



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ: ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ,
ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ-
EDUCATIONAL SCIENCES: SCIENCE, ENVIRONMENT AND TECHNOLOGY IN
EDUCATION»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*«Σχεδιασμός, Ανάπτυξη, Εφαρμογή και Αξιολόγηση μιας ΔΜΑ
για τη διδασκαλία της Γεωθερμίας, ως Ανανεώσιμη Πηγή
Ενέργειας (ΑΠΕ), στο Δημοτικό Σχολείο»*

ΦΟΙΤΗΤΗΣ: ΤΑΓΓΙΡΗΣ ΝΙΚΟΣ

Επιβλέπων: Καριώτογλου, Π., Καθηγητής ΠΤΝ/ΠΔΜ

Μέλη επιτροπής: Παπαδοπούλου, Π., Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΝ/ΠΔΜ

Σπύρτου, Α., Καθηγήτρια ΠΤΔΕ/ΠΔΜ

Φύλλο εξέτασης

1. Επόπτης: **Καριώτογλου, Π., Καθηγητής ΠΤΝ/ΠΔΜ**

Βαθμός:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

2. Δεύτερος Βαθμολογητής: **Παπαδοπούλου, Π., Αναπληρώτρια Καθηγήτρια ΠΤΝ/ΠΔΜ**

Βαθμός:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

3. Τρίτος Βαθμολογητής: **Σπύρτου, Α., Καθηγήτρια ΠΤΔΕ/ΠΔΜ**

Βαθμός:

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

Γενικός Βαθμός:

Ο συγγραφέας Ταγγίρης Νίκος βεβαιώνει ότι το περιεχόμενο του παρόντος έργου είναι αποτέλεσμα προσωπικής εργασίας και ότι έχει γίνει η κατάλληλη αναφορά στις εργασίες τρίτων, όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, σύμφωνα με τους κανόνες της ακαδημαϊκής δεοντολογίας.

Υπογραφή:

Ημερομηνία:

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της μελέτης ήταν να σχεδιασθεί, να αναπτυχθεί, να εφαρμοστεί και στη συνέχεια να αξιολογηθεί μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.), με θέμα τη διδασκαλία της γεωθερμίας ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (Α.Π.Ε.) για μαθητές και μαθήτριες των δύο τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου (Ε' και Στ'). Στη μελέτη συμμετείχαν δέκα (10) μαθητές και μαθήτριες του Δημοτικού Σχολείου Απολλώνων Ρόδου, τέσσερις εκ των οποίων ήταν μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες. Ο χαρακτήρας της έρευνας ήταν αναπτυξιακός, ενώ η διδασκαλία της Δ.Μ.Α. πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές της εποικοδομητικής και της διερευνητικής προσέγγισης. Το διδακτικό περιεχόμενο για την ενέργεια, τις Α.Π.Ε. και τη γεωθερμία μετασχηματίστηκε λαμβάνοντας υπόψη ερευνητικά ευρήματα για τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών σχετικά με τα θέματα που πραγματευόταν η μελέτη. Η διδασκαλία επικεντρώθηκε στη διαδικασία μεταφοράς θερμότητας μεταξύ δύο σωμάτων, ενώ δόθηκε έμφαση στις μορφές / πηγές ενέργειας και στο πώς οι πηγές εντάσσονται σε Α.Π.Ε. και συμβατικές. Η Δ.Μ.Α. χωρίστηκε σε τρεις ενότητες, διάρκειας 120 λεπτών η κάθε μια. Η πρώτη αφορούσε την ενέργεια, τις ΑΠΕ και το ενεργειακό ζήτημα. Η δεύτερη, τη γεωθερμία και τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων και η τρίτη τη θέρμανση και ηλεκτροπαραγωγή μέσω γεωθερμίας. Για την αξιολόγηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν γραπτές δοκιμασίες πριν και μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (pre & post test), με τη μορφή ερωτηματολογίων που περιελάμβαναν ερωτήσεις. Το πρώτο ερωτηματολόγιο περιελάμβανε οκτώ ερωτήσεις σχετικές με την ενέργεια και τις Α.Π.Ε. προκειμένου να καταγραφούν οι γνώσεις που είχαν οι συμμετέχοντες, ενώ το δεύτερο ερωτηματολόγιο περιελάμβανε, τις αρχικές οκτώ, και επιπλέον τέσσερις ερωτήσεις που αφορούσαν τη γεωθερμία προκειμένου να καταγραφούν οι νέες γνώσεις που απέκτησαν οι συμμετέχοντες. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι του αναστοχασμού του ερευνητή και της εξωτερικής παρατήρησης. Στόχος της μελέτης ήταν, μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., οι συμμετέχοντες να μπορούν να αναγνωρίζουν και να διακρίνουν τις μορφές και τις πηγές ενέργειας, να τις διαχωρίζουν σε Α.Π.Ε. και συμβατικές, να αιτιολογούν την ένταξη της γεωθερμίας

στις Α.Π.Ε., να περιγράφουν τα γεωθερμικά πεδία και τις χρήσεις της γεωθερμίας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρισμού και να αποκτήσουν θετικότερη στάση για τις Α.Π.Ε. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η Δ.Μ.Α. λειτουργεί θετικά, καθώς η πλειονότητα των μαθητών βελτίωσε, έστω και λίγο, τις γνώσεις της. Επίσης, φαίνεται πως το εποικοδομητικό μοντέλο που υιοθετήθηκε για την εφαρμογή της και η ομαδο-συνεργατική προσέγγιση, λειτουργούν ικανοποιητικά για όλους τους μαθητές. Σε ότι αφορά τις στάσεις καταγράφηκαν μικτά αποτελέσματα. Στα θετικά σημεία της μελέτης, η οποία ήταν η πρώτη που διενεργήθηκε στην Ελλάδα με αντικείμενο διδασκαλίας τη γεωθερμία, συμπεριλαμβάνεται η ενεργοποίηση και συμμετοχή των μαθητών, ενώ περιοριστικά λειτούργησε ο μικρός αριθμός του δείγματος και το γεγονός ότι τέσσερις από τους συμμετέχοντες ήταν παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες.

Λέξεις Κλειδιά: *Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Γεωθερμία, Γνωστική Βελτίωση, Διδακτική Φυσικών Επιστημών.*

ABSTRACT

The purpose of the current study was the design, development, implementation and evaluation of a Teaching Learning Sequence (T.L.S.), considering the teaching of Geothermal as a Renewable Energy Source (R.E.S.) for students attending the last two grades of elementary school. Ten (10) students, from the Apollo Rhodes Elementary School, participated in this research. Ten (10) students from Apollona Rhodes Elementary School participated in the study, four of whom were students with learning disabilities. The nature of the research was developmental, while the teaching of the T.L.S. was conducted taking into account the principles of the constructive and inquiry approach. The teaching content for energy, renewable and geothermal, has been transformed by taking into account research findings on students' alternative ideas on the topics under study. The teaching focused on the process of heat transfer between two subjects, with emphasis on the forms / sources of energy and how the sources are integrated into R.E.S. and conventional. The T.L.S. was divided into three sections, each lasting 120 minutes. The first concerned energy, R.E.S. and the energy issue. The second was about geothermal and geothermal fields and the third concerned geothermal heating and power generation. Written tests were used to evaluate the research before and after the implementation of the T.L.S. (pre & post test), in form of questionnaires that included questions. The first questionnaire included eight questions (about energy and R.E.S.) to record the knowledge of the participants, while the second questionnaire included the original eight and four additional questions related to geothermal, to record the new knowledge acquired by the participants. The methods of researcher reflection and external observation were also used. The aim of the study was, after the implementation of the T.L.S., to enable participants to identify and distinguish forms and sources of energy, to separate them into R.E.S. and conventional, justify the integration of geothermal into R.E.S., describe the geothermal fields and uses of geothermal for heating and electricity generation and obtain a more positive attitude towards R.E.S. The results showed that the T.L.S. worked well, as the majority of students improved their knowledge. It also appears

that the constructive model adopted for this implementation and the collaborative approach worked well for all the students. Regarding attitudes, mixed results were recorded. Advantages of the study, which was the first to teach geothermal in Greece, included student activation and participation, while the small sample size and the fact that four of the participants were children with learning disabilities were limitations.

Keywords: *Teaching Learning Sequence, Renewable Energy Sources, Geothermal, Cognitive Improvement, Educational Sciences.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
ABSTRACT.....	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
Διδακτική των Φυσικών Επιστημών	11
Σύγχρονες τάσεις στις ΔΦΕ: Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία.....	12
Ενεργειακό ζήτημα: ο ρόλος των ΑΠΕ.....	14
ΔΜΑ με θέμα τη γεωθερμία.....	15
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	18
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ Δ.Μ.Α.....	18
1.1. Ενέργεια, πηγές και μορφές.....	18
1.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).....	20
1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.	21
1.4. Η γεωθερμία.....	23
1.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της γεωθερμίας	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	27
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ Δ.Μ.Α.....	27
2.1. Τι είναι η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.)	27
2.2. Μοντέλα σχεδιασμού και ανάπτυξης ΔΜΑ	28
2.3. Διδακτικά μοντέλα σχεδιασμού και υλοποίησης Δ.Μ.Α.	29
2.5. Εναλλακτικές ιδέες μαθητών: τι είναι και πως δημιουργούνται	36
2.6. Εναλλακτικές ιδέες μαθητών/μαθητριών για την ενέργεια και τις Α.Π.Ε.	37
2.7. Σχεδιασμός Δ.Μ.Α.	40
2.8. Διδακτικός μετασχηματισμός και περιεχόμενο.....	41
2.9. Ανάπτυξη και αξιολόγηση ΔΜΑ.....	47
ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	51
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	51
3.1. Σκοπός της έρευνας	51
3.2. Είδος της έρευνας.....	51

3.3. Δείγμα της έρευνας	51
3.4. Ερευνητικά ερωτήματα	52
3.5. Μεθοδολογία της έρευνας.....	53
3.6. Βασικά σημεία μετασχηματισμένου περιεχομένου	54
3.7. Περιγραφή και εφαρμογή της Δ.Μ.Α.....	55
3.7.1. 1 ^η διδασκαλία: Ενέργεια – ΑΠΕ – Ενεργειακό πρόβλημα	56
3.7.2. 2 ^η διδασκαλία: Δημιουργία γεωθερμικών πεδίων – Γεωθερμία	58
3.7.3. 3 ^η διδασκαλία: Θέρμανση & Παραγωγή Ηλ. Ενέργειας μέσω Γεωθερμίας.....	60
3.8. Εργαλεία αξιολόγησης της Δ.Μ.Α.....	62
3.8.1. Ανάλυση ερωτήσεων	63
3.9. Ανάλυση δεδομένων.....	72
3.9.1. Αναστοχασμός του ερευνητή.....	77
3.9.2. Αξιολόγηση εξωτερικού παρατηρητή	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	80
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	80
4.1. Αποτελέσματα ανά ερώτηση.....	80
4.2. Επιδόσεις ανά μαθητή.....	108
4.3. Αποτελέσματα του αναστοχασμού του ερευνητή	118
4.4. Αξιολόγηση μέσω της μεθόδου εξωτερικής παρατήρησης	123
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	127
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	127
5.1. Συζήτηση	127
5.2. Συμπεράσματα	130
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	134
ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ	134
6.1. Περιορισμοί	134
6.2. Προτάσεις για βελτίωση	135
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	137
Ξένη Βιβλιογραφία	137
Ελληνική βιβλιογραφία.....	141
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	146
Παράρτημα 1: Ερωματολόγιο pre & post test	146
Παράρτημα 2: Φύλλα εξωτερικού παρατηρητή	151
Παράρτημα 3: Διδακτικά υλικά και αξιοποίησή τους	161

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Πίνακας 1.1.A. Ταξινόμηση μορφών ενέργειας σε δυναμική και κινητική.....	19
2. Πίνακας 1.3.A. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.	22
3. Πίνακας 2.8.A. Στοιχεία μετασχηματισμένου περιεχομένου	45
4. Πίνακας 3.6.A. Βασικά σημεία μετασχηματισμένου περιεχομένου με ταξινόμηση	54
5. Εικόνα 3.7.3.A. Εναλλάκτης θερμότητας.....	61
6. Πίνακας 4.1.1.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 1ης ερώτησης	81
7. Πίνακας 4.1.1.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 1ης ερώτησης....	81
8. Πίνακας 4.1.2.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 2ης ερώτησης	82
9. Πίνακας 4.1.2.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 2ης ερώτησης....	83
10. Πίνακας 4.1.3.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 3ης ερώτησης	84
11. Πίνακας 4.1.3.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 3ης ερώτησης..	84
12. Πίνακας 4.1.4.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 4ης ερώτησης	86
13. Πίνακας 4.1.4.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 4ης ερώτησης..	87
14. Πίνακας 4.1.5.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 5ης ερώτησης	89
15. Πίνακας 4.1.5.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 5ης ερώτησης..	90
16. Πίνακας 4.1.6.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 6ης ερώτησης	92
17. Πίνακας 4.1.6.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 6ης ερώτησης..	93
18. Πίνακας 4.1.7.A. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 7ης ερώτησης..	94
19. Πίνακας 4.1.7.B. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 7ης ερώτησης	95
20. Πίνακας 4.1.8.A. Δηλώσεις/θέσεις που αποτιμούν τις στάσεις των συμμετεχόντων	96
21. Πίνακας 4.1.8.B. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 8ης ερώτησης	97
22. Πίνακας 4.1.8.Γ. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 8ης ερώτησης ..	98
23. Πίνακας 4.1.9.A. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 9ης ερώτησης..	99
24. Πίνακας 4.1.9.B. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 9ης ερώτησης	100
25. Πίνακας 4.1.10.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 10ης ερώτησης	102
26. Πίνακας 4.1.10.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 10ης ερώτησης.....	102
27. Πίνακας 4.1.11.A. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 11ης ερώτησης.....	103
28. Πίνακας 4.1.11.B. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 11ης ερώτησης	104
29. Πίνακας 4.1.12.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 12ης ερώτησης	106
30. Πίνακας 4.1.12.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 12ης ερώτησης.....	107
31. Πίνακας 4.2.1.A. Επιδόσεις μαθητή 1	108
32. Πίνακας 4.2.2.A. Επιδόσεις μαθητή 2	109
33. Πίνακας 4.2.3.A. Επιδόσεις μαθητή 3	110
34. Πίνακας 4.2.4.A. Επιδόσεις μαθητή 4	111
35. Πίνακας 4.2.5.A. Επιδόσεις μαθητή 5	112
36. Πίνακας 4.2.6.A. Επιδόσεις μαθητή 6	113
37. Πίνακας 4.2.7.A. Επιδόσεις μαθητή 7	114
38. Πίνακας 4.2.8.A. Επιδόσεις μαθητή 8	115

39. Πίνακας 4.2.9.A. Επιδόσεις μαθητή 9	116
40. Πίνακας 4.2.10.A. Επιδόσεις μαθητή 10	117
41. Εικόνα 4.4.A. Σκίτσο παρουσίασης της δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου	126

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Διδακτική των Φυσικών Επιστημών

Το τελευταίο μισό του 20ου αιώνα οδήγησε στην ανάπτυξη ενός νέου επιστημονικού πεδίου, γνωστό ως «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών». Στόχος του είναι να βελτιωθεί η διδασκαλία των επιστημών που εντάσσονται στο συγκεκριμένο πεδίο (γεωλογία, φυσική, χημεία και βιολογία), είτε με την υιοθέτηση των υπάρχοντων, είτε με την εφαρμογή καινοτόμων διδακτικών πρακτικών που βοηθούν τους μαθητές να κατανοούν την επιστημονική γνώση και την εξέλιξή της με την πάροδο του χρόνου (Σμυρναίου, 2010).

Σημαντικό κομμάτι της διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) αποτελεί η παιδαγωγική γνώση περιεχομένου, στην οποία συγκαταλέγονται η αντίληψη και η αναπαράσταση του τρόπου με τον οποίο ο εκπαιδευτικός θα βοηθήσει μια ομάδα μαθητών να κατανοήσουν ένα συγκεκριμένο διδακτικό περιεχόμενο Φ.Ε. μέσα από πολλαπλές διδακτικές στρατηγικές σε ένα δεδομένο περιβάλλον μάθησης (Χαϊτίδου, Σπύρτου & Καριώτογλου, 2014).

Εκτιμάται πως μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι μαθητές μπορούν να αντιληφθούν καλύτερα τον κόσμο μέσα στον οποίο ζουν, αλλά και να αναγνωρίσουν την κοινωνική χρησιμότητα πολλών επιστημονικών ιδεών στην καθημερινότητα (Σμυρναίου, 2010).

Ως ξεχωριστό πεδίο μελέτης, η διδακτική των φυσικών επιστημών καθιερώθηκε από τα μέσα του προηγούμενου αιώνα (20^{ου}) και σε πρώτη φάση υιοθετήθηκε το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας, με τον εκπαιδευτικό να λειτουργεί ως κάτοχος της γνώσης που τη μεταδίδει στους μαθητές μέσα από την τυπική διδασκαλία, δηλαδή αγορεύοντας μέσα στην τάξη. Στην πορεία όμως, προέκυψαν νέες διδακτικές πρακτικές όπως ο εποικοδομητισμός, ο οποίος βασίζεται στις ιδέες που ήδη έχουν σχηματίσει οι μαθητές αναφορικά με τα φυσικά φαινόμενα (Σμυρναίου, 2010) και χρησιμοποιήθηκε ως διδακτική προσέγγιση και στην παρούσα μελέτη.

Στην εποικοδομητική προσέγγιση, ο εκπαιδευτικός έχοντας ως βάση τις αρχικές ιδέες των μαθητών τροποποιεί τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών κατά τέτοιο

τρόπο, ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να αντιληφθούν και να ερμηνεύσουν τα όσα ήδη γνωρίζουν, αλλά και τη νέα γνώση που αποκτούν, με επιστημονικό τρόπο. Το περιεχόμενο της διδασκαλίας μετασχηματίζεται και με τη βοήθεια και άλλων διδακτικών εργαλείων, όπως για παράδειγμα τα πειράματα, οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά στην οικοδόμηση της νέας γνώσης, αλλά και στην κατανόηση των διεργασιών που ακολούθησαν οι ίδιοι για την απόκτησή της (Σπηλιωτοπούλου, 2007).

Σύγχρονες τάσεις στις ΔΦΕ: Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία

Η μελέτη των φυσικών επιστημών θεωρείται από πολλούς μαθητές και μαθήτριες μάθημα με αυξημένες δυσκολίες, αλλά και χωρίς ενδιαφέρον. Ωστόσο, από έρευνες που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι η απόκτηση γνώσεων στις Φ.Ε. γίνεται πολύ πιο ενδιαφέρουσα και κατανοητή όταν μεταβάλλεται η διδακτική πρακτική (Μολοχίδης, Καριώτογλου & Ψύλλος, 2007). Οι ίδιες έρευνες, δείχνουν πως στις περιπτώσεις που ο εκπαιδευτικός επιλέγει να εφαρμόσει Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.), οι απόψεις των μαθητών μεταβάλλονται, το μάθημα αποκτά ενδιαφέρον, ενώ αυξάνονται τα μαθησιακά αποτελέσματα (Καριώτογλου, Σπύρτου, Πνευματικός & Ζουπίδης, 2012). Επιπλέον, άλλες έρευνες έχουν δείξει πως η Δ.Μ.Α. μπορεί, εκτός από την αύξηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, να συνεισφέρει θετικά στην αλλαγή στάσεων και συμπεριφορών απέναντι σε διάφορα ζητήματα. Για παράδειγμα, σε έρευνα της Κωνσταντινίδου (2019), η οποία –μεταξύ άλλων– μελέτησε το αν και κατά πόσο μια Δ.Μ.Α. μπορεί να μεταβάλει τις στάσεις των παιδιών απέναντι στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.), φάνηκε πως μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας τα παιδιά ήταν περισσότερο θετικά στη χρήση των Α.Π.Ε., γεγονός που θεωρείται χρήσιμο καθώς, σύμφωνα με τις θεωρίες συμπεριφοράς, είθισται οι στάσεις να προσδιορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη συμπεριφορά του ανθρώπου απέναντι σε πρόσωπα και καταστάσεις (Ajzen, 1988). Καταγραφή και μελέτη των στάσεων των μαθητών απέναντι στις Α.Π.Ε. επιχειρήθηκε και στην παρούσα μελέτη.

Η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.), είναι μεσαίας κλίμακας παρέμβαση, που δομείται λαμβάνοντας υπόψη στη διδακτική διαδικασία, τόσο την παιδαγωγική διάσταση, όσο και την επιστημονική διάσταση. Η παιδαγωγική διάσταση αφορά τη διδακτική μέθοδο που επιλέγει να ακολουθήσει κατά τη διδασκαλία ο εκπαιδευτικός και τη σχέση που αναπτύσσει με τους

μαθητές/μαθήτριες, ενώ η επιστημονική διάσταση αναφέρεται στη σχέση του υλικού κόσμου με την επιστημονική γνώση (Meheut & Psillos 2004).

Η διδακτική μέθοδος που χρησιμοποιείται στη Δ.Μ.Α. εστιάζει περισσότερο στη διερεύνηση του θέματος που εξετάζεται (διερευνητική διδασκαλία) και όχι απλά στην παρουσίασή του από τον εκπαιδευτικό της τάξης (δασκαλοκεντρική διδασκαλία), προκαλώντας έτσι τους μαθητές και τις μαθήτριες να συμμετέχουν ενεργά στην κατάκτηση της νέας γνώσης (Χατζηκρανιώτης, Καλλέρη, Μολοχίδης & Ψύλλος, 2011).

Κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας, ο εκπαιδευτικός έχει στη διάθεσή του αρκετά μοντέλα που μπορεί να χρησιμοποιήσει επαυξάνοντας τις πιθανότητες επιτυχίας σε ότι αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα, αν και το μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρέως είναι αυτό του εποικοδομητισμού. Αρκετές φορές υιοθετείται και η διερεύνηση (Κολιόπουλος, 2000). Στην παρούσα διδασκαλία χρησιμοποιήθηκε κυρίως ο εποικοδομητισμός αλλά και ορισμένα στοιχεία διερεύνησης.

Στόχος της Δ.Μ.Α. είναι να μπορούν οι εκπαιδευόμενοι να οικοδομήσουν γνώσεις πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο των φυσικών επιστημών, να κατανοούν τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις επιστημονικές και εναλλακτικές αντιλήψεις, να ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα, αλλά και να εμπλουτίσουν το λεξιλόγιό τους (Wallin, 2004).

Η διδασκαλία της Μαθησιακής Ακολουθίας διαρκεί συνήθως 5-15 διδακτικές ώρες (Kariotoglou, 2002) και στις περισσότερες των περιπτώσεων περιλαμβάνει διδακτικά σενάρια που βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν το θέμα που διδάσκονται (Spyrtou, Psillos & Kariotoglou, 2003).

Κατά τη φάση της δόμησης της Δ.Μ.Α., ο εκπαιδευτικός οφείλει να αναλύει το περιεχόμενο διδασκαλίας και να το μετασχηματίζει διδακτικά, εντοπίζοντας τα στοιχεία (φαινόμενα και έννοιες των φυσικών επιστημών) που προσφέρονται για τη διδασκαλία. Επίσης, πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι εκπαιδευόμενοι, σχετικά με το θέμα που θα μελετηθεί, όσο και βιβλιογραφικά ευρήματα από άλλες συναφείς μελέτες. Προκειμένου να διασφαλίσει την επιτυχία της διδασκαλίας οφείλει να ανιχνεύει τις ανάγκες, τις εμπειρίες και τα

ενδιαφέροντα των μαθητών, καθώς αυτά τα στοιχεία θα του παρέχουν χρήσιμη πληροφόρηση για να προσαρμόσει τη διδασκαλία στις ανάγκες και τις προοπτικές της τάξης (Σπύρτου, 2002).

Ενεργειακό ζήτημα: ο ρόλος των ΑΠΕ

Ένα από πεδία που μελετούν οι Φ.Ε. είναι η ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως από τον άνθρωπο στην καθημερινότητά του. Ο σύγχρονος τρόπος ζωής απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας με αποτέλεσμα οι φυσικοί πόροι να εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς. Συνεπώς το ενεργειακό πρόβλημα σχετίζεται με την υπερκατανάλωση των συμβατικών καυσίμων, η οποία είναι αποτέλεσμα του σύγχρονου τρόπου ζωής της ανθρωπότητας. Έτσι, οι αυξημένες εκπομπές ρύπων επιδεινώνουν την ατμόσφαιρα του περιβάλλοντος και συμβάλλουν αρνητικά στην κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη (Ανδρίτσος, 2008).

Δεδομένου ότι οι σημερινοί μαθητές, ως μελλοντικοί πολίτες θα διαχειριστούν τα ενεργειακά ζητήματα, κρίνεται σημαντικό να υπάρχει ενημέρωση και επίγνωση από τις μικρές ακόμη ηλικίες.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πολλοί επιστήμονες εκτιμούν ότι οι εκπομπές ρύπων που επιβαρύνουν τη γήινη ατμόσφαιρα και το περιβάλλον μπορούν να μειωθούν με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως ο ήλιος, ο άνεμος, τα κύματα, οι ωκεανοί και η γεωθερμία (Ανδρίτσος, 2008).

Η γεωθερμία συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Προέρχεται από το εσωτερικό της γης, στο οποίο η θερμότητα είναι αποθηκευμένη με τη μορφή θερμών νερών ή ατμών (κοντά στην γήινη επιφάνεια), οπότε και μπορεί να αξιοποιηθεί από τον άνθρωπο για άμεση ή έμμεση χρήση. Σε αυτή την περίπτωση η περιοχή που προσφέρεται για εκμετάλλευση ορίζεται ως γεωθερμικό πεδίο (Ανδρίτσος, 2008).

Η γεωθερμία, ως πηγή ενέργειας, χαρακτηρίζεται εναλλακτική και ήπια και οι χρήσεις της ποικίλουν. Μεταξύ άλλων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση κτιρίων αλλά και σε αγροτικές διεργασίες (π.χ. ξήρανση σιτηρών). Η Ελλάδα, ως χώρα, είναι ευνοημένη, καθώς διαθέτει σημαντικές

πηγές γεωθερμίας που μπορούν να αξιοποιηθούν, μέσω γεωτρήσεων, για ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις (χωρίς την ενδιάμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), αρκεί να το επιτρέπουν τα γεωθερμικά ρευστά (Ανδρίτσος, 2008).

ΔΜΑ με θέμα τη γεωθερμία

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι ο σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας με θέμα τη διδασκαλία της Γεωθερμίας, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (Α.Π.Ε.), σε μαθητές και μαθήτριες Ε' και Στ' τάξης δημοτικού σχολείου.

Η εργασία χωρίζεται σε δύο μέρη: στο θεωρητικό και το ερευνητικό. Το θεωρητικό μέρος περιλαμβάνει το 1^ο και 2^ο κεφάλαιο, ενώ το ερευνητικό μέρος αποτελείται από το 3^ο, 4^ο και 5^ο κεφάλαιο.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει στοιχεία για τη Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, τη χρησιμότητά της, τον τρόπο εφαρμογής της, τα διδακτικά μοντέλα και τον τρόπο που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Στο ίδιο κεφάλαιο αναφέρονται χρήσιμα βιβλιογραφικά ευρήματα για την ενέργεια, τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και τη γεωθερμία.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών πάνω στις οποίες οικοδομείται το μάθημα της Δ.Μ.Α. Επεξηγείται η σπουδαιότητά της και η χρήση της, ενώ παρατίθενται βιβλιογραφικά ευρήματα σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές μόνο για την ενέργεια και τις Α.Π.Ε., καθώς για τη γεωθερμία δεν εντοπίστηκαν παρόμοιες έρευνες. Επίσης, περιλαμβάνει τα βασικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στο περιεχόμενο της διδασκαλίας, ενώ αναλύονται και αιτιολογούνται οι μετασχηματισμοί που έγιναν στο διδακτικό περιεχόμενο. Τέλος, παρουσιάζεται η παιδαγωγική προσέγγιση που επιλέχθηκε, ενώ παρατίθενται εν συντομία τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τη διδασκαλία και την αξιολόγησή της.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται αναλυτικά η μέθοδος που ακολουθήθηκε κατά την εκπόνηση της έρευνας, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και ο τρόπος εφαρμογής, η αξιολόγηση της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας, η ανάλυση

ερωτήσεων που περιλαμβάνονταν στο ερωτηματολόγιο pre & post test που χρησιμοποιήθηκε, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο έγινε η αξιολόγηση της Δ.Μ.Α.

Το τέταρτο κεφάλαιο περιλαμβάνει τα αποτελέσματα που προέκυψαν ύστερα από την επεξεργασία των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν από τα ερωτηματολόγια, του αναστοχασμού του εκπαιδευτικού/ερευνητή αλλά και των παρατηρήσεων του εξωτερικού παρατηρητή.

Η εργασία ολοκληρώνεται με την εξαγωγή συμπερασμάτων, τη συζήτηση και την κατάθεση προτάσεων.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ Δ.Μ.Α.

1.1. Ενέργεια, πηγές και μορφές

Σύμφωνα με τον Ανδρίτσο (2008), η ενέργεια ως έννοια θεωρείται απροσδιόριστη αλλά εύκολα αντιληπτή. Για παράδειγμα, όλοι κατανοούν τις δυνατότητες που υπάρχουν από τη μεταφορά της θερμότητας. Σε όρους φυσικής όμως, ως ενέργεια νοείται κάθε σύστημα που μπορεί να παράξει έργο σε ένα άλλο. Για παράδειγμα, η δύναμη που ασκεί ένας άνθρωπος όταν σπρώχνει ένα αντικείμενο πάνω σε μια επιφάνεια που είναι τραχιά. Οι μορφές της είναι πολλές και ποικίλες. Υπάρχει η χημική ενέργεια που προέρχεται από τα καύσιμα και τα ορυκτά, η ηλιακή, η πυρηνική και η ηλεκτρική, ενώ ως ενεργειακές πηγές νοούνται αυτές που παράγουν ενέργεια (π.χ. για θέρμανση, ηλεκτρισμό), με κυρίαρχη αυτή του ήλιου.

Πιο αναλυτικά, στην ενέργεια απαντώνται δύο βασικά είδη, η κινητική και η δυναμική. Ως κινητική ενέργεια θεωρείται ένα έργο που επιτελείται ύστερα από κίνηση της ύλης. Ως δυναμική ενέργεια θεωρείται ένα έργο που βρίσκεται σε ηρεμία εντός της ύλης ή είναι αποθηκευμένο. Σε όποιο είδος και αν ανήκει μία ενέργεια αυτή εμφανίζεται σε έξι μορφές. Ως χημική (προϋποθέτει την αλλαγή της χημικής δομής των ουσιών), ως ηλεκτρική (αφορά τη θέση που έχει ένα ηλεκτρικό φορτίο σε ένα ηλεκτρικό πεδίο), ως μηχανική (προκύπτει από τη δύναμη που εφαρμόζεται σε κάποιο υλικό μέσο είτε αυτό είναι στέρεο, είτε υγρό, είτε αέριο), ως θερμική (χαρακτηρίζει το σύνολο της κινητικής ενέργειας των σωματιδίων που συγκροτούν τα υλικά σώματα), ως ηλεκτρομαγνητική (π.χ. η ηλιακή ενέργεια που μεταφέρεται μέσα από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) και ως πυρηνική (προκύπτει από την σχάση του ατόμου σε δύο ή περισσότερα σωματίδια και την πρόσκρουση σε νετρόνια που απελευθερώνουν δύναμη η οποία είναι συνδεδεμένη με πρωτόνια και νετρόνια του πυρήνα). Κάθε μια από τις μορφές ενέργειας ταξινομείται ως κινητική ή δυναμική, (Πίνακας 1.1.Α.).

Πίνακας 1.1.Α. Ταξινόμηση μορφών ενέργειας σε δυναμική και κινητική (πηγή: Ανδρίτσος, 2008)

<i>Μορφή ενέργειας</i>	<i>Δυναμική</i>	<i>Κινητική</i>
Βαρυτική	ΝΑΙ (εξ ορισμού)	-
Μηχανική (έργο)	Σώμα εν ηρεμία	Σώμα εν κινήσει
Ηλεκτρική	Φορτισμένη μπαταρία	Μπαταρία σε αποφόρτιση
Θερμική (θερμότητα)	-	ΝΑΙ (εξ ορισμού)
Ηλιακή (ακτινοβολία)	-	ΝΑΙ (εξ ορισμού)
Χημική	ΝΑΙ (εξ ορισμού)	-
Πυρηνική	ΝΑΙ (εξ ορισμού)	-

Πηγές ενέργειας, θεωρούνται ο ήλιος, ο άνεμος, τα κύματα, η γεωθερμία, ο άνθρακας, η ξυλεία, τα τρόφιμα, τα καύσιμα κ.ά. Κοινό χαρακτηριστικό όλων είναι ότι μέσω της αξιοποίησης και της χρήσης τους δίδεται η δυνατότητα να τεθούν σε κίνηση διάφορα αντικείμενα, να μεταβληθούν θερμοκρασίες και γενικά να παραχθεί έργο (Smil, 2008).

Η θερμότητα θεωρείται μορφή κινητικής ενέργειας, λόγω της μεταφοράς και της περιστροφής της και αναφέρεται κυρίως στα ρευστά. Μεταφέρεται και αποθηκεύεται μέσω της διέγερσης δεσμευμένων ηλεκτρονίων. Τείνει να ρέει αυθορμήτως από τα πιο θερμά σώματα στα πιο ψυχρά και οι ροές της, μέσω θερμικής μηχανής, είναι δυνατό να μετατραπούν μερικώς σε ωφέλιμο έργο (Αλεξοπούλου, 1986).

Όπως προαναφέρθηκε, για τη γη, η απόλυτη πηγή ενέργειας είναι ο ήλιος ο οποίος, εκπέμποντας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, παρέχει θερμότητα σε ημερήσια βάση δρομολογώντας δράσεις που παρέχουν ενέργεια από τον άνεμο, τα κύματα, τα ρεύματα της θάλασσας, το νερό και τη βιομάζα. Παράλληλα, δημιουργεί αποθηκευμένη ενέργεια μετατρέποντας ζωικές και φυτικές ύλες σε φυσικά ή ορυκτά καύσιμα. Ωστόσο, οι διεργασίες αυτές γίνονται με αργούς ρυθμούς με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η κάλυψη των αυξημένων αναγκών του σύγχρονου ανθρώπου. Σε αυτή την καθυστέρηση και τις αυξημένες ανάγκες αποδίδεται, μεταξύ άλλων, και το «ενεργειακό πρόβλημα» (Ανδρίτσος, 2008).

Αν και η ορολογία «ενεργειακό πρόβλημα» άρχισε να χρησιμοποιείται κατά τη δεκαετία του 1950, η δεκαετία του 1970 ήταν αυτή που το έκανε κατανοητό (λόγω

της πετρελαϊκής κρίσης) σε μεγάλη μερίδα του πληθυσμού. Παράλληλα, διαπιστώθηκε ότι οι ενεργειακοί πόροι, που ο άνθρωπος είχε συνηθίσει να χρησιμοποιεί, εξαντλούνται με γοργούς ρυθμούς. Μάλιστα, σύμφωνα με στοιχεία του 2008, εκτιμάται πως τα αποθέματα πετρελαίου επαρκούν για να εξυπηρετήσουν της ανάγκες της ανθρωπότητας για τα επόμενα 41 χρόνια, ενώ τα αποθέματα φυσικού αερίου επαρκούν για τα επόμενα 65 χρόνια (BP, 2008). Έτσι, παράλληλα με την αναζήτηση και ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων, το ενδιαφέρον στράφηκε, εδώ και αρκετά χρόνια, και στην αξιοποίηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας.

Στο μεταξύ, σύμφωνα με τον Ανδρίτσο (2008), καθώς το μεγαλύτερο μέρος των ενεργειακών αναγκών (ξεπερνά το 87%) που έχουν οι άνθρωποι, καλύπτεται από τα ορυκτά καύσιμα (π.χ. αργό πετρέλαιο, φυσικό αέριο), εκλύονται στην ατμόσφαιρα της γης μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα δημιουργώντας έτσι το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (Φ.τ.Θ.). Αν και ως ορολογία, το Φ.τ.Θ., χρησιμοποιείται για να περιγράψει τον ρόλο που έχει η ατμόσφαιρα στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στον πλανήτη, εντούτοις υπονοεί και την αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου άνθρακα στη γήινη ατμόσφαιρα, η οποία σταδιακά διαταράσσει τις κλιματικές συνθήκες εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας στον πλανήτη.

1.2. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.)

Προσπαθώντας να αντιμετωπιστεί το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου και της υπερθέρμανσης του πλανήτη, το ενδιαφέρον στράφηκε στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.).

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι όσες ενεργειακές πηγές ανανεώνονται με φυσικό τρόπο. Σε αυτές συγκαταλέγονται η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμία, η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια βιομάζας, αλλά και η ενέργεια που προέρχεται από τα κύματα και τους ωκεανούς. Δεν απελευθερώνουν επιβλαβή αέρια στην ατμόσφαιρα και θεωρούνται από τις πιο αξιόπιστες εναλλακτικές ενεργειακές λύσεις (Çelikler & Aksan, 2015; Daugherty & Carter, 2010; Zyadin, Puhakka, Ahponen, Cronberg & Pelkonen, 2012). Επιπλέον, περιορίζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου

συνεισφέροντας έτσι θετικά στην κλιματική αλλαγή (Liarakou, Gavrilakis & Flouri, 2008).

Σύμφωνα με τον Sorensen (2004), οι Α.Π.Ε., είναι ροές ενέργειας που αντικαθίστανται διατηρώντας τον ίδιο ρυθμό με τον οποίο καταναλώνονται. Διακρίνονται σε ηλιακή, υδροηλεκτρική, αιολική, γεωθερμική, παλιρροϊκή, ενέργεια από τη βιομάζα, ενέργεια από τα θαλάσσια κύματα και θερμότητα προερχόμενη από τους ωκεανούς. Με εξαίρεση τη γεωθερμική και την παλιρροϊκή ενέργεια, όλες οι υπόλοιπες Α.Π.Ε. εκπορεύονται από την ηλιακή ενέργεια.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας απαντώνται στη βιβλιογραφία και με άλλες ορολογίες όπως, εναλλακτικές μορφές ενέργειας (λόγω της δυνατότητάς τους να αντικαταστήσουν τις συμβατικές), ήπιες μορφές ενέργειας (λόγω της μικρότερης, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές, επίπτωσης στο περιβάλλον) και πρόσθετες μορφές ενέργειας (λόγω του γεγονότος ότι δεν έχει αναπτυχθεί επαρκώς, ακόμη, η τεχνολογία που θα επιτρέπει την πλήρη αξιοποίησή τους) (Ανδρίτσος, 2008).

