντησή σας

Μπορείς να εξηγήσεις τις διαφορετικές ονομασίες της ενέργειας; \*

Η απάντησή σας

**Υποβολή**
[Εκκαθάριση φόρμας](#)

Μην αποβάλλετε παράνομους πρόσβασης μέσω των Google Forms

Google Forms Αυτό το πακέτο εργαλείων δημιουργήθηκε και διαχειρίζεται από την Google.

Εικόνα 4





Εικόνα 5

#### Διατύπωση παρατηρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων

Συμπληρώνουμε τα συμπεράσματά μας για το τι αναμάζουμε:

Ενέργειες Μεταμορφώσεως:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Αποθήκες Ενέργειας:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Εφαρμογές, γενίκευση, μικρο-ερμηνείες



Εικόνα 6

### **6.3 3<sup>ο</sup> Φύλλο Εργασίας**

Το τρίτο φύλλο εργασίας, με τίτλο «Ενέργεια, Καθημερινότητα και Περιβάλλον», εστιάζει στη σχέση της ενέργειας με το φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Η εισαγωγή πραγματοποιείται μέσω της παρουσίασης οπτικού υλικού, στο οποίο περιλαμβάνονται χαρακτηριστικές εικόνες από φυσικά φαινόμενα, όπως η έκρηξη ενός ηφαιστείου, προκειμένου να καταδειχθεί η αλληλεπίδραση της ενέργειας με το περιβάλλον (Εικόνα 7).

Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν τρεις υποθέσεις σχετικά με τη λειτουργία της ενέργειας στην καθημερινότητα και το περιβάλλον (Εικόνα 7). Ακολουθεί πειραματική δραστηριότητα μέσω μιας διαδικτυακής πλατφόρμας, όπου οι μαθητές διερευνούν τον «χάρτη της ενέργειας» και αποκτούν τη δυνατότητα να μελετήσουν τη διάχυση της ενέργειας σε διάφορους τομείς της ζωής (Εικόνα 8).

Στη συνέχεια, πραγματοποιείται αναφορά στις διαφορετικές μορφές ενέργειας που απαντώνται στο φυσικό περιβάλλον, με τη χρήση αντίστοιχου οπτικοακουστικού υλικού (Εικόνα 8). Το φύλλο εργασίας ολοκληρώνεται με μια διαδικασία γενίκευσης και εξαγωγής συμπερασμάτων, ενώ παρέχονται βιβλιογραφικές αναφορές που υποστηρίζουν το περιεχόμενο της ενότητας (Εικόνα 9).

Σε αυτό το φύλλο εργασίας δίνετε έμφαση στη σύνδεση με την καθημερινότητα. Στο τέλος του, υπάρχει μέρος για αναστοχασμό, όπου οι μαθητές γράφουν τι σκέφτονται για το μέλλον της ενέργειας και τι θα μπορούσαν να κάνουν για να βοηθήσουν στο θέμα της κλιματικής αλλαγής. Εδώ υπεισέρχεται και η «κοινωνική» διάσταση της Φυσικής.



## Μετατροπές και μεταμορφώσεις της ενέργειας



### Διατύπωση Υποθέσεων

ΔΥ3

[zeioulee@gmail.com](mailto:zeioulee@gmail.com) [Ενδεικτική Λογαριασμού](#)

Δεν κοινοποιήθηκε

\* Υποδεικνύει απαιτούμενη απάντηση

Μπορούμε να καταλάβουμε την ενέργεια σε καθαρή και μη; Ποιο ή ποια είναι τα κριτήρια;

Η απάντησή σας

Τι ονομάζουμε απερίθλη ενέργειας; Γιατί πρέπει να είμαστε προσεκτικοί στη χρήση της ενέργειας;

Η απάντησή σας


Πώς η διαφορετικός μορφές ενέργειας μπορεί να επηρεάσουν το περιβάλλον που ζούμε αλλά και τον πλανήτη μας γενικότερα;

Η απάντησή σας

Εικόνα 7







**Πειραματισμός**

Μελετώντας το Χάρτη της Ενέργειας



**Energy System Map**

The Energy System Map is a dynamic educational tool to explore the global energy system, featuring 90+ pages on fundamental energy topics, a series of short Youtube videos, and an ongoing Energy 101 social media series. The Energy System Map has reached over 10 million users worldwide since its launch.

Ηλιακή ενέργεια	Αιολική ενέργεια	Θαλάσσια ενέργεια	Υδροηλεκτρική ενέργεια	Γεωθερμική ενέργεια	Βιοενέργεια
					
Πηγή: Ήλιος	Πηγή: Άνεμος	Πηγή: Κύματα, παλίρροιες	Πηγή: Υδατα	Πηγή: Γη	Πηγή: Βιομάζα, απόβλητα
Τεχνολογίες: Φωτοβολταϊκά, ηλιακή θερμική ενέργεια	Τεχνολογίες: Ανεμογεννήτριες	Τεχνολογίες: Φράγματα, παλίρροια φράγματα	Τεχνολογίες: Υδροηλεκτρικοί σταθμοί	Τεχνολογίες: Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας και αντλίες θερμότητας	Τεχνολογίες: Καύση βιομάζας, μονάδες παραγωγής βιοαερίου, βιοκαύσιμα
Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη	Εφαρμογές: Ηλεκτρική ενέργεια, θέρμανση και ψύξη, Μεταφορές

Εικόνα 8

#### Διατύπωση παρατηρήσεων, αποτελεσμάτων, συμπερασμάτων

Αναγνώστρες Μορφές Ενέργειας αναγνώστες:

.....

.....

.....

Τα πλεονεκτήματά τους είναι:

.....

.....

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

.....

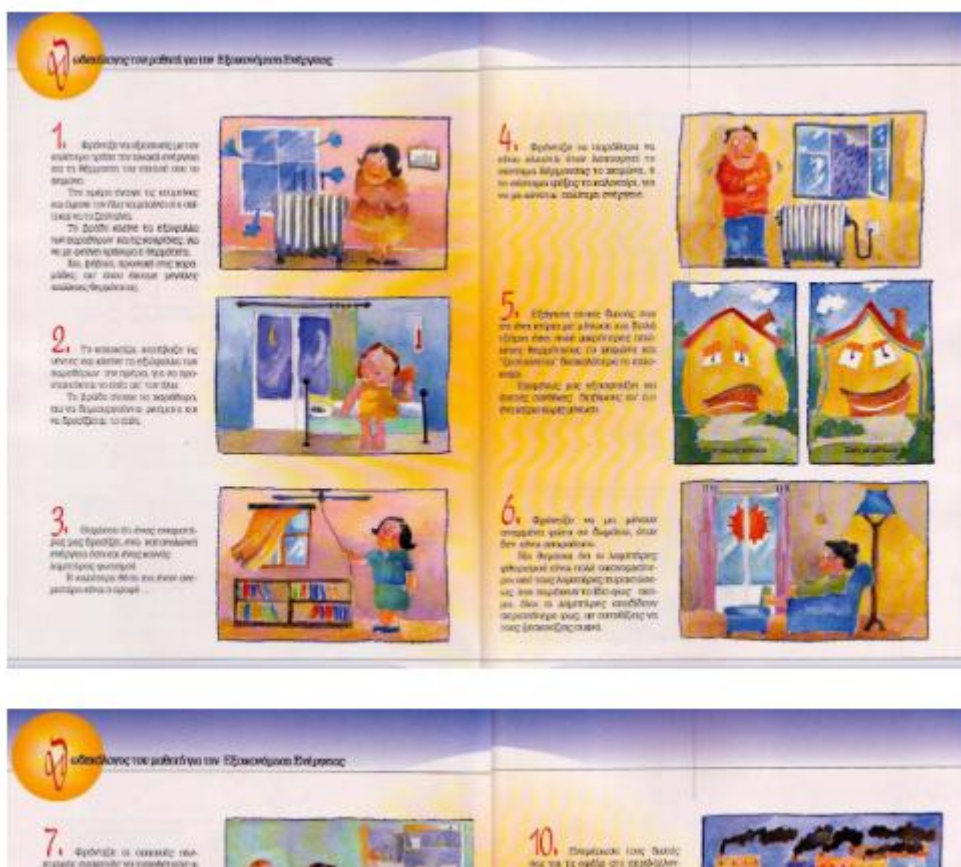
.....

Πρέπει να χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο ανανεώσιμες μορφές ενέργειας γιατί:

.....

.....