1.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε.

Οι Α.Π.Ε. είναι στενά συνδεδεμένες με την αειφόρο ανάπτυξη και τις προσπάθειες που καταβάλλονται τα τελευταία χρόνια για την αντιμετώπιση της υπερθέρμανσης του πλανήτη και του Φαινομένου του Θερμοκηπίου. Ωστόσο, αυτό δε σημαίνει πως δεν επιβαρύνουν καθόλου το περιβάλλον.

Στα πλεονεκτήματά τους συμπεριλαμβάνονται η διαρκής ανανέωσή τους, η φιλικότητα προς το περιβάλλον, η ενεργειακή αυτάρκεια που μπορούν να παρέχουν σε αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και το γεγονός ότι μπορούν να αποτελέσουν μια εναλλακτική πηγή ενέργειας σε σχέση με το πετρέλαιο. Επίσης, το γεγονός πως μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες ενός τοπικού πληθυσμού χωρίς να απαιτείται η κάλυψη μεγάλων αποστάσεων για μεταφορά ενέργειας όπως και η απλότητα του εξοπλισμού αξιοποίησής τους (Ανδρίτσος, 2008).

Στα μειονεκτήματά τους, συγκαταλέγεται ο χαμηλός συντελεστής απόδοσης, το αρχικά υψηλό κόστος εγκαταστάσεων, και το γεγονός πως για την τοποθέτηση αυτών απαιτείται συχνά αρκετά μεγάλη επιφάνεια. Αυτός άλλωστε είναι και ο λόγος που

μέχρι στιγμής χρησιμοποιούνται συμπληρωματικά στην παραγωγή ενέργειας, όπως και ο λόγος που δε χρησιμοποιούνται για να καλύψουν ενεργειακές ανάγκες σε μεγάλα αστικά κέντρα. Μειονέκτημα θεωρείται και το γεγονός ότι η αποδοτικότητα της υδροηλεκτρικής, της αιολικής και της ηλιακής ενέργειας επηρεάζονται από τις εποχές και τις κλιματικές συνθήκες. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες θεωρούνται αντιαισθητικές, θορυβώδεις και ενοχοποιούνται για θανάτους πουλιών (Ανδρίτσος, 2008).

Αξίζει να αναφερθεί πως κάθε μία από τις Α.Π.Ε. διαθέτει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τη φύση και τη χρήση της (πίνακας 1.3.Α.).

Πίνακας 1.3.Α. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των Α.Π.Ε. (πηγή: Ανδρίτσος, 2008)

ΑΠΕ	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ηλιακή ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> • Τεράστιο δυναμικό • Πάντοτε παρούσα • Δεν ρυπαίνει 	<ul style="list-style-type: none"> • Μικρή απόδοση • Υψηλό αρχικό κόστος • Πρόβλημα αποθήκευσης • Υψηλό κόστος στον καταναλωτή • Διαφέρει με την ώρα και τη θέση
Υδρο-ενέργεια	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή απόδοση (>80%) • Ελάχιστη απορριπτόμενη θερμότητα • Το μικρότερο κόστος ανά kWh • Ρυθμίζεται εύκολα • Δυνατότητα μερικής αποθήκευσης 	<ul style="list-style-type: none"> • Αποθέσεις/ιζήματα • Αποτυχία φραγμάτων • Μεταβολή τοπικού κλίματος • Ορισμένα είδη ψαριών σε κίνδυνο
Αιολική	<ul style="list-style-type: none"> • Ευέλικτη, ακόμη και σε μεμονωμένα σπίτια • Ιδιαίτερη συνεισφορά σε «ανεμοδαρμένες» περιοχές 	<ul style="list-style-type: none"> • Μεταβλητή λειτουργία • Μικρή απόδοση (30%) • Οπτική ρύπανση
Γεωθερμική	<ul style="list-style-type: none"> • Υψηλή απόδοση • Όχι τόσο μεγάλο πάγιο κόστος • Συνεχής παραγωγή ενέργειας 	<ul style="list-style-type: none"> • Μερικώς ανανεώσιμη • Τοπικός πόρος – τοπική ανάπτυξη • Κάποιες μορφές ρύπανσης
Θερμική ενέργεια ωκεανών	<ul style="list-style-type: none"> • Μεγάλο δυναμικό • Αξιοποίηση μεγάλης κλίμακας 	<ul style="list-style-type: none"> • Τεχνολογικά προβλήματα • Τεράστιο κόστος • Περιβαλλοντικό κόστος ;
Παλιρροϊκή	<ul style="list-style-type: none"> • Σταθερή πηγή • Μπορούν να αξιοποιηθούν πολλά συστήματα εκβολών ποταμών 	<ul style="list-style-type: none"> • Κύκλο μικρού καθήκοντος • Αλλαγή της ακτογραμμής • Υψηλό κόστος
Καύση βιομάζας	<ul style="list-style-type: none"> • Φυσικό προϊόν • Και για συμπαραγωγή και για μεμονωμένη χρήση 	<ul style="list-style-type: none"> • Σωματιδιακή ρύπανση • Περιορισμός στη μεταφορά • Μεγάλη κλίμακα ;
Πυρηνική Σύντηξη	<ul style="list-style-type: none"> • Πολλά 	<ul style="list-style-type: none"> • Ας το ξεχάσουμε προς το παρόν! • Δεν είμαστε ακόμη τόσο έξυπνοι!

1.4. Η γεωθερμία

Τα φαινόμενα που σχετίζονται με την ενέργεια και τη γεωθερμία αφορούν τη μετατροπή της ενέργειας (μορφές/πηγές ενέργειας), τη σύγκρουση των λιθοσφαιρικών πλακών (γεωθερμία), τη μεταφορά θερμότητας (θερμότητα/εναλλάκτης θερμότητας) και το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (ενεργειακό πρόβλημα).

Η μετατροπή της ενέργειας αναφέρεται στην ιδιότητα της ενέργειας να μεταβάλλει τις μορφές της. Για παράδειγμα, η γεωθερμική ενέργεια που χρησιμοποιείται για θέρμανση κτιρίων, αρχικά πηγάζει από το εσωτερικό της γης και εξέρχεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή. Μέσω γεωτρήσεων εισέρχεται σε ειδικές δεξαμενές και με την απελευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται και διοχετεύεται στα περιφερειακά τμήματα των δεξαμενών, ενώ τα γεωθερμικά ρευστά τροφοδοτούν τον εναλλάκτη θερμότητας επιστρέφοντας στη γη. Το ζεστό νερό που υπάρχει στην έξοδο του εναλλάκτη χρησιμοποιείται για θέρμανση (οικημάτων, θερμοκηπίων κ.ά.) (Βραχόπουλος, Κούκου & Καρύτσας, 2015).

Ο γεωθερμικός ταμιευτήρας είναι ένα από τα βασικά τμήματα που περιλαμβάνει ένα υδροθερμικό σύστημα, καθώς συμβάλλει στην ενεργειακή αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών. Αποτελείται από ένα σύστημα θερμών πετρωμάτων τα οποία διευκολύνουν την κυκλοφορία των ρευστών προκειμένου να αξιοποιηθεί τελικά η θερμότητα (Φυτίκας, Ανδρίτσος & Δρακούλης, 2008).

Τα γεωθερμικά πεδία, δημιουργούνται ύστερα από τη σύγκρουση λιθοσφαιρικών πλακών. Πρόκειται για πλάκες που κινούνται συνεχώς με αργούς ρυθμούς. Ανάλογα με τις κινήσεις τους, στα όριά τους εκδηλώνονται τρία φαινόμενα: απόκλιση, σύγκλιση και παράλληλη πορεία. Όταν οι πλάκες απομακρύνονται μεταξύ τους (απόκλιση) στο κενό που δημιουργείται αναβλύζει μάγμα. Αυτό στη συνέχεια αποκτά στερεή μορφή και δημιουργεί νέα λιθόσφαιρα (εξωτερικό κέλυφος της γης). Στις περιπτώσεις που οι πλάκες πλησιάζουν μεταξύ τους (σύγκλιση) τότε η μία βυθίζεται κάτω από την άλλη προκαλώντας μεταφορά θερμότητας λόγω τριβής, η οποία εκτονώνεται με την έκρηξη ηφαιστείων δημιουργώντας τάφρους. Τέλος, στην

περίπτωση της παράλληλης πορείας οι δύο πλάκες δεν καταστρέφουν αλλά και ούτε δημιουργούν λιθόσφαιρα (Ανδρίτσος, 2008).

Στη γεωθερμία, η μεταφορά της θερμότητας πραγματοποιείται με συναγωγή των νερών που υπάρχουν στο εσωτερικό της γης. Τα υπόγεια νερά που είναι παγιδευμένα σε δεξαμενές εντός της γης, κατά την επαφή τους με τα πετρώματα θερμαίνονται και εξέρχονται στην επιφάνεια, είτε ως πίδακες ζεστών νερών, είτε ως ατμοί. Μέσω γεωτρήσεων, τα υπόγεια θερμά νερά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση κτιρίων, παραγωγή ηλεκτρισμού, αποξηράνσεις γεωργικών προϊόντων κ.ά. (Φυτίκας και συν., 2008).

Για να θεωρηθεί η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιήσιμη, τα ζεστά νερά ή οι ατμοί θα πρέπει είτε να ρέουν πάνω στην επιφάνεια της γης, είτε να εξάγονται μέσω γεωτρήσεων, ενώ ο ρυθμός με τον οποίο αυξάνεται η θερμοκρασία με την απόσταση που έχει από την επιφάνεια της γης θα πρέπει να έχει μέση τιμή τους 30 βαθμούς Κελσίου ανά χιλιόμετρο. Τέτοια χαρακτηριστικά διαθέτουν αρκετές περιοχές του πλανήτη που βρίσκονται στα όρια λιθοσφαιρικών πλακών (Ανδρίτσος, 2008).

Ο εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιείται για την εναλλαγή της θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών που διαχωρίζονται με ένα στερεό μεταλλικό τοίχωμα, η δε μετάδοση της θερμότητας γίνεται με επαφή ρευστών με την επιφάνεια θέρμανσης. Θεωρείται απαραίτητος για την αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους. Συνδέεται με σωλήνες, που είναι τοποθετημένες μέσα στο έδαφος ύστερα από γεωτρήσεις, στους οποίους κυκλοφορεί το θερμό νερό. Κατά βάση χρησιμοποιείται είτε γιατί το νερό που έρχεται απ' ευθείας από τη δεξαμενή είναι επικίνδυνο προς άμεση χρήση, είτε για να ανταλλάξει τη θερμότητα μεταξύ ζεστού νερού και αέρα, ώστε να επιτευχθεί θέρμανση κτιρίων με το δεύτερο ρευστό (Καρυδάκης, 2005).

Η γεωθερμία συγκαταλέγεται στις Α.Π.Ε. και σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες κάθε περιοχής, ενώ χαρακτηρίζεται ως ήπια εναλλακτική ενέργεια. Προέρχεται από το εσωτερικό της γης στο οποίο η θερμότητα είναι αποθηκευμένη με τη μορφή θερμών ατμών, υπόγειων θερμών νερών, καθώς και προηγμένων (ή τεχνητών) γεωθερμικών συστημάτων, κοντά στην γήινη επιφάνεια οπότε και μπορεί να αξιοποιηθεί (Ανδρίτσος, 2008; Βραχόπουλος και συν., 2015).

Ως πηγή ενέργειας, η γεωθερμία χαρακτηρίζεται εναλλακτική και ήπια και οι χρήσεις της ποικίλουν. Μεταξύ άλλων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, τη θέρμανση κτιρίων όπως και σε αγροτικές διεργασίες (π.χ. ξήρανση σιτηρών).

Αν και τα γεωθερμικά ρευστά αξιοποιούνται από αρχαιοτάτων χρόνων (π.χ. ως θερμά λουτρά), εντούτοις (η γεωθερμία) για να χρησιμοποιηθεί εντατικά και να καλύψει τις ανάγκες του σύγχρονου ανθρώπου απαιτούνται τεχνολογικές εφαρμογές και αντιμετώπιση των περιορισμών που υπάρχουν, οι οποίοι μπορεί να είναι τεχνικής φύσεως (π.χ. διάβρωση), περιβαλλοντικής (π.χ. τοξικά αέρια) ή οικονομικής (Φυτίκας και συν., 2008).

Τα γεωθερμικά ρευστά είναι τα μέσα μεταφοράς της γήινης θερμότητας (ζεστό νερό ή ζεστό νερό και αέρια ή ζεστό νερό με ατμούς ή ατμοί) (Καρυδάκης, 2005). Λόγω της μικρής περιεκτικότητας διαβρωτικών αλάτων και αερίων θεωρούνται εύκολα στην αξιοποίηση και εκμετάλλευσή τους. Επιπλέον, η θερμότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί από τα γεωθερμικά ρευστά είναι αρκετά πιο οικονομική από την αντίστοιχη που παράγεται από το την καύση πετρελαίου θέρμανσης και φυσικού αερίου (Βραχόπουλος και συν., 2015).

Η Ελλάδα ως χώρα είναι ευνοημένη, καθώς διαθέτει σημαντικές πηγές γεωθερμίας που μπορούν να αξιοποιηθούν, μέσω γεωτρήσεων, για ηλεκτρικές και άμεσες χρήσεις (χωρίς την ενδιάμεση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας), αρκεί να το επιτρέπουν τα γεωθερμικά ρευστά (Ανδρίτσος, 2008).

Σύμφωνα με τον Lindal (1973), οι συνηθέστερες χρήσεις της γεωθερμίας είναι η θέρμανση κτιρίων, η ηλεκτρική παραγωγή, η αποξήρανση αγροτικών προϊόντων και οι ιχθυοκαλλιέργειες.

Όπως προαναφέρθηκε μεταξύ των χρήσεων της γεωθερμίας είναι και η θέρμανση κτιρίων. Για να επιτευχθεί η θέρμανση ενός κτιρίου απαιτούνται γεωτρήσεις, τοποθέτηση σωληνώσεων για τη συλλογή των θερμών ρευστών και αν κριθεί απαραίτητο αντλίες και εναλλάκτες θερμότητας (Φυτίκας και συν., 2008).

Στις περιπτώσεις όπου υπάρχει εντατική χρήση της γεωθερμίας οι εναλλάκτες θερμότητας θεωρούνται απαραίτητοι, καθώς δε χρησιμοποιούνται μόνο για τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ ρευστών, αλλά και για την αποτροπή επαφής με επικίνδυνα αέρια (όπως το SO₂). Σε ότι αφορά τις αντλίες, χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση και αξιοποίηση της γεωθερμίας δημιουργώντας ένα δίκτυο σωληνώσεων, εντός του οποίου κυκλοφορεί το νερό, το οποίο απορροφώντας θερμότητα από τη γη και μεταφέροντάς τη στο κτίριο, το θερμαίνει μέσα από τη λειτουργία του εκάστοτε συστήματος θέρμανσης (Φύτικας και συν., 2008).

1.5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της γεωθερμίας

Όπως και οι άλλες Α.Π.Ε. η γεωθερμία διαθέτει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στα πλεονεκτήματά της περιλαμβάνεται το γεγονός ότι δεν έχει εκπομπές αερίων (οπότε δεν επιβαρύνει το περιβάλλον), συμβάλλει στην εξοικονόμηση της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση κτιρίων, δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες, μειώνει τις δαπάνες για ψύξη και θέρμανση, ενώ το κόστος συντήρησης είναι χαμηλό (οικονομικό όφελος). Επίσης, μειώνει την εθνική ενεργειακή εξάρτηση και εναρμονίζεται με τις παγκόσμιες δεσμεύσεις (Πρωτόκολλο του Κιότο, Λευκή Βίβλο της Ε.Ε. για την ενέργεια).

Στα μειονεκτήματά της συγκαταλέγεται το αρχικό κόστος που απαιτείται για την δημιουργία γεωθερμικού συστήματος, αν και η απόσβεσή του γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα. Επίσης, στην περίπτωση των ανοιχτών γεωθερμικών κυκλωμάτων όπου απαιτούνται γεωτρήσεις από τις οποίες όμως δημιουργείται λάσπη. Τέλος, το γεγονός πως σε ορισμένες περιπτώσεις η λειτουργία εργοστασίων ηλεκτροπαραγωγής με βάση τη γεωθερμία, προκαλεί αισθητούς σεισμούς (Φύτικας και συν., 2008).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΗΣ Δ.Μ.Α.

2.1. Τι είναι η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.)

Η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία (Δ.Μ.Α.) συγκαταλέγεται στα χρήσιμα εργαλεία που έχει στη διάθεσή του ένας εκπαιδευτικός για να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών και των μαθητριών στις Φ.Ε. καθιστώντας ένα αδιάφορο και βαρετό, για πολλούς εκπαιδευόμενους μάθημα, σε ενδιαφέρον, αλλά και περισσότερο κατανοητό (Μολοχίδης και συν., 2007).

Συγκαταλέγεται στις καλύτερες διδακτικές πρακτικές οι οποίες αν και υλοποιούνται σε σύντομο χρονικό διάστημα, βελτιώνουν τα μαθησιακά αποτελέσματα (Kariotoglou, Psillos & Tselfes, 2003; Meheut, 2005).

Πρόκειται για μεσαίας κλίμακας παρεμβάσεις, που δομούνται λαμβάνοντας υπόψη τόσο την παιδαγωγική διάσταση, που αφορά τη διδακτική μέθοδο που επιλέγει να ακολουθήσει κατά τη διδασκαλία ο εκπαιδευτικός και τη σχέση που αναπτύσσει με τους μαθητές/μαθήτριες, όσο και την επιστημονική διάσταση η οποία αναφέρεται στη σχέση του υλικού κόσμου με την επιστημονική γνώση (περιλαμβάνει μεταξύ άλλων την ανάλυση του περιεχομένου, τον μετασχηματισμό του περιεχομένου και της διδασκαλίας) (Meheut & Psillos, 2004).

Με τον συνδυασμό των δύο προαναφερομένων διαστάσεων (παιδαγωγική και επιστημονική) υιοθετούνται δράσεις που είναι μεν εστιασμένες σε ένα συγκεκριμένο επιστημονικό περιεχόμενο, έχουν όμως ως βάση, τη συλλογιστική των εκπαιδευόμενων. Συνδυάζοντας αυτές τις δύο διαστάσεις γίνεται τόσο ο σχεδιασμός μιας Δ.Μ.Α., όσο και η εφαρμογή της (Besson, Borghi, De Ambrossis & Mascheretti, 2010).

Στόχος της Δ.Μ.Α. είναι να μπορούν οι εκπαιδευόμενοι να οικοδομήσουν γνώσεις πάνω στο συγκεκριμένο αντικείμενο των φυσικών επιστημών, να κατανοούν τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις επιστημονικές και εναλλακτικές αντιλήψεις, να

ερμηνεύουν φυσικά φαινόμενα, αλλά και να εμπλουτίσουν το λεξιλόγιό τους (Wallin, 2004).

2.2. Μοντέλα σχεδιασμού και ανάπτυξης ΔΜΑ

Τα μοντέλα, χρησιμοποιούνται από αρχαιοτάτων χρόνων και είναι ίσως το πιο χαρακτηριστικό γνώρισμα των Φ.Ε., καθώς βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν το αντικείμενο που μελετούν (Χαλκιά, 2012).

Με τη χρήση ενός μοντέλου αναπαρίσταται μια έννοια, ένα φαινόμενο ή μια διαδικασία, καθίσταται κατανοητή η ερμηνεία του, ενώ διασφαλίζεται, σε μεγαλύτερο βαθμό, η εμπλοκή των εκπαιδευόμενων στη διαδικασία μάθησης και στην οικοδόμηση της γνώσης (Constantinou, 1999; Gilbert, Boulter & Rutherford, 1998).

Σύμφωνα με τους Justi & Gilbert (2002), η διδασκαλία με μοντέλα και μοντελοποίηση επιτυγχάνεται μέσω διδακτικών προσεγγίσεων που επικεντρώνονται: στη μάθηση ενός μοντέλου μέσω της διδασκαλίας άλλου μοντέλου, στη χρήση ενός μοντέλου που είναι γνώριμο στους εκπαιδευόμενους ή είναι προσαρμοσμένο πάνω σε ένα συγκεκριμένο φαινόμενο, αλλά και με διδακτικές προσεγγίσεις που εστιάζουν στη χρήση ενός μοντέλου που είναι επιστημονικά αποδεκτό ή στην οικοδόμηση ενός μοντέλου από την αρχή.

Οι σύγχρονες απόψεις για τη διδασκαλία των Φ.Ε. θέλουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να συμμετέχουν ενεργά, τόσο στις δραστηριότητες μοντελοποίησης, όσο και στην επίλυση προβλημάτων της καθημερινότητας, ώστε μέσα από τη διεπιστημονική προσέγγιση να αντιλαμβάνονται και να κατανοούν τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε δράσεις επιστημονικού περιεχομένου (Κόμης, 2004). Επιπλέον, μέσα από τη διαδικασία της μοντελοποίησης, οι εκπαιδευόμενοι οικοδομούν και εμπεδώνουν σε μεγαλύτερο βαθμό τη γνώση πάνω στο αντικείμενο που μελετούν, την κατανοούν και δεν την απομνημονεύουν απλώς (Βοσνιάδου, 1998).

2.3. Διδακτικά μοντέλα σχεδιασμού και υλοποίησης Δ.Μ.Α.

Κατά τον σχεδιασμό και την υλοποίηση μιας Δ.Μ.Α., ο εκπαιδευτικός έχει στη διάθεσή του αρκετά μοντέλα που μπορεί να χρησιμοποιήσει επαυξάνοντας τις πιθανότητες επιτυχίας σε ότι αφορά τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Ο Ζουπίδης (2012), αναφέρει έξι (6) μοντέλα σχεδιασμού και υλοποίησης των Δ.Μ.Α. Πρόκειται για τα μοντέλα της Αναπτυξιακής Έρευνας (Developmental Research), της Εκπαιδευτικής Επανοικοδόμησης (Educational Reconstruction), του Διδακτικού Ρόμβου (Didactical Rhobus), του μοντέλου «Κόσμος – Ιδέες – Τεκμήρια» (Cosmos – Ideas – Evidence), αυτού που βασίζεται στον Σχεδιασμό Έρευνας (Design-based Research) και το Μοντέλο του Pickering.

Το μοντέλο αναπτυξιακής έρευνας, αναφέρεται σε μια κυκλική διαδικασία η οποία κατά την εξέλιξή της εμπλουτίζει με νέα δεδομένα την έρευνα, οδηγώντας στον εκ νέου σχεδιασμό της. Επικεντρώνεται κυρίως στο επιστημονικό περιεχόμενο του θέματος που μελετάται και στο πώς αυτό διδάσκεται εντός της αίθουσας, ενώ βοηθά τον εκπαιδευτικό να έχει καλύτερη επίγνωση για τα όσα συμβαίνουν μέσα στην τάξη, αλλά και το πώς αυτή μπορεί να βελτιωθεί (Lijnse, 1995).

Το μοντέλο της εκπαιδευτικής επανοικοδόμησης, επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση εκπαιδευτικού και εκπαιδευόμενων. Έχει τη βάση του στην προσέγγιση της εποικοδομητικής διδασκαλίας που θεωρεί ότι το επιστημονικό περιεχόμενο του γνωστικού αντικείμενου που μελετάται δεν αποτελεί τη μια «αλήθεια» (Duit, 1999). Εφαρμόζεται λαμβάνοντας υπόψη τρεις συνιστώσες που αναφέρονται στην ανάλυση της δομής περιεχομένου, στις εμπειρικές έρευνες καθώς και στην ανάπτυξη και αξιολόγηση της διδακτικής πρακτικής. Μέσα από την ανάλυση δομής αναδιαμορφώνεται το διδακτικό περιεχόμενο και επανοικοδομείται προσαρμοσμένο με βάση τις δυσκολίες, τα ενδιαφέροντα, αλλά και τις προοπτικές των εκπαιδευόμενων (Meheut & Psillos, 2004). Μέσα από τις εμπειρικές έρευνες διαπιστώνονται οι απόψεις που έχουν οι εκπαιδευόμενοι πριν από την εφαρμογή της διδασκαλίας και το πώς αυτές εξελίσσονται στη συνέχεια, ενώ μέσω της τρίτης διάστασης (ανάπτυξη/αξιολόγηση διδακτικής πρακτικής) αξιολογούνται οι περιορισμοί, αλλά και τα γενικότερα ζητήματα που αναδεικνύονται κατά τη

διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης, μέσα στο περιβάλλον της σχολικής αίθουσας (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1996).

Το μοντέλο του διδακτικού ρόμβου επικεντρώνεται στη σχέση που αναπτύσσεται μεταξύ της παιδαγωγικής και της επιστημονικής διάστασης που έχει μια Δ.Μ.Α. Για παράδειγμα, στην ανάλυση του περιεχομένου της Δ.Μ.Α. και στον διδακτικό μετασχηματισμό (επιστημονική διάσταση) και στο πώς αυτό θα διδαχθεί στους μαθητές/μαθήτριες, αλλά και το είδος των σχέσεων που θα αναπτυχθούν μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών (παιδαγωγική διάσταση) (Meheut & Psillos, 2004).

Το μοντέλο «κόσμος, ιδέες, τεκμήρια», βασίζεται στη θεωρία του Hacking (1992, 1995), που εκτιμά ότι οι πρακτικές που ακολουθούνται στην επιστήμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε επαγγελματικό, όσο και σε εκπαιδευτικό χώρο. Έτσι, η εφαρμογή μιας Δ.Μ.Α. γίνεται κατά τα πρότυπα της επιστημονικής έρευνας.

Το μοντέλο που βασίζεται στον ερευνητικό σχεδιασμό, επικεντρώνεται σε πέντε συγκεκριμένα στοιχεία που οφείλει να διαθέτει μια έρευνα. Τα σημεία αυτά αφορούν α) την εμπλοκή των κεντρικών στόχων της Δ.Μ.Α. στον σχεδιασμό περιβάλλοντος μάθησης και την ανάπτυξη θεωριών μάθησης, β) στον κυκλικό ρόλο της Δ.Μ.Α. (σχεδιασμός, εφαρμογή, αξιολόγηση, επανασχεδιασμός) για καλύτερη διαχείριση των πληροφοριών που προκύπτουν από την ανατροφοδότηση, γ) στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και τη διάχυση πληροφοριών για αυτά, ώστε να μπορούν να γνωστοποιηθούν σε όλους όσους ενεπλάκησαν στον σχεδιασμό μιας Δ.Μ.Α., δ) στη βελτίωση των ζητημάτων μάθησης που προκύπτουν από την εφαρμογή της διδασκαλίας και ε) στην καταγραφή και σύνδεση των διδακτικών τακτικών με τη μαθησιακή πράξη (Tiberghien, Vince & Gaidoz, 2009).

Τέλος το μοντέλο του Pickering (1995), θέλει την επιστημονική πρακτική να αποτελεί μεταβλητό μοντέλο επιστημονικής συμπεριφοράς που εξελίσσεται διαχρονικά. Με βάση αυτό το μοντέλο, η Δ.Μ.Α. στις Φ.Ε., εκλαμβάνεται ως επιστημονικό προϊόν μεταβλητού χαρακτήρα. Παράλληλα, ο ερευνητής μιας Δ.Μ.Α. εκλαμβάνεται ως επιστήμονας των Φ.Ε., ενώ οι σχέσεις και οι δραστηριότητες δέχονται περιορισμούς από τρεις παράγοντες: τον εκπαιδευτικό, τον επιστημονικό και τον υλικό (Kariotoglou et al., 2003). Ο εκπαιδευτικός παράγοντας αφορά το σχολείο, τη διδακτική και μαθησιακή τακτική που ακολουθεί ο εκπαιδευτικός, τον τρόπο

λειτουργίας της διοίκησης και τις απόψεις του συλλόγου γονέων/κηδεμόνων. Ο υλικός παράγοντας αφορά τις σχολικές υποδομές, ενώ ο επιστημονικός τη θεωρία που εφαρμόζεται κατά τη διαδικασία της διδασκαλίας και της μάθησης (Ζουπίδης, Σπύρτου, Μαλανδράκης & Καριώτογλου, 2011).

Αξίζει να σημειωθεί πως σε αρκετές περιπτώσεις εφαρμογής Δ.Μ.Α. εντοπίζονται αντιστάσεις και προβλήματα (π.χ. γνωστικές ελλείψεις). Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αλλά και να επιτύχουν τους μαθησιακούς στόχους που θέτουν, οι ερευνητές των Φ.Ε. που εφαρμόζουν μια τέτοια διδασκαλία, συνηθίζουν να προσαρμόζουν τη διδακτική προσέγγιση που υιοθετούν, ώστε να μεγιστοποιήσουν το αποτέλεσμα (Ζουπίδης και συν., 2011). Για να αντιμετωπιστούν τα προαναφερόμενα προβλήματα πολλοί από τους ερευνητές υιοθετούν την εποικοδομητική διδασκαλία, κεντρίζοντας το ενδιαφέρον και ενεργοποιώντας τη συμμετοχή των μαθητών/μαθητριών, βοηθώντας τους έτσι να ανακαλύψουν και να κατακτήσουν τη νέα γνώση (Δημητρόπουλος & Καλούρη, 2003; Καλούρη & Ψυχάρης, 2008).

Από την πλευρά του ο Καριώτογλου (2006), αναφέρει πως τα βασικά μοντέλα που κυριαρχούν στη διδασκαλία των Φ.Ε. είναι το παραδοσιακό μοντέλο, το ανακαλυπτικό, το διερευνητικό και το εποικοδομητικό.

Το παραδοσιακό μοντέλο είναι αυτό που αναφέρεται στη μεταφορά της γνώσης. Είναι απλό στη δομή του και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ευρέως ακόμη και σήμερα. Ο ρόλος του μαθητή είναι παθητικός και λειτουργεί ως ο αποδέκτης των πληροφοριών που του παρέχει ο εκπαιδευτικός, ενώ ο επιθυμητός στόχος είναι η αναπαραγωγή της γνώσης που του δόθηκε. Στο πλαίσιο αυτό, η διδακτική πρακτική, περιλαμβάνει τη διδασκαλία με τη μορφή διάλεξης, ερωτήσεις προς τους μαθητές/μαθήτριες και όπου κριθεί απαραίτητο τη διεξαγωγή πειραμάτων επιβεβαίωσης (Ashiq, Azzem & Shakoor, 2011), ενώ η κατάκτηση της γνώσης γίνεται μέσω της απομνημόνευσης (Ράπτης & Ράπτη, 2003).

Στο ανακαλυπτικό μοντέλο, τηρείται επίσης το περιεχόμενο των Φ.Ε., ωστόσο τα πειράματα που γίνονται στο πλαίσιο του μαθήματος είναι περισσότερα και στοχεύουν στην ανακάλυψη της νέας γνώσης από τους μαθητές/μαθήτριες οι οποίοι σε αυτή την περίπτωση έχουν ενεργητικό ρόλο. Η συγκεκριμένη διδακτική πρακτική δε βασίζεται στην απομνημόνευση της νέας γνώσης, αλλά στην κατανόησή της αρχικά και στην

εμπέδωσή της, στη συνέχεια μέσα από τη διαδικασία των πειραμάτων. Συνήθως οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και καλούνται μέσα από πειράματα, ερωτήσεις και συζήτηση να αλληλεπιδράσουν με πρόσωπα και αντικείμενα, να παρατηρήσουν και να ανακαλύψουν. Ο στόχος του εκπαιδευτικού δεν είναι η παράδοση μαθήματος με τη μορφή διάλεξης, αλλά ο σχεδιασμός του μαθήματος, ο συντονισμός των ομάδων και η καθοδήγηση των μαθητών (Σκουμιάς, 2012).

Το διερευνητικό μοντέλο είναι ένα μοντέλο που είθισται να χρησιμοποιείται από τους επιστήμονες. Πρόκειται για ένα από τα πιο σύγχρονα μοντέλα, καθώς άρχισε να εφαρμόζεται στις αρχές του αιώνα. Είναι αποκομμένο τόσο από τη φιλοσοφία της επιστήμης, όσο και από τις διαδικασίες αναπαραγωγής γνώσης, ενώ επικεντρώνεται στη μάθηση και το περιεχόμενο (Bybee, 2006).

Απώτερος στόχος του μοντέλου της διερεύνησης, το οποίο περιλαμβάνει αρκετά στοιχεία των προαναφερόμενων μοντέλων, είναι να μνηθούν οι εκπαιδευόμενοι στο περιεχόμενο και τη φύση του επιστημονικού πεδίου που μελετούν, αλλά και στις διαδικασίες που ακολουθούνται, παρά στη μάθηση εννοιών και νόμων των Φ.Ε. (Καριώτογλου και συν., 2012). Παράλληλα, βοηθά τους εκπαιδευόμενους να αναδιαμορφώσουν τις θεωρίες που έχουν ήδη για τα φυσικά φαινόμενα, οι οποίες τις περισσότερες φορές θεωρούνται ελλιπείς και αφελείς (Carey, 1985). Ωστόσο, θεωρείται δύσκολο στην εφαρμογή του καθώς προϋποθέτει εκπαιδευμένους εκπαιδευτικούς και εκπαιδευόμενους (Καριώτογλου 2004, 2010).

Η διδακτική μέθοδος που χρησιμοποιείται σε μια Δ.Μ.Α. εστιάζει περισσότερο στη διερεύνηση του θέματος που εξετάζεται (διερευνητική διδασκαλία) και όχι απλά στην παρουσίασή του από τον εκπαιδευτικό της τάξης (δασκαλοκεντρική διδασκαλία), προκαλώντας έτσι τους μαθητές και τις μαθήτριες να συμμετέχουν ενεργά στην κατάκτηση της νέας γνώσης (Χατζηκρανιώτης και συν., 2011).

Μία εποικοδομητική διδασκαλία εξελίσσεται γενικά σε έξι (6) στάδια. Κατά το πρώτο στάδιο αναδεικνύονται οι ιδέες που έχουν οι εκπαιδευόμενοι. Στο δεύτερο στάδιο αυτές οι ιδέες τίθενται σε δοκιμασία. Ακολουθεί η καταγραφή των αποτελεσμάτων των ιδεών (τρίτο στάδιο), η παράθεση του επιστημονικού προτύπου με δημιουργία γνωστικής σύγκρουσης (τέταρτο στάδιο) και η εφαρμογή του (πέμπτο στάδιο). Η διδασκαλία ολοκληρώνεται με την μετα-γνωστική φάση (τελευταίο

στάδιο) απώτερος στόχος της οποίας είναι η ανάδειξη του προβληματισμού και του τρόπου σκέψης που ακολουθήθηκε σε όλα τα στάδια της διδακτικής διαδικασίας, ώστε να κατανοήσουν οι μαθητές το πώς οδηγήθηκαν στη νέα γνώση (Καριώτογλου, 2006; Κόκκοτας, 2002).

Η διδασκαλία, συνήθως εξελίσσεται σε 5-15 διδακτικές ώρες (Καριώτογλου, 2002), και στις περισσότερες των περιπτώσεων περιλαμβάνονται διδακτικά σενάρια που βοηθούν τους εκπαιδευόμενους να κατανοήσουν το θέμα που διδάσκονται (Spyrtou et al., 2003).

Στοιχεία διερεύνησης χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα έρευνα.

Το εποικοδομητικό μοντέλο, (το οποίο υιοθετήθηκε ως βασικό μοντέλο για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας) επί της ουσίας είναι ένα σύνολο από διδακτικές πρακτικές και απόψεις που ενδέχεται να παρουσιάζουν, μεταξύ τους, αποκλίσεις. Σύμφωνα με τον Καριώτογλου (2006), μια διδασκαλία που υιοθετεί το εποικοδομητικό μοντέλο, δίδει την ευκαιρία στους εκπαιδευόμενους να αποδίδουν προσωπικό νόημα, τόσο στις ιδέες τους, όσο και στη διδακτική διαδικασία.

Η διδακτική πρακτική του εποικοδομητισμού θεωρείται κατάλληλη για τη διδασκαλία των Φ.Ε. από πολλούς ερευνητές (Driver & Oldham, 1986; Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994), καθώς αυτός βασίζεται στις ιδέες που ήδη έχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες για τις έννοιες και τα φαινόμενα που εξετάζουν οι Φ.Ε. και οι οποίες διαμορφώθηκαν, είτε από την αλληλεπίδρασή τους με το κοινωνικό και πολιτισμικό περιβάλλον που δρουν, είτε από τις προσωπικές εμπειρίες τους και τις σχολικές γνώσεις (Vygotsky, 1978).

Οι ιδέες αυτές, στη βιβλιογραφία, απαντώνται και με άλλους όρους, όπως «εναλλακτικές», «αναπαραστάσεις», «παρανοήσεις», «νοητικές» κ.ά. (Σκουμιός, 2012) και λαμβάνονται υπόψη από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος, προκειμένου να οδηγήσει τους μαθητές/μαθήτριες στην κατάκτηση της νέας γνώσης, καλλιεργεί γνωστικές συγκρούσεις. Αυτές βασίζονται στις προϋπάρχουσες ιδέες που μέσα από τη διδασκαλία και τη σύγκρουση μεταβάλλονται σταδιακά και εναρμονίζονται με τις επιστημονικές (Κολιόπουλος, 2000).

Ωστόσο, σύμφωνα με τους Cohen (1994) και Σταυρίδου (2000), για να είναι αποτελεσματική η διδακτική στρατηγική του εποικοδομητισμού θα πρέπει να υπάρχει ενεργή εμπλοκή των εκπαιδευόμενων και δημιουργία νέου μαθησιακού περιβάλλοντος που δε θα στηρίζεται στο παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας, αλλά στην ομαδο-συνεργατική μάθηση, η οποία εκτιμάται ότι είναι περισσότερο αποτελεσματική, ενώ δημιουργεί συνθήκες καλύτερης επικοινωνίας και συνεργασίας ανάμεσα στους μαθητές/μαθήτριες. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Johnson & Johnson (1990), η συνεργασία που αναπτύσσεται μεταξύ των μαθητών/μαθητριών συμβάλει στην καλλιέργεια και ανάπτυξη μαθησιακών, νοητικών και γλωσσικών δεξιοτήτων.

Ακόμη αξίζει να αναφερθεί πως, κατά την ομαδο-συνεργατική διδασκαλία ο ρόλος του εκπαιδευτικού αποκτά άλλη διάσταση. Ξεφεύγει από την παραδοσιακή μορφή (παράδοση μαθήματος με τη μορφή διάλεξης), γίνεται υποστηρικτικός, καθοδηγητικός και συντονιστικός. Ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που θα επιλέξει, θα οργανώσει και θα δώσει τις οδηγίες και τις πληροφορίες για τις μαθησιακές δράσεις, οι οποίες θα είναι προσανατολισμένες στους μαθητές και τις ανάγκες τους, αλλά και στον σκοπό της διδασκαλίας. Επίσης, είναι αυτός που θα αναλάβει να ομαδοποιήσει τις ιδέες των εκπαιδευόμενων, να οργανώσει και να συντονίσει τις ομάδες που θα δημιουργηθούν, να τους ενθαρρύνει να συμμετάσχουν στον διάλογο και τη γνωστική σύγκρουση, αλλά και στη χρήση επιστημονικών εννοιών και ορολογιών, γύρω από το αντικείμενο που μελετούν (Κόκκοτας & Πήλιουρας, 2003).

Όπως προαναφέρθηκε, η διδακτική στρατηγική του εποικοδομητισμού χρησιμοποιείται πολύ συχνά στις Δ.Μ.Α., καθώς θεωρείται ότι επιφέρει τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα. Από έρευνες που έγιναν, διαπιστώθηκαν θετικές επιδράσεις σε ότι αφορά την αναδόμηση των αναπαραστάσεων που έχουν οι εκπαιδευόμενοι σε αρκετά πεδία των Φ.Ε., όπως για παράδειγμα η ενέργεια (Koliopoulos & Ravanis, 2001; Solomon, 1982), οι δυνάμεις, ο μικρόκοσμος ή τα θερμικά φαινόμενα (Κολιούλης & Τσαπαρλής, 2005, Osborne, 1983, Πέικος, 2016).

Η συμβολή της Δ.Μ.Α. στην κατανόηση των Φ.Ε. διαπιστώθηκε σε αρκετές έρευνες όπως αυτή των Ελματζίδου & Παπαδοπούλου (2017), οι οποίες παρατήρησαν ότι μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. οι συμμετέχοντες κατανόησαν καλύτερα το αντικείμενο που διδάχθηκαν. Ομοίως και στην έρευνα του Κουτσούμπα

(2004), στην οποία ανιχνεύθηκε υπεροχή των συμμετεχόντων που διδάχθηκαν με τη μέθοδο της εποικοδομητικής διδασκαλίας, ενώ παράλληλα διαπιστώθηκε και βελτίωση των στάσεων σε ότι αφορά τη διαχείριση και χρήση της ενέργειας, η οποία ήταν το αντικείμενο της διδασκαλίας.

Ωστόσο, άλλα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν πως τέτοιου είδους εκπαιδευτικές παρεμβάσεις (Δ.Μ.Α.), προσκρούουν σε εμπόδια και αναδεικνύουν περιορισμούς, όπως για παράδειγμα τη μεταφορά και χρήση της γνώσης που αποκτήθηκε σε νέα δεδομένα και καταστάσεις (Georghiades, 2000), ή περιορισμούς στη συλλογιστική που αναπτύσσεται κατά την εκτέλεση ενός πειράματος η οποία αναλώνεται στη συγκέντρωση στοιχείων και όχι στην ανάλυσή τους και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων (Dolan & Grady, 2010).

Τα ευρήματα αυτά εντοπίζονται και σε άλλες μελέτες, όπως αυτή των Καμίδου, Σπύρτου & Καριώτογλου (2007), οι οποίοι εφάρμοσαν μια Δ.Μ.Α. σχετικά με την ενέργεια, ακολουθώντας το μοντέλο της εποικοδομητικής διδασκαλίας, σε μαθητές της τελευταίας τάξης του δημοτικού σχολείου. Μετά το πέρας της διδασκαλίας, οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να κατανοούν και να αιτιολογούν την αποθήκευση της ενέργειας, δίνοντας όμως μόνο τα παραδείγματα που περιλαμβάνονταν στη διδασκαλία.

Παρόμοιες ήταν και οι διαπιστώσεις της Αντωνίου (2018), η οποία εστίασε στο περιβάλλον και την τεχνολογία. Και στη δική της μελέτη φάνηκε πως μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. η πλειονότητα των συμμετεχόντων (ποσοστό 56%), μπορούσε να απαντά ορθά στα θέματα που διδάχθηκε (βιοποικιλότητα) και σε ότι αφορούσε τα μέτρα προστασίας και διατήρησης, ωστόσο δεν ήταν σε θέση να απαντήσει ικανοποιητικά στα θέματα που αφορούσαν την αξία της.

Σε άλλη έρευνα ωστόσο (Δελέγκος, 2012), η οποία διενεργήθηκε στο πλαίσιο εκπόνησης διδακτορικής διατριβής και αφορούσε την ανάπτυξη και αξιολόγηση μιας Δ.Μ.Α. σε μαθητές της πέμπτης τάξης δημοτικού σχολείου, με θέμα την ενέργεια και στην οποία χρησιμοποιήθηκε η εποικοδομητική προσέγγιση, διαπιστώθηκε πως οι μαθητές και οι μαθήτριες που συμμετείχαν βελτίωσαν τις γνωστικές ικανότητες των παιδιών. Η Δ.Μ.Α. συνέβαλε στην οικοδόμηση νέας γνώσης καθώς η πλειονότητα των μαθητών, με την ολοκλήρωση της Δ.Μ.Α., μπορούσε να περιγράψει την έννοια

της ενέργειας, να αποτιμά τις ποσότητες ενέργειας με τη χρήση τεχνολογικών συστημάτων που υπήρχαν στο εργαστήριο του σχολείου και να επεξηγεί τον τρόπο λειτουργίας, αλλά και την ενεργειακή συμπεριφορά διαφόρων οικιακών τεχνολογικών συστημάτων.

Παρόμοια αποτελέσματα, σε ότι αφορά την αποτελεσματικότητα της εποικοδομητικής προσέγγισης στην εφαρμογή και ανάπτυξη μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας, καταγράφονται και στην έρευνα του Χαντζή (2010) ο οποίος διαπίστωσε πως μετά την εφαρμογή της διδασκαλίας οι μαθητές του δημοτικού, που αποτέλεσαν δείγμα της μελέτης του, είχαν μεταβάλλει σε σημαντικό ποσοστό τις αρχικές εναλλακτικές ιδέες που είχαν, για το αντικείμενο διερεύνησης, προσεγγίζοντας τις επιστημονικές απόψεις που υπήρχαν για το ίδιο θέμα.

Σε άλλη, παλαιότερη, μελέτη (Βλάχος, 1999), διαπιστώθηκε πως οι μαθητές των τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου όχι μόνο μπορούν να βελτιώσουν τις γνώσεις τους, μέσα από μια Δ.Μ.Α. που χρησιμοποιεί την εποικοδομητική προσέγγιση, αλλά και να τις διατηρήσουν σε βάθος χρόνου.

2.5. Εναλλακτικές ιδέες μαθητών: τι είναι και πως δημιουργούνται

Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια της προσπάθειας που κάνουν για να κατανοήσουν και να αποδώσουν νόημα στον κόσμο που τα περιβάλλει και στον οποίο ζουν. Όταν παρατηρούν ένα φαινόμενο, με βάση τις γνώσεις, τις εμπειρίες και τη γλωσσική ικανότητά τους, το ταξινομούν στο μυαλό τους εστιάζοντας στις διαφορές και στις ομοιότητες, ώστε να μπορέσουν να σχηματίσουν δομές σχέσεων. Μέσα από τις πληροφορίες που λαμβάνουν και ταξινομούν, ο εγκέφαλός τους δέχεται ερεθίσματα, τα οποία στη συνέχεια βοηθούν τα παιδιά να ερμηνεύσουν αυτά που παρατηρούν και να εξάγουν συμπεράσματα (Driver & Oldham, 1986).

Οι ιδέες που τα παιδιά σχηματίζουν μέσα από αυτή τη διαδικασία χαρακτηρίζονται ως εναλλακτικές και στις περισσότερες των περιπτώσεων αποτελούν παρανοήσεις σε ότι αφορά τον τρόπο λειτουργίας των Φ.Ε. (Σκουμιός, 2012). Διακρίνονται από διαχρονικότητα και γενικότητα, αν και με την πάροδο του χρόνου και την απόκτηση

περισσότερων γνώσεων ορισμένες από τις ιδέες αυτές εξελίσσονται και διαφοροποιούνται (Ψύλλος, Κουμαράς & Καριώτογλου, 1993), ενώ ορισμένες άλλες διατηρούνται ακόμη και μετά την ενηλικίωση των παιδιών (Viennot, 1979).

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των εναλλακτικών ιδεών διαδραματίζει και η επίδραση του οικείου περιβάλλοντος, αλλά και η γλώσσα που χρησιμοποιούν οι μεγαλύτεροι σε ηλικία (π.χ. γονείς, εκπαιδευτικοί), τα μέσα μαζικής ενημέρωσης και τα σχολικά εγχειρίδια (Gilbert, Osborne & Fensham, 1982).

2.6. Εναλλακτικές ιδέες μαθητών/μαθητριών για την ενέργεια και τις Α.Π.Ε.

Από τη βιβλιογραφική έρευνα, εντοπίζονται αρκετά ευρήματα σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι μαθητές και οι μαθήτριες σχετικά με την ενέργεια, τις Α.Π.Ε. και το περιβάλλον, όχι όμως και για τη γεωθερμία η οποία αποτελεί κεντρικό θέμα της παρούσας εργασίας. Έτσι, η συγκεκριμένη ενότητα επικεντρώνεται μόνο στις βιβλιογραφικές αναφορές που αφορούν την ενέργεια και τις Α.Π.Ε.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών για την ενέργεια, ιδιαίτερα αυτών που φοιτούν στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι συγκεχυμένες. Αν και έχουν αποκτήσει βασικές γνώσεις, για τα φυσικά φαινόμενα (κυρίως μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια και το μάθημα των Φ.Ε.), εντούτοις εξετάζοντας τις βιβλιογραφικές αναφορές και τις σχετικές έρευνες που έχουν διενεργηθεί, διαπιστώνονται αρκετές παρανοήσεις, αλλά και αντικρουόμενες απόψεις. Ενδεικτικές είναι οι έρευνες του Warren (1982a, 1982b), όπου καταγράφονται απόψεις μαθητών για την ενέργεια, την οποία χαρακτηρίζουν ως κάτι «αόρατο», «μαγικό» και «πολύμορφο» που «ταξιδεύει από σώμα σε σώμα».

Αξίζει να σημειωθεί πως η εκμαίευση των εναλλακτικών ιδεών, από την πλευρά του ερευνητών, γίνεται με τη μέθοδο της συμπλήρωσης ερωτηματολογίων στα οποία τα παιδιά καλούνται να απαντήσουν σε ερωτήσεις του τύπου «Τι είναι ενέργεια», «Ποια σώματα έχουν ενέργεια» και «Πώς λαμβάνει ο άνθρωπος ενέργεια» (Solomon, 1985).

Συγκεκριμένες απαντήσεις εντοπίζουν και άλλοι ερευνητές (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1999) όπου η κατηγοριοποίησή τους δείχνει γενικά πως «η ενέργεια σχετίζεται με τα έμψυχα αντικείμενα», «είναι αιτιακός παράγοντας που βρίσκεται αποθηκευμένος σε ορισμένα αντικείμενα», «είναι καύσιμο», «συνδέεται με την κίνηση» και ότι είναι «ρευστό προϊόν».

Όπως προαναφέρθηκε, τα παιδιά μπορούν να παγιώσουν τις εναλλακτικές ιδέες τους ακόμη και όταν ενηλικιωθούν και ολοκληρώσουν τις εγκύκλιες σπουδές τους. Η άποψη αυτή ενισχύεται και από την έρευνα των Watts & Gilbert (1985), οι οποίοι ρωτώντας ανήλικους αλλά και ενήλικους μαθητές, αυτοί συνέδεσαν την ενέργεια με τον άνθρωπο. Παρόμοια ευρήματα είχε και στη δική της έρευνα της η Stead, (1980), όπου οι συμμετέχοντες την ταύτισαν με τη σωματική δύναμη.

Ενδιαφέροντα θεωρούνται και τα αποτελέσματα ερευνών του Trumper (1990, 1993, 1996a, 1996b, 1998) ο οποίος κατέγραψε διαχρονικά τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών συμπεριλαμβάνοντας, στις μελέτες του, παιδιά όλων των ηλικιών, από μαθητές/μαθήτριες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μέχρι και τελειόφοιτους εκπαιδευτικούς του φυσικού τμήματος. Τα αποτελέσματα των ερευνών έδειξαν πως τα παιδιά, αλλά και οι τελειόφοιτοι εκπαιδευτικοί, θεωρούν ότι η ενέργεια εκπορεύεται από τον άνθρωπο, αποτελεί την αιτία για αλλαγές και προκύπτει ύστερα από ορισμένες διαδικασίες. Παράλληλα, παρατηρήθηκε σύγχυση στον διαχωρισμό των εννοιών «ενέργεια» και «δύναμη», ενώ κανένας από τους συμμετέχοντες δεν αναφέρθηκε στην Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας (Α.Δ.Ε.).

Παρόμοια ευρήματα, εντοπίζονται και σε άλλες μελέτες, όπου οι μαθητές συνέδεσαν την ενέργεια με «κάποια σώματα στα οποία είναι αποθηκευμένη και την ξοδεύουν για να προκαλέσουν αλλαγές» (Ault, Novak & Gowin, 1988; Gayford, 1986), ή δεν μπορούσαν να διαχωρίσουν τις διαφορές που υπάρχουν ανάμεσα στις έννοιες «δύναμη», «ενέργεια», «έργο» και «ισχύς» (Barbetta, Loria, Mascellani & Mischellini, 1984).

Στις μελέτες των Κολιόπουλος & Ψύλλος (1992), Κολιόπουλος & Ραβάνης (1998) και Singh & Rosengrant (2003), διαπιστώθηκε πως οι μαθητές/μαθήτριες αδυνατούν να αντιληφθούν πώς μετατρέπεται η ενέργεια (από μια μορφή σε μια άλλη),

πιστεύουν ότι στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τριβές τότε η ενέργεια χάνεται και αδυνατούν να κάνουν σωστή χρήση της Αρχής Διατήρησης της Ενέργειας.

Σε άλλη έρευνα, στην οποία συμμετείχαν μαθητές και μαθήτριες των δύο τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου, φάνηκε πως τα παιδιά δεν μπορούσαν να διαχωρίσουν τις συμβατικές πηγές ενέργειας με τις ανανεώσιμες, ενώ ήταν σε θέση να εντοπίσουν τα χαρακτηριστικά για τις συμβατικές ενεργειακές πηγές μόνο σε ότι αφορούσε το πετρέλαιο. Ωστόσο, μετά το πέρας της διδασκαλίας κανένας από τους συμμετέχοντες δε διατήρησε τις αρχικές εναλλακτικές ιδέες που είχε (Σανδραβέλης, 2008).

Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και σε άλλη μελέτη στην οποία συμμετείχαν φοιτητές, πολλοί εκ των οποίων δεν μπορούσαν να αναγνωρίσουν πηγές και μορφές ενέργειας που προέρχονται από τις Α.Π.Ε. (π.χ. βιομάζα), ενώ καταγράφηκαν και απαντήσεις όπου διαπιστώθηκε πως ένα μικρό ποσοστό αυτών δε γνώριζε πως ο ήλιος συγκαταλέγεται στις Α.Π.Ε., αν και αποτελεί τη δημοφιλέστερη Α.Π.Ε. (Γκόντας, 2017).

Συγκεκριμένες απόψεις και παρανοήσεις, αναφορικά με τις Α.Π.Ε., καταγράφηκαν και στην έρευνα των Kiline, Stanisstreet & Boyes (2009), στην οποία συμμετείχαν μαθητές και μαθήτριες ηλικίας 13-14 ετών, οι οποίοι επιπλέον εκτιμούσαν ότι οι Α.Π.Ε. μπορούν να παρέχουν επαρκή ενέργεια για την κάλυψη των αναγκών του σύγχρονου ανθρώπου.

Σε άλλη μελέτη, στην οποία συμμετείχαν μαθητές και μαθήτριες της Ε΄ τάξης Δημοτικού Σχολείου, διαπιστώθηκε πως αρκετοί από αυτούς είχαν εναλλακτικές ιδέες για την ενέργεια, ωστόσο για να την εκφράσουν σωστά έπρεπε να υπάρχει συγκεκριμένη συνδεσμολογία των αντικειμένων (Δελέγκος, 2012).

Σε πιο πρόσφατες έρευνες, όπως αυτή της Κωνσταντινίδου (2019), στην οποία συμμετείχαν μαθητές και μαθήτριες της Ε΄ τάξης, σε ότι αφορά την ενέργεια και τις εναλλακτικές ιδέες, αυτοί την συνέδεσαν με «τον λιγνίτη και το πετρέλαιο», «τον ήλιο και τον αέρα», και «τις μεταβολές της φύσης». Την περιέγραψαν ως «τη δύναμη που κάνει τα πράγματα να κινούνται», ενώ ως αρχική πηγή ενέργειας αντί του ήλιου, η πλειονότητα των παιδιών απάντησε το νερό. Επίσης, οι μαθητές φάνηκαν

ενημερωμένοι αναφορικά με τις Α.Π.Ε., καθώς οι περισσότεροι τις χαρακτήρισαν ως «πηγές που μπορούν να ανανεωθούν από τη φύση σε σύντομο χρονικό διάστημα», ενώ μπορούσαν να κατανοήσουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας σε ένα σπίτι καταναλώνεται για θέρμανση και ψύξη. Στην ίδια μελέτη διερευνήθηκαν και οι στάσεις των παιδιών απέναντι στις Α.Π.Ε. όπου διαπιστώθηκε ότι αυτές μεταβλήθηκαν μερικώς, μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., όπως και η πρόθεσή τους για χρήση των Α.Π.Ε.

2.7. Σχεδιασμός Δ.Μ.Α.

Ο σχεδιασμός μιας Δ.Μ.Α γίνεται αφού πρώτα ληφθεί υπόψη η αλληλεπίδραση των μοντέλων, που προαναφέρθηκαν, στη διδασκαλία. Ιδιαίτερη έμφαση όμως, θα πρέπει να δοθεί στο περιεχόμενο της διδασκαλίας και στη διδακτική προσέγγιση που θα επιλέξει ο εκπαιδευτικός (Σπύρτου, 2002).

Κατά τη φάση του σχεδιασμού της Δ.Μ.Α. θα πρέπει να αναλυθεί το περιεχόμενο και να γίνει ο διδακτικός μετασχηματισμός, προκειμένου να εντοπιστούν τα στοιχεία (φαινόμενα και έννοιες των Φ.Ε.) που προσφέρονται για τη διδασκαλία. Επίσης, θα πρέπει να καταγραφούν οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι εκπαιδευόμενοι σχετικά με το θέμα που θα μελετηθεί, αλλά και να ληφθούν υπόψη σχετικά βιβλιογραφικά ευρήματα από άλλες συναφείς μελέτες. Εξίσου σημαντική είναι και η ανίχνευση των προσωπικών αναγκών, των εμπειριών και των ενδιαφερόντων που έχουν οι μαθητές/μαθήτριες, καθώς αυτά τα στοιχεία θα παρέχουν χρήσιμη πληροφόρηση στον εκπαιδευτικό, ώστε να προσαρμόσει τη διδασκαλία στις ανάγκες και τις προοπτικές της τάξης που θα διδάξει (Σπύρτου, 2002).

Άλλα σημαντικά στοιχεία που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τη φάση της ανάπτυξης της Δ.Μ.Α. είναι η επιλογή των μέσων διδασκαλίας (π.χ. πειράματα με τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων) και η δόμηση των ερωτήσεων που θα κάνει ο εκπαιδευτικός προκειμένου να επιτύχει τα καλύτερα δυνατά μαθησιακά αποτελέσματα (Σπύρτου, 2002).

Για την επίτευξη των στόχων που τίθενται σε μια Δ.Μ.Α., πολύ μεγάλο ρόλο παίζει η επιλογή της μεθόδου διδασκαλίας. Αυτή μπορεί να εφαρμοστεί βασισμένη

στις αρχές των προαναφερόμενων μοντέλων ή σε έναν συνδυασμό αυτών. Η επιλογή της εξαρτάται από το αντικείμενο της διδασκαλίας και τις ιδέες των εκπαιδευομένων για τις έννοιες του φαινομένου που θα μελετήσουν. Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν παρανοήσεις σχετικά με τις έννοιες ενός φαινομένου και εναλλακτικές ιδέες, από την πλευρά των εκπαιδευομένων, τότε, η πλέον ενδεδειγμένη μέθοδος διδασκαλίας είναι η εποικοδομητική (Καριώτογλου, 2006).

Κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας Δ.Μ.Α. θα πρέπει να λαμβάνεται πάντα υπόψη η γνώση που προσδοκάται ότι θα επιτευχθεί, οι δυσκολίες που επέρχονται σε ότι αφορά το εννοιολογικό υπόβαθρο του θέματος που θα μελετηθεί, το σχολικό περιβάλλον, αλλά και οι διδακτικές πρακτικές που θα εφαρμοστούν. Η αλληλεπίδραση των προαναφερομένων αρχών δημιουργεί μια δυναμική ισορροπία, καθώς η στρατηγική της διδασκαλίας θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένη τόσο στο επιθυμητό μαθησιακό αποτέλεσμα όσο και στις ανάγκες και το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευομένων. Το τελευταίο, στις περιπτώσεις που παρουσιάζει παρανοήσεις θα πρέπει να μετασχηματίζεται από τον εκπαιδευτικό, ώστε να γίνονται κατανοητές οι έννοιες και το περιεχόμενο του φαινομένου που θα μελετηθεί (Ζουπίδης, Lavonen, Σπύρτου, Meisalo, Πνευματικός & Καριώτογλου, 2013).

Ο μετασχηματισμός του περιεχομένου γίνεται μέσω λειτουργικών κανόνων που συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση στοιχείων, όρων και εννοιών. Στις περιπτώσεις που ένα στοιχείο εξακολουθεί να είναι ασαφές και δυσνόητο, για τους εκπαιδευόμενους, τότε είτε αντικαθίσταται είτε απαλείφεται, ενώ στις περιπτώσεις που εξακολουθούν να υπάρχουν εννοιολογικά κενά θα πρέπει να εφαρμοστούν, από την πλευρά του εκπαιδευτικού, πειράματα που θα βοηθήσουν τους μαθητές/μαθήτριες να κατανοήσουν καλύτερα τις έννοιες που περιλαμβάνονται στη διδασκαλία (Ζουπίδης και συν., 2013).

2.8. Διδακτικός μετασχηματισμός και περιεχόμενο

Όπως προαναφέρθηκε η Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία που κατά την εφαρμογή της υιοθετεί το εποικοδομητικό μοντέλο εκπαιδευτικής διαδικασίας, οφείλει να λαμβάνει υπόψη τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών και να

μετασχηματίζει το περιεχόμενο της διδασκαλίας, ώστε να είναι περισσότερο κατανοητό από τους εκπαιδευόμενους.

Οι έννοιες που συμπεριλήφθηκαν στον μετασχηματισμό περιεχόμενου της παρούσας εργασίας ήταν οι μορφές και οι πηγές της ενέργειας, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η γεωθερμία, τα γεωθερμικά ρευστά και οι ταμιευτήρες, η θερμότητα, ο εναλλάκτης θερμότητας και το ενεργειακό πρόβλημα.

Η ενέργεια είναι πολύμορφη και εμφανίζεται στη φύση με πολλά και ποικίλα πρόσωπα. Η κίνηση, ο ηλεκτρισμός, η θερμότητα ακόμη και η μάζα εκλαμβάνονται ως μια μορφή ενέργειας, η οποία ωστόσο προκύπτει από διαφορετικές πηγές. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αποκτήθηκε ή αποθηκεύτηκε η ενέργεια διακρίνεται σε μηχανική, ηλεκτρομαγνητική, πυρηνική, θερμική, χημική και υλο-ενέργεια (Smil, 2008).

Ως πηγές ενέργειας θεωρούνται ο ήλιος, ο άνεμος, τα κύματα, η γεωθερμία, ο άνθρακας, η ξυλεία, τα τρόφιμα, τα καύσιμα κ.α. Κοινό χαρακτηριστικό όλων είναι ότι μέσω της αξιοποίησης και της χρήσης τους δίδεται η δυνατότητα να τεθούν σε κίνηση διάφορα αντικείμενα, να μεταβληθούν θερμοκρασίες και γενικά να παραχθεί έργο (Smil, 2008).

Εναλλακτικές πηγές ενέργειας είναι όσες ενεργειακές πηγές ανανεώνονται με φυσικό τρόπο. Σε αυτές συγκαταλέγονται η ηλιακή, η αιολική, η γεωθερμική και η υδραυλική ενέργεια, η ενέργεια βιομάζας, αλλά και η ενέργεια που προέρχεται από τα κύματα και τους ωκεανούς. Δεν απελευθερώνουν επιβλαβή αέρια στην ατμόσφαιρα και θεωρούνται από τις πιο αξιόπιστες εναλλακτικές ενεργειακές λύσεις (Çelikler & Aksan, 2015; Daugherty & Carter, 2010; Zyadin et al., 2012). Επιπλέον, περιορίζουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου συνεισφέροντας έτσι θετικά στην κλιματική αλλαγή (Liarakou, et al., 2008).

Η γεωθερμική ενέργεια σχετίζεται με τις γεωλογικές και γεωτεκτονικές συνθήκες κάθε περιοχής και χαρακτηρίζεται ήπια εναλλακτική ενέργεια. Βρίσκεται στο εσωτερικό της γης αποθηκευμένη σε σχηματισμούς (υπόγειους ή επιφανειακούς) με τη μορφή θερμών ατμών, υπόγειων θερμών νερών, καθώς και τεχνητών γεωθερμικών συστημάτων (Βραχόπουλος και συν., 2015).

Τα γεωθερμικά ρευστά είναι τα μέσα μεταφοράς της γήινης θερμότητας (ζεστό νερό ή ζεστό νερό και αέρια ή ζεστό νερό με ατμούς ή ατμοί) (Καρυδάκης, 2005). Λόγω της μικρής περιεκτικότητας διαβρωτικών αλάτων και αερίων θεωρούνται εύκολα στην αξιοποίηση και εκμετάλλευση τους. Επιπλέον, η θερμότητα που μπορεί να αξιοποιηθεί από τα γεωθερμικά ρευστά είναι αρκετά πιο οικονομική από την αντίστοιχη που παράγεται από την καύση του πετρελαίου θέρμανσης και του φυσικού αερίου (Βραχόπουλος και συν., 2015).

Ο γεωθερμικός ταμιευτήρας είναι ένα από τα βασικά τμήματα που περιλαμβάνει ένα υδροθερμικό σύστημα, καθώς συμβάλλει στην ενεργειακή αξιοποίηση των γεωθερμικών ρευστών. Αποτελείται από ένα σύστημα θερμών πετρωμάτων τα οποία διευκολύνουν την κυκλοφορία των ρευστών προκειμένου να παραχθεί θερμότητα (Φυτίκας και συν., 2008).

Η θερμότητα θεωρείται μορφή κινητικής ενέργειας, λόγω της μεταφοράς και της περιστροφής της και αναφέρεται κυρίως στα ρευστά. Μεταφέρεται και αποθηκεύεται μέσω της διέγερσης δεσμευμένων ηλεκτρονίων. Τείνει να ρέει αυθορμήτως από τα πιο θερμά σώματα στα πιο ψυχρά και οι ροές της, μέσω θερμικής μηχανής, είναι δυνατό να μετατραπούν μερικώς σε ωφέλιμο έργο (Αλεξοπούλου, 1986).

Ο εναλλάκτης θερμότητας χρησιμοποιείται για την εναλλαγή της θερμότητας μεταξύ δύο ρευστών που διαχωρίζονται με ένα στερεό μεταλλικό τοίχωμα, η δε μετάδοση της θερμότητας γίνεται με επαφή ρευστών με την επιφάνεια θέρμανσης. Θεωρείται απαραίτητος για την αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού του εδάφους. Συνδέεται με σωλήνες που είναι τοποθετημένες μέσα στο έδαφος ύστερα γεωτρήσεις, στους οποίους κυκλοφορεί το θερμό νερό. Κατά βάση χρησιμοποιείται είτε γιατί το νερό που έρχεται απ' ευθείας από τη δεξαμενή είναι επικίνδυνο προς άμεση χρήση, είτε για να ανταλλάξει την θερμότητα μεταξύ ζεστού νερού και αέρα, ώστε να επιτευχθεί θέρμανση κτιρίων με το δεύτερο ρευστό (Καρυδάκης, 2005).

Το ενεργειακό πρόβλημα σχετίζεται με την υπερκατανάλωση των συμβατικών καυσίμων, η οποία είναι αποτέλεσμα του σύγχρονου τρόπου ζωής της ανθρωπότητας. Οι εκπομπές ρύπων αυξάνουν τις εκλύσεις διοξειδίου του άνθρακα συμβάλλοντας στη δημιουργία του Φαινομένου του Θερμοκηπίου. Σύμφωνα με τον Ανδρίτσο (2008) η εξόρυξη και χρήση ορυκτών καυσίμων διαταράζει τον κύκλο του άνθρακα

δημιουργώντας ανισορροπίες που αυξάνουν –μεταξύ άλλων– τη μέση θερμοκρασία της γης.

Τα φαινόμενα που σχετίζονται με την ενέργεια και τη γεωθερμία αφορούν τη μετατροπή της ενέργειας (μορφές/πηγές ενέργειας), τη σύγκρουση των λιθοσφαιρικών πλακών (γεωθερμική ενέργεια), τη μεταφορά θερμότητας (θερμότητα/εναλλάκτης θερμότητας) και το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (ενεργειακό πρόβλημα).

Η μετατροπή της ενέργειας αναφέρεται στην ιδιότητα της ενέργειας να μεταβάλλει τις μορφές της. Για παράδειγμα, η γεωθερμία που χρησιμοποιείται για θέρμανση κτιρίων, αρχικά πηγάζει από το εσωτερικό της γης και εξέρχεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή. Μέσω γεωτρήσεων εισέρχεται σε ειδικές δεξαμενές και με την απελευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται και διοχετεύεται στα περιφερειακά τμήματα των δεξαμενών, ενώ τα γεωθερμικά ρευστά τροφοδοτούν τον εναλλάκτη της θερμότητας επιστρέφοντας στη γη. Το ζεστό νερό που υπάρχει στην έξοδο του εναλλάκτη χρησιμοποιείται για θέρμανση (οικημάτων, θερμοκηπίων κ.α.) μέσα από το εκάστοτε σύστημα θέρμανσης (Βραχόπουλος και συν., 2015).

Τα γεωθερμικά πεδία, δημιουργούνται ύστερα από τη σύγκρουση λιθοσφαιρικών πλακών. Πρόκειται για πλάκες που κινούνται συνεχώς με αργούς ρυθμούς. Ανάλογα με τις κινήσεις τους στα όρια τους εκδηλώνονται τρία φαινόμενα: απόκλιση, σύγκλιση και παράλληλη πορεία. Στις περιπτώσεις που οι πλάκες πλησιάζουν μεταξύ τους (σύγκλιση) τότε η μία βυθίζεται κάτω από την άλλη δημιουργώντας τριβή (μηχανική ενέργεια) και προκαλώντας θερμότητα η οποία εκτονώνεται με την έκρηξη ηφαιστείων δημιουργώντας τάφρους (Ανδρίτσος, 2008).

Στη γεωθερμία, η μεταφορά της θερμότητας πραγματοποιείται με συναγωγή των νερών που υπάρχουν στο εσωτερικό της γης. Τα υπόγεια νερά που είναι παγιδευμένα σε δεξαμενές εντός της γης, κατά την επαφής τους με τα πετρώματα θερμαίνονται και εξέρχονται στην επιφάνεια, είτε ως πίδακες ζεστών νερών, είτε ως ατμοί. Μέσω γεωτρήσεων, τα υπόγεια θερμά νερά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση κτιρίων, παραγωγή ηλεκτρισμού, αποξηράνσεις γεωργικών προϊόντων κ.ά. (Φυτίκας και συν., 2008).

Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου, αναφέρεται στην διαδικασία συγκράτησης της θερμότητας στην ατμόσφαιρα του πλανήτη, η οποία οδηγεί σε αύξηση της μέσης θερμοκρασίας. Αποδίδεται στις αυξημένες εκπομπές ρύπων που προκαλούνται και από την υπερ-άντληση των συμβατικών καυσίμων, ενώ συνδέεται με την κλιματική αλλαγή και την υπερθέρμανση του πλανήτη (Ανδρίτσος, 2008).

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα στοιχεία που επιλέχθηκαν και διαμορφώθηκαν και συνεπώς αποτελούν το μετασηματισμένο περιεχόμενο της Δ.Μ.Α (πίνακας 2.8.Α.).

Πίνακας 2.8.Α.: Στοιχεία μετασηματισμένου περιεχομένου

<p><u>Μορφές Ενέργειας:</u> Τα διάφορα «πρόσωπα» με τα οποία εμφανίζεται η ενέργεια στη φύση.</p> <p><u>Πηγές ενέργειας:</u> Κάθε φυσικό (ήλιος) ή τεχνητό (μπαταρία) αγαθό/μέσο που μας δίνει ενέργεια.</p> <p><u>ΑΠΕ:</u> Οι πηγές ενέργειας που πρακτικά είναι ανεξάντλητες και η χρήση τους δε ρυπαίνει άμεσα το περιβάλλον.</p> <p><u>Γεωθερμία:</u> Η φυσική θερμότητα της γης που είναι αποθηκευμένη σε υπόγειες κοιλάτες, με τη μορφή θερμών νερών ή ατμών.</p> <p><u>Γεωθερμικά ρευστά:</u> «Φορέας»/Μέσο μεταφοράς της γεωθερμικής ενέργειας είναι το νερό & οι ατμοί.</p> <p><u>Γεωθερμικός Ταμιευτήρας:</u> Υπόγεια κοιλάτητα-δεξαμενή στην οποία αποθηκεύονται τα μέσα (νερό ή ατμός) που μεταφέρουν τη γεωθερμική ενέργεια.</p> <p><u>Θερμότητα:</u> Ονομάζουμε την ενέργεια που ρέει μεταξύ δύο σωμάτων που είναι σε επαφή, λόγω της διαφορετικής τους</p>	<p><u>Μετατροπή Ενέργειας:</u> Η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφές λόγω συνθηκών ή ανθρώπινων παρεμβάσεων (με τη βοήθεια συσκευών ή μηχανών) που όμως συνήθως επιδεινώνουν την περιβαλλοντική ρύπανση.</p> <p><u>Σύγκρουση λιθ. πλακών:</u> Όταν 2λιθοσφαιρικές πλάκες συγκρούονται, διάφορα πετρώματα λιώνουν και ανεβαίνουν στην επιφάνεια της γης, ενώ ταυτόχρονα απεγκλωβίζονται και ανεβαίνουν ποσότητες υγρών και αερίων.</p> <p><u>Μεταφορά θερμότητας:</u> Τα υπόγεια νερά που είναι παγιδευμένα σε υπόγειες δεξαμενές θερμαίνονται ύστερα από την επαφή τους με θερμά πετρώματα στο εσωτερικό της γης.</p> <p><u>Φαινόμενο του θερμοκηπίου:</u> Η χρήση συμβατικών καυσίμων (καύση πετρελαίου, άνθρακα κλπ) παράγει αέρια, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία σχηματίζουν ένα στρώμα στην ατμόσφαιρα που δεν επιτρέπει τη θερμότητα να φύγει στο περιβάλλον, ενώ επιτρέπει την ηλιακή ενέργεια να περάσει στη</p>	<p><u>Σύγκρουση λιθ. πλακών:</u> Η σύγκρουση των λιθοσφαιρικών πλακών προκαλεί τριβή μεταξύ τους και ζεσταίνονται, ενώ παράλληλα ζεσταίνονται και παγιδευμένα νερά (κάποια μετατρέπονται σε ατμούς) που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος. Μετά τη σύγκρουση κάποιες ποσότητες των θερμών αυτών νερών ή ατμών απεγκλωβίζονται και μαζεύονται σε κοιλάτες πιο κοντά στην επιφάνεια της γης.</p> <p><u>Παραγωγή ηλ. Ενέργειας με Γεωθερμία:</u> Ο ατμός προερχόμενος από το εσωτερικό της γης καθοδηγείται μέσα από σωλήνες στη γεννήτρια. Η κινητική ενέργεια του ατμού χρησιμοποιείται για την περιστροφή των πτερυγίων του στροβίλου που περιστρέφουν τη γεννήτρια, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.</p> <p><u>Θέρμανση με Γεωθερμία:</u> Τα γεωθερμικά ζεστά νερά στο εσωτερικό της γης, αντλούνται με γεωτρήσεις και μπαίνουν σε ειδικές σωληνώσεις. Τροφοδοτούν τον εναλλάκτη θερμότητας και ξαναεπιστρέφουν στη γη. Το περιεχόμενο του εναλλάκτη, διοχετεύεται στα συστήματα των χώρων θέρμανσης</p>
---	--	--

<p>θερμοκρασίας.</p> <p><u>Εναλλάκτες θερμότητας:</u> Χρησιμοποιούνται για την εναλλαγή της θερμότητας μεταξύ του γεωθερμικού ζεστού νερού και του «καθαρού» νερού. Διαχωρίζονται με ένα στερεό μεταλλικό τοίχωμα, που βοηθά τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των 2.</p> <p><u>Ενεργειακό πρόβλημα:</u> Τα συμβατικά ενεργειακά αποθέματα (πετρέλαιο, φυσ. αέριο) διαρκώς μειώνονται, ενώ παράλληλα προκαλούν με τη χρήση τους πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα.</p>	<p>γη. Αυτή η διαδικασία μοιάζει με τη λειτουργία των θερμοκηπίων γι' αυτό και λέγεται φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όταν τα αέρια αυτά υπάρχουν σε φυσιολογικές ποσότητες τότε μιλάμε για ένα φυσικό φαινόμενο που πραγματοποιείται από τότε που υπάρχει ατμόσφαιρα και κρατά ζεστό τον πλανήτη, μας για να αναπτυχθεί και να συντηρηθεί η ζωή στην ατμόσφαιρα. Όμως η αύξηση των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, με κίνδυνο να λειώσουν οι πάγοι στους πόλους, να ανεβεί η στάθμη της θάλασσας και πολλές περιοχές να βυθιστούν κάτω από το νερό.</p>	<p>αξιοποιώντας τη θερμότητα που μεταφέρθηκε από το εσωτερικό της γης.</p> <p><u>Χρησιμότητα εναλλάκτη θερμότητας:</u> Τα προερχόμενα από τη γη γεωθερμικά ρευστά (νερό ή ατμός) δεν αξιοποιούνται κατευθείαν λόγω της επικίνδυνης χημικής σύστασής τους. Φτάνουν μέχρι τον εναλλάκτη όπου προσδίδουν τη θερμότητα που μεταφέρουν στο «καθαρό» νερό ή αέρα που βρίσκεται στην άλλη πλευρά του τοιχώματος του εναλλάκτη.</p>
--	---	---

Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα της βιβλιογραφίας (Singh & Rosengrant, 2003; Trumper 1990, 1993, 1996a, 1996b, 1998; Watts & Gilbert, 1985), που αναφέρουν ότι οι μαθητές της Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης αδυνατούν να αντιληφθούν ότι η ενέργεια μπορεί να υπάρχει σε διάφορα σώματα και όχι μόνο στους ζωντανούς οργανισμούς. Ότι αποτελεί ανεξάρτητη οντότητα, από το σύστημα που την περικλείει ή ότι δεν είναι καύσιμο και διατηρείται, θεωρήθηκε ορθό να μην αναφερθούν μονωμένα συστήματα ή ποσά ενέργειας αλλά η διδασκαλία να επικεντρωθεί στην διαδικασία μετατροπής της.