#### Εφαρμογές, γενίκευση, μικρο-ερμηνείες



Εικόνα 9

Συγκεντρωτικά ο ιστότοπος χαρακτηρίζεται από μερικά σημαντικά τεχνολογικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες, ενσωματώνοντας σύγχρονα και δωρεάν προσβάσιμα τεχνολογικά εργαλεία όπως τα:

- Google Forms: Σε κάθε φύλλο εργασίας (υποσελίδα), οι μαθητές βρίσκουν ένα σύντομο Google Form, το οποίο συμπληρώνουν για να καταγράψουν σκέψεις, προτάσεις ή απαντήσεις σε ερωτήσεις. Οι απαντήσεις αποθηκεύονται αυτόματα, ώστε ο εκπαιδευτικός να μπορεί να παρακολουθεί την πρόοδό τους.
- YouTube Videos: Είτε ως ενσωματωμένα (embedded) είτε ως υπερσύνδεσμοι που ανοίγουν νέα καρτέλα (για να μη «χάνεται» η σελίδα) προς διευκόλυνση των μαθητών.
- Προσομοιώσεις & Εκπαιδευτικά Παιχνίδια: Περιλαμβάνονται σύνδεσμοι σε προσομοιώσεις (π.χ. από PhET) σχετικά με την ενέργεια. Ο σχεδιασμός (layout) της σελίδας φροντίζει να είναι ευκρινής και να περιέχονται σύντομες οδηγίες χρήσης (τι να κάνουν οι μαθητές βήμα-βήμα).

Ταυτόχρονα υπήρξε μέριμνα για απρόσκοπτη πλοήγηση, ευχρηστία, διευκόλυνση της προσβασιμότητας και της άμεσης απόκρισης. Το γεγονός αυτό αποτυπώνεται από τα χαρακτηριστικά:

- της επιλογής μενού με τρεις βασικές ενότητες και ύπαρξη αρχικής σελίδας, όπου υπάρχει σύντομη περιγραφή του σκοπού της πλατφόρμας - site. Όπως επίσης και η ύπαρξη επιλογής «Επιστροφή» ή «Back to Home», στο κάτω μέρος κάθε υποσελίδας, για να μεταβαίνουν εύκολα οι μαθητές,
- της δυνατότητας για αυτόματη προσαρμογή σε κινητές συσκευές (τάμπλετ, κινητά),
- της μέριμνας για σχετικά μεγάλα γράμματα, καθαρή γραμματοσειρά, αποφυγή υπερβολικού χρώματος ή εφέ φόντου που δυσκολεύουν την ανάγνωση.

Τέλος, παρότι ο ιστότοπος είναι προσβάσιμος οποιαδήποτε στιγμή (ασύγχρονα), προβλέπεται ότι θα μπορεί να χρησιμοποιείται και σε σύγχρονες συναντήσεις μέσω Webex (break-out rooms κ.λπ.). Επομένως, έχει δομηθεί κατάλληλα για να δίνει τη



δυνατότητα σε μαθητές είτε να εργαστούν μόνοι τους (π.χ. σε «εργασία στο σπίτι») είτε μαζί με συμμαθητές τους και τον εκπαιδευτικό να συντονίζει.

Η προτεινόμενη διδακτική ακολουθία που δύναται να ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός μπορεί να είναι το να εκκινήσει η διδακτική παρέμβαση με την υποσελίδα «Τι είναι η Ενέργεια;» (1-2 διδακτικές ώρες). Έπειτα, να προχωρήσει με τις «Μετατροπές και Μεταμορφώσεις» (άλλες 1-2 ώρες) και, τέλος, να ολοκληρωθεί με την «Ενέργεια: Καθημερινότητα και Περιβάλλον» (επιπλέον 1-2 ώρες). Ανάλογα με το πώς είναι οργανωμένη η τάξη (π.χ. Webex), οι μαθητές μπορούν να δουλέψουν ομαδικά σε breakout rooms, βλέποντας ταυτόχρονα το περιεχόμενο του site συζητώντας και εκτελώντας δραστηριότητες.

Ο εκπαιδευτικός μπορεί να συλλέγει τις απαντήσεις στα Google Forms, να δημιουργήσει εξαγωγή των δεδομένων (π.χ. σε ένα φύλλο Google Sheets), και να αξιολογήσει την εμπλοκή των μαθητών. Επίσης, οι προαιρετικές γραπτές αναφορές / καταγραφές των πειραμάτων (screenshots από τις προσομοιώσεις) μπορούν να δοθούν ως εργασία.

Κλείνοντας το κεφάλαιο αυτό, προτείνονται μερικές βελτιωτικές παρεμβάσεις ή επεκτάσεις. Αυτές θα μπορούσε να είναι η προσθήκη περισσότερων ενσωματωμένων προσομοιώσεων και σεναρίων (π.χ. πρόσθετα σενάρια για την ενέργεια στα τρόφιμα, την καύση, τον μεταβολισμό, κ.λπ.), η δημιουργία διαβαθμισμένων δραστηριοτήτων στο πλαίσιο της διαφοροποιημένης διδασκαλίας (πιο απλές / πιο σύνθετες δραστηριότητες) ανάλογα με το επίπεδο των μαθητών και η σύνδεση με εργαστήρια δεξιοτήτων (προσθήκη «μικρών πρότζεκτ» - π.χ. μαθητές φτιάχνουν «Ηλιακό Φουρνάκι» κι ανεβάζουν φωτογραφίες ή στοιχεία στο site).

## **7. Η διδακτική παρέμβαση**

### **7.1 Πρώτη διδακτική παρέμβαση**

Η διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε από την ερευνήτρια μέσω του webex και η τάξη οργανώθηκε σε ομάδες με τη βοήθεια του break-out sessions. Οι μαθητές και οι μαθήτριες ήταν σε επαφή με το ψηφιακό διδακτικό υλικό της διδασκαλίας, συμπληρώνοντας κάθε φορά ψηφιακά τις υποθέσεις και τα συμπεράσματά τους. Οι απαντήσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν και για την αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης.

Οι μαθητές είχαν ήδη διδαχθεί τα αντίστοιχα κεφάλαια και τις θεματικές ενότητες, όπως αυτές προβλέπονταν από το νέο ΠΣ. Για την αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα επιλέχθηκε η παρακάτω ερευνητική πρακτική.

Η προϋπάρχουσα γνώση αποτυπώθηκε μέσω των αρχικών ερωτημάτων και στη συνέχεια καταγράφηκαν ξανά οι απαντήσεις των μαθητών (μετά τη διδακτική παρέμβαση). Οι απαντήσεις των μαθητών κατηγοριοποιήθηκαν σε κλίμακα ως εξής:

- 0      λανθασμένη απάντηση
- 1      μερικώς σωστή και
- 2      επιστημονικά ορθή

Τα αποτελέσματα αυτά, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση (pre& post test) καταχωρήθηκαν στο στατιστικό πρόγραμμα spss με στόχο τη διερεύνηση της ύπαρξης στατιστικά σημαντικών διαφορών στις απαντήσεις των μαθητών. Τα αποτελέσματα για κάθε φύλλο εργασίας και ερώτημα ακολουθούν παρακάτω.

### **7.2 Δεύτερη διδακτική παρέμβαση**

Προς ενίσχυση της αποτύπωσης της παιδαγωγικής σημασίας του προτεινόμενου υλικού, διενεργήθηκε μια δεύτερη διδακτική παρέμβαση. Αυτή πραγματοποιήθηκε σε ίδιο αριθμό μαθητών (N=40, 19 αγόρια και 21 κορίτσια), όπως και η αρχική παρέμβαση, με τη διαφορά ότι η διδασκαλία υλοποιήθηκε εξ ολοκλήρου δια ζώσης και χωρίς τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Το εκπαιδευτικό υλικό που διανεμήθηκε ήταν ακριβώς ίδιο ως

προς το περιεχόμενο, αλλά αυτή τη φορά είχε εκτυπωθεί και διανεμηθεί στους μαθητές σε έντυπη μορφή.

Η διδασκαλία πραγματοποιήθηκε σε φυσικό περιβάλλον, σε σχολική αίθουσα, όπου οι μαθητές είχαν τη δυνατότητα άμεσης αλληλεπίδρασης με τον εκπαιδευτικό και μεταξύ τους. Κατά τη διάρκεια της παρέμβασης εφαρμόστηκε η ομαδοσυνεργατική μέθοδος και αξιοποιήθηκαν εργαστηριακές δραστηριότητες, προσαρμοσμένες από το αρχικό εκπαιδευτικό υλικό. Οι μαθητές εργάστηκαν σε μικρές ομάδες, διεξάγοντας πειράματα και συζητήσεις υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού.