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα των Carps & Crawford (2013), ότι οι μαθητές πιστεύουν πως στο εσωτερικό της γης υπάρχουν άνθρωποι, σπίτια, δέντρα και ζώα, ότι υπάρχει νερό, λάβα, μάγμα και μαγνήτης, αλλά και σύνδεση του εσωτερικού της γης με την ατμόσφαιρα και το περιβάλλον (π.χ. τρύπα του όζοντος/φαινόμενο θερμοκηπίου), καθώς και ότι ο Θεός δημιούργησε τα πάντα τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό της Γης, θεωρήθηκε ορθό να γίνει αναφορά τόσο στο τι υπάρχει εντός της γης, όσο και στο πώς δημιουργείται η γεωθερμική ενέργεια.

Σε ότι αφορά τις μορφές ενέργειας, από τη βιβλιογραφία διαπιστώνεται πως οι μαθητές θεωρούν ότι αυτές είναι ο ήλιος, το νερό, ο άνθρακας και η μπαταρία.

Φαίνεται ακόμη, πως η θερμότητα, ως πηγή ενέργειας, δεν είναι διαδεδομένη, ενώ δυσκολεύονται να διαχωρίσουν τις Α.Π.Ε. από τις συμβατικές πηγές ενέργειας (Γκόντας, 2017; Kiliç et. al 2009; Σανδραβέλης, 2008). Λαμβάνοντας υπόψη αυτά τα ευρήματα αποφασίστηκε να δοθεί έμφαση στις πηγές ενέργειας (π.χ. ήλιος, νερό, αέρας) και το πώς αυτές αξιοποιούνται, ενώ σε ότι αφορά τη γεωθερμία δόθηκε έμφαση στη θερμότητα που υπάρχει στο εσωτερικό της γης (με τη μορφή ατμού ή νερού) και στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αντληθεί προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση κτιρίων.

2.9. Ανάπτυξη και αξιολόγηση ΔΜΑ

Η ανάπτυξη μιας Δ.Μ.Α. μπορεί να περιέχει πολλές και ποικίλες δράσεις όπως τον έλεγχο και αντιμετώπιση των προβλημάτων, την εκτέλεση πειραμάτων, την ανίχνευση και μελέτη ερευνητικών δεδομένων, επιτόπου επισκέψεις σε τεχνολογικές και επιστημονικές δομές κ.ά., ενώ η αξιολόγησή της γίνεται σε κάθε φάση εφαρμογής, ώστε να υπάρχουν βελτιωτικές παρεμβάσεις όταν κρίνεται σκόπιμο. Οι παρεμβάσεις γίνονται μετά από τις διαπιστώσεις που κάνει ο ερευνητής στη φάση του αναστοχασμού, η οποία πραγματοποιείται μετά από κάθε διδασκαλία. Ανάλογα με τα ευρήματα που υπάρχουν και τα προβλήματα που εντοπίζονται, ο ερευνητής που εφαρμόζει μια Δ.Μ.Α. την τροποποιεί προκειμένου να βελτιώσει την αποτελεσματικότητά της (Ντολιοπούλου & Γουργιώτου, 2008).

Σε ότι αφορά την αξιολόγηση της Δ.Μ.Α., σύμφωνα με τους Méheut & Psillos, (2004), αυτή επιτυγχάνεται με δύο τρόπους. Ο πρώτος αφορά την αντιπαραβολή των γνώσεων που υπήρχαν πριν την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. και των γνώσεων που αποκτήθηκαν μετά την υλοποίησή της. Η συλλογή των στοιχείων που θα αντιπαρατεθούν γίνεται με τη συμπλήρωση ερωτηματολογίων τα οποία οι συμμετέχοντες καλούνται να συμπληρώσουν αρχικά πριν την εφαρμογή της διδασκαλίας και στη συνέχεια μετά από αυτήν (εσωτερική σύγκριση). Αντιπαραβολή μπορεί να γίνει και ανάμεσα σε μαθητές που συμμετείχαν σε μια Δ.Μ.Α. με μαθητές ίδιου γνωστικού επιπέδου (αρχικού) που όμως δεν παρακολούθησαν σχετική διδασκαλία (εξωτερική σύγκριση). Η εσωτερική σύγκριση δίνει χρήσιμα στοιχεία για τα μαθησιακά αποτελέσματα και το ποσοστό επιτυχίας των στόχων που τέθηκαν, ενώ

με την εξωτερική σύγκριση φαίνεται η αποτελεσματικότητα ή μη της διδακτικής προσέγγισης που είχε η Δ.Μ.Α., σε σχέση με άλλες διδακτικές στρατηγικές.

Ο δεύτερος τρόπος αφορά την ανάδειξη των γνωστικών μαθησιακών μονοπατιών (cognitive learning pathways) που ακολουθούν οι εκπαιδευόμενοι κατά την εξέλιξη της Δ.Μ.Α. (Psillos & Kariotoglou, 1999). Ο συγκεκριμένος τρόπος εστιάζει στη διερεύνηση και ανάδειξη των διαδικασιών που εφαρμόστηκαν κατά τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας. Τα αποτελέσματά του δε, χρησιμοποιούνται προκειμένου να ελεγχθούν και να βελτιωθούν -όταν κρίνεται απαραίτητο- μαθησιακές καταστάσεις (Meheut & Psillos, 2004).

Στην παρούσα μελέτη, οι παιδαγωγικές προσεγγίσεις που επιλέχθηκαν για την διεξαγωγή της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας ήταν η εποικοδομητική και η διερευνητική, λόγω και των αποτελεσμάτων που καταγράφονται στις βιβλιογραφικές αναφορές (Αντωνίου, 2018; Dolan & Grady, 2010; Καμίδου και συν., 2007), καθώς πολλές έρευνες θεωρούν ότι είναι οι πλέον ενδεδειγμένες για την οικοδόμηση νέας γνώσης.

Έτσι, δόθηκε έμφαση στις εναλλακτικές ιδέες που είχαν οι μαθητές, τόσο με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές προηγούμενων μελετών, όσο και με τις απαντήσεις που οι ίδιοι έδωσαν κατά τη συμπλήρωση των αρχικών ερωτηματολογίων (pre test). Παράλληλα χρησιμοποιήθηκε η πρακτική της γνωστικής σύγκρουσης και ο διάλογος, αλλά και η διερεύνηση με στόχο την προσέγγιση της νέας γνώσης με τη χρήση οπτικοακουστικού υλικού και εφαρμόζοντας παιχνίδια ρόλων.

Μια άλλη πρακτική που επιλέχθηκε ήταν η ομαδο-συνεργατική μέθοδος. Οι συμμετέχοντες διαχωρίστηκαν σε ομάδες προκειμένου να βελτιωθεί η μεταξύ τους συνεργασία, η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση. Στοιχεία, που σύμφωνα με τους μελετητές, ευνοούν την κατάκτηση νέας γνώσης και τον εμπλουτισμό της έκφρασης και του λεξιλογίου (Johnson & Johnson, 1990; Κόκκοτας, 2002; Σταυρίδου, 2000).

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε, η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, ήταν η συμπλήρωση ερωτηματολογίων πριν και μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (pre & post test), ο αναστοχασμός του εκπαιδευτικού/ερευνητή, και οι παρατηρήσεις που καταγράφηκαν από εξωτερικό παρατηρητή.

Ως εργαλεία αξιολόγησης της Δ.Μ.Α. χρησιμοποιήθηκαν τα φύλλα των ερωτηματολογίων, ο αναστοχασμός του ερευνητή σε ελεύθερο κείμενο και η τυποποιημένη φόρμα/φύλλο συμπλήρωσης του εξωτερικού παρατηρητή.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

3.1. Σκοπός της έρευνας

Ο σκοπός της μελέτης ήταν να σχεδιασθεί, να αναπτυχθεί, να εφαρμοστεί και στη συνέχεια να αξιολογηθεί μια Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία, με θέμα τη διδασκαλία της Γεωθερμίας, ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας (ΑΠΕ), σε μαθητές και μαθήτριες που φοιτούσαν στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου (Ε' και Στ').

3.2. Είδος της έρευνας

Ο χαρακτήρας της έρευνας ήταν αναπτυξιακός, ενώ η διδασκαλία της Δ.Μ.Α. πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη τις αρχές του εποικοδομητισμού έχοντας παράλληλα στοιχεία διερεύνησης. Υπήρξε αντιπαράθεση των αρχικών ιδεών που είχαν τα παιδιά και μέσα από τη συζήτηση, τη διερεύνηση, την παράθεση παραδειγμάτων και τη γνωστική σύγκρουση, οι αρχικές ιδέες τους άρχισαν να συγκλίνουν με τις επιστημονικές.

Η Δ.Μ.Α. σχεδιάστηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα που υπάρχουν στη βιβλιογραφία, (σχετικά με την υλοποίηση των Δ.Μ.Α.), ενώ για τη δομή της λήφθηκε υπόψη, τόσο η παιδαγωγική, όσο και η επιστημονική διάσταση του θέματος που μελετήθηκε, δημιουργώντας δράσεις που ήταν προσαρμοσμένες στους συλλογισμούς των μαθητών (Καμίδου και συν., 2007; Καριώτογλου, 2006, 2010; Méheut & Psillos, 2004; Psillos & Kariotoglou, 2016).

3.3. Δείγμα της έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν δέκα (10) μαθητές και μαθήτριες των δύο τελευταίων τάξεων (Ε' και Στ') του Δημοτικού Σχολείου Απολλώνων Ρόδου. Πρόκειται για ενιαία τάξη, στην οποία φοιτούσαν τέσσερα (4) παιδιά της Ε' τάξης και έξι (6) της ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου.

Η δειγματοληπτική μέθοδος που ακολουθήθηκε ήταν αυτή της δειγματοληψίας ευκολίας, καθώς ο ερευνητής υπηρετούσε παράλληλα ως εκπαιδευτικός άλλης τάξης στο συγκεκριμένο σχολείο και εκδηλώθηκε προθυμία από το σύνολο των μαθητών/μαθητριών για εθελοντική συμμετοχή στην έρευνα (Cohen & Manion, 1997; Παπαγεωργίου, 2015).

Από τους δέκα (10) συμμετέχοντες, τέσσερις (4) μαθητές (στην έρευνα αντιστοιχούν στους αριθμούς 1, 4, 5 & 7), είχαν Μαθησιακές Δυσκολίες και παρακολουθούσαν το Τμήμα Ένταξης. Γενικά, τις μεγαλύτερες δυσκολίες εμφάνιζε ο μαθητής με τον αριθμό τέσσερα (4).

Επισημαίνεται πως, στη συγκεκριμένη τάξη, η διδακτική ύλη των Φυσικών αντιστοιχούσε στην ύλη της έκτης (ΣΤ') τάξης του Δημοτικού και ήταν κοινή για όλους τους μαθητές (Ε' και Στ' τάξης) από την αρχή της σχολικής χρονιάς.

3.4. Ερευνητικά ερωτήματα

Υποθέτοντας ότι μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. τα παιδιά θα ήταν σε θέση να κατανοήσουν τα βασικά θέματα που αυτή πραγματεύεται (μορφές και πηγές ενέργειας, Α.Π.Ε. και γεωθερμία), τα ερευνητικά ερωτήματα επικεντρώνονται στο αν μετά τη λήξη της διδασκαλίας οι μαθητές/μαθήτριες μπορούν να:

1. αναγνωρίζουν και να διακρίνουν τις μορφές από τις πηγές ενέργειας,
2. διακρίνουν τις πηγές ενέργειας σε ανανεώσιμες και μη και να αναγνωρίζουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των δύο κατηγοριών,
3. εντάσσουν, με αιτιολόγηση, τη γεωθερμία στις Α.Π.Ε.,
4. περιγράφουν τα γεωθερμικά πεδία και να ερμηνεύουν τη δημιουργία τους
5. περιγράφουν τις διαδικασίες α) θέρμανσης και β) ηλεκτροπαραγωγής, αξιοποιώντας τη γεωθερμία,
6. μεταβάλουν τη στάση τους απέναντι στις Α.Π.Ε (γενικότερα) και τη γεωθερμία (ειδικότερα).

3.5. Μεθοδολογία της έρευνας

Η έρευνα έγινε με τη χρήση τριών μεθόδων: Α) των pre και post test που είχαν ως ερευνητικό εργαλείο τα ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν τα παιδιά, Β) των φύλλων αναστοχασμού που είχε ως εργαλείο το ελεύθερο κείμενο που συντάξε ο ερευνητής και Γ) η αξιολόγηση του εξωτερικού παρατηρητή, για την οποία το εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε ήταν το τυποποιημένο φύλλο παρατήρησης.

Για την αξιολόγηση της διδασκαλίας διασταυρώθηκαν και οι τρεις μέθοδοι για διασταύρωση των αποτελεσμάτων: Α) Τα γραπτά ερωτηματολόγια που συμπλήρωσαν οι μαθητές πριν και μετά την εφαρμογή των τριών διδασκαλιών της Δ.Μ.Α. (pre & post test). Το pre test αποτελούνταν από οκτώ ερωτήσεις, όπου οι απαντήσεις των μαθητών βοήθησαν και αυτές στην οργάνωση της διδασκαλίας. Το post test περιελάμβανε τις οκτώ ερωτήσεις του pre test, μαζί με τέσσερις επιπλέον ερωτήσεις που αναφερόταν σε πιο εξειδικευμένα στοιχεία που παρουσιάστηκαν και τη διάρκεια της Δ.Μ.Α., όπως η δημιουργία γεωθερμικής δεξαμενής ή η χρησιμότητα του εναλλάκτη θερμότητας. Οι δώδεκα συνολικά ερωτήσεις αναφερόταν σε γενικές γνώσεις περί ενέργειας και Α.Π.Ε. αλλά και γεωθερμίας ειδικότερα. Β) Ο αναστοχασμός του ερευνητή ο οποίος πραγματοποιούνταν, μέσω γραπτών σημειώσεων, μετά τη λήξη κάθε μιας από τις τρεις συνολικά διδασκαλίες. Μέσα από την περιληπτική καταγραφή της εκάστοτε διδασκαλίας, ο ερευνητής προσπάθησε να καταγράψει κυρίως παρατηρήσεις διδακτικού τύπου, όπως π.χ. τι ήταν εύκολο ή δύσκολο για να καταλάβουν τα παιδιά, τι βοήθησε ή δυσκόλεψε αυτό το έργο κ.λπ. Γ) Οι σημειώσεις του εξωτερικού παρατηρητή, όπου σε αυτήν την περίπτωση ήταν η δασκάλα της τάξης. Του δόθηκε, πριν από κάθε διδασκαλία, τυποποιημένες φόρμες με το περιεχόμενο των διδασκαλιών, που περιείχαν χωρισμένες και αναγραφόμενες τις φάσεις, τους στόχους και τη διδακτική μέθοδο που οργανώνεται ανά διδασκαλία. Η τεχνική αυτή στόχευε να κατευθύνει τον εξωτερικό παρατηρητή προς την καταγραφή σχολίων, κυρίως διδακτικού χαρακτήρα. Επεξηγήθηκε δηλαδή σε αυτόν το είδος των σχολίων που έπρεπε να καταγράψει.

Αξίζει να σημειωθεί πως η συμμετοχή του παρατηρητή κρίνεται ως εξαιρετικά σημαντική, καθώς από την αντιπαραβολή των στοιχείων που συλλέγονται, από τον παρατηρητή και τον ερευνητή, διαπιστώνεται η επιτυχία ή μη των στόχων που

τέθηκαν κατά τον σχεδιασμό της Δ.Μ.Α. Όταν οι εκτιμήσεις των δύο (ερευνητή και παρατηρητή), για την πρόοδο των μαθητών, συγκλίνουν και επιπλέον ενισχύονται και από τα δεδομένα των δύο ερωτηματολογίων (pre & post test), τότε εκτιμάται πως η εφαρμογή της Δ.Μ.Α., στους συγκεκριμένους στόχους, υπήρξε επιτυχής (Cohen & Manion, 1997).

3.6. Βασικά σημεία μετασχηματισμένου περιεχομένου

Στον πίνακα που ακολουθεί συνοψίζονται τα βασικά στοιχεία που επιλέχθηκαν και τροποποιήθηκαν -μετασχηματισμένο περιεχόμενο- της Δ.Μ.Α. σε τρεις κατηγορίες: έννοιες, φυσικά φαινόμενα και ερμηνείες (πίνακας 3.6.Α.).

Πίνακας 3.6.Α.: Βασικά στοιχεία μετασχηματισμένου περιεχομένου με ταξινόμηση

Έννοιες	Φαινόμενα	Ερμηνείες
<p><u>Μορφές Ενέργειας:</u> Τα διάφορα «πρόσωπα» με τα οποία εμφανίζεται η ενέργεια στη φύση.</p> <p><u>Πηγές ενέργειας:</u> Κάθε φυσικό (ήλιος) ή τεχνητό (μπαταρία) αγαθό/μέσο που μας δίνει ενέργεια.</p> <p><u>ΑΠΕ:</u> Οι πηγές ενέργειας που πρακτικά είναι ανεξάντλητες και η χρήση τους δε ρυπαίνει άμεσα το περιβάλλον.</p>	<p><u>Μετατροπή Ενέργειας:</u> Η ενέργεια μπορεί να αλλάζει μορφές λόγω συνθηκών ή ανθρώπινων παρεμβάσεων (με τη βοήθεια συσκευών ή μηχανών) που όμως συνήθως επιδεινώνουν την περιβαλλοντική ρύπανση.</p>	
<p><u>Γεωθερμία:</u> Η φυσική θερμότητα της γης που είναι αποθηκευμένη σε υπόγειες κοιλότητες, με τη μορφή θερμών νερών ή ατμών.</p> <p><u>Γεωθερμικά ρευστά:</u> «Φορέας»/Μέσο μεταφοράς της γεωθερμικής ενέργειας είναι το νερό & οι ατμοί.</p> <p><u>Γεωθερμικός Ταμιευτήρας:</u> Υπόγεια κοιλότητα-δεξαμενή στην οποία αποθηκεύονται τα μέσα (νερό ή ατμός) που μεταφέρουν τη γεωθερμική ενέργεια.</p>	<p><u>Σύγκρουση λιθ. πλακών:</u> Όταν 2λιθοσφαιρικές πλάκες συγκρούονται, διάφορα πετρώματα λιώνουν και ανεβαίνουν στην επιφάνεια της γης, ενώ ταυτόχρονα απεγκλωβίζονται και ανεβαίνουν ποσότητες υγρών και αερίων.</p>	<p><u>Σύγκρουση λιθ. πλακών:</u> Η σύγκρουση των λιθοσφαιρικών πλακών προκαλεί τριβή μεταξύ τους και ζεσταίνονται, ενώ παράλληλα ζεσταίνονται και παγιδευμένα νερά (κάποια μετατρέπονται σε ατμούς) που βρίσκονται σε μεγάλο βάθος. Μετά τη σύγκρουση κάποιες ποσότητες των θερμών αυτών νερών ή ατμών απεγκλωβίζονται και μαζεύονται σε κοιλότητες πιο κοντά στην επιφάνεια της γης.</p> <p><u>Παραγωγή ηλ. Ενέργειας με Γεωθερμία:</u> Ο ατμός προερχόμενος από το εσωτερικό της γης καθοδηγείται μέσα από σωλήνες στη γεννήτρια. Η</p>
<p><u>Θερμότητα:</u> Ονομάζουμε την ενέργεια που ρέει μεταξύ δύο</p>	<p><u>Μεταφορά θερμότητας:</u> Τα υπόγεια νερά που είναι</p>	

<p>σωμάτων που είναι σε επαφή, λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας.</p> <p><u>Εναλλάκτες θερμότητας:</u> Χρησιμοποιούνται για την εναλλαγή της θερμότητας μεταξύ του γεωθερμικού ζεστού νερού και του «καθαρού» νερού. Διαχωρίζονται με ένα στερεό μεταλλικό τοίχωμα, που βοηθά τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των 2.</p>	<p>παγιδευμένα σε υπόγειες δεξαμενές θερμαίνονται ύστερα από την επαφή τους με θερμά πετρώματα στο εσωτερικό της γης.</p>	<p>κινητική ενέργεια του ατμού χρησιμοποιείται για την περιστροφή των πτερυγίων του στροβίλου που περιστρέφουν τη γεννήτρια, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια.</p> <p><u>Θέρμανση με Γεωθερμία:</u> Τα γεωθερμικά ζεστά νερά στο εσωτερικό της γης, αντλούνται με γεωτρήσεις και μπαίνουν σε ειδικές σωληνώσεις.</p>
<p><u>Ενεργειακό πρόβλημα:</u> Τα συμβατικά ενεργειακά αποθέματα (πετρέλαιο, φυσ. αέριο) διαρκώς μειώνονται, ενώ παράλληλα προκαλούν με τη χρήση τους πολλά περιβαλλοντικά προβλήματα.</p>	<p><u>Φαινόμενο του θερμοκηπίου:</u> Η χρήση συμβατικών καυσίμων (καύση πετρελαίου, άνθρακα κλπ) παράγει αέρια, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, τα οποία σχηματίζουν ένα στρώμα στην ατμόσφαιρα που δεν επιτρέπει τη θερμότητα να φύγει στο περιβάλλον, ενώ επιτρέπει την</p>	<p>τροφοδοτούν τον εναλλάκτη θερμότητας και ξαναεπιστρέφουν στη γη. Το περιεχόμενο του εναλλάκτη, διοχετεύεται στα συστήματα των χώρων θέρμανσης αξιοποιώντας τη θερμότητα που μεταφέρθηκε από το εσωτερικό της γης.</p>
	<p>ηλιακή ενέργεια να περάσει στη γη. Αυτή η διαδικασία μοιάζει με τη λειτουργία των θερμοκηπίων γι' αυτό και λέγεται φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όταν τα αέρια αυτά υπάρχουν σε φυσιολογικές ποσότητες τότε μιλάμε για ένα φυσικό φαινόμενο που πραγματοποιείται από τότε που υπάρχει ατμόσφαιρα και κρατά ζεστό τον πλανήτη, μας για να αναπτυχθεί και να συντηρηθεί η ζωή στην ατμόσφαιρα. Όμως η αύξηση των εκπομπών θερμοκηπικών αερίων λόγω ανθρωπίνων δραστηριοτήτων έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, με κίνδυνο να λειώσουν οι πάγοι στους πόλους, να ανεβεί η στάθμη της θάλασσας και πολλές περιοχές να βυθιστούν κάτω από το νερό.</p>	<p><u>Χρησιμότητα εναλλάκτη θερμότητας:</u> Τα προερχόμενα από τη γη γεωθερμικά ρευστά (νερό ή ατμός) δεν αξιοποιούνται κατευθείαν λόγω της επικίνδυνης χημικής σύστασής τους. Φτάνουν μέχρι τον εναλλάκτη όπου προσδίδουν τη θερμότητα που μεταφέρουν στο «καθαρό» νερό ή αέρα που βρίσκεται στην άλλη πλευρά του τοιχώματος του εναλλάκτη.</p>

3.7. Περιγραφή και εφαρμογή της Δ.Μ.Α.

Η εφαρμογή της Δ.Μ.Α. πραγματοποιήθηκε με τρεις (3) διδασκαλίες με διάρκεια 120 λεπτά η καθεμία. Πέρα των δύο (2) διδακτικών ωρών για κάθε μία, χρειάστηκαν επιπλέον 30 λεπτά, γιατί δεν έφτανε η ώρα. Η ευελιξία του προγράμματος της

συγκεκριμένης τάξης, αλλά και η προθυμία της εκπαιδευτικού, έδωσαν στον ερευνητή αυτήν τη δυνατότητα.

Όλες οι διδασκαλίες είχαν την ίδια δομή:

A) εισαγωγή - σύνδεση με το προηγούμενο μάθημα - προβληματισμός

B) παρουσίαση νέας γνώσης - δραστηριότητες & συζήτηση

Γ) ανακεφαλαίωση - αξιολόγηση - μεταγνωστική συζήτηση

Η συμπλήρωση των pre & post test, από τα παιδιά, πραγματοποιήθηκε σε δύο (2) επιπλέον διδακτικές ώρες, πριν και μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., αντίστοιχα.

3.7.1. 1^η διδασκαλία: Ενέργεια – ΑΠΕ – Ενεργειακό πρόβλημα

Η πρώτη διδασκαλία αφορούσε την ενέργεια, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και το ενεργειακό πρόβλημα. Διδακτικοί στόχοι της ήταν να μπορούν τα παιδιά, μετά την ολοκλήρωσή της, να:

1. αναγνωρίζουν και να διακρίνουν τις μορφές από τις πηγές ενέργειας,
2. κατανοούν τον όρο Α.Π.Ε. και να διακρίνουν τις πηγές ενέργειας σε ανανεώσιμες και μη,
3. κατανοούν τόσο τα περιβαλλοντικά οφέλη, όσο και τους περιορισμούς των Α.Π.Ε.(σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, στο σπίτι αλλά και ευρύτερα),
4. ευαισθητοποιηθούν στο θέμα του ενεργειακού προβλήματος (υπέρμετρη ενεργειακή κατανάλωση - επιπτώσεις στο περιβάλλον), υιοθετώντας θετική στάση προς τις Α.Π.Ε.

Κατά τη διεξαγωγή της πρώτης διδασκαλίας ο ερευνητής προκάλεσε συζήτηση γύρω από την ενέργεια, θέτοντας ερωτήματα στα παιδιά (όπως: γιατί μας χρειάζεται η ενέργεια, πού και πώς την αξιοποιούμε και από πού αυτή πηγάζει) και στη συνέχεια οδήγησε τη συζήτηση στις μορφές και τις πηγές ενέργειας που εντοπίζονται στην καθημερινότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του pre test, όπου τα παιδιά εμφάνισαν δυσκολίες στον διαχωρισμό των εννοιών (πηγή/μορφή ενέργειας) παρουσιάστηκε οπτικό υλικό και ζητήθηκε από αυτά να περιγράψουν τα όσα παρατηρούν, ώστε μέσα από συλλογισμούς, παραδείγματα και λεκτική αλληλεπίδραση μεταξύ τους, να μπορούν να διαχωρίζουν με επιτυχία τις πηγές από τις μορφές ενέργειας.

Επισημαίνεται πως, η παρουσίαση αφορούσε εικόνες από τις οποίες οι μαθητές έπρεπε να σκεφτούν και να αντλήσουν στοιχεία για τον διαχωρισμό. Δηλαδή, δόθηκε έμφαση στη λογική και στη διαδικασία της σκέψης, παρά στην ίδια τη μάθηση (μέθοδος διερεύνησης).

Παράλληλα, ο ερευνητής παρουσίασε τις πηγές ως τα «μέσα» που δίνουν ενέργεια ενώ τις μορφές ως τα «πρόσωπα» που αλλάζουν την ενέργεια [(Στόχος Ενότητας: 1) (Ερωτήσεις pre-test: 1 & 2)], ενώ τόνισε την σημασία της ενέργειας στην καθημερινότητα του ανθρώπου (Ερώτηση pre-test: 3).

Αξιοποιώντας, τα στοιχεία που προέκυψαν από τη συζήτηση, ο ερευνητής ανέλυσε, σε συνεργασία με τα παιδιά, και κάνοντας χρήση της εποικοδομητικής διδακτικής προσέγγισης, τον όρο «ανανεώσιμες» στις Α.Π.Ε., επεξηγώντας τόσο τον τρόπο όσο και την αιτία ανανέωσης. Για παράδειγμα, ρώτησε αν έχουν ξανακούσει τον όρο Α.Π.Ε., που τον έχουν ξανακούσει, γιατί μπορεί να λέγονται έτσι και τι κάνουν. Οι μαθητές, ενεπλάκησαν στη συζήτηση χρησιμοποιώντας προηγούμενες γνώσεις, αλλά και τη λογική τους (εποικοδομητική μέθοδος). Με τον τρόπο αυτό τα παιδιά ήταν πλέον σε θέση να αναγνωρίσουν τον ήλιο ως Α.Π.Ε. και το πετρέλαιο ως συμβατική πηγή ενέργειας [(Στόχος Ενότητας: 2) (Ερωτήσεις pre-test: 4 & 7)], αλλά και να κατανοήσουν τις ομοιότητες ανάμεσα στις συμβατικές και τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [(Στόχος Ενότητας: 3Α) (Ερώτηση pre-test: 5)]

Ακόμη, συζητήθηκαν οι περιορισμοί της χρήσης των Α.Π.Ε. και η περιστασιακή τους χρήση λόγω συνθηκών (Στόχος Ενότητας: 3Β), τονίστηκε η σπουδαιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών του σύγχρονου ανθρώπου, οι οποίες αυξάνονται όλο και περισσότερο με αποτέλεσμα να εντείνεται το ενεργειακό πρόβλημα και το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (Στόχος Ενότητας: 4).

Σημειώνεται ότι στο Φαινόμενο του Θερμοκηπίου έγινε εκτενής αναφορά προκειμένου να απαλειφθούν παρανοήσεις που εντοπίστηκαν και οι οποίες αφορούσαν στην ταύτιση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου με την τρύπα του όζοντος και τη ρύπανση του περιβάλλοντος

Ακολούθησε προβολή οπτικοακουστικού υλικού (βίντεο/<https://www.youtube.com/watch?v=Q8Ofz2i9abQ>) που παρουσίαζε τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Πράσινη Ενέργεια στον πλανήτη μας, σε επτά (7) μέρη με στόχο τον προβληματισμό των παιδιών στο θέμα της ενεργειακής κατανάλωσης, αλλά και την ανάπτυξη θετικής στάσης προς τις Α.Π.Ε. [(Στόχος Ενότητας: 4) (Ερώτηση pre-test: 8)]. Αν και κατά τη συζήτηση που ακολούθησε αναδείχθηκαν παρανοήσεις, οι οποίες αφορούσαν στην ταύτιση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου με την τρύπα του όζοντος και τη ρύπανση του περιβάλλοντος, εντούτοις μετά από διάλογο, παραδείγματα και καθοδηγούμενες ερωτήσεις ο ερευνητής οδήγησε τους μαθητές σε ανασχηματισμό της υπάρχουσας γνώσης προσεγγίζοντας τις επιστημονικές έννοιες (εποικοδομητική διδασκαλία).

Η πρώτη ενότητα ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μεταγνωστική συζήτηση προκειμένου να διαπιστωθεί η κατάκτηση της νέας γνώσης.

3.7.2. 2^η διδασκαλία: Δημιουργία γεωθερμικών πεδίων – Γεωθερμία

Οι διδακτικοί στόχοι της δεύτερης διδασκαλίας της Δ.Μ.Α. ήταν να μπορούν τα παιδιά να:

1. περιγράφουν τα γεωθερμικά πεδία και να ερμηνεύουν τη δημιουργία τους,
2. περιγράφουν τη διαδικασία μεταφοράς θερμότητας από ένα σώμα σε ένα άλλο, λόγω διαφοράς θερμοκρασίας ($\Delta\Theta$),
3. κατανοήσουν ότι η γεωθερμία είναι μία ΑΠΕ.

Αρχικά ο ερευνητής ενημέρωσε για τη χρήση των μοντέλων-σκίτσων που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διδασκαλία. Λαμβάνοντας υπόψη τη βασική εναλλακτική ιδέα των παιδιών για τα μοντέλα, ότι αυτά έχουν σχέση με την αισθητική και την ομορφιά (π.χ. καλλιστεία, ή/και ότι ένα μοντέλο ταυτίζεται με την πραγματικότητα), ξεκαθάρισε πως, ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση και όχι ένα ακριβές αντίγραφο

του στόχου που αναπαριστά, ενώ ο ρόλος τους είναι να παρέχουν πληροφορίες ώστε να περιγράφεται, ερμηνεύεται ή/και να προβλέπεται ένα φαινόμενο (Ζουπίδης, 2012).

Προκειμένου να υπάρχει σύνδεση του προηγούμενου μαθήματος με το νέο, ο ερευνητής μέσα από ερωτήσεις – απαντήσεις αποτίμησε τη νέα γνώση που κατακτήθηκε και όπου κρινόταν απαραίτητο γινόταν επανάληψη. Στη συνέχεια προχώρησε στη νέα διδασκαλία που εστίασε στο φαινόμενο της σύγκρουσης λιθοσφαιρικών πλακών, η οποία αποτελεί την αρχή δημιουργίας των γεωθερμικών πεδίων. Η διδασκαλία ενισχύθηκε και από την προβολή οπτικό-ακουστικού υλικού (βίντεο/https://www.youtube.com/watch?v=yx4_O_Xqyrc), ενώ ακολούθησε διάλογος με ερωτήσεις-απαντήσεις προκειμένου να αναδειχθούν οι απόψεις των παιδιών, και να αξιοποιηθούν οι απαντήσεις τους (έστω και λαθασμένες).

Να σημειωθεί ότι τα παιδιά, καθώς δεν μπορούσαν να ανακαλύψουν μόνοι τους τη νέα γνώση, μνήθηκαν στο περιεχόμενο της γεωθερμίας με τη χρήση νέων τεχνολογιών, και πιο συγκεκριμένα με την προβολή σκίτσων προσομοίωσης (εποικοδομητική και διερευνητική προσέγγιση). Με βάση τα προβαλλόμενα σκίτσα οι μαθητές προσπαθούσαν να περιγράψουν και να δώσουν πληροφορίες για τα φαινόμενα της διδασκαλίας.

Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον τρόπο με τον οποίον δρουν οι λιθοσφαιρικές πλάκες, για τη δημιουργία μάγματος και γεωθερμικού πεδίου [(Στόχος Ενότητας: 1) (Ερώτηση post-test: 9)] και ο ρόλος τους στην θερμοκρασία των νερών που εξέρχονται από το εσωτερικό της γης στην επιφάνειά της (Ερώτηση pre-test: 6).

Στα παιδιά τονίστηκε πως στην περίπτωση της γεωθερμίας και της αξιοποίησής της, μέσω του νερού (φορέας), η θερμότητα (μορφή ενέργειας) μεταφέρεται από το ζεστό στο κρύο σώμα. Ακολούθως, έγινε υπενθύμιση του φαινομένου και της διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας δύο (2) σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας ($\Delta\theta$) που βρίσκονται σε επαφή, με βάση τη ροή θερμότητας που αναφέρεται στα βιβλία Φυσικών Ε' & ΣΤ' (Στόχος Ενότητας: 2).

Τα νέα στοιχεία ενισχύθηκαν με προβολή οπτικού υλικού με θέμα τη γεωθερμία και τις χρήσεις της από την αρχαιότητα, ενώ έγινε ανάλυση του όρου γεωθερμία

(Ερώτηση pre-test: 6) και αναφέρθηκαν κάποιες χρήσεις της, δημιουργώντας έναν προθάλαμο για την επόμενη διδασκαλία.

Προκειμένου τα παιδιά να εμπεδώσουν τη νέα γνώση ακολούθησε παιχνίδι ρόλων, όπου κλήθηκαν να παρουσιάσουν ελκυστικές προτάσεις για επενδύσεις στη γεωθερμία.

Και η δεύτερη διδασκαλία της Δ.Μ.Α. ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μεταγνωστική συζήτηση.

3.7.3. 3^η διδασκαλία: Θέρμανση & Παραγωγή Ηλ. Ενέργειας μέσω Γεωθερμίας

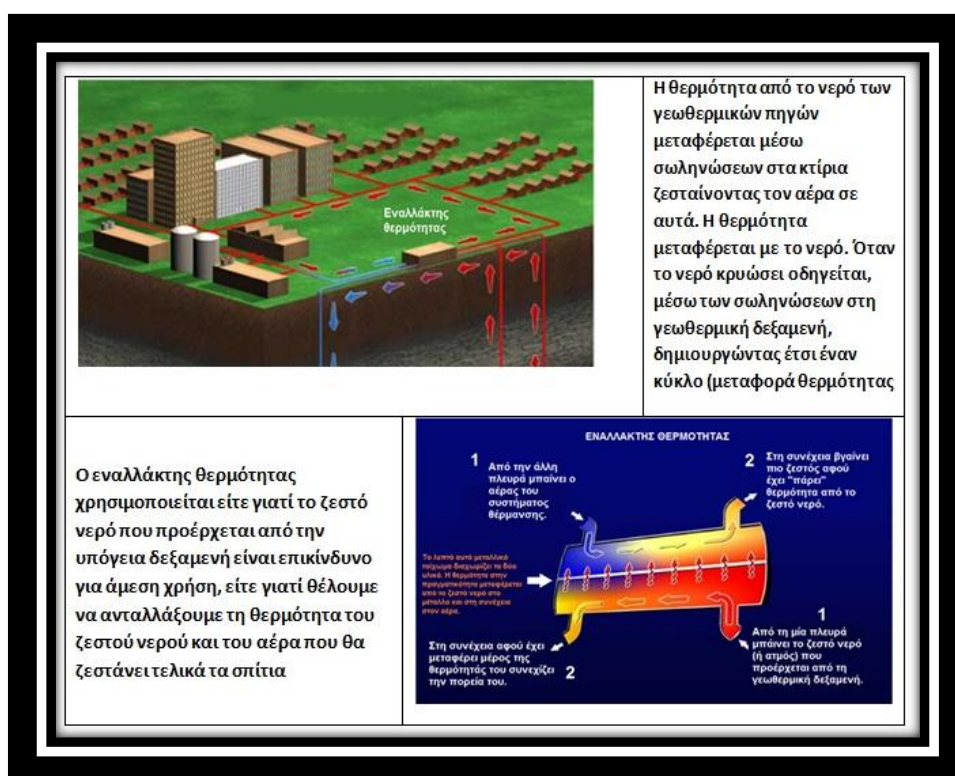
Οι διδακτικοί στόχοι της τρίτης και τελευταίας διδασκαλίας της Δ.Μ.Α. ήταν να μπορούν τα παιδιά να:

1. περιγράφουν τις διαδικασίες Α) θέρμανσης και Β) ηλεκτροπαραγωγής, αξιοποιώντας τη γεωθερμία,
2. κατανοήσουν τον ρόλο και την αναγκαιότητα του εναλλάκτη θερμότητας,
3. κατανοήσουν τα οφέλη της γεωθερμίας, ως προς τις δύο προαναφερόμενες χρήσεις της.

Η τρίτη διδασκαλία εστίασε στη θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της γεωθερμίας. Η ενότητα αυτή, προκειμένου να είναι περισσότερο κατανοητή, ενισχύθηκε με την προβολή οπτικού υλικού, ώστε μέσα από τις περιγραφές τα παιδιά να μπόρεσαν να κατανοήσουν το ρόλο μιας υπόγειας δεξαμενής, το ρόλο της μεταφοράς θερμότητας και τη χρήση του ατμού στην παραγωγή ενέργειας.

Καθώς ήταν δύσκολο να ανακαλύψουν από μόνα τους τη νέα γνώση, τα παιδιά μυήθηκαν στις διαδικασίες που ακολουθούνται, με τη χρήση νέων τεχνολογιών, με την προβολή ενός βίντεο προσομοίωσης που αναφερόταν στη διαδικασία ηλεκτροπαραγωγής. Το στοιχείο αυτό, μαζί με την επικείμενη συζήτηση, θεωρείται πως ανέδειξε τον διερευνητικό χαρακτήρα της Δ.Μ.Α., καθώς δόθηκε έμφαση στην ανάλυση της διαδικασίας, ακόμη και αν αυτή περιγραφόταν πιο απλοϊκά, παρά στους φυσικούς νόμους και τις έννοιες που σχετίζονται με αυτήν.

Επιχειρώντας να απαντηθούν ερωτήματα όπως: «Γιατί το νερό έρχεται ζεστό και φεύγει κρύο; Από πού ζεσταίνεται;» δόθηκε έμφαση στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και θέρμανσή/ψύξη του, όπως ο εναλλάκτης θερμότητας (εικόνα 3.7.3.A.).



Εικόνα 3.7.3.A.: Εναλλάκτης θερμότητας

Επίσης, μέσα από την προβολή εικόνων επεξηγήθηκε στα παιδιά πώς, μέσω της αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας, είναι εφικτή η θέρμανση κτιριακών εγκαταστάσεων (π.χ. σπίτι, σχολείο κλπ) (Στόχος Ενότητας: 1Α).

Στόχος, ήταν να παρουσιαστεί η γενική ιδέα αξιοποίησης της γεωθερμίας όπου η διαδικασία, τόσο για ηλεκτροπαραγωγή, όσο και για θέρμανση στηρίζεται σε φυσικές και ανανεώσιμες διαδικασίες. Αξιοσημείωτο κομμάτι των δύο παραπάνω διαδικασιών αποτελούσε η επεξήγηση της λειτουργίας του εναλλάκτη (Στόχος Ενότητας: 2).

Παράλληλα ζητήθηκε από τα παιδιά να αναζητήσουν και να αναφέρουν διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων αξιοποίησης της γεωθερμίας για θέρμανση, λαμβάνοντας

υπόψη τις παραμέτρους: διαδικασία, βάθος, κίνδυνοι & κόστος (Ερώτηση post-test: 12), αλλά και να καταγράψουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της γεωθερμίας, τόσο στη θέρμανση όσο και στην ηλεκτροπαραγωγή (Στόχος Ενότητας: 3).

Ακολούθησε συζήτηση και διάλογος μεταξύ των παιδιών όπου κατατέθηκαν προβληματισμοί και διατυπώθηκαν ιδέες και απορίες, ενώ και αυτή η ενότητα ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μεταγνωστική συζήτηση.

3.8. Εργαλεία αξιολόγησης της Δ.Μ.Α.

Τα βασικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ήταν τα ερωτηματολόγια που αποτιμούσαν τις γνώσεις των παιδιών πριν και μετά (pre & post test) την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., τα οποία πλην δύο ερωτήσεων, συντάχθηκαν από τον ερευνητή, με βάση τους στόχους και τον σκοπό της έρευνας.

Το post-test αποτελείται από πέντε (5) μέρη για λόγους διαχείρισης. Τα μέρη 1, 4 και 5, που συντάχθηκαν από τον ερευνητή, ενώ στο δεύτερο μέρος, που αναπτύχθηκε ως πρότυπο από τους Zyadin et al. (2012), τα παιδιά έπρεπε να απαντήσουν με Ναι ή Όχι, στο αν η πηγή ενέργειας που αποτυπώνεται στον πίνακα είναι ανανεώσιμη ή μη.

Το τρίτο μέρος ήταν εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε σε παλαιότερη έρευνα και δημιουργήθηκε από τους Kilinc et al. (2009). Και σε αυτή την περίπτωση, τα ερωτηματολόγια τροποποιήθηκαν (μεταφράστηκαν), από τον ερευνητή, σύμφωνα με τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. [Π.χ. Θα μπορούσαμε να παράξουμε αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα για όλους χρησιμοποιώντας μόνο ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία) – We could make enough electricity for everyone just using renewable sources (wind, waves, sun)].

Τα παιδιά που συμμετείχαν στη μελέτη κλήθηκαν να συμπληρώσουν το προ της εφαρμογής δοκιμαστικό (pre-test) αποτελούμενο από οκτώ (8) ερωτήσεις ενταγμένες σε τρία ερωτηματολόγια (1, 2 & 3).

Το post-test περιελάμβανε όλες τις ερωτήσεις της προ εφαρμογής της Δ.Μ.Α. δοκιμασίας (pre-test), με τέσσερις (4) επιπλέον ερωτήσεις σε δύο νέα μέρη. Η

διαφορά υπήρξε διότι οι τέσσερις ερωτήσεις αξιολογούσαν ειδικές γνώσεις που οι μαθητές/μαθήτριες διδάχτηκαν κατά τη διάρκεια της Δ.Μ.Α., και ο ερευνητής δεν περίμενε από τους μαθητές να ανταποκριθούν σε αυτές πριν τη διδασκαλία.

Τα δύο ερωτηματολόγια, προ και μετά της εφαρμογής της Δ.Μ.Α.(pre & post test), συμπληρώθηκαν προκειμένου να αναδειχθεί η μάθηση και η αξιολόγηση της εφαρμογής της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας.

Το ερωτηματολόγιο (pre & post test), με τα πέντε διαφορετικά μέρη που το απάρτιζαν, συμπληρώθηκε ξεχωριστά. Τα ερωτηματολόγια μοιράστηκαν κατά τμήματα για πρακτικούς λόγους. Για να μην επηρεάζονται οι σκέψεις και οι απαντήσεις των παιδιών από στοιχεία και δεδομένα των επόμενων ερωτήσεων του κάθε μέρους.

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν παρατίθενται στο παράρτημα 1 που υπάρχει στο τέλος της εργασίας.

Ακόμη, σε μια ευρύτερη προσπάθεια αξιολόγησης της Δ.Μ.Α., χρησιμοποιήθηκαν δύο επιπλέον μέθοδοι, με σκοπό την ενίσχυση και τη διασταύρωση των αποτελεσμάτων της. Αυτά ήταν το αναστοχαστικό κείμενο του ερευνητή, που συντάχθηκε ύστερα από κάθε διδασκαλία και το κείμενο του δομημένου φύλλου παρατήρησης του εξωτερικού παρατηρητή, εμπλέκοντας την άποψη τρίτου ατόμου.

3.8.1. Ανάλυση ερωτήσεων

Στην παρούσα ενότητα αναλύονται και αιτιολογούνται οι ερωτήσεις που περιλαμβάνονταν στα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν, τόσο πριν όσο και μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., καθώς και τα μαθησιακά αποτελέσματα που προσδοκούσε ο ερευνητής.

Να σημειωθεί πως οι ερωτήσεις 9, 10, 11 & 12 περιλαμβάνονταν μόνο στο post-test, καθώς αξιολογούσαν ειδικές γνώσεις περί γεωθερμίας που οι μαθητές/μαθήτριες διδάχτηκαν κατά τη διάρκεια της Δ.Μ.Α. και δεν αναμενόταν να γνωρίζουν προηγουμένως. Επίσης, τα συγκεκριμένα ερωτήματα δεν εντοπίστηκαν σε καμία ελληνική ή διεθνή μελέτη, ώστε να υπάρχει σχετική γνώση για τις εναλλακτικές ιδέες

των παιδιών σε εξειδικευμένα θέματα γεωθερμίας. Έτσι, τέθηκαν αφενός γιατί εμπειρείχαν σημεία κλειδιά της διδασκαλίας της γεωθερμίας και αφετέρου για να αξιολογήσουν τη Δ.Μ.Α. αναφορικά με τους στόχους της γεωθερμίας που τέθηκαν.

3.8.1.1. Ερώτηση 1η και 2η: «Σκέψου και γράψε τρεις (3) πηγές ενέργειας» και «Σκέψου και γράψε τρεις (3) μορφές ενέργειας»

Οι ερωτήσεις τέθηκαν προκειμένου να διερευνηθεί η γνώση των παιδιών, τόσο για τις πηγές, όσο και για τις μορφές ενέργειας καθώς από τα αποτελέσματα του pre test φάνηκε ότι δεν αναγνωρίζουν επαρκώς τις πηγές ενέργειας σε ότι αφορά την πρώτη ερώτηση, ενώ η δεύτερη ερώτηση προέκυψε βάσει άλλης έρευνας που έδειξε ότι υπάρχει δυσκολία διαχωρισμού πηγών και μορφών ενέργειας (Solomon, 1985).

Οι συγκεκριμένες ερωτήσεις θεωρήθηκε ότι μπορούν να δώσουν στοιχεία για τον διαχωρισμό πηγών-μορφών ενέργειας, από μέρους των παιδιών, και να λειτουργήσουν ως προθάλαμος της διδασκαλίας περί Α.Π.Ε. που περιλαμβάνονταν στη Δ.Μ.Α. (Ερευνητικό Ερώτημα 1).

Οι απαντήσεις που αναμενόταν στην 1^η ερώτηση, σύμφωνα και με τη διδαχθείσα ύλη, ήταν: τα τρόφιμα, το πετρέλαιο, οι ορυκτοί άνθρακες, το φυσικό αέριο, ο άνεμος, ο ήλιος, η γεωθερμία ή γεωθερμικές πηγές και τέλος, οι πυρήνες των ατόμων. Ακολούθως για την 2^η ερώτηση ήταν: η κινητική, η δυναμική, η χημική, η θερμική, η πυρηνική, η φωτεινή, η ηλεκτρική, η αιολική και η μηχανική.

Ύστερα από τη Δ.Μ.Α., μέσα από τη δραστηριότητα παράλληλης καταγραφής πηγής και μορφής ενέργειας στην ίδια εικόνα/έργο και τη συζήτηση περί διαχωρισμού των δύο εννοιών, τα παιδιά αναμενόταν να ανακαλούν και να αναγνωρίζουν με μεγαλύτερο βαθμό επιτυχίας, τόσο τις πηγές, όσο και τις μορφές ενέργειας.

3.8.1.2. Ερώτηση 3η: «Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις τρεις (3) μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε σπίτι μας;»

Η ερώτηση τέθηκε με σκοπό τα παιδιά να αναλογιστούν τη σημασία της ενέργειας στην καθημερινότητα (σπίτι/νοικοκυριό) του ανθρώπου, μέσα από τις απλές και

επαναλαμβανόμενες διεργασίες του ίδιου (Ερευνητικό Ερώτημα 1), καθώς τα αποτελέσματα του pre test έδειξαν πως α) υπάρχει σύγχυση μεταξύ πηγών-μορφών-συσκευών και β) η ηλεκτρική ενέργεια, η οποία θα συνδεθεί με τη γεωθερμία αργότερα, απαντάται μόνο στους μισούς μαθητές.

Οι απαντήσεις που αναμενόταν από τα παιδιά, σκεπτόμενα ίσως περισσότερο τις μηχανές-εργαλεία του σπιτιού, ήταν, αρχικά: η ηλεκτρική και ακολούθως: η χημική, η φωτεινή, η θερμότητα. Μάλιστα η απάντηση δεν απαιτούσε αιτιολόγηση.

Επειδή στη Δ.Μ.Α. έγινε ανάλυση των ενεργειακών αναγκών ενός νοικοκυριού μέσα από συζήτηση και παραδείγματα, μετά τη Δ.Μ.Α. αναμενόταν ότι τα παιδιά θα μπορούσαν να αντιληφθούν το πόσο σημαντική είναι η ενέργεια για τον άνθρωπο, τι χρειάζεται για να την αξιοποιήσει και εν τέλει ποιες μορφές χρησιμοποιούνται περισσότερο στην καθημερινή ζωή (ηλεκτρική, θερμότητα, χημική).

3.8.1.3. Ερώτηση 4^η: «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και γιατί λέγονται έτσι.»

Λαμβάνοντας υπόψη ότι σε παλαιότερη έρευνα (Σανδραβέλης, 2008) πολλά από τα παιδιά δεν μπορούσαν να διαχωρίσουν τις δύο πηγές (ανανεώσιμες και μη), η συγκεκριμένη ερώτηση τέθηκε αφενός, για να διερευνηθούν οι γνώσεις των παιδιών σχετικά με τις Α.Π.Ε. (pre-test) και αφετέρου, για να αξιολογηθούν οι νέες γνώσεις που θα αποκόμιζαν από τη Δ.Μ.Α. (post-test) (Ερευνητικό Ερώτημα 2).

Επειδή στις Α.Π.Ε. συγκαταλέγεται και η γεωθερμία, που αποτέλεσε αντικείμενο μάθησης στη δεύτερη διδασκαλία της Δ.Μ.Α., ήταν σημαντικό για τα παιδιά να γνωρίζουν πρωτίστως τι είναι οι Α.Π.Ε. και γιατί λέγονται έτσι.

Δεδομένης της ηλικίας και των δυνατοτήτων των μαθητών, μια αναμενόμενη απάντηση ήταν: «Οι ΑΠΕ είναι πηγές ενέργειας οι οποίες ανανεώνονται από το περιβάλλον/με φυσικό τρόπο χωρίς την παρέμβαση του ανθρώπου. Ή Οι πηγές ενέργειας πρακτικά είναι ανεξάντλητες, δηλαδή δεν εξαντλούνται όσο και να τις χρησιμοποιούμε αφού ανανεώνονται από τη φύση». Ή κάτι παρεμφερές με τα παραπάνω.

Μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., όπου έγινε ανάλυση και συζήτηση του όρου και δόθηκαν αρκετά παραδείγματα για τη χρήση των Α.Π.Ε. στην καθημερινή ζωή (ήλιος, άνεμος, βιομάζα-πέλλετ), κατά τη διάρκεια του post-test τα παιδιά αναμένονταν να απαντήσουν τουλάχιστον στο υπο-ερώτημα της ονομασίας τους, αφού στη Δ.Μ.Α. έγινε εκτενής αναφορά και ανάλυση αυτού και τονίστηκε επανειλημμένως η μη εξαντλησιμότητά τους («δεν τελειώνουν όσο κι αν χρησιμοποιούνται»), ή αλλιώς η ανανέωσή τους στη φύση χωρίς κάποια ανθρώπινη παρέμβαση.

3.8.1.4. Ερώτηση 5^η: «Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;»

Σε παρελθοντική έρευνα, έχει φανεί ότι το πετρέλαιο αποτελεί τη μόνη συμβατική πηγή που μπορούν τα παιδιά να αντιπαραβάλουν με τις Α.Π.Ε. (Σανδραβέλης, 2008).

Συνεπώς, η ερώτηση στόχευε στη σύγκριση των Α.Π.Ε. με τις συμβατικές πηγές ενέργειας, τόσο για να εντοπιστούν οι διαφορές τους, όσο και οι ομοιότητές τους. Η ερώτηση συνεχίζει κατά κάποιον τρόπο από εκεί που σταμάτησε η τρίτη ερώτηση («Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις τρεις (3) μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε σίτι μας;»), προσπαθώντας να καλύψει το άλλο μισό του ενεργειακού προβλήματος, που αφορά τις επιπτώσεις στο περιβάλλον (Ερευνητικό Ερώτημα 2).

Η απάντηση στο πρώτο μισό, αφορά τη χρησιμότητα των Α.Π.Ε. σχετικά με τον αμελητέο περιβαλλοντικό αντίκτυπο (διαφορά με συμβατικές πηγές), όπου η αναγκαιότητα στροφής σε αυτές διαφαίνεται μέσα από πολλά παραδείγματα. Ο εντοπισμός της ομοιότητας, στο δεύτερο μισό της ερώτησης, έγκειται στο γεγονός πως και οι δύο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν την ενέργεια που χρειαζόμαστε.

Συνδυάζοντας τα δύο παραπάνω, οι απαντήσεις που αναμενόταν, ώστε να εκληφθούν ως σωστές, για την ομοιότητα ήταν: «Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τα δύο είδη για να παράξουμε τη μορφή ενέργειας που θέλουμε». Για τη διαφορά ήταν: «Η χρήση των ΑΠΕ δε ρυπαίνει το περιβάλλον, ενώ η χρήση των συμβατικών πηγών

προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα όπως το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (ΦτΘ)». Ή κάτι παρόμοιο.

Μετά την ολοκλήρωση της Δ.Μ.Α., στην οποία έγινε εκτενής συζήτηση και με τη βοήθεια εικόνων και βίντεο, αναμενόταν ότι τα παιδιά θα μπορούσαν να αναφέρουν διαφορές (κυρίως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της χρήσης τους αλλά και πού τα βρίσκουμε, πότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν, δυσκολίες χρήσης), καθώς και την ομοιότητα της χρήσης των Α.Π.Ε. και των συμβατικών πηγών.

3.8.1.5. Ερώτηση 6^η: «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται.»

Η συγκεκριμένη ερώτηση ενσωματώθηκε στο pre & post test για να διερευνηθούν αφενός οι αρχικές απόψεις των μαθητών για τη γεωθερμία, αφετέρου δε, οι γνώσεις που αποκόμισαν γι' αυτή, μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α, καθώς από τη συζήτηση και το pre test που είχαν προηγηθεί της Δ.Μ.Α. προκειμένου να ανιχνευτούν οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, διαπιστώθηκε πως δεν υπήρχαν σχετικές γνώσεις, ενώ παράλληλα δεν εντοπίστηκε καμία βιβλιογραφική αναφορά σχετική με το θέμα. Ωστόσο, η ερώτηση αποτελεί το κεντρικό θέμα της Δ.Μ.Α., σύμφωνα και με τον τίτλο, ενώ παράλληλα συνδέεται με τις Α.Π.Ε., αφού τη χαρακτηρίζει η ιδιότητα της φυσικής ανανέωσης (Ερευνητικό Ερώτημα 3).

Απαντήσεις από την πλευρά των παιδιών, στο post-test, θα μπορούσαν να είναι οι εξής: *«Είναι η φυσική θερμότητα της γης που είναι αποθηκευμένη σε υπόγειες γεωθερμικές δεξαμενές με τη μορφή θερμών νερών ή ατμών. Αυτή η φυσική θερμότητα προέρχεται από το εσωτερικό της γης».* Ή *«Πρόκειται για μία πηγή ενέργειας και μάλιστα ανανεώσιμη, που έχει να κάνει με την αποθηκευμένη θερμότητα στο εσωτερικό της γης».* Ή κάτι παρόμοιο.

Επειδή στη διάρκεια της Δ.Μ.Α. αναλύθηκε ο όρος «Γεωθερμία», επεξηγήθηκε με βοήθεια εικόνων και βίντεο η φύση και η «λειτουργία» της, αναμενόταν από μέρους των παιδιών, να δοθεί ένας σύντομος ορισμός ή μια απλοϊκή περιγραφή της (π.χ. *«Είναι μια πηγή ενέργειας που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και σχετίζεται με τη θερμότητα/τις λιθοσφαιρικές πλάκες/τη γεωθερμική δεξαμενή».*

3.8.1.6. Ερώτηση 7^η: «Σημείωσε με ένα ‘X’ στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση.»

Ο πίνακας αποτέλεσε μέρος των pre & post test προκειμένου να διερευνηθεί η ικανότητα των μαθητών να διακρίνουν τις Α.Π.Ε. από τις μη Α.Π.Ε., πριν και μετά τη Δ.Μ.Α., καθώς στο pre test φάνηκε πως η γεωθερμία δεν αναγνωρίζεται ως Α.Π.Ε. Αυτό γιατί είναι μία πηγή θεωρητικά δύσκολη για κατανόηση ως προς τη φύση και τις ιδιότητές της. Η ερώτηση παρ’ όλα αυτά δε ζητούσε αιτιολόγηση.

Οι θέσεις του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αναπτύχθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν από τους Zyadin et al., (2012). Ο πρότυπος πίνακας των ερευνητών περιείχε οκτώ (8) πηγές ενέργειας τις οποίες οι μαθητές έπρεπε απλώς να καταγράψουν (σημειώνοντας *Ναι* ή *Όχι*) όταν πίστευαν πως ήταν ανανεώσιμες ή όχι οι πηγές ενέργειας που δίδονταν (Ερευνητικό Ερώτημα 2 & 3).

Ο πίνακας μεταφράστηκε, ενώ χρησιμοποιήθηκαν οι πέντε (5) από τις οκτώ (8) πηγές του πρότυπου πίνακα. Πιο συγκεκριμένα, οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: ήλιος – solar, πετρέλαιο – fossil oil / oil shale, αέρας – wind, άνθρακας(κάρβουνο) – coal, Γεωθερμία – geothermal. Η διευκρίνιση στον άνθρακα δόθηκε σε παρένθεση γιατί ενδεχομένως να μην είχαν ξανακούσει τον πρώτο όρο.

Αναφορικά με τις απαντήσεις, αναμενόταν να γνωρίζουν/σκεφτούν πως ο ήλιος και ο αέρας ανήκουν στις Α.Π.Ε., ενώ το πετρέλαιο και ο άνθρακας όχι. Όσον αφορά τη γεωθερμία, ελάχιστοι αναμενόταν να ξέρουν (pre-test), πως είναι στις Α.Π.Ε. Ωστόσο, αναμενόταν να το γνωρίζουν μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α.

3.8.1.7. Ερώτηση 8^η: «Σημείωσε ένα ‘X’ στη θέση που σε εκφράζει/πιστεύεις περισσότερο.»

Το ερωτηματολόγιο, χρησιμοποιήθηκε για να διερευνηθεί αν η στάση των παιδιών περί Α.Π.Ε. και γεωθερμίας μπορεί να διαφοροποιηθεί ύστερα από τη διδασκαλία (Ερευνητικό Ερώτημα 6). Επειδή το ερωτηματολόγιο κατασκευάστηκε για παιδιά Γυμνασίου, επιλέχθηκαν ερωτήσεις που θα ήταν πιο κατανοητές στο δείγμα της

έρευνας (παιδιά Ε'-ΣΤ' Δημοτικού), ενώ κάποιες ερωτήσεις που ήταν παρόμοιες με άλλες, παραλήφθηκαν.

Οι θέσεις του συγκεκριμένου ερωτηματολογίου αναπτύχθηκαν από τους Kili̇nç et al. (2009), ενώ αυτό χρησιμοποιήθηκε σε έρευνα των Harman, Aksan & Çelikler (2015).

Το αρχικό ερωτηματολόγιο, των 26 συνολικά θέσεων, μεταφράστηκε και χρησιμοποιήθηκε και στην παρούσα με έξι (6) μόνο από τις θέσεις που περιλαμβάνει, οι οποίες ήταν μεταφρασμένες από τα αγγλικά. Σε αυτές επιχειρήθηκε να καταγραφούν οι απόψεις των παιδιών αναφορικά με τις Α.Π.Ε.

Η απόδοση των θέσεων στα ελληνικά έγινε χωρίς μεγάλη αυστηρότητα κρατώντας όμως τον κορμό της θέσης π.χ. «*Θα συνιστούσα στους γονείς μου να πληρώνουν ακριβότερους λογαριασμούς ρεύματος, αν η ηλεκτρική ενέργεια προερχόταν από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία) – I would be willing to pay more for my electricity, provided it was made from renewable sources (wind, waves, sun)*» ή «*Εάν παράγαμε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μειωνόταν – Global warming would be reduced if more of our electricity was made from renewable sources (wind, waves, sun)*». Οι τέσσερις υπόλοιπες θέσεις μεταφράστηκαν σχεδόν κατά γράμμα π.χ. «*Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), μπορεί να βλάψουν τους ανθρώπους που ζουν κοντά τους – Power stations that make electricity from renewable energy sources (wind, waves, sun) can harm the people that live near them*».

3.8.1.8. Ερώτηση 9^η: «Περίγραψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.»

Η ερώτηση εννέα (9) συνοδευόταν από σκίτσο (παρατίθεται στο παράρτημα 1) το οποίο είχε βοηθητικό χαρακτήρα, χωρίς όμως να αναγράφονται στοιχεία πάνω σε αυτό, με σκοπό διερευνηθεί κατά πόσο τα παιδιά μπορούν να ερμηνεύουν τη δημιουργία ενός γεωθερμικού πεδίου και συνεπώς κατανοούν τη φύση της γεωθερμίας (Ερευνητικό Ερώτημα 4) ύστερα από τη διδασκαλία (μόνο post test). Η γεωθερμική δεξαμενή αποτέλεσε ένα από τα βασικά σημεία της διδασκαλίας, με τη

θέρμανση γεωθερμικού ρευστού σε αυτήν και την κυκλοφορία του σε ένα «κλειστό» κύκλωμα που αξιοποιείται τελικά απ' τον άνθρωπο.

Να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια της Δ.Μ.Α. τονίστηκε ο ρόλος της γεωθερμικής δεξαμενής, μέσα από το ίδιο σκίτσο (με αναγραφόμενα στοιχεία) αλλά και σε άλλο παρόμοιο.

Τα 4 βασικά σημεία, ως αναμενόμενη απάντηση, που έπρεπε να περιγράψουν ήταν τα εξής: 1) το νερό της βροχής εισχωρεί μέσα στο έδαφος, 2) το νερό αυτό μπορεί να παγιδευτεί σε έναν χώρο και να σχηματιστεί μια γεωθερμική δεξαμενή, 3) η θερμότητα των καυτών πετρωμάτων κάτω από τη δεξαμενή θα μεταφερθεί σε αυτήν και θα ζεστάνει το νερό και 4) όταν καταφέρουμε να το αντλήσουμε πίσω στην επιφάνεια της γης θα έχουμε ζεστό νερό ή και ατμό. Συνεπώς, μετά από αυτά αναφερόμαστε σε μια γεωθερμική δεξαμενή.

3.8.1.9. Ερώτηση 10^η: «Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;»

Ανάλογη ερώτηση δεν εντοπίστηκε σε καμία βιβλιογραφική πηγή. Έτσι δεν υπήρχε δυνατότητα απόκτησης γνώσεων σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες που θα μπορούσαν να έχουν τα παιδιά. Ωστόσο, ο ρόλος και η αναγκαιότητα του εναλλάκτη θερμότητας τονίστηκαν αρκετά κατά τη διδασκαλία της Δ.Μ.Α. και γι' αυτό τέθηκε η παρούσα ερώτηση (μόνο post test). Ο εναλλάκτης θερμότητας αποτελεί βασικό εξοπλισμό σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη γεωθερμία για θέρμανση, συνεπώς κρίνεται σκόπιμο να αναγνωρίζεται ορθά ο ρόλος του (Ερευνητικό Ερώτημα 5).

Στις απαντήσεις αναμενόταν δύο βασικοί όροι για να περιγραφεί ο ρόλος του: η μεταφορά ή ανταλλαγή θερμότητας σε άλλο ρευστό και η επικινδυνότητα του γεωθερμικού νερού. Η μεταφορά θερμότητας γίνεται μεταξύ δύο ρευστών διαφορετικής κατάστασης (π.χ. νερό & αέρας) εφόσον το σύστημα θέρμανσης λειτουργεί με διαφορετικό ρευστό από το προσφερόμενο (π.χ. έχω γεωθερμικό ζεστό νερό ενώ το σπίτι ζεσταίνεται με καλοριφέρ-αέρα). Ο εναλλάκτης μεταφέρει τη θερμότητα από το επικίνδυνου (αναμιγμένο με CO₂ & H₂S) πολλές φορές γεωθερμικό ρευστό, σε ένα καθαρότερο και ακίνδυνο προς χρήση.

3.8.1.10. Ερώτηση 11^η: «Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας.»

Η ερώτηση (μόνο post test) τέθηκε τόσο για να αποτιμηθούν οι σκέψεις των μαθητών προς τη γεωθερμία, αναλογιζόμενοι τα οφέλη από τις χρήσεις της, όσο και για να αποκτήσουν θετικότερη στάση προς τη χρήση της. Και αυτή η ερώτηση δεν εντοπίστηκε σε άλλες έρευνες, οπότε δεν ήταν δυνατή η ανίχνευση εναλλακτικών ιδεών των παιδιών ή σχετικών πληροφοριών.

Τα οφέλη της γεωθερμίας που αναφέρθηκαν στη διδασκαλία κατά τη διάρκεια της συζήτησης ερευνητή – παιδιών, ύστερα και από υποδείξεις του πρώτου, ήταν: πως «είναι ΑΠΕ και άρα δεν εξαντλείται», «η χρήση της είναι φιλική προς το περιβάλλον αφού είναι ΑΠΕ», «με την αξιοποίησή της εξοικονομούμε ορυκτά καύσιμα», «υπάρχει δυνατότητα αξιοποίησής της σε απομακρυσμένες περιοχές» και «διασκέδαση-χαλάρωση μέσω των θερμών λουτρών που μας παρέχει». Η ένταξή της στις Α.Π.Ε. με τη συνεχή διαδικασία της ανανέωσης που τις διακρίνει, αλλά και η μη ρύπανση του περιβάλλοντος αναμενόταν να είναι συχνές απαντήσεις (Ερευνητικό ερώτημα 2 & 3).

3.8.1.11. Ερώτηση 12^η: «Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των δύο τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι δύο τρόποι: 1ος τρόπος – από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής. 2ος τρόπος – μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους.»

Η ερώτηση του post test τέθηκε αφενός για να συγκριθούν οι γνώσεις των μαθητών, μεταξύ των δύο τρόπων, και αφετέρου να έρθουν σε επαφή με έναν άλλο τρόπο ατομικής θέρμανσης πέρα των συμβατικών πηγών (Ερευνητικό Ερώτημα 5). Και αυτή η ερώτηση δεν εντοπίστηκε σε καμία βιβλιογραφική πηγή, ούτε και περιλαμβανόταν στο ερωτηματολόγιο του pre test, οπότε δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα ή ιδέες των παιδιών και το πώς αυτές μεταλλάχθηκαν.

Η συγκεκριμένη ερώτηση συνοδευόταν από σκίτσα (περιλαμβάνονται στο παράρτημα 1), ενώ κάθε ένας από τους δύο τρόπους παρουσιάστηκε και αναλύθηκε εκτενώς κατά τη διδασκαλία της Δ.Μ.Α.

Κατά τη διάρκεια της Δ.Μ.Α. οι μαθητές εργάστηκαν ομαδικά σε σχετική δραστηριότητα όπου κατέγραψαν και ύστερα συζήτησαν περί των διαφορών μεταξύ των δύο τρόπων θέρμανσης. Πιο αναλυτικά, αναφέρθηκε πως: Στην πρώτη εικόνα αντλούμε απευθείας το ζεστό γεωθερμικό νερό, το βάθος είναι πολύ μεγάλο, το κόστος είναι υπερβολικά μεγάλο και πρέπει να προσέξουμε αν το νερό που θα αντλήσουμε είναι επικίνδυνο. Στη δεύτερη εικόνα το νερό το στέλνουμε εμείς σε ένα κλειστό κύκλωμα που αξιοποιεί τη $\Delta\theta$ σπιτιού-εδάφους, η κατασκευή δε γίνεται σε μεγάλο βάθος, το κόστος δεν είναι τόσο μεγάλο αφού γίνεται ατομικά και το νερό δεν είναι επικίνδυνο για χρήση. Σύμφωνα με αυτά, οι απαντήσεις που αναμενόταν ήταν: «Δεν υπάρχει γεωθερμική δεξαμενή όπου το νερό συγκεντρώνεται και ζεσταίνεται», «Το νερό στέλνεται απευθείας από το σπίτι και εκμεταλλευόμαστε τη θερμότητα του εδάφους και όχι τη δεξαμενή», «Ο τρόπος θέρμανσης από τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού – εδάφους κοστίζει λιγότερο» και «Η άντληση νερού από γεωθερμική δεξαμενή μπορεί να είναι επικίνδυνη».

3.9. Ανάλυση δεδομένων

Οι απαντήσεις των παιδιών μπορούν να διαχωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες: στην πρώτη κατηγορία ήταν οι σωστές (Σ) απαντήσεις, ενώ στη δεύτερη κατηγορία οι λάθος (Λ) απαντήσεις. Στην τρίτη κατηγορία οι απαντήσεις που κρίθηκαν ως μερικώς σωστές (ΜΣ) και στην τέταρτη κατηγορία οι ερωτήσεις που δεν πήραν καμία απάντηση και παρέμειναν κενές (Κ).

Σωστές, κρίθηκαν οι απαντήσεις που ήταν σύμφωνες με το μετασχηματισμένο περιεχόμενο που διδάχτηκε. Τα ίδια κριτήρια ίσχυσαν και για τις λάθος απαντήσεις. Μερικώς σωστές, κρίθηκαν οι απαντήσεις που ήταν απλοϊκές και συμπεριελάμβαναν ορισμένα σωστά στοιχεία, μαζί με λάθος δηλώσεις ή λιγότερα από τα αναμενόμενα σωστά στοιχεία. Σε κάθε περίπτωση, οι απαντήσεις και η ένταξή τους στην εκάστοτε κατηγορία εξηγούνται ύστερα από κάθε ερώτηση.

Στην 1^η ερώτηση («Σκέψου και γράψε 3 πηγές ενέργειας.» και «Σκέψου και γράψε 3 μορφές ενέργειας.») οι απαντήσεις των παιδιών που θεωρήθηκαν σωστές, ήταν: φυσικό αέριο, πετρέλαιο, γαιάνθρακας, κάρβουνο, γεωθερμία, ήλιος και νερό. Το νερό λόγω της θέσης του και της κίνησής του, μπορεί να θεωρηθεί ως «αποθήκη»

δυναμικής-κινητικής ενέργειας και ως εκ τούτου πηγή ενέργειας. Η συγκεκριμένη απάντηση (νερό) αν και θεωρήθηκε σωστή, υπάρχει το ενδεχόμενο λανθασμένης αντίληψης (εκ μέρους των μαθητών/μαθητριών), καθώς δε ζητούσε αιτιολόγηση. Οι απαντήσεις που χαρακτηρίστηκαν ως λάθος, ήταν: ρυθμική, ενεργητική, χημική, ηλεκτρική, μηχανική ενέργεια και φωτιά. Οι δύο πρώτες δεν αναγνωρίζονται σε κατηγορία, οι επόμενες τρεις αποτελούν μορφές ενέργειας ενώ στην περίπτωση της φωτιάς πηγή θεωρείται η καύσιμη ύλη και όχι η ίδια η φωτιά.

Ομοίως στη δεύτερη ερώτηση σωστές απαντήσεις θεωρήθηκαν: η κινητική, η ηλεκτρική και η θερμική. Δεν υπήρχαν λάθος απαντήσεις.

Στην 3^η ερώτηση (*«Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις 3 μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε σπίτι μας;»*) οι σωστές απαντήσεις ήταν: η κινητική (κίνηση των ανθρώπων), η δυναμική (το πότισμα του κήπου κρατώντας υπερυψωμένο το λάστιχο), η θερμική/θερμότητα (για ζέστη), η φωτεινή (για φως), η ηλεκτρική (λειτουργία των περισσότερων οικιακών συσκευών), η χημική (από τρόφιμα και καύσιμα), η γεωθερμική και η ηλιακή (φωτεινή και θερμότητα). Ως λάθος κρίθηκαν οι απαντήσεις: πετρέλαιο - φυσικό αέριο - νερό (πηγές ενέργειας), ηλεκτρισμός (φαινόμενο), τηλεόραση - ηλεκτρική σκούπα - ηλεκτρικός φούρνος - ηλεκτρικό ψυγείο (συσκευές) και τέλος η πυρηνική ενέργεια που αν και είναι μορφή ενέργειας δε χρησιμοποιείται κατ' οίκον.