Η εκπαιδευτικός είχε ενεργό και καθοδηγητικό ρόλο, παρέχοντας ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας έτσι την άμεση επικοινωνία και αλληλεπίδραση μέσα στην τάξη. Οι δραστηριότητες ολοκληρώθηκαν σε τέσσερις διδακτικές ώρες και είχαν στόχο την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με την ενέργεια και τις μετατροπές

Μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης, πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση με το ίδιο ακριβώς ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε και στην πρώτη παρέμβαση, ώστε να καταγραφούν και να συγκριθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα και οι διαφορές στην απόδοση των μαθητών σε σχέση με την πρώτη, εξ αποστάσεως παρέμβαση.

## 8. Αποτελέσματα

### 8.1 Πρώτη διδακτική παρέμβαση

Οι ερωτήσεις και των τριών φύλλων εργασίας κατηγοριοποιήθηκαν σε 6 ερωτήματα που απαντήθηκαν από τους/τις μαθητές/-τριες πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση. Αυτές είναι:

- Ερωτήσεις δηλωτικών γνώσεων και ορισμών
- Ερωτήσεις σχετικά με τα χαρακτηριστικά της Ενέργειας
- Ερωτήσεις σχετικά με τις μορφές της Ενέργειας
- Ερωτήσεις σχετικά με τις ενεργειακές μετατροπές
- Ερωτήσεις σχετικά με τις ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας
- Ερωτήσεις σχετικά με την Ενέργεια και το Περιβάλλον

Οι απαντήσεις, όπως καταγράφηκαν από τα ψηφιακά εργαλεία πριν και μετά τη διδασκαλία, καταχωρήθηκαν στο spss, ώστε να προκύψει η μη στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ αρχικών και τελικών (pre-post) απαντήσεων.

Για τις δηλωτικές γνώσεις και την ορθή αναφορά των ορισμών σχετικά με την Ενέργεια, παρότι ο μέσος όρος των απαντήσεων μετά την παρέμβαση είναι μεγαλύτερος σε σχέση με πριν ( $M.O._{post} = 1,35 - M.O._{pre} = 1,25$ ), δεν καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά, μιας και  $p > 0,05$  (Two-Sided  $p = 0.160$ ).

Πίνακας 1

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. ErrorMean
Pair 1	Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί - pre	1,2500	40	,63043	,09968
	Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί - post	1,3500	40	,57957	,09164



**Πίνακας 2**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί - pre - Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί - post	-,10000	,44144	,06980	-,24118	,04118	-1,433	39	,080	,160

Σχετικά με τις απαντήσεις των μαθητών/-τριών που αφορούσαν τα χαρακτηριστικά της Ενέργειας, παρατηρήθηκε ότι υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά με τους μαθητές και τις μαθήτριες να επιτυγχάνουν υψηλότερο M.O. απαντήσεων μετά τη διδασκαλία ( $M.O._{post} = 1,15 - M.O._{pre} = 1,35$ ) και  $p < 0,01$ .

**Πίνακας 3**

<b>Paired Samples Statistics</b>					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Χαρακτηριστικά της ενέργειας - pre	1,1500	40	,48305	,07638
	Χαρακτηριστικά της ενέργειας - post	1,3500	40	,57957	,09164

**Πίνακας 4**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Χαρακτηριστικά της ενέργειας - pre - Χαρακτηριστικά της ενέργειας - post	- ,20000	,40510	,06405	-,32956	-,07044	- 3,122	39	,002	,003

Για τα ερωτήματα που αφορούσαν τις μορφές της Ενέργειας, καταγράφονται καλύτερες επιδόσεις των μαθητών/-τριών μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία συνοδεύεται και με ανίχνευση στατιστικά σημαντικής διαφοράς από τον έλεγχο του Paired Sample t-Test ( $M.O._{post} = 1,15 - M.O._{pre} = 1,50$ ) και  $p < 0,01$ .

**Πίνακας 5**

<b>Paired Samples Statistics</b>					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. ErrorMean
Pair 1	Μορφές της ενέργειας - pre	1,1500	40	,48305	,07638
	Μορφές της ενέργειας - post	1,5000	40	,55470	,08771

**Πίνακας 6**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Μορφές της ενέργειας - pre - Μορφές της ενέργειας - post	-,35000	,53349	,08435	-,52062	-,17938	-4,149	39	<,001	<,001

Για τα ερωτήματα των Ενεργειακών μετατροπών που λαμβάνουν χώρα σε διάφορες φυσικές διεργασίες και φαινόμενα, οι μαθητές και οι μαθήτριες πέτυχαν αρκετά υψηλότερες επιδόσεις μετά τη διδασκαλία και καταγράφηκε ξεκάθαρα η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ( $M.O_{post} = 0,900$  -  $M.O_{pre} = 1,275$ ) και  $p < 0,01$ .

**Πίνακας 7**

<b>Paired Samples Statistics</b>					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Ενεργειακές μετατροπές - pre	,9000	40	,54538	,08623
	Ενεργειακές μετατροπές - post	1,2750	40	,64001	,10119

**Πίνακας 8**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Ενεργειακές μετατροπές - pre - Ενεργειακές μετατροπές - post	-,37500	,66747	,10554	-,58847	-,16153	-3,553	39	<,001	,001

Για τα ερωτήματα που αφορούν τις Ανανεώσιμες και μη μορφές Ενέργειας, καταγράφεται βελτίωση στις απαντήσεις των μαθητών/-τριών και ύπαρξη σημαντικής στατιστικής διαφοράς ( $M.O._{post} = 1,05 - M.O._{pre} = 1,20$ ) και  $p < 0,01$  (Two-Sided  $p = 0,160$ ).

**Πίνακας 9**

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας - pre	1,0500	40	,55238	,08734
	Ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας - post	1,2000	40	,64847	,10253

**Πίνακας 10**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας - pre - Ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας - post	- ,15000	,36162	,05718	-,26565	-,03435	- 2,623	39	,006	,012

Τέλος, σχετικά με τα ερωτήματα που αφορούν την Ενέργεια και τις επιπτώσεις της χρήσης της στο Περιβάλλον, διαπιστώθηκε η ύπαρξη στατιστικά σημαντικής διαφοράς μεταξύ των απαντήσεων των μαθητών/-τριών πριν και μετά τη διδασκαλία, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερες επιδόσεις μετά την παρέμβαση ( $M.O_{post} = 1,075 - M.O_{pre} = 1,300$ ) και  $p < 0,05$  (Two-Sided  $p = 0,005$ ).

**Πίνακας 11**

<b>Paired Samples Statistics</b>					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Ενέργεια και περιβάλλον - pre	1,0750	40	,65584	,10370
	Ενέργεια και περιβάλλον - post	1,3000	40	,68687	,10860

**Πίνακας 12**

Paired Samples Test										
		Paired Differences					t	df	Significance	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				One-Sided p	Two-Sided p
					Lower	Upper				
Pair 1	Ενέργεια και περιβάλλον - pre - Ενέργεια και περιβάλλον – post	-,22500	,47972	,07585	-,37842	-,07158	-2,966	39	,003	,005

## 8.2 Δεύτερη διδακτική παρέμβαση

Για τα αποτελέσματα της δεύτερης διδακτικής παρέμβασης ακολουθήθηκε στατιστική ανάλυση των απαντήσεων των δύο ομάδων (διδασκαλία ομάδων διά ζώσης και εξ αποστάσεως) ανά κατηγορία ερώτησης. Για τον έλεγχο αυτό, χρησιμοποιήθηκε το Independent Samples T-test με χρήση του στατιστικού προγράμματος SPSS. Τα αποτελέσματα των στατιστικών ελέγχων παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

**Πίνακας 13**

Group Statistics					
	Διδασκαλία	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί	Διά ζώσης	40	1,1179	,62416	,09869
	εξΑΕ	40	1,1953	,50068	,07916
Χαρακτηριστικά της ενέργειας	Διά ζώσης	40	1,2888	,62642	,09905
	εξΑΕ	40	1,3215	,52433	,08290
Μορφές της ενέργειας	Διά ζώσης	40	1,4053	,48631	,07689
	εξΑΕ	40	1,4579	,38453	,06080
Ενεργειακές μετατροπές	Διά ζώσης	40	,7744	,65297	,10324
	εξΑΕ	40	1,2115	,55383	,08757
Ανανεώσιμες και μη	Διά ζώσης	40	,7596	,62426	,09870
	εξΑΕ	40	1,2047	,50967	,08059
Ενέργεια και περιβάλλον	Διά ζώσης	40	,9441	,66670	,10542
	εξΑΕ	40	1,3373	,59748	,09447