Στην 4^η ερώτηση *«Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και γιατί λέγονται έτσι»* για να είναι μια ερώτηση σωστή κρίθηκε αναγκαίο να αναφέρονται δύο στοιχεία α) πως είναι πηγές ενέργειας και β) η επαναδημιουργία/ανανέωση/ανακύκλωση της πηγής με φυσικό τρόπο ή ότι υπάρχουν ανεξάντλητες στη φύση. Στην κατηγορία Μερικώς Σωστές διακρίνονται επίσης άλλες δύο υποκατηγορίες: ΜΣ1-τα παιδιά απαντούν μόνο σε ένα από τα δύο υπο-ερωτήματα της ερώτησης και ΜΣ2-τα παιδιά απαντούν σωστά σε ένα υπο-ερώτημα και παράλληλα δίνουν λάθος στοιχεία στο άλλο υπο-ερώτημα.

Για παράδειγμα, η πρώτη απάντηση περιείχε μόνο παραδείγματα: *«πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο, νερό, οξυγόνο και αέριο»*. Αυτή κρίθηκε λάθος γιατί δεν απέδωσε κάποιον ορισμό παρά μόνο παραδείγματα, τα οποία επιπλέον (πλην του νερού) ήταν λανθασμένα. Η δεύτερη απάντηση *«Είναι αυτές που ανανεώνονται από*

τη φύση και λέγονται έτσι γιατί δε ρυπαίνουν το περιβάλλον» κρίθηκε ως ΜΣ2, διότι απαντά σωστά στο πρώτο μισό της ερώτησης, όμως η μη ρύπανση του περιβάλλοντος που αναφέρει δε συνδέεται με τη συγκεκριμένη ερώτηση. Η απάντηση «Οι ανανεώσιμες πηγές είναι ανακυκλώσιμες πηγές και κάνουν κάτι καλό στο περιβάλλον», κρίνεται ως ΜΣ2 από τη μία γιατί αναφέρεται ορθά στο στοιχείο της ανακύκλωσης και απ' την άλλη το καλό στο περιβάλλον δεν απαντά στο άλλο υποερώτημα. Ακολούθως, οι απαντήσεις «Οι ΑΠΕ είναι φιλικές προς το περιβάλλον» και «Οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον», κρίνονται λάθος καθώς δεν απαντάται κάποιο κομμάτι της ερώτησης. Τέλος, η απάντηση «Γιατί αυτές όταν χαλάνε, ξαναδημιουργούνται» κρίνεται ως ΜΣ1 αφού απαντάται ικανοποιητικά (η επιλογή των λέξεων δεν είναι καλή όμως φαίνεται πως θέλει να πει για επαναδημιουργία/ανανέωση) το ένα από τα δύο υποερωτήματα. Δεν υπήρξε καμία σωστή απάντηση.

Στην 5^η ερώτηση «Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;» για να κριθεί μια ερώτηση Σωστή έπρεπε τα παιδιά να αναφέρουν, στην ομοιότητα, την ίδια χρήση με σκοπό την παραγωγή ενέργειας που χρειαζόμαστε, και παράλληλα, στη διαφορά, τον άσχημο περιβαλλοντικό αντίκτυπο των συμβατικών πηγών. Στην κατηγορία Μερικώς Σωστές, διακρίνονταν άλλες δύο υποκατηγορίες: ΜΣ1-τα παιδιά απαντούν σωστά μόνο σε ένα από τα δύο υπο-ερωτήματα της ερώτησης και ΜΣ2-τα παιδιά εντοπίζουν ορθώς άλλες ομοιότητες ή διαφορές, πέρα των προαναφερθέντων. Για παράδειγμα σε ότι αφορά την ομοιότητα σωστή ήταν η απάντηση «Χρησιμοποιούμε και τις δύο συνέχεια», ενώ σε ότι αφορά τις διαφορές σωστή ήταν η απάντηση «Οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον». Λάθος θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που έδιναν παραδείγματα πηγών ενέργειας και περιελάμβαναν ασάφειες, όπως για παράδειγμα «Χρησιμοποιούμε το πετρέλαιο, τον άνθρακα και το φυσικό αέριο σε πολλά πράγματα». Στην κατηγορία ΜΣ1 συμπεριλήφθηκαν οι απαντήσεις που αναφερόταν στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των πηγών ενέργειας ως διαφορά όπως για παράδειγμα η απάντηση «Οι ΑΠΕ κάνουν καλό στο περιβάλλον», ενώ ΜΣ2 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που περιείχαν διαφορές που όμως δεν αναμενόταν στη συγκεκριμένη ερώτηση όπως για παράδειγμα η απάντηση «Οι ΑΠΕ μπορούν και ξαναδημιουργούνται ενώ τα συμβατικά δεν ξαναδημιουργούνται».

Στην ερώτηση 6 «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται», σωστές θεωρήθηκαν οι απαντήσεις όπου τα παιδιά να αναφέρουν α) πως πρόκειται για μια πηγή ενέργειας ή πως πρόκειται για μια υπόγεια μορφή θερμότητας (σύμφωνα και με τον όρο) και β) προέρχεται από το εσωτερικό της γης. Στην κατηγορία Μερικώς Σωστές διακρίνονται άλλες δύο υποκατηγορίες: ΜΣ1-τα παιδιά απαντούν σωστά μόνο σε ένα από τα δύο υπο-ερωτήματα της ερώτησης και ΜΣ2-τα παιδιά διατυπώνουν τον όρο με παραδείγματα, λέξεις και καταστάσεις που διδάχθηκαν και όχι με γενικότερο ορισμό. Για παράδειγμα σωστή θεωρήθηκε η απάντηση «*Η Γεωθερμία πηγάζει από τη γη και είναι ΑΠΕ και δε ρυπαίνει το περιβάλλον*». Λάθος θεωρήθηκαν απαντήσεις που περιείχαν παραδείγματα και ασάφειες, όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Ζέστη, κάρβουνο*». ΜΣ1 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που αναγνώριζαν μόνον την προέλευση όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Προέρχεται κάτω από τη γη*», ενώ ΜΣ2 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που ανέφεραν το ζεστό νερό αλλά δεν το συνέδεαν με τη θερμότητα όπως η απάντηση «*Είναι ζεστό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε λουτρό*».

Στην ερώτηση 7 «*Σημείωσε με ένα 'X' στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ΑΠΕ, ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση*», σωστές θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που περιελάμβαναν στις ΑΠΕ «τον ήλιο», «τον αέρα» και τη «Γεωθερμία» και στις μη ανανεώσιμες «το πετρέλαιο» και «τον άνθρακα».

Η 8^η ερώτηση δεν αποτιμούσε γνώσεις αλλά στάσεις, οπότε οι απαντήσεις της δε διαχωρίζονται σε σωστές και λάθος. Οι απαντήσεις των μαθητών δόθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα με τα σημεία: 'Συμφωνώ πολύ – Strongly agree', 'Συμφωνώ – Agree', 'Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ – Neither agree nor disagree', 'Διαφωνώ – Disagree' και 'Διαφωνώ πολύ – Strongly disagree'.

Στην 9^η ερώτηση «*Περίγραψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.*», για να κριθεί μια ερώτηση Σωστή έπρεπε τα παιδιά να αναφέρουν με δικά τους λόγια τα τέσσερα στοιχεία που αποτέλεσαν αντικείμενο διδασκαλίας κατά τη Δ.Μ.Α. Δηλαδή: 1. «*εισχώρηση του νερού στο έδαφος*», 2. «*παγίδευση του σε κοιλότητες και δημιουργία γεωθερμικής δεξαμενής*», 3. «*θέρμανση του νερού από τα καυτά πετρώματα*» και 4. «*άντληση στην επιφάνεια ως ζεστό νερό*». Π.χ. σωστή θεωρήθηκε η απάντηση «*Το νερό της*

βροχής πέφτει μέσα στη γη και φτάνει στη γεωθερμική δεξαμενή. Έπειτα το νερό ζεσταίνεται από τα καυτά πετρώματα και τέλος πηγαίνει με σωλήνες στα σπίτια». Αντίστοιχα για να θεωρηθεί Λάθος μια απάντηση θα έπρεπε τα παιδιά να μην απαντούν ορθά ή καταγράφουν μόνο το ένα από τα στοιχεία που ζητούνταν, όπως για παράδειγμα η απάντηση «Υπάρχει έτοιμο νερό μέσα στη γη το οποίο είναι ζεστό. Χρειάζεται ζέστη από τη γη ώστε το νερό να γίνει ατμός». Ως ΜΣ1 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες καταγράφονταν τρία από τα τέσσερα ζητούμενα στοιχεία, όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Το νερό της βροχής κατεβαίνει στο έδαφος και ζεσταίνεται και έρχεται στα σπίτια μας και ότι δεν το χρειαζόμαστε το στέλνουμε κάτω*». Δεν υπήρχαν απαντήσεις τύπου ΜΣ2 με διατύπωση δύο στοιχείων.

Στην 10^η ερώτηση «*Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;*» για να κριθεί μια απάντηση σωστή έπρεπε τα παιδιά να αναφέρουν κατανοητά και τα δύο σημεία που παρουσιάστηκαν στη Δ.Μ.Α. Δηλαδή, πως παίζει ρόλο στη μετάδοση θερμότητας μεταξύ ρευστών και παράλληλα προστατεύει από το επικίνδυνο γεωθερμικό νερό. Λάθος θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που περιείχαν στοιχεία που δεν περιέγραφαν τη λειτουργία του εναλλάκτη για τη μετάδοση της θερμότητας, όπως τη διδάχτηκαν όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Το καλοκαίρι στέλνουμε μέσα από τον εναλλάκτη ζεστό νερό στο έδαφος και έρχεται κρύο, και το χειμώνα το ανάποδο*». Επίσης, στην κατηγορία Μερικώς Σωστές, η οποία περιελάμβανε δύο ακόμη υπο-κατηγορίες: ΜΣ1-τα παιδιά έπρεπε να αποτυπώνουν ορθά ένα από τα δύο στοιχεία που επιζητούνται, ενώ για να χαρακτηριστεί ΜΣ2-τα παιδιά θα έπρεπε να αποτυπώνουν τα στοιχεία περιγράφοντας τα με λεξιλόγιο που δεν παραπέμπει ακριβώς στην πραγματική διαδικασία όπως για παράδειγμα η απάντηση «*για να καθαρίσει το νερό πριν το πάρουμε στα σπίτια μας*». Δεν υπήρχαν σωστές και ΜΣ1 απαντήσεις.

Στην 11^η ερώτηση «*Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας.*» για να κριθεί σωστή μια απάντηση έπρεπε τα παιδιά να καταγράψουν τρία τουλάχιστον από τα οφέλη, που παρουσιάστηκαν κατά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. Επίσης για να χαρακτηριστεί η απάντηση ως ΜΣ1 θα έπρεπε να αποτυπώνονται ορθά έστω δύο από τα οφέλη, όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Είναι ΑΠΕ, δε μολύνει το περιβάλλον*», ενώ για να θεωρηθεί η απάντηση ως ΜΣ2 θα έπρεπε τα παιδιά να καταγράφουν μόνο ένα όφελος, όπως για παράδειγμα η απάντηση «*Τη γεωθερμία την αξιοποιούμε*

με λουτρά τα οποία είναι ζεστό νερό». Λάθος κρίθηκαν οι απαντήσεις που δεν απαντούσαν άμεσα στο ερώτημα, π.χ. «Ζεστό νερό από τη γη». Δεν υπήρχαν σωστές (με διατυπωμένα 3 οφέλη) απαντήσεις.

Στην 12^η ερώτηση «Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των 2 τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι 2 τρόποι: 1ος τρόπος – από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής. 2ος τρόπος – μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους» (και η οποία συνοδευόταν από εικόνες χωρίς σημειώσεις), σωστές θεωρήθηκαν οι απαντήσεις στις οποίες αναφερόταν τρεις διαφορές, τις οποίες διδάχθηκαν, όπως για παράδειγμα η απάντηση «ο δεύτερος τρόπος είναι πιο οικονομικός από τον πρώτο, ο πρώτος τρόπος είναι πιο βαθύς από τον δεύτερο, στον δεύτερο τρόπο τον χειμώνα παράγει ζεστό νερό και το καλοκαίρι κρύο νερό ενώ στον πρώτο τρόπο μόνο ζεστό». Λάθος θεωρήθηκαν όσες είχαν άσχετα στοιχεία ή δεν έδιναν κανένα από ζητούμενα στοιχεία, π.χ. «Στην πρώτη εικόνα το ζεστό νερό παράγεται από τις γεωθερμικές δεξαμενές σε αντίθεση με τον εναλλάκτη». ΜΣ1 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που εντόπιζαν ορθώς δύο (2) διαφορές, όπως για παράδειγμα η απάντηση «Στην πρώτη εικόνα το νερό είναι βρόμικο, ενώ στην άλλη εικόνα το νερό το στέλνουμε εμείς και έτσι σκάβεις 15 μέτρα, αλλά στοιχίζει πολύ ακριβά», ενώ ΜΣ2 θεωρήθηκαν οι απαντήσεις που περιείχαν μία διαφορά, όπως για παράδειγμα η απάντηση «Στην πρώτη το νερό είναι βρόμικο, ενώ στο άλλο είναι καθαρό»).

3.9.1. Αναστοχασμός του ερευνητή

Προκειμένου να υπάρξει διασταύρωση της αξιολογικής διαδικασίας, με την ολοκλήρωση της Δ.Μ.Α. συντάχθηκε, από τον ερευνητή κείμενο αναστοχασμού και αυτό-κριτικής/αυτό-αξιολόγησης, στο οποίο καταγραφόταν αναλυτικά η εφαρμογή της Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας ανά διδακτικό δίωρο και ημέρα.

Πρόκειται για ένα ελεύθερο κείμενο στο οποίο αποτυπώνεται η εκτίμηση του ερευνητή σχετικά με τις δραστηριότητες που υλοποιήθηκαν, τις τυχόν αστοχίες που διαπιστώθηκαν, ή τις δυσκολίες που εντοπίστηκαν, αλλά και τι, κατά τη γνώμη του, θα μπορούσε να γίνει καλύτερα. Το κείμενο αυτό στόχευε κυρίως σε παρατηρήσεις διδακτικού χαρακτήρα των τριών διδασκαλιών. Επιδιώχθηκε να καταγραφούν τα

σημεία στα οποία υπήρξε απόκλιση από τον αρχικό σχεδιασμό, οι δυσκολίες και τα απρόοπτα που δημιουργήθηκαν κατά την διάρκεια της διδασκαλίας. Επίσης, τα τεκμήρια συμμετοχής των μαθητών, καθώς και οι επιδόσεις σε δραστηριότητες.

Η σύνταξη του αναστοχαστικού κειμένου βασίστηκε σε πρόσφατη επιστημονική μελέτη (Φωτιάδης, 2017) που πραγματευόταν την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Γυμνάσιο) με αντικείμενο τον κύκλο του νερού. Ο αναστοχασμός του μελετητή της προαναφερόμενης εργασίας λειτούργησε ως πρότυπο και ακολουθήθηκε η δομή του και στην παρούσα.

3.9.2. Αξιολόγηση εξωτερικού παρατηρητή

Η αξιολόγηση της Δ.Μ.Α. διασταυρώθηκε και με τη μέθοδο της εξωτερικής παρατήρησης. Ως εργαλείο χρησιμοποιήθηκε ένα τυποποιημένο φύλλο παρατήρησης που περιελάμβανε το περιεχόμενο και τη μέθοδο της διδασκαλίας, καθώς και τους διδακτικούς στόχους που αναμενόταν.

Και σε αυτή την περίπτωση, ως οδηγός λειτούργησε το φύλλο παρατήρησης που χρησιμοποιήθηκε σε πρόσφατη μελέτη (Φωτιάδης, 2017) που πραγματευόταν την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (Γυμνάσιο) με αντικείμενο τον κύκλο του νερού.

Έχοντας το συγκεκριμένο φύλλο, αλλά και προφορικές οδηγίες από τον ερευνητή σχετικά με τη διαδικασία και τους στόχους της διδασκαλίας, ο εξωτερικός παρατηρητής παρακολουθούσε και διακριτικά κατέγραφε στο τυποποιημένο (για λόγους προσανατολισμού) φύλλο παρατήρησης τις δικές του επισημάνσεις και οτιδήποτε θεωρούσε πως θα ήταν χρήσιμο και θα μπορούσε να αποτυπώσει την πραγματική εικόνα της τάξης, τη διαδικασία μάθησης και την επίτευξη των διδακτικών στόχων.

Η οδηγία που του δόθηκε πριν την έναρξη της εκάστοτε διδασκαλίας, ήταν να επικεντρωθεί περισσότερο σε σχόλια διδακτικού χαρακτήρα τόσο από πλευράς ερευνητή όσο και από πλευράς παιδιών (π.χ. κατέγραψε σχόλια για το πώς ο ερευνητής ανέδειξε τις ιδέες των μαθητών για τις πηγές ενέργειας και πώς εισήγαγε

τον όρο ανανεώσιμες. Στη συνέχεια κατέγραψε την ανταπόκριση και τις αντιδράσεις των μαθητών στη διαδικασία-μέθοδο διδασκαλίας που πραγματοποιήθηκε).

Πιο συγκεκριμένα, στον εξωτερικό παρατηρητή έγινε ενημέρωση τόσο για τη χρησιμότητα των Διδακτικών Μαθησιακών Ακολουθιών και για τον τρόπο εφαρμογής τους, όσο και για τον σχεδιασμό και τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσης Δ.Μ.Α. Επιπλέον του δόθηκε έντυπο υλικό που περιελάμβανε, σε πίνακες, όλες τις φάσεις της Δ.Μ.Α. και τις δράσεις που είχαν σχεδιαστεί και του ζητήθηκε να είναι παρών σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας κρατώντας σημειώσεις σε ότι παρατηρούσε και θεωρούσε πως ήταν άξιο αναφοράς.

Οι τρεις πρώτες στήλες (Α, Β, Γ) του κάθε φύλλου παρατήρησης αναφέρονται στο σχεδιασμό της διδασκαλίας και ήταν ήδη συμπληρωμένες από τον ερευνητή/διδάσκοντα πριν δοθούν στον παρατηρητή. Στη στήλη (Α), γίνεται αναφορά στην κάθε φάση της διδασκαλίας (π.χ. εξοικείωση, προβληματισμός, εισαγωγή νέας γνώσης) καθώς και στο αντίστοιχο περιεχόμενο διδασκαλίας. Στη στήλη (Β), αναφέρονται οι στόχοι που αντιστοιχούν σε κάθε φάση διδασκαλίας και στη στήλη (Γ), στη διδακτική μέθοδο και στρατηγική που είναι σχεδιασμένη κάθε φορά για την επίτευξη των συγκεκριμένων στόχων. Πριν την εφαρμογή της κάθε διδασκαλίας προηγούνταν συνάντηση μεταξύ ερευνητή και παρατηρητή για τη διδασκαλία που πρόκειται να ακολουθήσει δηλαδή ανάγνωση των τριών πρώτων στηλών του αντίστοιχου Φύλλου Παρατήρησης καθώς και των Φύλλων Εργασίας και παράλληλη συζήτηση για τυχόν απορίες, διευκρινήσεις πάνω στο περιεχόμενο της διδασκαλίας. Οι επόμενες δύο στήλες (Δ, Ε) συμπληρώθηκαν από τον εξωτερικό παρατηρητή αμέσως μετά τη διδασκαλία και επιβεβαίωναν αν αυτά που σχεδίασε ο ερευνητής/εφαρμοστής έγιναν ή ήταν διαφοροποιημένα (περισσότερα, λιγότερα, διαφορετικά). Πιο συγκεκριμένα στη στήλη (Δ) περιγράφεται συνοπτικά τι κάνει ο εκπαιδευτικός και τι οι μαθητές δίνοντας χονδρικά και τη διάρκεια και στη στήλη (Ε) τα τεκμήρια π.χ. οι διάλογοι, ποιο το ερώτημα της διερεύνησης όταν γίνεται διερεύνηση, αν ο εκπαιδευτικός κατά την παράδοση δίνει σύντομη περιγραφή περιεχομένου, ερωτήσεων, υλικών επίδειξης κ.λπ. Το ίδιο για τα πειράματα, τα λογισμικά ή τις εικόνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Προκειμένου να υπάρξει ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με τις απαντήσεις των παιδιών και τον βαθμό επίτευξης των στόχων που τέθηκαν μέσω των ερευνητικών ερωτημάτων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αρχικά ανά ερώτηση (αναλυτικός πίνακας) και κατ' αντιπαραβολή των απαντήσεων που δόθηκαν πριν την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. και μετά την εφαρμογή αυτής (συνοπτικός πίνακας pre & post-test), αλλά και με πίνακες επιδόσεων ανά μαθητή.

Σημειώνεται πως και οι δέκα (10) μαθητές και μαθήτριες συμμετείχαν και στις δύο φάσεις συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων.

4.1. Αποτελέσματα ανά ερώτηση

4.1.1. Ερώτηση 1^η: «Σκέψου και γράψε 3 πηγές ενέργειας»

Ενώ στο αρχικό τεστ, που διενεργήθηκε πριν την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. υπήρξαν έξι (6) λάθος απαντήσεις φαίνεται πως μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. υπήρξε βελτίωση καθώς δεν καταγράφεται καμία λάθος απάντηση (πίνακας 4.1.1.A.). Μόνο ο μαθητής 4 μετέτρεψε δύο σωστές απαντήσεις σε κενές, που σύμφωνα με υποψίες του ερευνητή ενδεχομένως να αντέγραψε στο pre-test.

Η εκτίμηση αυτή επιβεβαιώνεται και από την αντιπαραβολή των επιδόσεων που είχαν οι μαθητές ανά ερώτηση.

Σε ότι αφορά τη πρώτη ερώτηση για τις πηγές ενέργειας διαπιστώνεται βελτίωση των γνώσεων μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., καθώς στο αρχικό ερωτηματολόγιο υπήρχαν 19 σωστές απαντήσεις, ενώ μετά την διδασκαλία οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν στις 23 παρουσιάζοντας αύξηση σε ποσοστό 13,4% (πίνακας 4.1.1.B).

Πίνακας 4.1.1.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 1ης ερώτησης

1η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Γράψε τρεις (3) πηγές ενέργειας.	M1. Ρυθμική (Λ), Ενεργητική (Λ), Κενό (Κ)	M1. Πετρέλαιο (Σ), άνθρακας (Σ), φυσικό αέριο (Σ)	
	M2. Φυσικό αέριο (Σ), πετρέλαιο (Σ), γαιάνθρακας (Σ)	M2. Πετρέλαιο (Σ), βενζίνη (Σ), φυσικό αέριο (Σ)	
	M3. Χημική (Λ), ηλεκτρική (Λ), πετρέλαιο (Σ)	M3. Ήλιος (Σ), άνεμος (Σ), Κενό (Κ)	
	M4. Φυσικό αέριο (Σ), πετρέλαιο (Σ), κάρβουνο (Σ)	M4. Πετρέλαιο (Σ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	
	M5. Κενό (Κ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	M5. Κενό (Κ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	
	M6. Φυσικό αέριο (Σ), γεωθερμία (Σ), μηχανική ενέργεια (Λ)	M6. Πετρέλαιο (Σ), βενζίνη (Σ), ήλιος (Σ)	
	M7. Ήλιος (Σ), νερό (Σ), φωτιά (Λ)	M7. Ήλιος (Σ), νερό (Σ), Κενό (Κ)	
	M8. Γαιάνθρακας (Σ), πετρέλαιο (Σ), φυσικό αέριο (Σ)	M8. Νερό (Σ), ήλιος (Σ), αέρας (Σ)	
	M9. Γαιάνθρακας (Σ), πετρέλαιο (Σ), Κενό (Κ)	M9. Ήλιος (Σ), νερό (Σ), άνεμος (Σ)	
	M10. Πετρέλαιο (Σ), ήλιος (Σ), νερό (Σ)	M10. Άνεμος (Σ), νερό (Σ), πετρέλαιο (Σ)	

Πίνακας 4.1.1.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 1ης ερώτησης

Ερώτηση 1 «Σκέψου και γράψε 3 πηγές ενέργειας.»						
Απάντηση	Pre-test			Post-test		
	Σωστή	Λάθος	Κενό	Σωστή	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1		2	1	3		
Μαθητής 2	3			3		
Μαθητής 3	1	2		2		1
Μαθητής 4	3			1		2
Μαθητής 5			3			3
Μαθητής 6	2	1		3		
Μαθητής 7	2	1		2		1
Μαθητής 8	3			3		
Μαθητής 9	2		1	3		
Μαθητής 10	3			3		
ΣΥΝΟΛΟ %	19 63,3%	6 20%	5 16,7%	23 76,7%	0	7 23,3%

4.1.2. Ερώτηση 2^η: «Σκέψου και γράψε 3 μορφές ενέργειας»

Στην συγκεκριμένη ερώτηση οι απαντήσεις των συμμετεχόντων εκλαμβάνονται ως σωστές, τόσο στο τεστ που συμπληρώθηκε πριν, όσο και σε αυτό που συμπληρώθηκε μετά την υλοποίηση της Δ.Μ.Α. (Πίνακας 4.1.2.Α.).

Από τον συνοπτικό πίνακα που αντιπαραβάλλει τις επιδόσεις των συμμετεχόντων πριν και μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. διαπιστώνεται μικρή, αύξηση των σωστών απαντήσεων που δόθηκαν μετά την εφαρμογή της διδασκαλίας, καθώς από τις αρχικά 24 σωστές απαντήσεις, στο ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε μετά την διδασκαλία καταγράφηκαν 26 σωστές απαντήσεις (πίνακας 4.1.2.Β.).

Πίνακας 4.1.2.Α. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 2^{ης} ερώτησης

2^η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατη- ρήσεις
Γράψε 3 μορφές ενέργειας.	M1. Κινητική (Σ), δυναμική (Σ), Κενό (Κ)	M1. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), δυναμική (Σ)	
	M2. Κινητική (Σ), χημική (Σ), θερμική (Σ)	M2. Κινητική (Σ), χημική (Σ), δυναμική (Σ)	
	M3. Κινητική (Σ), δυναμική (Σ), Κενό (Κ)	M3. Ηλεκτρική (Σ), πυρηνική (Σ), μηχανική (Σ)	
	M4. Κενό (Κ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	M4. Κενό (Κ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	
	M5. Πυρηνική (Σ), κινητική (Σ), φωτεινή (Σ)	M5. Κινητική (Σ), φωτεινή (Σ), πυρηνική (Σ)	
	M6. Ηλεκτρική (Σ), πυρηνική (Σ), χημική (Σ)	M6. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), κινητική (Σ)	
	M7. Χημική (Σ), ηλεκτρική (Σ), κινητική (Σ)	M7. Κινητική (Σ), δυναμική (Σ), Κενό (Κ)	
	M8. Χημική (Σ), αιολική (Σ), Κενό (Κ)	M8. Ηλεκτρική (Σ), κινητική (Σ), θερμική (Σ)	
	M9. Πυρηνική (Σ), κινητική (Σ), δυναμική (Σ)	M9. Μηχανική (Σ), πυρηνική (Σ), κινητική (Σ)	
	M10. Χημική (Σ), ηλεκτρική (Σ), μηχανική (Σ)	M10. Χημική (Σ), ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ)	

Πίνακας 4.1.2.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 2^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 2 «Σκέψου και γράψε 3 μορφές ενέργειας.»						
Απάντηση	Pre-test			Post-test		
	Σωστή	Λάθος	Κενό	Σωστή	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1	2		1	3		
Μαθητής 2	3			3		
Μαθητής 3	2		1	3		
Μαθητής 4			3			3
Μαθητής 5	3			3		
Μαθητής 6	3			3		
Μαθητής 7	3			2		1
Μαθητής 8	2		1	3		
Μαθητής 9	3			3		
Μαθητής 10	3			3		
ΣΥΝΟΛΟ	24	0	6	26	0	4
%	80%		20%	86,7%		13,3%

4.1.3. Ερώτηση 3^η: «Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις 3 μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε σπίτι μας;»

Στόχος της ερώτησης ήταν να προκαλέσει στους μαθητές/μαθήτριες προβληματισμό για τη σημασία της ενέργειας στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Από τις απαντήσεις των μαθητών, όπως αυτές αποτυπώνονται στον αναλυτικό πίνακα 4.1.3.A., διαπιστώνεται πως υπήρξε σύγχυση των μορφών ενέργειας με τα φαινόμενα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν αρκετές απαντήσεις που εκλήφθηκαν ως Λάθος.

Επί του συνόλου όμως, κατά την αντιπαραβολή των επιδόσεων των συμμετεχόντων σε pre & post test, διαπιστώνεται βελτίωση των γνώσεών τους καθώς αυξάνεται το ποσοστό των σωστών απαντήσεων (πίνακας 4.1.3.B.).

Πίνακας 4.1.3.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 3ης ερώτησης

3η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις 3 μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε στο σπίτι μας;	M1. Πετρέλαιο (Λ), κινητική (Σ), δυναμική (Σ), ηλεκτρισμός (Λ)	M1. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), δυναμική (Σ)	Ηλεκτρισμός=φαινόμενο Ηλ. ενέργεια=μορφή ενέργειας
	M2. Θερμική (Σ), φωτεινή (Σ), ηλεκτρική (Σ)	M2. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), χημική (Σ)	
	M3. Χημική (Σ), ηλεκτρική (Σ), γεωθερμική (Σ)	M3. Ηλ. φούρνος (Λ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	
	M4. Τηλεόραση (Λ), ηλ. σκούπα (Λ), φούρνος (Λ)	M4. Τηλεόραση (Λ), ηλ. σκούπα (Λ), φούρνος (Λ)	Ηλεκτρικές συσκευές
	M5. Ηλ. σκούπα (Λ), ηλ. φούρνος (Λ), ηλ. ψυγείο (Λ)	M5. Φως (Λ), Ηλ. ενέργεια (Σ), Κενό (Κ)	Ηλεκτρικές συσκευές Φως ≠ φωτεινή ενέργεια
	M6. Ηλεκτρική (Σ), φωτεινή (Σ), ηλιακή (Λ)	M6. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), φωτεινή (Σ)	
	M7. Ηλ. σκούπα (Λ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	M7. Ηλεκτρική (Σ), Κενό (Κ), Κενό (Κ)	Ηλεκτρική συσκευή
	M8. Νερό (Λ), θερμότητα (Σ), φυσικό αέριο (Λ), πυρηνική (Λ)	M8. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), φωτεινή (Σ)	Πυρηνική: αν και είναι μορφή ενέργειας δε χρησιμοποιείται κατ' οίκον.
	M9. Ηλεκτρική (Σ), θερμότητα (Σ), Κενό (Κ)	M9. Ηλεκτρική (Σ), θερμική (Σ), φωτεινή (Σ)	
	M10. Ηλεκτρική (Σ), θερμότητα (Σ), χημική (Σ)	M10. Ηλεκτρική (Σ), χημική (Σ), θερμική (Σ)	

Πίνακας 4.1.3.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 3ης ερώτησης

Ερώτηση 3 «Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις 3 μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε στο σπίτι μας;»						
Απάντηση	Pre-test			Post-test		
	Σωστή	Λάθος	Κενό	Σωστή	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1	2	1		3		
Μαθητής 2	3			3		
Μαθητής 3	3				1	2
Μαθητής 4		3			3	
Μαθητής 5		3		1	1	1
Μαθητής 6	3			3		
Μαθητής 7		1	2	1		2
Μαθητής 8	1	2		3		
Μαθητής 9	2		1	3		
Μαθητής 10	3			3		
ΣΥΝΟΛΟ	17	10	3	20	5	5
%	56,7%	33,3%	10%	66,6%	16,7%	16,7%

4.1.4. Ερώτηση 4^η: «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και γιατί λέγονται έτσι.»

Η ερώτηση τέθηκε για να διερευνηθούν οι γνώσεις των παιδιών σχετικά με τις Α.Π.Ε. (pre-test) και αφετέρου για να αξιολογηθούν οι νέες γνώσεις που ενδεχομένως αποκόμισαν από τη Δ.Μ.Α. (post-test).

Στην ερώτηση αυτή απάντησαν οι 6 από τους 10 μαθητές στο pre-test, ενώ σε πολλές από τις απαντήσεις που δόθηκαν είτε δεν απέδιδαν σωστά την ορολογία, είτε έδιναν λάθος παράδειγμα (πίνακας 4.1.4.A.).

Ωστόσο, από τον συνοπτικό πίνακα που αντιπαραβάλλει τις επιδόσεις των μαθητών/μαθητριών πριν και μετά την Δ.Μ.Α. καταγράφηκε σημαντική βελτίωση στις μερικώς σωστές απαντήσεις, οι οποίες, από το 30% που ήταν στο pre test, αυξήθηκαν στο 80% στο post test (πίνακας 4.1.4.B.).

Πίνακας 4.1.4.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 4^{ης} ερώτησης

4 ^η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Γράψε σε 1-2 σειρές τι πιστεύεις ότι είναι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και γιατί λέγονται έτσι.	M1. Πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο, νερό, οξυγόνο, αέριο. (Λ)	M1. Γιατί δεν τελειώνουν π.χ. νερό, πετρέλαιο, αέρας, ήλιος. (ΜΣ1)	Pre: όχι ορισμός-εξήγηση, μόνο λανθασμένα παραδείγματα πλην του νερού. Post: παρόλο που δίνει ως παράδειγμα και το πετρέλαιο φαίνεται να έχει καταλάβει γιατί λέγονται έτσι.
	M2. Είναι αυτές που ανανεώνονται από τη φύση και λέγονται έτσι γιατί δε ρυπαίνουν το περιβάλλον. (ΜΣ2)	M2. Οι ΑΠΕ δε ρυπαίνουν το περιβάλλον και λέγονται έτσι γιατί ανανεώνονται ξανά από τη φύση. (ΜΣ2)	Pre&Post: η ρύπανση που αναφέρεται και στις δύο περιπτώσεις δε συνδέεται με τη συγκεκριμένη ερώτηση.
	M3. Κενό (Κ)	M3. Οι ΑΠΕ λέγονται έτσι γιατί ανανεώνονται και δε ρυπαίνουν το περιβάλλον. (ΜΣ2)	Post: αναφέρεται η ρύπανση, λανθασμένο στοιχείο για την ερώτηση.
	M4. Κενό (Κ)	M4. Γιατί φτιάχνονται από τη γη. (Λ)	Post: Η λέξη «φτιάχνονται» δεν είναι κοντά στις λέξεις που επιζητούμε (επαναδημιουργία/ ανανέωση/ ανακύκλωση). Επίσης η διαδικασία συμβαίνει γενικότερα στη φύση όχι μόνο στη γη.
	M5. Οι ΑΠΕ είναι ανακυκλώσιμες πηγές και κάνουν κάτι καλό στο περιβάλλον. (ΜΣ2)	M5. Οι ΑΠΕ είναι αυτά που ανακυκλώνουν και είναι καλό προς το περιβάλλον. (ΜΣ2)	Pre&Post: το δεύτερο μισό της κάθε απάντησης δε συνδέεται με την ερώτηση. Ψάχνουμε ανανέωση και όχι ρύπανση ή περιβαλλοντικά οφέλη.
	M6. Οι ΑΠΕ είναι φιλικές προς το περιβάλλον. (Λ)	M6. Οι ΑΠΕ είναι αυτές που ξαναδημιουργούνται από τη φύση. (ΜΣ1)	Pre: κανένα στοιχείο δεν απαντά σωστά στην ερώτηση. Ψάχνουμε ανανέωση και όχι ρύπανση. Post: απαντά στο ένα εκ των δύο υποερωτημάτων.
	M7. Κενό (Κ)	M7. Οι ΑΠΕ λέγονται έτσι γιατί ανανεώνονται. (ΜΣ1)	Post: απαντά στο ένα εκ των δύο υποερωτημάτων.
	M8. Γιατί αυτές όταν χαλάνε, ξαναδημιουργούνται. (ΜΣ1)	M8. Οι ΑΠΕ είναι ο ήλιος, το νερό κι ο αέρας γιατί ανανεώνονται συνεχώς και δεν καταναλώνονται. (ΜΣ1)	Pre: απαντά σωστά στο ένα από τα δύο υποερωτήματα της ερώτησης. Post: απαντά με σωστά παραδείγματα στο ένα εκ των δύο υποερωτημάτων. Στη λέξη καταναλώνονται μάλλον εννοεί τελειώνουν.

	M9. Κενό (Κ)	M9. Οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον γι' αυτό ονομάζονται «Ανανεώσιμες Πηγές» (π.χ. ήλιος). (Λ)	Post: Η απάντηση δε συνδέεται με την ερώτηση. Ψάχνουμε ανανέωση και όχι ρύπανση ή περιβαλλοντικά οφέλη. Ωστόσο δίνει σωστό παράδειγμα.
	M10. Οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον. (Λ)	M10. Οι ΑΠΕ είναι καλές για το περιβάλλον και δεν το ρυπαίνουν και ανανεώνονται ξανά. (ΜΣ2)	Pre: κανένα στοιχείο δεν απαντά σωστά στην ερώτηση. Ψάχνουμε ανανέωση και όχι ρύπανση. Post: η λέξη «ανανεώνονται» απαντά στο ένα εκ των δύο υπο-ερωτημάτων.

Πίνακας 4.1.4.Β. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 4^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 4 «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και γιατί λέγονται έτσι.»											
Απάντηση	Pre-test					Post-test					
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	
Μαθητής 1				v			v				
Μαθητής 2			v					v			
Μαθητής 3					v			v			
Μαθητής 4					v				v		
Μαθητής 5			v					v			
Μαθητής 6				v			v				
Μαθητής 7					v		v				
Μαθητής 8		v					v				
Μαθητής 9					v				v		
Μαθητής 10				v				v			
ΣΥΝΟΛΟ %	0	1 10%	2 20%	3 30%	4 40%	0	4 40%	4 40%	2 20%	0	

4.1.5. Ερώτηση 5^η: «Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;»

Η ερώτηση αυτή στοχεύει στη σύγκριση των Α.Π.Ε. και των συμβατικών καυσίμων, τόσο για να εντοπιστούν οι διαφορές τους όσο και οι ομοιότητές τους.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στην περίπτωση αυτή η Δ.Μ.Α. σημείωσε μερική επιτυχία, καθώς οι περισσότεροι εκ των συμμετεχόντων έδωσαν μερικώς σωστές απαντήσεις. Εξάιρεση αποτελεί ο μαθητής 1 ο οποίος απάντησε λάθος τόσο στο pre test, όσο και στο post test, ενώ ο μαθητής 4 δεν απάντησε (Κενό) δεν απάντησε σε κανένα από τα δύο.