**Πίνακας 14**

Independent Samples Effect Sizes					
		Standardizer <sup>a</sup>	Point Estimate	95% Confidence Interval	
				Lower	Upper
Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί	Cohen's d	,56580	-,137	-,575	,303
	Hedges' correction	,57131	-,135	-,570	,300
	Glass's delta	,50068	-,154	-,593	,286
Χαρακτηριστικά της ενέργειας	Cohen's d	,57764	-,057	-,495	,382
	Hedges' correction	,58327	-,056	-,490	,378
	Glass's delta	,52433	-,062	-,501	,376
Μορφές της ενέργειας	Cohen's d	,43838	-,120	-,558	,319
	Hedges' correction	,44265	-,119	-,553	,316
	Glass's delta	,38453	-,137	-,575	,303
Ενεργειακές μετατροπές	Cohen's d	,60543	-,722	-1,172	-,267
	Hedges' correction	,61133	-,715	-1,161	-,265
	Glass's delta	,55383	-,789	-1,257	-,313
Ανανεώσιμες και μη	Cohen's d	,56985	-,781	-1,234	-,324
	Hedges' correction	,57540	-,774	-1,222	-,321
	Glass's delta	,50967	-,873	-1,348	-,390
Ενέργεια και περιβάλλον	Cohen's d	,63304	-,621	-1,068	-,170
	Hedges' correction	,63921	-,615	-1,058	-,169
	Glass's delta	,59748	-,658	-1,116	-,192



**Πίνακας 15**

Independent Samples Test											
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means							
		F	Sig.	t	df	Significance		Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
						One-Sided p	Two-Sided p			Lower	Upper
Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί	Equal variances assumed	2,540	,115	-,611	78	,271	,543	-,07735	,12652	-,32922	,17453
	Equal variances not assumed			-,611	74,494	,271	,543	-,07735	,12652	-,32941	,17471
Χαρακτηριστικά της ενέργειας	Equal variances assumed	1,684	,198	-,254	78	,400	,800	-,03276	,12916	-,28991	,22438
	Equal variances not assumed			-,254	75,655	,400	,800	-,03276	,12916	-,29003	,22451
Μορφές της ενέργειας	Equal variances assumed	1,896	,172	-,537	78	,297	,593	-,05260	,09802	-,24775	,14255
	Equal variances not assumed			-,537	74,062	,297	,593	-,05260	,09802	-,24792	,14272
Ενεργειακές μετατροπές	Equal variances assumed	1,977	,164	-3,229	78	<,001	,002	-,43713	,13538	-,70665	-,16761
	Equal variances not assumed			-3,229	75,977	<,001	,002	-,43713	,13538	-,70676	-,16750
Ανανεώσιμες και μη	Equal variances assumed	2,256	,137	-3,493	78	<,001	<,001	-,44515	,12742	-,69883	-,19147

	Equal variances not assumed			-3,493	74,998	<,001	<,001	-,44515	,12742	-,69899	-,19131
Ενέργεια και περιβάλλον	Equal variances assumed	1,388	,242	-2,778	78	,003	,007	-,39317	,14155	-,67497	-,11136
	Equal variances not assumed			-2,778	77,081	,003	,007	-,39317	,14155	-,67503	-,11131

### 1. Δηλωτικές Γνώσεις και Ορισμοί:

Η μέση επίδοση της ομάδας εξΑΕ ( $M=1,1953$ ,  $SD=0,50068$ ) ήταν υψηλότερη συγκριτικά με την ομάδα δια ζώσης ( $M=1,1179$ ,  $SD=0,62416$ ). Ωστόσο, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $t(78)=-0,611$ ,  $p=0,543$ ). Η τιμή του Cohen's  $d$  ( $-0,137$ ) δείχνει μια πολύ μικρή επίδραση, επιβεβαιώνοντας ότι δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες ως προς τις δηλωτικές γνώσεις και τους ορισμούς.

### 2. Χαρακτηριστικά της Ενέργειας:

Οι μαθητές της ομάδας εξΑΕ είχαν ελαφρώς υψηλότερη επίδοση ( $M=1,3215$ ,  $SD=0,52433$ ) συγκριτικά με την ομάδα της δια ζώσης διδασκαλίας ( $M=1,2888$ ,  $SD=0,62642$ ). Ωστόσο, και εδώ, δεν καταγράφεται στατιστικά σημαντική διαφορά ( $t(78)=-0,254$ ,  $p=0,800$ ). Η χαμηλή τιμή του Cohen's  $d$  ( $-0,057$ ) υποδηλώνει πρακτικά αμελητέα επίδραση της μεθόδου διδασκαλίας σε αυτήν την κατηγορία.

### 3. Μορφές της Ενέργειας:

Η μέση επίδοση της ομάδας εξΑΕ ( $M=1,4579$ ,  $SD=0,38453$ ) ήταν επίσης οριακά υψηλότερη από την ομάδα δια ζώσης ( $M=1,4053$ ,  $SD=0,48631$ ). Όμως, η διαφορά αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική ( $t(78)=-0,537$ ,  $p=0,593$ ). Η τιμή του Cohen's  $d$  ( $-0,120$ )

δείχνει μικρή επίδραση, υποδεικνύοντας ότι η μέθοδος διδασκαλίας δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις επιδόσεις των μαθητών.

#### **4. Ενεργειακές Μετατροπές:**

Σε αυτή την ενότητα, παρατηρήθηκε σημαντική στατιστική διαφορά στις επιδόσεις των δύο ομάδων, με τους μαθητές της ομάδας εξΑΕ να έχουν υψηλότερη επίδοση ( $M=1,2115$ ,  $SD=0,55383$ ) έναντι της ομάδας δια ζώσης ( $M=0,7744$ ,  $SD=0,65297$ ). Το t-test έδειξε σαφή στατιστική σημαντικότητα ( $t(78)=-3,229$ ,  $p=0,002$ ). Η τιμή Cohen's d ( $-0,722$ ) καταδεικνύει μια μέτρια έως ισχυρή επίδραση της μεθόδου διδασκαλίας στην κατανόηση των ενεργειακών μετατροπών.

#### **5. Ανανεώσιμες και Μη Μορφές Ενέργειας:**

Η ομάδα της εξΑΕ παρουσίασε σημαντικά καλύτερη επίδοση ( $M=1,2047$ ,  $SD=0,50967$ ) συγκριτικά με τη δια ζώσης ομάδα ( $M=0,7596$ ,  $SD=0,62426$ ). Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ( $t(78)=-3,493$ ,  $p<0,001$ ), ενώ η τιμή Cohen's d ( $-0,781$ ) υποδηλώνει σημαντική έως ισχυρή επίδραση της εκπαιδευτικής μεθόδου στις επιδόσεις των μαθητών.

#### **6. Ενέργεια και Περιβάλλον:**

Και σε αυτή την ενότητα, η επίδοση της ομάδας της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης ήταν υψηλότερη ( $M=1,3373$ ,  $SD=0,59748$ ) έναντι της ομάδας δια ζώσης ( $M=0,9441$ ,  $SD=0,66670$ ). Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ( $t(78)=-2,778$ ,  $p=0,007$ ). Το Cohen's d ( $-0,621$ ) δείχνει μέτρια έως ισχυρή επίδραση της εξΑΕ στην κατανόηση θεμάτων σχετικά με την ενέργεια και το περιβάλλον.

## 9. Συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία προσπάθησε να δημιουργήσει ψηφιακά φύλλα εργασίας κατάλληλα η εξ αποστάσεως διδασκαλία του κεφαλαίου της ενέργειας, με τα χαρακτηριστικά και τα ζητούμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως αυτά προβλέπονται από το νέο ΠΣ για τα φυσικά του δημοτικού.

Για τον σκοπό αυτό αξιοποιήθηκαν δωρεάν εφαρμογές και ψηφιακά εργαλεία, εύκολα προσβάσιμα στον/στην κάθε εκπαιδευτικό (google sites, google forms, προσομοιώσεις, phet κ.ά.). Με αυτά δημιουργήθηκαν 3 φύλλα εργασίας τα οποία εμπεριείχαν τα κυριότερα και περισσότερα των ζητούμενων από το νέο ΠΣ για τα φυσικά μαθησιακά αποτελέσματα. Με δεδομένο ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες είχαν διδαχθεί τις αντίστοιχες θεματικές επιλέχθηκε η στρατηγική της αποτύπωσης των μαθησιακών αποτελεσμάτων της πρότασης πριν και μετά την εφαρμογή της.

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι για όλες τις θεματικές που αφορούν την Ενέργεια υπήρξε βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών, εκτός από τα ερωτήματα που απαιτούσαν τη διατύπωση των ορισμών ή μπορούσαν να απαντηθούν σωστά μόνο με γνώσεις δηλωτικού τύπου. Η μεγαλύτερη διαφορά στις επιδόσεις των μαθητών καταγράφηκε για τη θεματική των ενεργειακών μετατροπών. Αυτό μπορεί να ερμηνευτεί από τη χρήση προσομοιώσεων και πολυτροπικού εκπαιδευτικού υλικού κατά τη διδασκαλία.