Αξίζει να σημειωθεί πως η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών έδωσε μερικώς σωστές απαντήσεις που ανήκουν στην κατηγορία ΜΣ1, απαντώντας σωστά σε ένα από τα δύο υπό-ερωτήματα της ερώτησης (πίνακας 4.1.5.Α.).

Επίσης, από την αντιπαραβολή των απαντήσεων που έδωσαν οι συμμετέχοντες pre & post test στην ερώτηση που αφορούσε τις διαφορές ανάμεσα στις Α.Π.Ε και τις συμβατικές μορφές ενέργειας, διαπιστώνεται πως το ποσοστό των σωστών απαντήσεων παρέμεινε αμετάβλητο.

Ωστόσο, παρατηρήθηκε αύξηση (σε ποσοστό 10%) των μερικώς σωστών απαντήσεων και μείωση (κατά 20%) των κενών.

Σημειώνεται πως και στις δύο περιπτώσεις (pre & post test) το ποσοστό των λάθος απαντήσεων (10%) παρέμεινε επίσης αμετάβλητο (πίνακας 4.1.5.Β.).

Πίνακας 4.1.5.Α. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 5ης ερώτησης

5η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
<p>Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;</p>	<p>M1. Ομ: βγαίνουν από τη γη. / Διαφ: χρησιμοποιούνται σε διαφορετικά μέρη. (Λ)</p>	<p>M1. Χρησιμοποιούμε το πετρέλαιο, τον άνθρακα και το φυσικό αέριο σε πολλά πράγματα. (Λ)</p>	<p>Pre: Κανένα από τα στοιχεία δε θεωρείται σωστό. Post: Ασαφής απάντηση χωρίς σύγκριση των 2.</p>
	<p>M2. Ομ: και τις 2 τις χρησιμοποιούμε. / Διαφ: οι συμβατικές ρυπαίνουν το περιβάλλον ενώ οι ανανεώσιμες όχι. (Σ)</p>	<p>M2. Ομ: χρησιμοποιούμε και τις δύο συνέχεια. / Διαφ: οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον. (Σ)</p>	<p>Pre: Απαντά ικανοποιητικά και στα δύο. Post: δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε «συνέχεια» τα συμβατικά καύσιμα μακροπρόθεσμα. Με τη λέξη «μολύνουν» εννοούσε λογικά ρυπαίνουν.</p>
	<p>M3. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ κάνουν καλό στο περιβάλλον ενώ οι συμβατικές δεν κάνουν καλό στο περιβάλλον. (ΜΣ1)</p>	<p>M3. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ ανανεώνονται και δε ρυπαίνουν το περιβάλλον ενώ οι συμβατικές δεν ανανεώνονται και ρυπαίνουν το περιβάλλον. (ΜΣ1)</p>	<p>Pre: Το καλό στο περιβάλλον εκλαμβάνεται ως «είναι φιλικές» ή «δεν το ρυπαίνουν» Post: Το στοιχείο της ανανέωσης δεν αναμενόταν εδώ, ωστόσο αναφέρει και τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο.</p>
	<p>M4. Ομ: Κενό / Διαφ: Κενό</p>	<p>M4. Ομ: Κενό / Διαφ: Κενό</p>	
	<p>M5. Ομ: Κενό / Διαφ: Κενό</p>	<p>M5. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ είναι καλές προς το περιβάλλον ενώ το πετρέλαιο είναι κακό προς το περιβάλλον. (ΜΣ1)</p>	<p>Post: «καλές προς το περιβάλλον» -> περιβαλλοντικός αντίκτυπος Το πετρέλαιο είναι παράδειγμα συμβατικών πηγών.</p>
	<p>M6. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ μπορούν και ξαναδημιουργούνται ενώ τα συμβατικά δεν ξαναδημιουργούνται. (ΜΣ2)</p>	<p>M6. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον. (ΜΣ1)</p>	<p>Pre: Είναι διαφορά, όχι όμως αυτή που επιζητούσαμε. Post: «φιλικές προς το περιβάλλον» -> περιβαλλοντικός αντίκτυπος</p>
	<p>M7. Ομ: Κενό / Διαφ: Κενό</p>	<p>M7. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ είναι ότι είναι διαφορετικό με το πετρέλαιο γιατί το πετρέλαιο ρυπαίνει το περιβάλλον. (ΜΣ1)</p>	<p>Post: Το πετρέλαιο είναι παράδειγμα συμβατικών πηγών. Επίσης, αναφέρεται η ρύπανση ως περιβαλλοντικός παράγοντας.</p>
	<p>M8. Ομ: βγαίνουν από τη γη. / Διαφ: γιατί αυτά δεν ξαναδημιουργούνται. (ΜΣ2)</p>	<p>M8. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ δεν καταναλώνονται και δεν κάνουν κακό στο περιβάλλον, οι</p>	<p>Pre: Η ομοιότητα δεν είναι σωστή. Η διαφορά, αν μιλά για τα συμβατικά καύσιμα, είναι σωστή καθώς πολλά από αυτά</p>

		μη ΑΠΕ καταναλώνονται και κάνουν κακό στο περιβάλλον. (ΜΣ1)	είναι αδύνατο ή πολύ δύσκολο να δημιουργηθούν ξανά. Post: η έκφραση «δεν καταναλώνονται» δεν είναι σωστή μάλλον ήθελε να πει όταν καταναλώνονται...
	M9. Ομ: Κενό / Διαφ: Το πετρέλαιο είναι πιο κακό για το περιβάλλον. (ΜΣ1)	M9. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ δε μολύνουν το περιβάλλον ενώ οι συμβατικές μολύνουν το περιβάλλον. (ΜΣ1)	Pre: Το πετρέλαιο θεωρείται συμβατικό καύσιμο και η χρήση του όντως βλάπτει αρκετά το περιβάλλον Post: Με τη λέξη «μολύνουν» εννοούσε λογικά ρυπαίνουν.
	M10. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι συμβατικές μολύνουν το περιβάλλον, ενώ οι ΑΠΕ όχι. (ΜΣ1)	M10. Ομ: Κενό / Διαφ: Οι ΑΠΕ δε ρυπαίνουν το περιβάλλον ενώ οι συμβατικές δεν είναι καλές γι' αυτό. (ΜΣ1)	Pre: με τη λέξη «μολύνουν» εννοούσε λογικά ρυπαίνουν. Post: αναφέρεται ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος.

Πίνακας 4.1.5.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 5ης ερώτησης

Ερώτηση 5 «Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;»										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1				v					v	
Μαθητής 2	v					v				
Μαθητής 3		v					v			
Μαθητής 4					v					v
Μαθητής 5					v		v			
Μαθητής 6			v				v			
Μαθητής 7					v		v			
Μαθητής 8			v				v			
Μαθητής 9		v					v			
Μαθητής 10		v					v			
ΣΥΝΟΛΟ %	1 10%	3 30%	2 20%	1 10%	3 30%	1 10%	7 70%	0	1 10%	1 10%

4.1.6. Ερώτηση 6^η: «Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται.»

Η συγκεκριμένη ερώτηση ενσωματώθηκε στο ερωτηματολόγιο για να διερευνηθούν αφενός οι αρχικές απόψεις των μαθητών για τη γεωθερμία και αφετέρου οι γνώσεις που αποκόμισαν γι' αυτή μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α.

Τα αποτελέσματα φανερώνουν πως ενώ κατά την πρώτη φάση της συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών δεν ήξερε περί γεωθερμίας, ή ότι αυτά που γνώριζε ήταν μερικώς σωστά, μετά όμως από την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., οι γνώσεις τους βελτιώθηκαν.

Έτσι, τέσσερις στους δέκα έδωσαν σωστές απαντήσεις, τρεις έδωσαν μερικώς σωστές απαντήσεις και δύο έδωσαν λάθος απαντήσεις, ενώ ο μαθητής 5 δεν συμπλήρωσε τη σχετική ερώτηση ούτε στο pre test, ούτε στο post test (πίνακας 4.1.6.A.).

Παράλληλα, από την αντιπαραβολή των δεδομένων στον συνοπτικό πίνακα 4.1.6.B., τα συνολικά αποτελέσματα, σε ότι αφορά τις γνώσεις των συμμετεχόντων για τη γεωθερμία, δείχνουν πως η Δ.Μ.Α. υπήρξε αρκετά επιτυχής καθώς στο post-test καταγράφηκε αύξηση των σωστών ερωτήσεων σε ποσοστό 40%. Ωστόσο, το ποσοστό των λάθος απαντήσεων παρέμεινε αμετάβλητο έστω και αν αυτές δόθηκαν από διαφορετικά άτομα.

Πίνακας 4.1.6.Α. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 6^{ης} ερώτησης

6 ^η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Γράψε σε 1-2 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται.	M1. Ζέστη, κάρβουνο (Λ)	M1. Γεωθερμία είναι η ζέστη. (Λ)	Pre - Post: η «ζέστη» ενδεχομένως να σχετίζεται με τη θερμότητα στο μυαλό του παιδιού.
	M2. Η Γεωθερμία προέρχεται από τη φύση. (Λ)	M2. Η Γεωθερμία προέρχεται από τη γη. Η Γεωθερμία είναι νερό ζεστό που ζεσταίνεται από τα πετρώματα που βρίσκονται στα βάθη της γης. (ΜΣ2)	Pre: φύση ≠ γη (εσωτερικό της γης) Post: αναφέρει μόνο το ζεστό νερό μέσα στη γη χωρίς να γενικεύει για πηγή ή φυσική θερμότητα.
	M3. Κενό (Κ)	M3. Η Γεωθερμία πηγάζει από τη γη και είναι ΑΠΕ και δε ρυπαίνει το περιβάλλον. (Σ)	Post: Δεν αναφέρει πως έχει να κάνει με τη φυσική-αποθηκευμένη θερμότητα. Η μη ρύπανση είναι σωστή όμως περιττή.
	M4. Κενό (Κ)	M4. Προέρχεται από τη γη. Το φτιάχνουμε για νερό. (ΜΣ1)	Post: Το δεύτερο μισό της απάντησης είναι ασαφές άρα λάθος.
	M5. Κενό (Κ)	M5. Κενό (Κ)	
	M6. Η Γεωθερμία προέρχεται κάτω από τη γη. (ΜΣ1)	M6. Η Γεωθερμία δημιουργείται από τη γη και είναι ζεστό νερό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε λουτρό. (ΜΣ2)	Pre: απαντά σε ένα υποερώτημα. Post: αναφέρει μόνο το ζεστό νερό χωρίς να γενικεύει για πηγή ή φυσική θερμότητα. Δίνει σωστό παράδειγμα.
	M7. Κενό (Κ)	M7. Η Γεωθερμία είναι ότι είναι από φύλλα, φυτά και τα λιώνουμε και γίνεται βιομάζα. (Λ)	Post: υπάρχει σύγχυση Γεωθερμίας και Βιομάζας.
	M8. Από τη γη. (ΜΣ1)	M8. Είναι η θερμότητα που προέρχεται από τη γη. (Σ)	Pre: απαντά σε ένα υποερώτημα. Post: αν έλεγε η «αποθηκευμένη» ή «φυσική» θερμότητα από το «εσωτερικό» της γης θα ήταν περισσότερο ορθό.
	M9. Η Γεωθερμία προέρχεται από τη γη. (ΜΣ1)	M9. Η Γεωθερμία είναι ΑΠΕ δηλαδή δε μολύνει το περιβάλλον και προέρχεται από τη γη. (Σ)	Pre: απαντά σε ένα υποερώτημα. Post: Δεν αναφέρει πως έχει να κάνει με τη φυσική-αποθηκευμένη θερμότητα. Η μη ρύπανση είναι σωστή όμως περιττή.
	M10. Η Γεωθερμία προέρχεται από τη	M10. Η Γεωθερμία είναι ΑΠΕ και	Pre: απαντά σε ένα υποερώτημα.

	γη. (ΜΣ1)	προέρχεται από τη γη. (Σ)	Post: Δεν αναφέρει πως έχει να κάνει με τη φυσική-αποθηκευμένη θερμότητα. Η μη ρύπανση είναι σωστή όμως περιττή.
--	-----------	---------------------------	---

Πίνακας 4.1.6.Β. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 6ης ερώτησης

Ερώτηση 6 «Γράψε σε 2-3 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται.»										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1				v					v	
Μαθητής 2				v				v		
Μαθητής 3					v	v				
Μαθητής 4					v		v			
Μαθητής 5					v					v
Μαθητής 6		v						v		
Μαθητής 7					v				v	
Μαθητής 8		v				v				
Μαθητής 9		v				v				
Μαθητής 10		v				v				
ΣΥΝΟΛΟ	0	4	0	2	4	4	1	2	2	1
%		40%		20%	40%	40%	10%	20%	20%	10%

4.1.7. Ερώτηση 7^η: «Σημείωσε με ένα ‘X’ στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση»

Ο πίνακας αποτέλεσε μέρος του ερωτηματολογίου προκειμένου να διερευνηθεί η ικανότητα των μαθητών να διακρίνουν τις Α.Π.Ε. από τις μη Α.Π.Ε., πριν και μετά τη Δ.Μ.Α.

Σε αυτή την ερώτηση διαπιστώθηκε πως η εφαρμογή της Δ.Μ.Α. υπήρξε επιτυχής σε ότι αφορά τον διαχωρισμό των Α.Π.Ε., καθώς η πλειοψηφία των μαθητών/μαθητριών, κατά τη συμπλήρωση του pre test στις περισσότερες των περιπτώσεων δήλωσε άγνοια (δίδοντας λάθος απαντήσεις), η οποία μεταβλήθηκε στο post test (πίνακας 4.1.7.Β.).

Η εκτίμηση αυτή επιβεβαιώνεται και από τον συνοπτικό πίνακα στον οποίο αποτυπώνονται οι απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες τόσο σε pre & post test, ενώ οι σωστές απαντήσεις που καταγράφηκαν στο post test άγγιξαν το απόλυτο 100% (πίνακας 4.1.7.Α.).

Πίνακας 4.1.7.Α. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 7^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 7 «Σημείωσε με ένα ‘X’ στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση.»						
Απάντηση	Pre-test			Post-test		
	Σωστή	Λάθος	Κενό	Σωστή	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1	1	4		5		
Μαθητής 2	4	1		5		
Μαθητής 3	4	1		5		
Μαθητής 4		5		5		
Μαθητής 5	5			5		
Μαθητής 6	4	1		5		
Μαθητής 7	5			5		
Μαθητής 8	4	1		5		
Μαθητής 9	4	1		5		
Μαθητής 10	4	1		5		
ΣΥΝΟΛΟ	35	15	0	50	0	0
%	70%	30%		100%		

Πίνακας 4.1.7.Β. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 7ης ερώτησης

7η ερώτηση	Pre-test (N=10)	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Σημείωσε με ένα 'X' στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά {Ήλιος-Πετρέλαιο-Αέρας-Άνθρακας (κάρβουνο)-Γεωθερμία} ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση.	M1. ΝΑΙ - Πετρέλαιο (Λ), Άνθρακας (Λ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Ήλιος (Λ), Αέρας (Λ)	M1. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	Pre: βλέποντας και τις απαντήσεις των συμμαθητών του, ενδεχομένως να έδωσε εκ παραδρομής όλες τις απαντήσεις στην αντίθετη θέση.
	M2. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M2. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	Pre: Η Γεωθερμία ήταν άγνωστη ως προς τη φύση και τις ιδιότητές της σε όλους τους μαθητές.
	M3. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M3. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M4. ΝΑΙ - Πετρέλαιο (Λ), Άνθρακας (Λ) ΟΧΙ - Ήλιος (Λ), Αέρας (Λ), Γεωθερμία (Λ)	M4. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	Pre: βλέποντας και τις απαντήσεις των συμμαθητών του, ενδεχομένως να έδωσε εκ παραδρομής όλες τις απαντήσεις στην αντίθετη θέση.
	M5. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	M5. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M6. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M6. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M7. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	M7. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M8. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M8. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M9. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M9. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	
	M10. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ), Γεωθερμία (Λ)	M10. ΝΑΙ - Ήλιος (Σ), Αέρας (Σ), Γεωθερμία (Σ) ΟΧΙ - Πετρέλαιο (Σ), Άνθρακας (Σ)	

4.1.8. Ερώτηση 8^η: «Σημείωσε ένα ‘X’ στη θέση που σε εκφράζει/πιστεύεις περισσότερο.»

Επί της ουσίας δεν πρόκειται για ερώτηση, αλλά για πίνακα με θέσεις/δηλώσεις τον οποίο οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν (πίνακας 4.1.8.A.) Χρησιμοποιήθηκε για να διερευνηθεί αν η γνώμη των παιδιών θα διαφοροποιούνταν ύστερα από τη διδασκαλία για τις Α.Π.Ε. και συγκεκριμένα τη γεωθερμία.

Αν και δεν αναμενόταν να υπάρξει μεταβολή των στάσεων των συμμετεχόντων, λόγω της μικρής διάρκειας που είχε η εφαρμογή της Δ.Μ.Α., εντούτοις παρατηρήθηκε μεταβολή των απόψεων και προς τις δύο κατευθύνσεις (πίνακας 4.1.8.B. και πίνακας 4.1.8.Γ.)

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα ενισχύονται οι απόψεις των θεωρητικών της συμπεριφοράς και των στάσεων ότι η ενημέρωση μπορεί να συμβάλλει στην καλλιέργεια θετικότερων στάσεων (Ajzen,1988; Feldman, 1992).

Πίνακας 4.1.8.A. Δηλώσεις/θέσεις που αποτιμούν τις στάσεις των συμμετεχόντων

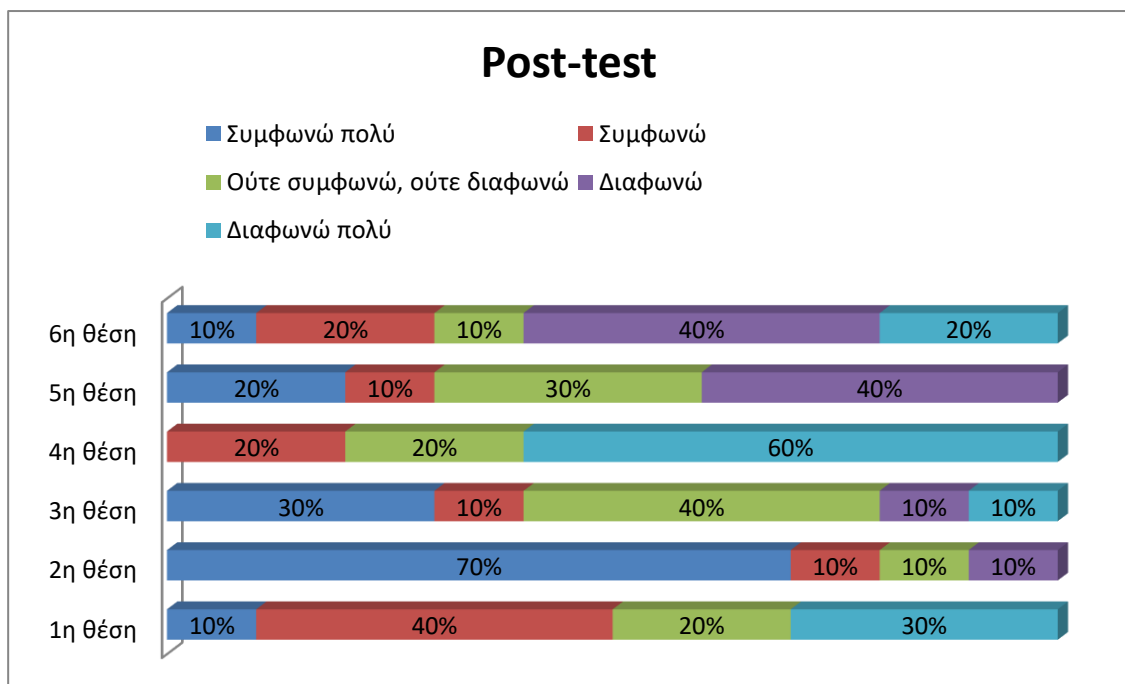
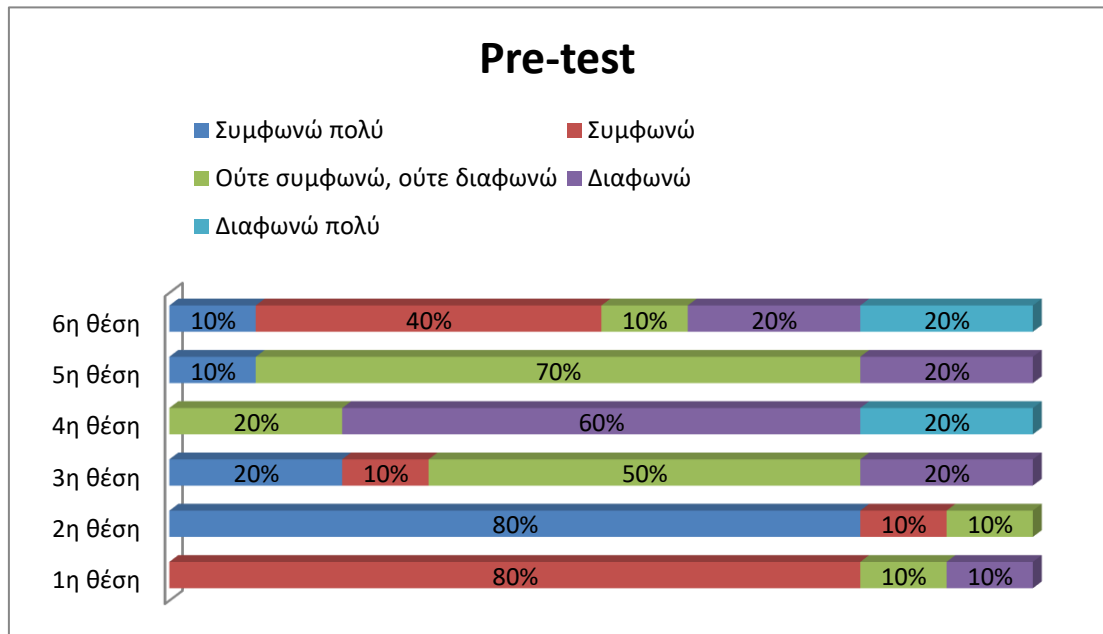
Οι θέσεις του ερωτηματολογίου:
1. Θα συνιστούσα στους γονείς μου να πληρώνουν ακριβότερους λογαριασμούς ρεύματος, αν η ηλεκτρική ενέργεια προερχόταν από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία).
2. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), είναι ασφαλέστεροι από άλλους τύπους σταθμών παραγωγής ενέργειας (π.χ. με λιγνίτη).
3. Θα μπορούσαμε να παράξουμε αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα για όλους χρησιμοποιώντας μόνο ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία).
4. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), μπορεί να βλάψουν τους ανθρώπους που ζουν κοντά τους.
5. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία) μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια συνεχώς, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμη όλη την ώρα.
6. Εάν παράγαμε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μειωνόταν.

Πίνακας 4.1.8.Β. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 8ης ερώτησης

Pre-test					
	Συμφωνώ πολύ	Συμφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Διαφωνώ	Διαφωνώ πολύ
Θέση1		M: 2,4,5,6 7, 8, 9, 10	M: 1	M: 3	
Θέση2	M: 1, 2 ,3,4, 5,6,7,10	M: 9	M: 8		
Θέση 3	M: 1, 5	M: 8	M: 2,3,4,6, 10	M: 7,9	
Θέση 4			M: 1,9,	M: 2,4,5, 6, 7, 10	M: 3,8
Θέση 5	M: 7		M: 1,2,4,5, 6, 8, 9	M: 3, 10	
Θέση 6	M: 7	M: 3,4,8, 10	M: 1,2,4,5	M: 7, 9	M: 2,6

Post-test					
	Συμφωνώ πολύ	Συμφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε Διαφωνώ	Διαφωνώ	Διαφωνώ πολύ
Θέση 1	M: 7	M: 2, 4, 5, 6	M: 1, 10		M: 3, 8, 9
Θέση 2	M: 1,2,3,5, 6,9,10	M: 8	M: 7	M: 4	
Θέση 3	M: 2, 4, 9	M: 7	M: 1, 3, 6, 8	M: 10	M: 5
Θέση 4		M: 4, 8	M: 2, 7		M: 1, 3, 5, 6, 9, 10
Θέση 5	M: 4, 8	M: 9	M: 1, 2, 5	M: 3, 6, 7, 10	
Θέση 6	M: 3	M: 6, 7	M: 8	M: 1, 4, 5, 9	M: 2, 10

Πίνακας 4.1.8.Γ. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 8ης ερώτησης



4.1.9. Ερώτηση 9^η: «Περιγράψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.»

Η ερώτηση τέθηκε, με σκοπό να μπορούν οι μαθητές να ερμηνεύουν τη δημιουργία ενός γεωθερμικού πεδίου και συνεπώς να διερευνηθεί ο βαθμός κατανόησης της φύσης της γεωθερμίας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξαν τέσσερις λάθος απαντήσεις, τρεις σωστές και τρεις μερικώς σωστές (πίνακας 4.1.9.B.).

Επίσης, τα αποτελέσματα του συνοπτικού πίνακα δείχνουν πως μόνο το 30% των μαθητών/μαθητριών αντιλήφθηκε σωστά το θέμα. Ένα ίδιο ποσοστό έδωσε μερικώς σωστές απαντήσεις δείχνοντας πως κατανόησε μεν το θέμα, αλλά όχι πλήρως, ενώ το 40% των συμμετεχόντων έδωσε λάθος απάντηση (πίνακας 4.1.9.A.).

Πίνακας 4.1.9.A. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 9^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 9 «Περιγράψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.»					
Post-test					
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1	v				
Μαθητής 2	v				
Μαθητής 3		v			
Μαθητής 4				v	
Μαθητής 5				v	
Μαθητής 6				v	
Μαθητής 7				v	
Μαθητής 8	v				
Μαθητής 9		v			
Μαθητής 10		v			
ΣΥΝΟΛΟ	3	3	0	4	0
%	30%	30%		40%	

Πίνακας 4.1.9.B. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 9ης ερώτησης

9η ερώτηση	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Περιγράψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.	M1. Όταν βρέχει το νερό της βροχής και οι σταγόνες της βροχής πάνε μέσα στα πετρώματα και πέφτουν μέσα στη δεξαμενή. Κάτω έχει θερμότητα και ζεσταίνεται το νερό και πηγαίνει στα σπίτια ή γίνεται καπνός. (Σ)	Γενικά φαίνεται πως αποτυπώνονται τα 4 σημεία, ωστόσο με ορισμένες γλωσσικές παραλείψεις. δεξαμενή-> γεωθερμική δεξαμενή η 'θερμότητα' μεταδίδεται από τα καυτά πετρώματα το νερό πηγαίνει-> αντλείται
	M2. Το νερό της βροχής πέφτει μέσα στη γη και φτάνει στη γεωθερμική δεξαμενή. Έπειτα το νερό ζεσταίνεται από τα καυτά πετρώματα και τέλος πηγαίνει με σωλήνες στα σπίτια. (Σ)	Αναφέρονται και τα 4 σημεία αν και παραλείπει να πει πως η 'θερμότητα' μεταδίδεται και ζεσταίνεται το νερό. το νερό πηγαίνει-> αντλείται
	M3. Το νερό της βροχής κατεβαίνει στο έδαφος και ζεσταίνεται και έρχεται στα σπίτια μας και ότι δεν το χρειαζόμαστε το στέλνουμε κάτω. (ΜΣ1)	Δεν αναφέρει καθόλου τη γεωθερμική δεξαμενή. Το νερό ζεσταίνεται λόγω της μεταφοράς 'θερμότητας' από τα πετρώματα. 3/4 σημεία
	M4. Υπάρχει έτοιμο νερό μέσα στη γη το οποίο είναι ζεστό. Χρειάζεται ζέστη από τη γη ώστε το νερό να γίνει ατμός. (Α)	Με τον όρο 'ζέστη' μάλλον εννοεί θερμότητα ενώ δεν αναφέρει ρητά πως αυτή πηγάζει από τα πετρώματα κάτω. Το νερό δεν είναι 'έτοιμο ζεστό'. 0/4 σημεία
	M5. Πρώτα βρέχει και το νερό πέφτει στη γη, δημιουργείται κάτι σαν λιμνούλα και τα κτίρια έχουν έναν ειδικό σωλήνα που πέφτει το νερό και πάει κι αυτό στη λιμνούλα. (Α)	Δεν αναφέρει τη γεωθερμική δεξαμενή, ούτε τη θερμότητα που μεταφέρεται από τα πετρώματα σε αυτήν για να ζεστάνει το νερό. Οι σωλήνες είναι για να αντλούν το νερό στις πόλεις και όχι το αντίστροφο που αναφέρει. Επίσης μάλλον εννοεί 'το νερό εισχωρεί μέσα στη γη'. 1/4 σημεία
	M6. Η βροχή δίνει νερό στην πόλη και από την πόλη μέσα από σωλήνες στέλνει το νερό στις γεωθερμικές δεξαμενές. (Α)	Αναφέρει μόνο τον όρο 'γεωθερμικές δεξαμενές'. Οι υπόλοιπες πληροφορίες δεν είναι ορθές. 1/4 σημεία
	M7. Πέφτει το νερό γίνεται ζεστό από τη θέρμανση και οι άνθρωποι το παίρνουν από ένα δικό τους ειδικό σωλήνα και το παίρνουνε στα σπίτια τους. (Α)	θέρμανση ≠ θερμότητα Αναφέρει μόνο πως οι άνθρωποι 'παίρνουν' (αντλούν) το ζεστό νερό στα σπίτια τους. 1/4 σημεία
	M8. Κάτω από τη γη υπάρχει μια δεξαμενή όπου τη γεμίζουν με νερό από όταν βρέχει από κάποιες τρύπες που τις δημιουργούν μηχανήματα. Από κάτω από τη δεξαμενή υπάρχουν κάποιες καυτές πλάκες που ζεσταίνουν το νερό και εκεί υπάρχει ένα πηγάδι όπου οι άνθρωποι το παίρνουν για να ζεσταθούν. (Σ)	Αναφέρονται και τα 4 σημεία με ορισμένες παρερμηνείες. δεξαμενή-> γεωθερμική δεξαμενή γεμίζει με φυσικό τρόπο, δεν τη γεμίζουν οι τρύπες είναι φυσικές, όχι από μηχανήματα 'θερμότητα' μεταδίδεται και ζεσταίνεται το νερό
	M9. Το νερό της βροχής πηγαίνει κάτω από τη γη όμως κάτω-κάτω υπάρχουν καυτά πετρώματα τα οποία ζεσταίνουν το νερό όπου	Με τον όρο άντληση μάλλον εννοεί γεωθερμική δεξαμενή. 'θερμότητα' μεταδίδεται και ζεσταίνεται το νερό. 3/4 σημεία

	υπάρχει μέσα στην άντληση και μετά οι άνθρωποι παίρνουν το νερό. (ΜΣ1)	
	M10. Όταν βρέχει η βροχή μπαίνει στο έδαφος. Μετά τα πετρώματα που κουνιούνται, συγκρούονται μεταξύ τους και μετά το νερό ζεσταίνεται και πηγαίνει από κάποιον σωλήνα στα σπίτια. (ΜΣ1)	Το νερό της βροχής εισχωρεί στο έδαφος. Επιχειρεί να περιγράψει συνδέσει το φαινόμενο σύγκρουσης λιθοσφαιρικών πλακών με τη δημιουργία γεωθερμικής δεξαμενής. Το παγιδευμένο ζεστό νερό μπορεί να πλησιάσει στην επιφάνεια μετά από τη σύγκρουση, ωστόσο δεν αναφέρεται ο όρος 'γεωθερμική δεξαμενή'. 3/4 σημεία

4.1.10. Ερώτηση 10^η: «Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;»

Ο ρόλος και η αναγκαιότητα του εναλλάκτη θερμότητας τονίστηκαν αρκετά κατά τη διδασκαλία της Δ.Μ.Α. Υπάρχοντας σε πολλά από τα προβαλλόμενα έργα (εικόνες και βίντεο) η επεξήγηση και η ανάλυση του ρόλου του, τόσο στην ηλεκτροπαραγωγή όσο και στη θέρμανση μέσω γεωθερμίας, θεωρήθηκε απαραίτητη κατά τη διδασκαλία αλλά και στην αξιολόγηση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρξαν πέντε μερικώς σωστές απαντήσεις οι οποίες ανήκαν στη κατηγορία ΜΣ2 όπου οι συμμετέχοντες αποτύπωσαν μεν τα ζητούμενα στοιχεία κάνοντας όμως χρήση αρκετά απλοϊκού λεξιλογίου. Επίσης, υπήρξε μία λάθος απάντηση, ενώ τέσσερις μαθητές/μαθήτριες δεν απάντησαν καθόλου (Πίνακας 4.1.10.Α.).

Παράλληλα, από τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στον συνοπτικό πίνακα διαπιστώνεται πως η Δ.Μ.Α. πέτυχε μέρος των στόχων της, καθώς το 50% των συμμετεχόντων απάντησε σωστά έστω και μερικώς (πίνακας 4.1.10.Β.).

Πίνακας 4.1.10.A. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 10^{ης} ερώτησης

10 ^η ερώτηση	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;	M1. Είναι σημαντικός γιατί μπορεί να κρυσώσει το ζεστό νερό ή το κρύο νερό να το κάνει ζεστό και μπορεί να το κάνει αέρα, αλλά το νερό που έρχεται από τη γη είναι βρόμικο. (ΜΣ2)	Δεν 'κρυσώνει' ή 'ζεσταίνει' το νερό από μόνος του αλλά επιτρέπει την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του ζεστού-βρόμικου μέσου και του κρύου-καθαρού που χρησιμοποιούμε εν τέλει. Επίσης δεν εξηγεί τι γίνεται με το 'βρόμικο' νερό.
	M2. Τον εναλλάκτη θερμότητας τον χρησιμοποιούμε γιατί καθαρίζει το νερό από τις βρωμιές πριν πάει μέσα στα εργοστάσια για ρεύμα ή πριν πάει στο σώμα μας για να κάνουμε μπάνιο. (ΜΣ2)	Δεν 'καθαρίζει' το νερό, αλλά επιτρέπει τη μεταφορά θερμότητας από το βρόμικο-θερμότερο μέσο στο καθαρό-ψυχρότερο που θα χρησιμοποιήσουμε. Επίσης δε χρησιμοποιούμε για μπάνιο αλλά για θέρμανση.
	M3. Το καλοκαίρι στέλνουμε μέσα από τον εναλλάκτη ζεστό νερό στο έδαφος και έρχεται κρύο και τον χειμώνα το ανάποδο. (Λ)	Περιγράφει έναν τρόπο θέρμανσης με Γεωθερμία και όχι τον ρόλο του εναλλάκτη στη διαδικασία.
	M4. Για να καθαρίσει το νερό πριν το πάρουμε στα σπίτια μας. (ΜΣ2)	Με τον όρο 'καθαρίσει' μάλλον εννοεί να μεταδώσει τη θερμότητα σε ένα καθαρό και ακίνδυνο μέσο.
	M5. Κενό (Κ)	
	M6. Κενό (Κ)	
	M7. Κενό (Κ)	
	M8. Είναι μια συσκευή που όταν βάζεις ζεστό νερό εκεί το ατμίζει και παράγεται αέρας και τον χρησιμοποιούμε για τη θέρμανση του σπιτιού μας. (ΜΣ2)	Δεν 'ατμίζει' το νερό και 'παράγει' αέρα, αλλά επιτρέπει την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ διαφορετικών μέσων διαφορετικής θερμοκρασίας.
	M9. Κενό (Κ)	
	M10. Είναι για να καθαρίσει το νερό. (ΜΣ2)	Με τον όρο 'καθαρίσει' μάλλον εννοεί να μεταδώσει τη θερμότητα σε ένα καθαρό και ακίνδυνο μέσο.

Πίνακας 4.1.10.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 10^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 10 «Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;»					
Post-test					
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1			v		
Μαθητής 2			v		
Μαθητής 3				v	
Μαθητής 4			v		
Μαθητής 5					v
Μαθητής 6					v
Μαθητής 7					v
Μαθητής 8			v		
Μαθητής 9					v
Μαθητής 10			v		
ΣΥΝΟΛΟ %	0	0	5 50%	1 10%	4 40%

4.1.11. Ερώτηση 11^η: «Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας»

Η ερώτηση τέθηκε για να αποτιμηθούν οι σκέψεις των μαθητών προς τη γεωθερμία, να αναλογιστούν τα οφέλη από τις χρήσεις της και να αποκτήσουν θετικότερη στάση προς τη χρήση της γεωθερμίας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως τρεις από τους μαθητές δεν μπόρεσαν να αντιληφθούν τη σπουδαιότητα της γεωθερμίας ούτε μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. καθώς έδωσαν λάθος απαντήσεις. Οι υπόλοιποι επτά, όμως, από τους συμμετέχοντες φαίνεται πως κατανόησαν τα όσα διδάχθηκαν στην Δ.Μ.Α. καθώς έδωσαν σωστές απαντήσεις, έστω και αν αυτές ήταν στην κατηγορία ΜΣ1 και ΜΣ2 (πίνακες 4.1.11.A. και 4.1.11.B.).