Αναλυτικότερα, για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα «Είναι εφικτή η δημιουργία σύγχρονου εκπαιδευτικού υλικού (με δωρεάν και προσβάσιμο λογισμικό στους εκπαιδευτικούς) για τη διδασκαλία της ενέργειας και των μετατροπών της, συμβατού με τις ανάγκες της εξΑΕ και εναρμονισμένου με τη στοχοθεσία των νέων ΠΣ για τα Φυσικά;», η ανάλυση των δεδομένων επιβεβαιώνει ότι η ανάπτυξη και εφαρμογή ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού με τη χρήση δωρεάν και προσβάσιμων εργαλείων είναι απολύτως εφικτή και αποδοτική. Η διδακτική πρόταση βασίστηκε σε ψηφιακές προσομοιώσεις, διαδραστικά φύλλα εργασίας και πολυμεσικά στοιχεία, τα οποία συνέβαλαν στη βελτιστοποίηση της μαθησιακής διαδικασίας.

Η χρήση των στατιστικών ελέγχων (μέσω του SPSS) κατέδειξε ότι η διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε δεν επηρέασε εξίσου όλες τις γνωσιακές περιοχές που σχετίζονται με την ενέργεια. Συγκεκριμένα, για τις δηλωτικές γνώσεις και την ικανότητα των μαθητών να ανακαλούν θεωρητικούς ορισμούς, η διαφορά στις επιδόσεις πριν (M.O.pre = 1,25) και μετά (M.O.post = 1,35) τη διδακτική παρέμβαση δεν κρίθηκε στατιστικά σημαντική ( $p > 0,05$ , Two-Sided  $p = 0.160$ ). Αυτό καταδεικνύει ότι η απλή επαφή των μαθητών με το ψηφιακό περιβάλλον μάθησης δεν είναι ικανή για τη βελτίωση της μνημονικής ανάκλησης των γνωσιακών πληροφοριών, αλλά απαιτείται η ενσωμάτωση πιο στοχευμένων στρατηγικών μάθησης.

Ωστόσο, για τη θεματική των ενεργειακών μετατροπών υπήρξε η μεγαλύτερη βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών. Η χρήση πολυτροπικών προσεγγίσεων και προσομοιώσεων αποδείχθηκε αποτελεσματική στη βελτίωση της κατανόησης των μαθητών, υποστηρίζοντας την υπόθεση ότι η εξΑΕ μπορεί να είναι εξίσου αποδοτική, όταν αξιοποιεί διαδραστικά εργαλεία.

Όσον αφορά στο δεύτερο ερευνητικό ερώτημα «η εφαρμογή στην πράξη μιας εξ αποστάσεως διδακτικής πρότασης για την ενέργεια και τις μετατροπές της (εναρμονισμένης με τα χαρακτηριστικά του παραπάνω ερωτήματος) προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα για τους μαθητές/τριες, όπως προβλέπονται από το νέο ΠΣ για τα Φυσικά;», τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η εξ αποστάσεως διδακτική παρέμβαση είχε θετική επίδραση στη μάθηση, με τις μεγαλύτερες διαφορές να καταγράφονται στη θεματική των μετατροπών της ενέργειας (όπως και προηγουμένως).

Ειδικότερα, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές πέτυχαν:

- Βελτίωση της κατανόησης των εννοιών της ενέργειας (όπως προκύπτει από την ανάλυση των απαντήσεών τους στις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας)
- Αύξηση της ενεργής εμπλοκής στη μαθησιακή διαδικασία (μέσω της αλληλεπίδρασης με τα πολυμεσικά στοιχεία και τις προσομοιώσεις)
- Σημαντική διαφοροποίηση στις επιδόσεις μεταξύ των διαφορετικών θεματικών (οι μαθητές ανταποκρίθηκαν καλύτερα σε δραστηριότητες που απαιτούσαν διερευνητική μάθηση και πειραματισμό), ενώ η ανάκληση θεωρητικών εννοιών δεν επηρεάστηκε σημαντικά από την εξΑΕ.

Συνεκτιμώντας τα παραπάνω, διαπιστώθηκε ότι η εφαρμογή της εξ αποστάσεως διδακτικής παρέμβασης αποδείχθηκε επιτυχής, καθώς επιβεβαιώθηκε ότι μπορεί να προάγει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, εφόσον σχεδιαστεί με τρόπο που να αξιοποιεί κατάλληλα τα διαθέσιμα ψηφιακά εργαλεία. Επίσης, η ανάλυση των αποτελεσμάτων με το στατιστικό εργαλείο SPSS ανέδειξε ότι η εξΑΕ μπορεί να είναι εξίσου αποτελεσματική με τη διά ζώσης εκπαίδευση, εφόσον η διδασκαλία περιλαμβάνει διαδραστικά και πολυτροπικά στοιχεία. Επιπλέον, φάνηκε ότι η κατανόηση των ενεργειακών μετατροπών επηρεάζεται θετικά όταν διδάσκεται σε συνθήκες εξΑΕ, ενώ οι θεωρητικές γνώσεις απαιτούν περαιτέρω εκπαιδευτικές στρατηγικές για τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Τέλος, η χρήση τεχνολογικών εργαλείων προσφέρει αυξημένη αλληλεπίδραση, βελτιώνοντας τη μαθησιακή διαδικασία και αυξάνοντας την ενεργή συμμετοχή των μαθητών.

Όπως αναφέρθηκε προγενέστερα, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση έχει αναδειχθεί ως ένας αποτελεσματικός τρόπος μετάδοσης γνώσεων. Στην περίπτωση της μελέτης μας, η κατανόηση και οι διδακτικές παρεμβάσεις για τις έννοιες της ενέργειας και των μετατροπών, η ανάπτυξη ψηφιακών φύλλων εργασίας με τίτλους «Τι είναι Ενέργεια;», «Μετατροπές και Μεταμορφώσεις της Ενέργειας» και «Ενέργεια: Καθημερινότητα και Περιβάλλον» αντικατοπτρίζει μια στρατηγική που βασίζεται σε σύγχρονες αρχές διερευνητικής διδασκαλίας, προσαρμοσμένης και στις ανάγκες της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης (digital learning).

Αναλυτικότερα, τα ψηφιακά φύλλα εργασίας σχεδιάστηκαν με βάση την προσέγγιση της διερευνητικής διδασκαλίας, όπου οι μαθητές ενθαρρύνονται να αναπτύξουν τις δεξιότητες που έχουν και οι επιστήμονες (κατ' αναλογία βέβαια) μέσω της διατύπωσης υποθέσεων, του πειραματισμού και της εξαγωγής συμπερασμάτων. Στο φύλλο «Τι είναι Ενέργεια;», οι μαθητές εισάγονται στις βασικές έννοιες της ενέργειας, με παραδείγματα από φυσικά φαινόμενα και αναφορές σε σχετικές θεωρίες. Μέσα από στοχευμένες ερωτήσεις («Τι;», «Πώς;», «Γιατί;») και δραστηριότητες που απαιτούν από τους μαθητές να παρατηρούν και να καταγράφουν τις επιδράσεις παραμέτρων όπως η μάζα και το ύψος στις μορφές ενέργειας (κινητική και δυναμική), η διερεύνηση γίνεται προσωπική και ενεργητική. Η εφαρμογή αυτής της προσέγγισης στον τομέα της ενέργειας

φαίνεται να ενισχύει την κατανόηση πολύπλοκων θεωρητικών εννοιών μέσω βιωματικής μάθησης.

Στα ψηφιακά φύλλα εργασίας, η χρήση εκπαιδευτικών βίντεο προσφέρει οπτική και ακουστική προσέγγιση που διευκολύνει την κατανόηση της έννοιας της ενέργειας και των μετατροπών της. Επιπλέον, οι διαδικτυακές προσομοιώσεις (π.χ. επιλογές μάζας, ύψους κλπ.) επιτρέπουν στους μαθητές να παραμετροποιούν τις μεταβλητές και να παρατηρούν τις μετατροπές της ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση αυτών των εργαλείων ενισχύει όχι μόνο την αλληλεπίδραση με το εκπαιδευτικό υλικό, αλλά και την ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και την ενεργό συμμετοχή στη μάθηση. Επιπρόσθετα, η επιλογή ενός απλού και φιλικού σχεδιασμού, που υλοποιείται μέσω της πλατφόρμας Google Sites, εξασφαλίζει ότι το περιεχόμενο παραμένει ευανάγνωστο και προσβάσιμο για τους μαθητές, ιδιαίτερα σε επίπεδο Δημοτικού. Η χρήση ενός πλευρικού μενού πλοήγησης για τη διαχωρισμένη παρουσίαση των φύλλων εργασίας («Τι είναι Ενέργεια;», «Μετατροπές και Μεταμορφώσεις της Ενέργειας», «Ενέργεια: Καθημερινότητα και Περιβάλλον») βοηθά τους μαθητές να ακολουθήσουν μια λογική αλληλουχία, μειώνοντας την πιθανότητα σύγχυσης. Επιπλέον, ο περιορισμός του κειμένου σε κάθε ενότητα, σε συνδυασμό με ευδιάκριτες γραμματοσειρές και λιτό σχεδιασμό, αποτρέπει την πνευματική κόπωση και επιτρέπει στους μαθητές να συγκεντρωθούν στις βασικές έννοιες.

Τα φύλλα εργασίας παρέχουν καθοδηγούμενες δραστηριότητες που επιτρέπουν στους μαθητές να εργαστούν με τον δικό τους ρυθμό, ενώ ταυτόχρονα προσφέρουν τη δυνατότητα μιας σχετικής διαφοροποίησης της διδασκαλίας. Στο δεύτερο φύλλο εργασίας («Μετατροπές και Μεταμορφώσεις της Ενέργειας»), οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν δύο υποθέσεις για τις ενεργειακές μετατροπές, ενώ παράλληλα έχουν πρόσβαση σε διαδικτυακές προσομοιώσεις που προσαρμόζονται στο επίπεδο κατανόησής τους. Η δυνατότητα επέκτασης του υλικού με πρόσθετα εκπαιδευτικά εργαλεία, όπως η ψηφιακή βάση Φωτόδεντρο, εξασφαλίζει ότι οι μαθητές με διαφορετικές ανάγκες και επίπεδα γνώσης μπορούν να ενταχθούν αποτελεσματικά στη μάθηση.

Σχετικά με την αξιολόγηση αποτελεί βασικό στοιχείο της εξ αποστάσεως διδασκαλίας, καθώς επιτρέπει την παρακολούθηση της προόδου των μαθητών και την παροχή στοχευμένης ανατροφοδότησης. Στα ψηφιακά φύλλα εργασίας χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικές φόρμες (Google Forms) για την καταγραφή των υποθέσεων, των



παρατηρήσεων και των συμπερασμάτων των μαθητών σε κάθε ενότητα. Η αυτοματοποιημένη αποθήκευση των απαντήσεων διευκολύνει τον εκπαιδευτικό να αξιολογήσει την εμπλοκή των μαθητών και να εντοπίσει πιθανές δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών, επιτρέποντας έτσι την άμεση παρεμβατική δράση. Ταυτόχρονα, η ψηφιακή πλατφόρμα που υλοποιείται μέσω του Google Sites υποστηρίζει τόσο την ασύγχρονη όσο και τη συγχρονική μάθηση. Οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση στο υλικό όποτε το χρειάζονται, ενώ ταυτόχρονα, με τη χρήση εργαλείων όπως το Webex, μπορούν να συμμετέχουν σε ζωντανές συναντήσεις και να συνεργάζονται σε breakout rooms. Αυτή η διπλή προσέγγιση διευκολύνει την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού, ενισχύοντας την ομαδική εργασία και τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων στον τομέα της ενέργειας.

Στο τρίτο φύλλο εργασίας («Ενέργεια: Καθημερινότητα και Περιβάλλον») ενσωματώνεται η σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με το πραγματικό περιβάλλον, παρουσιάζοντας οπτικό υλικό που απεικονίζει φυσικά φαινόμενα (π.χ. έκρηξη ηφαιστείου) και ζητώντας από τους μαθητές να αναλογιστούν τη σημασία της ενέργειας στην καθημερινότητά τους. Μέσω της διερεύνησης του «χάρτη της ενέργειας», οι μαθητές αποκτούν μια ρεαλιστική εικόνα για τη διάχυση και τις επιπτώσεις της ενέργειας σε διάφορους τομείς της ζωής, ενισχύοντας την περιβαλλοντική συνείδηση και το κοινωνικό στοιχείο της μάθησης.

Συνολικά, η δομή των ψηφιακών φύλλων εργασίας προάγει την ανάπτυξη συνεργατικών δεξιοτήτων, αφού οι μαθητές μπορούν να εργαστούν τόσο ατομικά όσο και ομαδικά. Η χρήση κοινόχρηστων εγγράφων και η δυνατότητα συλλογικής καταγραφής των υποθέσεων και των συμπερασμάτων ενθαρρύνει την ανταλλαγή ιδεών και τη δημιουργία μιας δυναμικής μαθησιακής κοινότητας. Η αναστοχαστική διαδικασία, ιδιαίτερα στο τρίτο φύλλο εργασίας, επιτρέπει στους μαθητές να σκεφτούν όχι μόνο το περιεχόμενο της ενέργειας, αλλά και τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της, αναδεικνύοντας την πολυδιάστατη φύση της επιστημονικής γνώσης. Τα ψηφιακά φύλλα εργασίας που σχεδιάστηκαν για την κατανόηση της ενέργειας και των μετατροπών της ενσωματώνουν πλήρως τις σύγχρονες αρχές της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης όπως τη διερευνητική προσέγγιση, την πολυμεσική διδασκαλία, την εξατομίκευση και



διαφοροποίηση στη διδασκαλία, προάγουν την εύελικτη αξιολόγηση και ανατροφοδότηση, συνδέουν τη θεωρία με την πράξη και προάγουν συνεργατική μάθηση.

Η δεύτερη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε ίσο αριθμό μαθητών (N=40) με την αρχική παρέμβαση που είχε υλοποιηθεί με εξ αποστάσεως εκπαίδευση. Η διδασκαλία αυτή υλοποιήθηκε εξ ολοκλήρου δια ζώσης, χωρίς τη χρήση ψηφιακών μέσων, με το ίδιο εκπαιδευτικό υλικό, το οποίο όμως διανεμήθηκε στους μαθητές αποκλειστικά σε έντυπη μορφή. Σκοπός της παρέμβασης ήταν η σύγκριση της αποτελεσματικότητας της διδασκαλίας δια ζώσης έναντι της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στην κατανόηση και την εμπέδωση των εννοιών της Φυσικής, με έμφαση σε θέματα ενέργειας.

Μετά την ολοκλήρωση της παρέμβασης έγινε αξιολόγηση των μαθητών με τη χρήση των ίδιων ακριβώς ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν και στην πρώτη παρέμβαση. Οι ερωτήσεις κατηγοριοποιήθηκαν σε έξι θεματικές ενότητες: δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί, χαρακτηριστικά της ενέργειας, μορφές της ενέργειας, ενεργειακές μετατροπές, ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας και ενέργεια και περιβάλλον.

Τα αποτελέσματα από τη σύγκριση μέσω του Independent Samples t-test έδειξαν ότι για τις κατηγορίες «Δηλωτικές γνώσεις και ορισμοί», «Χαρακτηριστικά της ενέργειας» και «Μορφές της ενέργειας» δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες (εξΑΕ και δια ζώσης), γεγονός που υποδηλώνει ότι η μορφή της διδασκαλίας δεν επηρέασε σημαντικά την επίδοση των μαθητών στα συγκεκριμένα γνωστικά αντικείμενα.

Αντίθετα, σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε στις ενότητες «Ενεργειακές μετατροπές», «Ανανεώσιμες και μη μορφές ενέργειας» και «Ενέργεια και περιβάλλον», με την ομάδα της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης να παρουσιάζει υψηλότερες επιδόσεις. Το γεγονός αυτό μπορεί να ερμηνευθεί από την καλύτερη διαχείριση και την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση του ψηφιακού υλικού, την ενεργητικότερη εμπλοκή των μαθητών σε εικονικά περιβάλλοντα μάθησης, καθώς και την αξιοποίηση σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων που ενίσχυσαν την εμπλοκή και τη διάδραση των μαθητών με το περιεχόμενο.

Συμπερασματικά, τα ευρήματα της δεύτερης παρέμβασης υποστηρίζουν την άποψη ότι η εξ αποστάσεως εκπαίδευση, με κατάλληλο σχεδιασμό και αξιοποίηση ψηφιακών εργαλείων, μπορεί να είναι εξίσου ή και περισσότερο αποτελεσματική από την

παραδοσιακή δια ζώσης διδασκαλία, ειδικά σε θεματικές ενότητες που απαιτούν ανώτερες δεξιότητες σκέψης, όπως η ανάλυση και η σύνθεση πληροφοριών.

## 10. Περιορισμοί – Προτάσεις

Αν και η παρούσα έρευνα φαίνεται να απαντά τα ερευνητικά ερωτήματα που έθεσε δεν μπορούμε να μην αναφέρουμε το γεγονός των περιορισμών που υπήρξαν, οι οποίοι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη για μελλοντικές βελτιώσεις και επεκτάσεις.

Πρώτα απ' όλα, το δείγμα των μαθητών ήταν αριθμητικά μικρό. Η έρευνα διεξήχθη σε έναν συγκεκριμένο αριθμό μαθητών, γεγονός που περιορίζει τη γενίκευση των ευρημάτων. Παρότι τα αποτελέσματα καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού υλικού, απαιτείται η εφαρμογή του και η υιοθέτηση της μεθοδολογίας σε μεγαλύτερο και πιο αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών, ώστε να εξακριβωθεί η γενικότερη εγκυρότητα των συμπερασμάτων.

Οι χρονικοί περιορισμοί αποτέλεσαν έναν ακόμη περιοριστικό παράγοντα, που δεν επέτρεψε την εξέταση της επίδρασης της εξΑΕ στη διατήρηση των γνώσεων μακροπρόθεσμα. Θα ήταν ενδιαφέρον να εξεταστεί η επίδραση της συγκεκριμένης προσέγγισης σε βάθος χρόνου, αξιολογώντας αν οι μαθητές διατηρούν τη γνώση τους και μετά το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας.

Επίσης, δε διερευνήθηκε το αν όλοι οι μαθητές είχαν ισότιμη πρόσβαση σε υπολογιστές ή έξυπνες συσκευές, αν δηλαδή υπήρχαν οι ίδιες συνθήκες πρόσβασης στην τεχνολογία για όλους. Η διαφοροποίηση των τεχνολογικών δεξιοτήτων των μαθητών μπορεί επίσης να επηρέασε την αποτελεσματικότητα της προσέγγισης.

Ακόμη, δεν προβλέφθηκε η προσαρμογή της διδακτικής παρέμβασης στις τυχόν ατομικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών. Παρότι η εξΑΕ προάγει την ευελιξία, πιθανότατα δεν αντικαθιστά πλήρως την αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού που παρατηρείται στη διά ζώσης εκπαίδευση. Η προσαρμογή της διδακτικής παρέμβασης στις ατομικές ανάγκες κάθε μαθητή απαιτεί υιοθέτηση στρατηγικών διαφοροποιημένης διδασκαλίας.

Με στόχο την επέκταση της παρούσας έρευνας και βάσει των παραπάνω περιορισμών, θα μπορούσε να προταθούν οι ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Διεύρυνση και αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος των μαθητών. Μελέτες με μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων, που θα αντιπροσωπεύουν καλύτερα τον

μαθητικό πληθυσμό (σε όλα του τα χαρακτηριστικά), θα μπορούσαν να ενισχύσουν τη γενίκευση των ευρημάτων και να διασφαλίσουν την εφαρμοσιμότητα της διδακτικής μεθόδου σε διαφορετικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

- Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδακτικής παρέμβασης σε βάθος χρόνου. Η διενέργεια έρευνας αποτύπωσης της παραμένουσας γνώσης στους μαθητές θα μπορούσε να προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη βιωσιμότητα της εξΑΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και, ειδικότερα, στη θεματική της ενέργειας και των μετατροπών της.
- Πιθανές προσαρμογές του εκπαιδευτικού υλικού για υποστήριξη της διαφοροποιημένης διδασκαλίας. Η ενσωμάτωση πιο προσαρμοστικών εκπαιδευτικών στρατηγικών, όπως η εξατομικευμένη διδασκαλία και οι πολυτροπικές προσεγγίσεις, θα μπορούσε να βελτιώσει την εμπειρία μάθησης και να ενισχύσει τη συμμετοχή όλων των μαθητών.
- Διασφάλιση της ισότιμης πρόσβασης στις ΤΠΕ και πιθανή ανάπτυξη τεχνικής υποστήριξης για μαθητές και εκπαιδευτικούς θα μπορούσε να μειώσει τις ανισότητες στην εξΑΕ, ειδικότερα για το προς μελέτη πεδίο.

Συνοψίζοντας, η παρούσα μελέτη ανέδειξε τη δυναμική της εξΑΕ στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, προσφέροντας κάποια πρώτα δεδομένα. Παρότι υπήρξαν περιορισμοί, η περαιτέρω έρευνα και η βελτίωση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης και του πρωτότυπου εκπαιδευτικού υλικού που δημιουργήθηκε μπορούν να συμβάλουν (και πέραν της θεματικής της ενέργειας και των μετατροπών της) στην ενίσχυση της ποιότητας της εκπαίδευσης και στην καλύτερη ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στη μαθησιακή διαδικασία.

## Βιβλιογραφία

### Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

Αναστασιάδης, Π. (2014). *Η έρευνα για την ΕξΑΕ με τη χρήση των ΤΠΕ (e-learning) στο Ελληνικό Τυπικό Εκπαιδευτικό Σύστημα*. Ανασκόπηση και προοπτικές για την Πρωτοβάθμια, Δευτεροβάθμια και Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 10(1), 5-32. doi:<http://dx.Doi.org/10.12681/jode.9809>

Ανδριόπουλος, Π. (2023). *Στατιστική Μεθοδολογία στην Επιδημιολογία με χρήση Υπολογιστικών Προγραμμάτων* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-123>

Αποστολάκης, Εμ., Γκικοπούλου, Ουρ. κ.ά. (2022). *Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Πρόγραμμα σπουδών για το μάθημα φυσικά στις Ε' και ΣΤ' τάξεις δημοτικού, δεύτερη έκδοση*, Αθήνα

Αποστολάκης, Εμ., Καλκάνης, Γ., κ.ά., *Φυσικά Στ' Δημοτικού Ερευνώ και Ανακαλύπτω*, Βιβλίο Δασκάλου, Εκδόσεις: ΙΤΥΕ – Διόφαντος, ΥΠΑΙΘΑ

Βεντίστα, Ο. (2023). *Η Χρήση και η Ενσωμάτωση της Τεχνολογίας στα Δημόσια Δημοτικά Σχολεία: Ένα Μοντέλο Δομικής Εξίσωσης*. Μεταπτυχιακή Εργασία. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

Βοσνιάδου, Σ. (2006). *Παιδιά, Σχολεία και Υπολογιστές: Προοπτικές, προβλήματα και προτάσεις για την αποτελεσματικότερη χρήση των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση*, Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg

Γιαλαμάς, Β., Λαβίδας, Κ., & Μάνεσης, Δ. (2024). *Στατιστικές μέθοδοι και τεχνικές στις κοινωνικές επιστήμες με τη χρήση SPSS* [Μεταπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-439>

Γιαννούλας, Α. (2023). *Από τη διά ζώσης εκπαίδευση με ψηφιακά εργαλεία στην εξ αποστάσεως: Από τη θεωρία στην πράξη* [Προπτυχιακό εγχειρίδιο]. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <http://dx.doi.org/10.57713/kallipos-126>

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ). (2022). *Νέα προγράμματα σπουδών Φυσικών Επιστημών για το Δημοτικό Σχολείο*. Αθήνα: ΙΕΠ.

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2023). *Νέα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο*. Ανάκτηση από <https://www.iep.edu.gr>

Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής. (2023). *Οδηγός εφαρμογής της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στα σχολεία*. Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής.

Καλκάνης, Γ. (2000). Από την Επιστημονική - Εκπαιδευτική Μέθοδο με Διερεύνηση στον Ορθολογικό Τρόπο Σκέψης / στον Ορθολογισμό, <http://microkosmos.uoa.gr/gr/publications/method/method.html#openModalHelp>

Καραγγέλου, Α. & Κουτούζης, Μ. (2021). *Η σχολική εξ αποστάσεως εκπαίδευση ως μοχλός επαγγελματικής ανάπτυξης των εκπαιδευτικών*. 11<sup>ο</sup> Συνέδριο για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση: Εμπειρίες, Προκλήσεις, Προοπτικές. Τόμος :6,Ελληνικό ανοικτό Πανεπιστήμιο: το περιοδικό ICODL, <https://doi.org/10.12681/icodl.3414>

Κόκκος, Α., & Λιοναράκης, Α. (1998). *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Σχέσεις διδασκόντων - διδασκομένων*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Κοντογεωργάκου, Β. & Γεωργιάδη, Ειρ. (2011). Χαρακτηριστικά εκπαιδευτικού υλικού για εξ αποστάσεως πρωτοβάθμια εκπαίδευση: Η περίπτωση του Κέντρου εξ αποστάσεως εκπαίδευσης της Βικτώρια στην Αυστραλία. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο: το περιοδικό ICODL, <https://doi.org/10.12681/icodl.726>

Κουντούρη, Π. (2022). *Δημιουργία, εφαρμογή και αξιολόγηση εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία των Φυσικών του Δημοτικού στο πλαίσιο του νέου Προγράμματος Σπουδών και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης* [Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο]. Αποθετήριο ΕΑΠ.

Κωσταδήμας, Ε., Μικρόπουλος, Α. & Τζιμογιάννης, Α. (1998). Διδασκαλία Φυσικής και υπολογιστές: *Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της Κινηματικής*. Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση. Ιωάννινα.

Λιοναράκης, Α. (2001). *Ανοικτή και εξ αποστάσεως πολυμορφική εκπαίδευση: Προβληματισμοί για μια ποιοτική προσέγγιση σχεδιασμού διδακτικού υλικού*. Προπομπός.

Λιοναράκης, Α. (2005). Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση και διαδικασίες μάθησης. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Παιδαγωγικές και τεχνολογικές εφαρμογές* (σσ. 13–37). Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Λιοναράκης, Α. (2006). Η θεωρία της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και η πολυπλοκότητα της πολυμορφικής της διάστασης. Στο Α. Λιοναράκης (Επιμ.), *Ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Στοιχεία θεωρίας και πράξης* (σσ. 11–41). Προπομπός.

Λιοναράκης, Α., Αποστολίδου, Α., Μανούσου, Ε., Λιγούτσικου, Ε., Ιωακειμίδου, Β., Παπαδημητρίου, Σ., & Χαρτοφύλακα, Α.-Μ. (2017). Η αναγκαιότητα ανάπτυξης συστημάτων υποστήριξης στην ανοικτή και εξ αποστάσεως εκπαίδευση: Βασικά ζητήματα και καλές πρακτικές. *Πρακτικά 9ου Διεθνούς Συνεδρίου για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση*, 9(5Α), 148-163.

Μικρόπουλος, Α. & Μπέλλου, Ι. (2010). *Σενάρια Διδασκαλίας με Υπολογιστή*. Αθήνα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Μικρόπουλος, Τ. Α. (2000). *Εκπαιδευτικό Λογισμικό*. Θέματα σχεδίασης και αξιολόγησης λογισμικού υπερμέσων. Ιωάννινα: Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Παπαδημητρίου, Σ., & Λιοναράκης, Α. (2010). Ο ρόλος του καθηγητή-συμβούλου και η ανάπτυξη μηχανισμού υποστήριξής του στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: Το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 6(1–2), 44–66.

Σπανακά, Α., & Λιοναράκης, Α. (2010). Η βελτιωτική αξιολόγηση στην εξ αποστάσεως εκπαίδευση. *Ανοικτή Εκπαίδευση: Το περιοδικό για την Ανοικτή και εξ Αποστάσεως Εκπαίδευση και την Εκπαιδευτική Τεχνολογία*, 6(1–2), 67–81.

Τσαντοπούλου, Β. (2020). *Ενέργεια: Μερικές Εφαρμογές Μοντέλων Βιομαθητικής Μάθησης*. Ορεστιάδα, <https://repo.lib.duth.gr/jspui/handle/123456789/14547>



Υπουργείο Παιδείας και Θρησκευμάτων. (2022). *Αναμόρφωση των Προγραμμάτων Σπουδών των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Αθήνα: ΥΠΙΑΙΘ.

Χαλκιά, Κρ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές επιστήμες: θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη

### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

Abutiraima, S. Y. A., Mheidat, N. A. A., & Abdelrahman, G. E. E. (2021). Evaluation Methods Used for Distance Learning and Their Impacts on Academic Achievement: A comparative Study Between the Lower and Upper Classes (My Language "Curriculum" Is A Model). *Multicultural Education*, 7(12), 279-291.

Ametepe, J. D., & Khan, N. (2021). Teaching physics during COVID-19 pandemic: Implementation and report of teaching strategies to support student learning. *Physics Education*, 56(6), 065030. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac266f>

Atkins, P., & De Paula, J. (2018). *Atkins' Physical Chemistry*. Oxford University Press.

Bybee, R. W. (2014). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press.

Ciplak, H., Arslan, N., & Bal, A. P. (2023). Distance education evaluation scale: Teacher dimension. *Pedagogical Research*, 8(1), em0141.

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). "Constructing scientific knowledge in the classroom". *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.

Duit, R. (1987). "Understanding energy as a conserved quantity – Remarks on the article by R.U. Sexl". *Physics Education*, 22(2), 91-95.

Duit, R., Treagust, D. F., & Widodo, A. (2012). Teaching science for conceptual change: Theory and practice. In B. J. Fraser, K. G. Tobin, & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 487–501). Springer.

- Eikaas, T. I., Schmid, C., Foss, B. A., & Gillet, D. (2003). Remote laboratories: A supplement to traditional laboratories. *International Journal of Online Engineering*, 1(1), 1–6.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1964). *The Feynman Lectures on Physics, Vol. 1*. Addison-Wesley.
- Goldring, H., & Osborne, J. (1994). "Students' difficulties with energy and related concepts". *Physics Education*, 29(1), 26-31.
- Griffiths, D. J. (2013). *Introduction to Electrodynamics*. Cambridge University Press.
- Hakim, B. (2012). The effectiveness of education through playing using the computer and its educational programs on the achievement and creative thinking of first-grade students in Riyadh. *Journal of Educational Technology*, 12(3), 59-75.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentals of Physics*. Wiley.
- Karakaya, F., & Avgın, S. S. (2020). The effect of STEAM activities on 7th grade students' conceptual understanding of heat and temperature. *International Journal of Science Education*, 42(11), 1-22. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1769586>
- Kimmons, R. (2015). "OER and open pedagogy". *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(5), 47-61.
- Lestari, S., Syafril, S., Latifah, S., Engkizar, E., Damri, D., Asril, Z., & Yaumas, N. E. (2021). Hybrid learning on problem-solving abilities in physics learning: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012021>
- Millar, R. (2005). "Teaching about energy: From every day to scientific understandings". *School Science Review*, 86(316), 49-52.
- Neumann, K., Viering, T., Boone, W. J., & Fischer, H. E. (2013). "Towards a learning progression of energy". *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162-188.
- OECD (2018). *The Future of Education and Skills: Education 2030*. OECD Publishing.

Papadouris, N., & Constantinou, C. P. (2016). "Students' use of the energy model to account for changes in physical systems". *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1197-1219.

Phanphech, P., Tanitteerapan, T., Mungkung, N., Arunrungrusmi, S., Chunkul, C., Songruk, A., Yuji, T., & Kinoshita, H. (2022). An Analysis of Student Anxiety Affecting on Online Learning on Conceptual Applications in Physics: Synchronous vs. Asynchronous Learning. *Education Sciences*, 12(4), 278.  
<https://doi.org/10.3390/educsci12040278>

Sari, P. P., Wijaya, T. T., & Sudarmin, S. (2021). An Analysis of Student Anxiety Affecting on Online Learning on Conceptual Applications in Physics: Synchronous vs. Asynchronous Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1796(1), 012021.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012021>

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Physics for Scientists and Engineers*. Cengage Learning.

Solomon, J. (1985). "Teaching the conservation of energy". *Physics Education*, 20(4), 165-170.

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Physics for Scientists and Engineers*. Macmillan.

Trumper, R. (1993). "Children's energy concepts: A cross-age study". *International Journal of Science Education*, 15(2), 139-148.

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2020). *University Physics with Modern Physics*. Pearson.

### **Ηλεκτρονικοί ιστότοποι**

[https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/11122/1/ZikidisE\\_2020.pdf](https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/11122/1/ZikidisE_2020.pdf)

[https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/11618/1/AgathangelidisN\\_2020.pdf](https://repo.lib.duth.gr/jspui/bitstream/123456789/11618/1/AgathangelidisN_2020.pdf)

<https://fysed.schools.ac.cy/index.php/el/yliko/didaktiko-yliko>

[https://drive.google.com/file/d/1ukyN3QwnxeBW689AOyf9g1I7M\\_RedLR6/view](https://drive.google.com/file/d/1ukyN3QwnxeBW689AOyf9g1I7M_RedLR6/view)

<https://edu.klimaka.gr/mathimata/dhmotikou/3117-fysikh-dhmotikou>

<C:\Users\ioann\Downloads\6323b2f5ccf6a.pdf>

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.