Πίνακας 4.1.11.A. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 11^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 11 «Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας.»					
Post-test					
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1			v		
Μαθητής 2		v			
Μαθητής 3		v			
Μαθητής 4				v	
Μαθητής 5				v	
Μαθητής 6			v		
Μαθητής 7				v	
Μαθητής 8		v			
Μαθητής 9		v			
Μαθητής 10			v		
ΣΥΝΟΛΟ	0	4	3	3	0
%		40%	30%	30%	

Πίνακας 4.1.11.Β. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 11^{ης} ερώτησης

11 ^η ερώτηση	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας.	M1. Δε μολύνει το περιβάλλον. (ΜΣ2)	Ρυπαίνει ≠ μολύνει Το σωστότερο θα ήταν: 'η χρήση της δε ρυπαίνει το περιβάλλον'. 1/3 οφέλη
	M2. Μπορεί να γίνει ηλεκτρική ενέργεια, μπορούμε να την αξιοποιήσουμε για ζεστό νερό για να κάνουμε μπάνιο. (ΜΣ1)	Η αξιοποίηση της Γεωθερμίας για ηλεκτροπαραγωγή είναι όφελος (δυνατότητα μετατροπής ενέργειας). Επίσης όφελος είναι το ζεστό νερό που μας παρέχει, όχι όμως για μπάνιο (στη ΔΜΑ αναφέρθηκε μόνο η θέρμανση και η ηλεκτροπαραγωγή). 2/3 οφέλη
	M3. Η Γεωθερμία είναι ΑΠΕ και δε ρυπαίνουν το περιβάλλον. (ΜΣ1)	2/3 οφέλη
	M4. Ζεστό νερό από τη γη. (Λ)	Πιθανόν καταγράφει με τι συνδέεται η Γεωθερμία και όχι τα οφέλη από τη χρήση της.
	M5. Καλό είναι να χρησιμοποιούμε για να ζεσταίνουμε το σπίτι μας. (Λ)	Δεν αναφέρει τον τρόπο θέρμανσης (ζεστό νερό).
	M6. Τη γεωθερμία την αξιοποιούμε με λουτρά τα οποία είναι ζεστό νερό. (ΜΣ2)	Το όφελος της χαλάρωσης-διασκέδασης που προσφέρουν τα φυσικά θερμά λουτρά που δημιουργούνται με τη βοήθεια της Γεωθερμίας. 1/3 οφέλη
	M7. Είναι η Βιομάζα. (Λ)	
	M8. Έχουμε τζάμπα θέρμανση, δεν κάνει κακό στο περιβάλλον. (ΜΣ1)	Με τον όρο τζάμπα ενδεχομένως να εννοεί την εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων και χρημάτων. 'δεν κάνει κακό' = μη ρύπανση 2/3 οφέλη
	M9. Είναι ΑΠΕ, δε μολύνει το περιβάλλον. (ΜΣ1)	Ρυπαίνει ≠ μολύνει 2/3 οφέλη
	M10. Γιατί ανανεώνεται συνέχεια και έχει ζεστό νερό. (ΜΣ2)	1/3 οφέλη

4.1.12. Ερώτηση 12^η: «Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των 2 τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι 2 τρόποι: 1ος τρόπος – από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής. 2ος τρόπος – μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους»

Τα αποτελέσματα, δείχνουν πως οι μισοί από τους συμμετέχοντες δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν τα όσα διδάχθηκαν στην Δ.Μ.Α. σχετικά με τις διαφορές που υπάρχουν στους τρόπους θέρμανσης μέσω γεωθερμίας. Οι υπόλοιποι όμως, φαίνεται πως κατανόησαν, έστω και μερικώς, τις διαφορές καθώς οι απαντήσεις τους κρίθηκαν ως μερικώς σωστές (πίνακας 4.1.12.A).

Η ίδια εικόνα αποτυπώνεται και στον συνοπτικό πίνακα που αντιπαραβάλλει τις επιδόσεις των μαθητών πριν και μετά τη διδασκαλία. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι μισοί εκ των συμμετεχόντων δεν ήταν σε θέση να εντοπίσουν διαφορές και μόνο το 10% του δείγματος μπόρεσε να απαντήσει σωστά. Ωστόσο, δόθηκαν και μερικώς σωστές απαντήσεις από το 30% των μαθητών/μαθητριών (πίνακας 4.1.12.B.).

Πίνακας 4.1.12.Α. Αναλυτικός πίνακας απαντήσεων 12^{ης} ερώτησης

12 ^η ερώτηση	Post-test (N=10)	Παρατηρήσεις
<p>Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των 2 τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι 2 τρόποι: 1^{ος} τρόπος - από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής. 2^{ος} τρόπος - μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους.</p>	<p>M1. Στην πρώτη εικόνα το νερό είναι θρόμικο ενώ στην άλλη εικόνα το νερό το στέλνουμε εμείς και έτσι σκάβεις 15 μέτρα αλλά στοιχίζει πολύ ακριβά. (ΜΣ1)</p>	<p>Βρόμικο (επικίνδυνο) Στέλνουμε εμείς το νερό (και δεν το βρίσκουμε έτοιμο) Πιο ακριβός θεωρείται ο 1^{ος} τρόπος. 2 διαφορές</p>
	<p>M2. Στην πρώτη εικόνα το νερό έρχεται από τη βροχή στη δεύτερη στέλνουμε εμείς νερό. Στην πρώτη εικόνα το νερό ζεσταίνεται με τα καυτά πετρώματα ενώ στη δεύτερη ζεσταίνεται με 15 βαθμούς κελσίου. (ΜΣ1)</p>	<p>2 διαφορές</p>
	<p>M3. Στην πρώτη εικόνα έχει 3.000 βαθμούς ενώ στην δεύτερη εικόνα έχει 7 βαθμούς. (Λ)</p>	<p>Ο μαθητής θυμόταν προφανώς πληροφορίες από την παρουσίαση, τις οποίες δε δικαιολογεί επαρκώς.</p>
	<p>M4. Στις εικόνες βλέπω χειμώνας και καλοκαίρι. (Λ)</p>	
	<p>M5. Στην πρώτη εικόνα βλέπουμε αυτή τη λιμνούλα όπου κάτω από αυτή υπάρχει θερμότητα από το ηφαίστειο. Έτσι στα κτίρια ή στα σπίτια έχουν βάλει έναν σωλήνα και περνάει ζεστό νερό. Στη δεύτερη εικόνα, στο έδαφος υπάρχουν κάτι σωλήνες που παίρνουν το νερό και από κρύο το κάνουν ζεστό. (Λ)</p>	<p>Αναφέρει τη λιμνούλα (γεωθερμική δεξαμενή) και το ηφαίστειο (καυτά πετρώματα). Δεν εξηγεί ικανοποιητικά πως στέλνουμε εμείς νερό ενώ στην άλλη περίπτωση το βρίσκουμε έτοιμο. Απλώς περιγράφει τις εικόνες χωρίς να συγκρίνει ανά παράγοντα.</p>
	<p>M6. Στην πρώτη εικόνα το ζεστό νερό παράγεται από τις γεωθερμικές δεξαμενές σε αντίθεση με τον εναλλάκτη. (Λ)</p>	<p>Παράγεται (αντλείται) Μάλλον έχει στο μυαλό του πως ο εναλλάκτης παράγει και στέλνει νερό (Λ-μόνο ανταλλάσσει τη θερμότητα).</p>
	<p>M7. Κενό (Κ)</p>	
	<p>M8. Ο δεύτερος τρόπος είναι πιο οικονομικός από τον πρώτο, ο πρώτος τρόπος είναι πιο βαθύς από τον δεύτερο, στον δεύτερο τρόπο τον χειμώνα παράγει ζεστό νερό και το καλοκαίρι κρύο νερό ενώ στον πρώτο τρόπο μόνο ζεστό. (Σ)</p>	<p>Οικονομία Βάθος Ο 1^{ος} τρόπος λειτουργεί μόνο για θέρμανση ενώ ο 2^{ος} για θέρμανση και ψύξη. 3 διαφορές</p>
	<p>M9. Στην πρώτη εικόνα οι άνθρωποι το παίρνουν από την άντληση και στη δεύτερη εικόνα οι άνθρωποι δε χρειάζονται να πάρουν το νερό γιατί υπάρχει κάτω από την επιφάνεια της γης. (Λ)</p>	<p>Προσπαθεί να εξηγήσει πως στη μία περίπτωση στέλνουμε εμείς το νερό και στην άλλη το βρίσκουμε έτοιμο. Το νερό χρειάζεται σε κάθε περίπτωση, ενώ ο μαθητής αναφέρει πως 'δε χρειάζεται να το πάρουν'.</p>
	<p>M10. Στην πρώτη το νερό είναι θρόμικο ενώ στο άλλο είναι καθαρό. (ΜΣ2)</p>	<p>Βρόμικο (επικίνδυνο) 1 διαφορά</p>

Πίνακας 4.1.12.B. Συνοπτικός πίνακας αντιπαραβολής (pre & post test) 12^{ης} ερώτησης

Ερώτηση 12 «Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των 2 τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι 2 τρόποι: 1 ^{ος} τρόπος – από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής 2 ^{ος} τρόπος – μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους»					
Post-test					
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Μαθητής 1		v			
Μαθητής 2		v			
Μαθητής 3				v	
Μαθητής 4				v	
Μαθητής 5				v	
Μαθητής 6				v	
Μαθητής 7					v
Μαθητής 8	v				
Μαθητής 9				v	
Μαθητής 10			v		
ΣΥΝΟΛΟ	1	2	1	5	1
%	10%	20%	10%	50%	10%

4.2. Επιδόσεις ανά μαθητή

Παρακάτω παρατίθενται οι επιδόσεις για κάθε έναν από τους συμμετέχοντες τόσο πριν (pre-test), όσο και μετά από την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (post-test). Η ερώτηση οκτώ (8), που κατέγραφε τις στάσεις των μαθητών απέναντι στις Α.Π.Ε. και τη χρήση τους, καθώς αναλύθηκε παραπάνω, στους πίνακες που ακολουθούν δε λαμβάνεται υπόψη.

4.2.1. Μαθητής 1

Εντυπωσιακές είναι οι επιδόσεις που καταγράφονται από τον μαθητή 1, καθώς μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. τριπλασίασε τις σωστές απαντήσεις από πέντε (5) σε δέκα-πέντε (15) (πίνακας 4.2.1.Α.).

Πίνακας 4.2.1.Α.: Επιδόσεις μαθητή 1

Μαθητής 1										
	Pre-test					Post-test				
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1				2	1	3				
Ερώτηση 2	2				1	3				
Ερώτηση 3	2			1		3				
Ερώτηση 4				1			1			
Ερώτηση 5				1					1	
Ερώτηση 6				1					1	
Ερώτηση 7	1			4		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-					1				
Ερώτηση 10	-							1		
Ερώτηση 11	-							1		
Ερώτηση 12	-						1			
ΣΥΝΟΛΟ	5	0	0	10	2	15	2	2	2	0
%	29,4%			58,8%	11,8	71,5%	9,5	9,5	9,5%	

4.2.2. Μαθητής 2

Σε ότι αφορά τις επιδόσεις του μαθητή 2, μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α., παρατηρείται μικρή αύξηση του ποσοστού των σωστών απαντήσεων, αύξηση των μερικώς σωστών και απάλειψη των λάθος απαντήσεων (πίνακας 4.2.2.Α.).

Πίνακας 4.2.2.Α.: Επιδόσεις μαθητή 2

Μαθητής 2										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	3					3				
Ερώτηση 2	3					3				
Ερώτηση 3	3					3				
Ερώτηση 4			1					1		
Ερώτηση 5	1					1				
Ερώτηση 6				1			1			
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-					1				
Ερώτηση 10	-							1		
Ερώτηση 11	-						1			
Ερώτηση 12	-						1			
ΣΥΝΟΛΟ	14	0	1	2	0	16	3	2	0	0
%	82,3%		5,9%	11,8%		76,2%	14,3%	9,5%		

4.2.3. Μαθητής 3

Η ίδια εικόνα αποτυπώνεται και στα συγκεντρωτικά στοιχεία του μαθητή 3. Αυξάνει οριακά τις σωστές απαντήσεις και αρκετά τις μερικώς σωστές. Στην 3^η ερώτηση ενδέχεται να άκουσε από συμμαθητές του και να κατέγραψε 3 σωστές απαντήσεις αρχικά, οι οποίες στο post-test δε διατηρήθηκαν. Διατηρεί μεν τον ίδιο αριθμό λάθος απαντήσεων, αλλά οι δύο από τις τρεις λάθος απαντήσεις είναι σε ερωτήσεις που περιλαμβάνονται μόνο στο ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (πίνακας 4.2.3.Α.).

Πίνακας 4.2.3.Α.: Επιδόσεις μαθητή 3

Μαθητής 3										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	1			2		2				1
Ερώτηση 2	2				1	3				
Ερώτηση 3	3								1	2
Ερώτηση 4					1			1		
Ερώτηση 5		1					1			
Ερώτηση 6					1	1				
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-						1			
Ερώτηση 10	-								1	
Ερώτηση 11	-						1			
Ερώτηση 12	-								1	
ΣΥΝΟΛΟ	10	1	0	3	3	11	3	1	3	3
%	58,9%	5,9%		17,6%	17,6%	52,3%	14,3%	4,8%	14,3%	14,3%

4.2.4. Μαθητής 4

Σε ότι αφορά τον μαθητή 4, τα στοιχεία δείχνουν πως μετά την Δ.Μ.Α. αύξησε τις σωστές απαντήσεις όπως και τις μερικώς σωστές, ενώ μείωσε τις λάθος απαντήσεις (πίνακας 4.2.4.Α.).

Πίνακας 4.2.4.Α.: Επιδόσεις μαθητή 4

Μαθητής 4										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	3					1				2
Ερώτηση 2					3					3
Ερώτηση 3				3					3	
Ερώτηση 4					1				1	
Ερώτηση 5					1					1
Ερώτηση 6					1					1
Ερώτηση 7				5		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-								1	
Ερώτηση 10	-							1		
Ερώτηση 11	-								1	
Ερώτηση 12	-								1	
ΣΥΝΟΛΟ	3	0	0	8	6	6	0	1	7	7
%	17,6%			47,2%	35,2%	28,6%		4,8%	33,3%	33,3%

4.2.5. Μαθητής 5

Σε ότι αφορά τις επιδόσεις του μαθητή 5 τα συγκεντρωτικά στοιχεία δείχνουν πως μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. μείωσε τις σωστές απαντήσεις, αύξησε τις μερικώς σωστές αλλά και τις λάθος απαντήσεις (πίνακας 4.2.5.Α.).

Πίνακας 4.2.5.Α.: Επιδόσεις μαθητή 5

Μαθητής 5										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1					3					3
Ερώτηση 2	3					3				
Ερώτηση 3				3		1			1	1
Ερώτηση 4			1					1		
Ερώτηση 5					1		1			
Ερώτηση 6					1					1
Ερώτηση 7	5					5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-								1	
Ερώτηση 10	-									1
Ερώτηση 11	-								1	
Ερώτηση 12	-								1	
ΣΥΝΟΛΟ	8	0	1	3	5	9	1	1	4	6
%	47,2%		5,9%	17,6%	29,3%	42,8%	4,8%	4,8%	19%	28,6%

4.2.6. Μαθητής 6

Από την πλευρά του ο μαθητής 6 φαίνεται πως μετά τη Δ.Μ.Α., αύξησε τις σωστές απαντήσεις, όπως και τις μερικώς σωστές, διόρθωσε τις λάθος απαντήσεις που είχε δώσει στο pre test, ενώ τα λάθη που έκανε εντοπίζονται στις ερωτήσεις που συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (πίνακας 4.2.6.A.).

Πίνακας 4.2.6.A: Επιδόσεις μαθητή 6

Μαθητής 6										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	2			1		3				
Ερώτηση 2	3					3				
Ερώτηση 3	3					3				
Ερώτηση 4				1			1			
Ερώτηση 5			1				1			
Ερώτηση 6		1						1		
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-								1	
Ερώτηση 10	-									1
Ερώτηση 11	-							1		
Ερώτηση 12	-								1	
ΣΥΝΟΛΟ	12	1	1	3	0	14	2	2	2	1
%	70,6%	5,9%	5,9%	17,6%		66,7%	9,5%	9,5%	9,5%	4,8%

4.2.7. Μαθητής 7

Τα δεδομένα για τον μαθητή 7 δείχνουν πως ενώ μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. διόρθωσε τις απαντήσεις που είχε δώσει λάθος στο pre-test, απάντησε λάθος σε ερώτηση που δεν είχε απαντήσει (Κενό) αρχικά, ενώ είτε δεν απάντησε, είτε έδωσε λάθος απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις που συμπεριλήφθηκαν στο ερωτηματολόγιο μετά την εφαρμογή της διδασκαλίας (πίνακας 4.2.7.Α.).

Πίνακας 4.2.7.Α.: Επιδόσεις μαθητή 7

Μαθητής 7										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	2			1		2				1
Ερώτηση 2	3					2				1
Ερώτηση 3				1	2	1				2
Ερώτηση 4					1		1			
Ερώτηση 5					1		1			
Ερώτηση 6					1				1	
Ερώτηση 7	5					5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-								1	
Ερώτηση 10	-									1
Ερώτηση 11	-								1	
Ερώτηση 12	-									1
ΣΥΝΟΛΟ	10	0	0	2	5	10	2	0	3	6
%	58,8%			11,8%	29,4%	47,6%	9,5%		14,3%	28,6%

4.2.8. Μαθητής 8

Σε αντίθεση με τον μαθητή 7, ο μαθητής 8 καταγράφει εντυπωσιακή αύξηση στις σωστές απαντήσεις, ενώ αυξημένα είναι -έστω και οριακά- και τα ποσοστά των μερικώς σωστών απαντήσεων.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο συγκεκριμένος μαθητής, μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. απέλειψε εντελώς τις λάθος απαντήσεις και τα κενά (πίνακας 4.2.8.Α.).

Πίνακας 4.2.8.Α.: Επιδόσεις μαθητή 8

Μαθητής 8										
Απάντηση	Pre-test					Post-test				
	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	3					3				
Ερώτηση 2	2				1	3				
Ερώτηση 3	1			2		3				
Ερώτηση 4		1					1			
Ερώτηση 5			1				1			
Ερώτηση 6		1				1				
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-					1				
Ερώτηση 10	-							1		
Ερώτηση 11	-						1			
Ερώτηση 12	-					1				
ΣΥΝΟΛΟ	10	2	1	3	1	17	3	1	0	0
%	58,8%	11,8%	5,9%	17,6%	5,9%	80,9%	14,3%	4,8%		

4.2.9. Μαθητής 9

Αυξημένες εμφανίζονται και οι επιδόσεις του μαθητή 9, σε ότι αφορά τις σωστές και τις μερικώς σωστές απαντήσεις.

Αυξημένες όμως ήταν και οι λάθος απαντήσεις που δόθηκαν μετά την Δ.Μ.Α., ενώ σημαντική μείωση καταγράφεται στις κενές (πίνακας 4.2.9.Α.).

Πίνακας 4.2.9.Α.: Επιδόσεις μαθητή 9

Μαθητής 9										
	Pre-test					Post-test				
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	2				1	3				
Ερώτηση 2	3					3				
Ερώτηση 3	2				1	3				
Ερώτηση 4					1				1	
Ερώτηση 5		1					1			
Ερώτηση 6		1				1				
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9	-						1			
Ερώτηση 10	-									1
Ερώτηση 11	-						1			
Ερώτηση 12	-								1	
ΣΥΝΟΛΟ	11	2	0	1	3	15	3	0	2	1
%	64,7%	11,8%		5,9%	17,6%	71,4%	14,3%		9,5%	4,8%

4.2.10. Μαθητής 10

Τέλος, σε ότι αφορά τις επιδόσεις του μαθητή 10 αυτές μετά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. δείχνουν βελτιωμένες.

Φαίνεται πως η Δ.Μ.Α. συνέβαλε στο να απαλειφθούν εντελώς οι λάθος απαντήσεις, να αυξηθούν οι μερικώς σωστές καθώς και οι σωστές απαντήσεις (πίνακας 4.2.10.Α.).

Πίνακας 4.2.10.Α.: Επιδόσεις μαθητή 10

Μαθητής 10										
	Pre-test					Post-test				
Απάντηση	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό	Σωστή	ΜΣ1	ΜΣ2	Λάθος	Κενό
Ερώτηση 1	3					3				
Ερώτηση 2	3					3				
Ερώτηση 3	3					3				
Ερώτηση 4				1				1		
Ερώτηση 5		1					1			
Ερώτηση 6		1				1				
Ερώτηση 7	4			1		5				
Ερώτηση 8										
Ερώτηση 9							1			
Ερώτηση 10								1		
Ερώτηση 11								1		
Ερώτηση 12								1		
ΣΥΝΟΛΟ	13	2	0	2	0	15	2	4	0	0
%	76,4%	11,8%		11,8%		71,4%	9,5%	19,1%		

Από τα στοιχεία παρατηρούμε ότι σε ορισμένους από τους συμμετέχοντες καταγράφηκαν υψηλά ποσοστά βελτίωσης (μαθητές 1, 8, 9), ενώ σε κάποιους άλλους υπήρξε οριακή θετική μεταβολή των επιδόσεων (μαθητές 3, 5, 6). Τα πλέον εντυπωσιακά αποτελέσματα κατέγραψε ο μαθητής Νο 1 ο οποίος μείωσε το ποσοστό των λάθος απαντήσεων από το 58,8% του pre test στο 9,5% στο post test ο οποίος αξίζει να σημειωθεί ότι ήταν μαθητής με μαθησιακές δυσκολίες. Επίσης, να αναφερθεί πως αν και σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρείται μείωση των σωστών απαντήσεων στο post test, παράλληλα υπάρχει αύξηση των απαντήσεων ΜΣ1 και ΜΣ2 συνεπώς μπορούμε να κάνουμε λόγο για συνολική βελτίωση.

4.3. Αποτελέσματα του αναστοχασμού του ερευνητή

Το αναστοχαστικό κείμενο περιλαμβάνει τις παρατηρήσεις που καταγράφηκαν μετά από την εφαρμογή κάθε διδασκαλίας ξεχωριστά, αλλά και μια γενική σύνοψη.

Σε γενικές γραμμές και στις τρεις διδασκαλίες παρατηρήθηκε μια ανησυχία, από την πλευρά των συμμετεχόντων η οποία αποδόθηκε στο γεγονός ότι μεταβλήθηκε ο τρόπος διδασκαλίας, ο οποίος από δασκαλοκεντρικός έγινε εποικοδομητικός.

Από την αρχή, οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες. Επειδή ο ερευνητής θέλησε να δώσει ικανοποιητικό χρόνο στα παιδιά να σκεφτούν, να διατυπώσουν ιδέες, να οργανώσουν τις σκέψεις τους και να εργαστούν σε ομάδες, οι τρεις διδασκαλίες ξέφυγαν από τις δύο διδακτικές ώρες, όπου αρχικά υπολογίστηκαν, και χρησιμοποιήθηκαν περίπου 30' επιπλέον για την κάθε διδασκαλία.

Δύο (2), από τις μαθήτριες με Μαθησιακές Δυσκολίες που συμμετείχαν στην ομάδα των δέκα (10) παιδιών που αποτέλεσαν το δείγμα της έρευνας, φάνηκε πως δεν έδειξαν ενδιαφέρον ή δεν προσπάθησαν να συμμετέχουν, παρ' όλες τις προσπάθειες του ερευνητή για εμπλοκή στη διαδικασία μάθησης. Τα υπόλοιπα παιδιά έδειξαν να ανταποκρίνονται καλύτερα με τον διαφορετικό τρόπο διδασκαλίας. Ακόμη και ο μαθητής με τις σοβαρότερες Μαθησιακές Δυσκολίες, έδειξε πρόθεση και ενεπλάκη ικανοποιητικά κατά τη διαδικασία διδασκαλίας.

Πρώτη διδασκαλία

Η πρώτη διδασκαλία στηρίχτηκε στη συμμετοχή των παιδιών, αφού πολλά από τα δεδομένα και τους προβληματισμούς προέκυψαν από τις καθημερινές τους εμπειρίες. Προκειμένου να προσελκύσει το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή τους, ο ερευνητής έκανε ονομαστικά ερωτήσεις, προσαρμόζοντας τις στις γνώσεις έκαστου μαθητή/μαθήτριας, ενώ χρησιμοποίησε και οπτικο-ακουστικό υλικό.

Από τη συζήτηση και τις δραστηριότητες που περιελάμβανε η Δ.Μ.Α. αναδείχτηκαν οι αρχικές ιδέες/γνώσεις των παιδιών και ύστερα συμπληρώθηκαν και τροποποιήθηκαν με στοιχεία, λαμβάνοντας υπόψη τους επιμέρους στόχους. Επίσης, ύστερα από διάλογο φάνηκε πως οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να αναγνωρίσουν τη θερμότητα ως μορφή ενέργειας, όχι όμως και όλες τις υπόλοιπες μορφές που τους παρουσιάστηκαν στις εικόνες που προβλήθηκαν.

Σε ότι αφορά το στοιχείο της ανανέωσης των Α.Π.Ε. διαπιστώθηκε πως οι συμμετέχοντες δυσκολευόταν να κατανοήσουν το πώς οι Α.Π.Ε. (π.χ. ήλιος) ανανεώνονται με φυσικό τρόπο και ότι αυτή είναι η βασική διαφορά τους με τις συμβατικές πηγές ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο). Ωστόσο, παρατηρήθηκε ότι ορισμένοι εκ των συμμετεχόντων είχαν ήδη γνώσεις περί του περιβαλλοντικού προβλήματος καθώς, χωρίς να τεθεί σχετικό ερώτημα, ένας εκ των μαθητών δήλωσε πως «οι ΑΠΕ δε ρυπαίνουν το περιβάλλον», δίδοντας έτσι την ευκαιρία στον ερευνητή να στρέψει το ενδιαφέρον των παιδιών στον τρόπο και τις συνθήκες που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος τις πηγές ενέργειας. Όμως, μόνον όταν αναφέρθηκε η διάρκεια χρήσης, ως παράγοντας, οι μαθητές/μαθήτριες αντιλήφθηκαν τον αέναο κύκλο των Α.Π.Ε.

Επίσης, κατά τη συζήτηση για τις πηγές ενέργειας και το περιβάλλον φάνηκε πως τα παιδιά, μετά τη λήψη πληροφοριών για τις Α.Π.Ε. ήταν σε θέση να διαχωρίσουν τι επιβαρύνει το περιβάλλον και τι όχι, ενώ έκπληξη προκάλεσε το γεγονός πως κανένας από τους συμμετέχοντες δεν ήξερε κάτι, ούτε είχε να κάνει κάποιο σχόλιο για το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου (ΦτΘ), παρόλο που, σύμφωνα με τη δασκάλα τους, αποτέλεσε αντικείμενο μαθήματος λίγο καιρό νωρίτερα.

Δεύτερη διδασκαλία

Έχοντας σχηματίσει εικόνα για τις γνώσεις των παιδιών, ο ερευνητής κατηύθυνε τη συζήτηση εμπλέκοντας όλους τους συμμετέχοντες στη διαδικασία. Η διδασκαλία στηρίχτηκε στη συμμετοχή των παιδιών αφενός γιατί πολλά από τα δεδομένα και τους προβληματισμούς προέκυψαν από καθημερινές εμπειρίες και αφετέρου γιατί, όπως φάνηκε, πολλά από τα σκίτσα-μοντέλα, που περιλαμβάνονταν στο οπτικό-ακουστικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε, βοήθησαν του μαθητές να ερμηνεύσουν και να επεξηγήσουν νέα φαινόμενα στηριζόμενοι σε πολύ μεγάλο βαθμό στα στοιχεία που έβλεπαν.

Από την αρχή της δεύτερης διδασκαλίας εντοπίστηκε πρόβλημα αναφορικά με την έννοια των μοντέλων. Έτσι δόθηκαν διευκρινίσεις, από την πλευρά του ερευνητή, ώστε οι συμμετέχοντες να αντιληφθούν την έννοια και τον ρόλο των μοντέλων προκειμένου, στη συνέχεια, να μπορούν να παρακολουθήσουν (μέσα από μοντέλα), το ρόλο των λιθοσφαιρικών πλακών και του μάγματος στην δημιουργία γεωθερμικών πεδίων.

Συνδυάζοντας τη νεοαποκτηθείσα γνώση με τις γνώσεις από το μάθημα της γεωγραφίας τα παιδιά ήταν σε θέση να απαντήσουν σε πολλές ερωτήσεις συνδέοντας το φαινόμενο σύγκρουσης λιθοσφαιρικών πλακών, εκτός από την παραγωγή/έκλυση μάγματος και με τους σεισμούς.

Σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές/μαθήτριες κατανοούσαν το αντικείμενο της διδασκαλίας όταν ανέτρεχαν στα όσα έμαθαν από τα σχολικά μαθήματα. Για παράδειγμα στην ερώτηση τι είναι θερμοκρασία και τι θερμότητα, τα παιδιά θυμόταν κάποια πράγματα από τη Φυσική, λέγοντας συνοπτικά πως θερμοκρασία είναι «αυτό που μετράμε με το θερμόμετρο» και πως η θερμότητα «είναι μια μορφή ενέργειας».

Επωφελές φαίνεται πως ήταν και το παιχνίδι ρόλων που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της δεύτερης διδασκαλίας, σχετικά με τις χρήσεις της γεωθερμίας στην αρχαιότητα.

Στο πλαίσιο του παιχνιδιού ρόλων οι συμμετέχοντες έπρεπε να παρουσιάζουν ελκυστικές προτάσεις για επένδυση στη γεωθερμία εστιάζοντας στους σκοπούς που

εξυπηρετούσε το φυσικό θερμό λουτρό στην αρχαιότητα, στα οφέλη από το κόστος και στα οφέλη στο περιβάλλον αλλά και στη θέρμανση. Τα παιδιά συνεργαζόμενα μεταξύ τους, διατύπωσαν ιδέες, κατέγραψαν και παρουσίασαν τις προτάσεις τους μόνο για τις δύο πρώτες παραπάνω κατηγορίες στον ερευνητή. Οι προτάσεις αφορούσαν κυρίως την οργάνωση του χώρου του λουτρού και την οικονομική εκμετάλλευση. Δεν αναφέρθηκε καθόλου η συνεχής ανανέωση των θερμών νερών στο λουτρό εξαιτίας της γεωθερμίας (ως Α.Π.Ε.), ούτε και ο παράγοντας της μη ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Η δεύτερη διδασκαλία της Δ.Μ.Α. ολοκληρώθηκε με συζήτηση και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, από την πλευρά των μαθητών/μαθητριών σχετικά με τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων και την ενδεχόμενη αξιοποίηση της γεωθερμίας. Από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων διαπιστώθηκε πως η νεοαποκτηθείσα γνώση διατηρήθηκε και οι χρήσεις της, κέντρισαν το ενδιαφέρον τους. Αρκετοί από τους μαθητές/μαθήτριες ήταν σε θέση να εκφράσουν με δικά τους λόγια τη διαδικασία δημιουργίας γεωθερμικής δεξαμενής και το πώς συντηρείται και ανανεώνεται ένα γεωθερμικό πεδίο, ενώ παράλληλα μπορούσαν να αναγνωρίσουν ότι αυτή η μορφή ενέργειας συγκαταλέγεται στις Α.Π.Ε.

Τρίτη διδασκαλία

Και σε αυτή την περίπτωση η διδασκαλία στηρίχτηκε στη συμμετοχή των παιδιών, γιατί πολλά από τα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν είχαν σχολιαστεί και αναλυθεί στις προηγούμενες διδασκαλίες. Επίσης και εδώ, πολλά από τα σκίτσα-μοντέλα βοήθησαν του μαθητές να ερμηνεύσουν και να επεξηγήσουν νέα φαινόμενα στηριζόμενοι σε πολύ μεγάλο βαθμό στα στοιχεία που έβλεπαν. Παράλληλα υλοποιήθηκαν δύο ομαδικές δραστηριότητες που προϋπέθεταν παραγωγή γραπτού λόγου (έστω και σύντομου) συνεργασία, διατύπωση ιδεών και συζήτηση, τις οποίες οι μαθητές/μαθήτριες αντιμετώπισαν ως «μάθημα», μη κρύβοντας τη δυσαρέσκειά τους.

Κατά την ανακεφαλαίωση του προηγούμενου μαθήματος, οι συμμετέχοντες, αναγνώρισαν τη γεωθερμία ως Α.Π.Ε. στηριζόμενοι στο παράδειγμα της γεωθερμικής δεξαμενής, ενώ όλοι θυμούνταν, από την τελευταία παρουσίαση, πως στην αρχαιότητα η γεωθερμία χρησιμοποιούνταν μέσω των θερμών λουτρών. Η τρίτη

φάση της Δ.Μ.Α. ολοκληρώθηκε με διάλογο και αλληλοσυμπλήρωση μεταξύ των απαντήσεων στις ερωτήσεις του ερευνητή.

Οι περισσότεροι μαθητές ανέφεραν πως έμαθαν για τον εναλλάκτη θερμότητας, περιγράφοντάς τον ως «κάτι που καθαρίζει το νερό», καθώς και για τις διαδικασίες θέρμανσης και ηλεκτροπαραγωγής από τη γη. Είχαν ξανακούσει τον όρο δυναμό και βοήθησε κάποιους να το παραλληλίσουν με την ατμογεννήτρια. Σχεδόν όλα τα στοιχεία της 3ης διδασκαλίας ήταν άγνωστα σε όλους οπότε δε διόρθωσαν υπάρχουσα γνώση. Εκτός από τα σκίτσα και τις εξηγήσεις του ερευνητή δήλωσαν πως εξίσου βοηθητικά ήταν τα βίντεο, ενώ η κίνηση που παρείχαν ενίσχυσε τις διαδικασίες που αναφέρθηκαν στατικά. Τέλος, υπήρχαν μαθητές που δήλωσαν πως η διδασκαλία ήταν αρκετά ξεκάθαρη ως προς τον τρόπο θέρμανσης με γεωθερμία, αφού δήλωσαν πως κατανοούν τη συγκεκριμένη διαδικασία και μπορούν να την περιγράψουν με δικά τους λόγια, όπως και έγινε.

Τελική ανακεφαλαίωση – αξιολόγηση – μεταγνωστική συζήτηση

Οι μαθητές ανέφεραν σωστά πηγές (ήλιος, άνεμος, νερό) και μορφές ενέργειας (δυναμική, μηχανική, κινητική, ηλεκτρική), χωρίς όμως να αναφέρουν τη γεωθερμία ως πηγή. Άλλοι δύο μαθητές περιέγραψαν τον όρο Α.Π.Ε. και έδωσαν σωστά παραδείγματα στα οποία όμως, επίσης δεν ανέφεραν τη γεωθερμία.

Όταν ρωτήθηκαν για τις επιπτώσεις των συμβατικών καυσίμων στο περιβάλλον απάντησαν πως είναι ρυπογόνα, σε αντίθεση με τις Α.Π.Ε., όμως, κανένα παιδί δεν ήξερε να περιγράψει ικανοποιητικά το ΦτΘ και τον ρόλο των ρύπων στο περιβάλλον.

Η λειτουργία του γεωθερμικού πεδίου περιγράφηκε από δύο παιδιά, κοιτώντας παράλληλα τη σχετική εικόνα χωρίς όμως να υπάρχουν βοηθητικά στοιχεία σε λεξάντα. Ακόμη και σε αυτή τη φάση, κανένα παιδί δεν περιέγραψε επαρκώς τη διαδικασία μεταφοράς θερμότητας λόγω ΔΘ. Η διαδικασία περιγράφηκε τμηματικά ύστερα από ερωτήσεις του ερευνητή. Τέλος, άλλα δύο παιδιά αναγνώρισαν τη γεωθερμία ως Α.Π.Ε. συνδέοντάς την με την ανανέωση των νερών στη γεωθερμική δεξαμενή από τις βροχοπτώσεις και εξαιτίας της συνεχούς θέρμανσής τους από τα καυτά πετρώματα.

Γενικά, οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν, όπως είπαν, το μάθημα της Φυσικής βαρετό ή μέτριο οπότε και το μάθημα που πραγματοποιήθηκε δεν τους ενθουσίασε. Υπήρχαν όμως και 2-3 μαθητές που δήλωσαν το αντίθετο. Στην ερώτηση «Τι διέφερε από τα άλλα μαθήματα;» δύο απάντησαν πως ήταν «πιο δραστικό» και πως «ο τρόπος διέφερε από αυτόν στην τάξη». 2-3 μαθητές είπαν πως είχε ενδιαφέρον το μάθημα, καθώς έμαθαν κάποια πράγματα καλύτερα από το βιβλίο (όπως πηγές-μορφές ενέργειας, ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση μέσω γεωθερμίας). Στην ερώτηση «Τι κερδίσατε/χάσατε από αυτό το μάθημα;» 3-4 απάντησαν πως «τώρα ξέρω κάποια πράγματα για τη γεωθερμία που αλλιώς δε θα τα ήξερα».

Τέλος όταν ρωτήθηκαν αν θέλουν να γινόταν κι άλλη ενότητα της Φυσικής έτσι, σχεδόν όλοι απάντησαν ναι, επειδή: «Ο δάσκαλος είπε περισσότερα από το βιβλίο», «Ήταν καλύτερα και πιο κατανοητά», «Ξεκαθάρισα κάποια πράγματα όπως πηγές-μορφές ενέργειας» και «Θα ήθελα να γίνουν έτσι τα κεφάλαια της Φυσικής που με δυσκόλεψαν».

4.4. Αξιολόγηση μέσω της μεθόδου εξωτερικής παρατήρησης

Συνοψίζοντας τις επισημάνσεις του εξωτερικού παρατηρητή (το σύνολο του φύλλου παρατήρησης περιλαμβάνεται στο παράρτημα 2) διαπιστώνεται πως η συμμετοχή των παιδιών ήταν αρκούντως ικανοποιητική σε όλη τη διάρκεια της Δ.Μ.Α.

Ωστόσο, όπως σημειώνει ο παρατηρητής, κάποιοι από τους μαθητές/μαθήτριες ήταν περισσότερο ενεργοί, καθώς εκτιμάται ότι κατείχαν σε ικανοποιητικό βαθμό γνώσεις περί πηγών και μορφών ενέργειας.

Από τους διαλόγους που κατέγραψε ο παρατηρητής, αλλά και από τις σημειώσεις του, διαπιστώνεται πως οι μαθητές αποκρινόταν στις ερωτήσεις, όχι μόνο γιατί αναφερόταν σε εμπειρίες που είχαν βιώσει, αλλά και λόγω των εξατομικευμένων ερωτήσεων που έθετε ο ερευνητής, οι οποίες βοήθησαν στην εμπλοκή όλων των μαθητών.

Ε: Σκεφτείτε τώρα τον ήλιο και το πετρέλαιο. Ας προσπαθήσουμε τώρα να συγκρίνουμε τη χημική ενέργεια του πετρελαίου και την ηλιακή του ήλιου. Τι ομοιότητες μπορεί να έχουν αυτά τα δύο;

M1: Μου προσφέρουν ενέργεια.

M2: Και από τα δύο παίρνω ενέργεια.

E: Σωστά και απ' τα δύο μπορώ να πάρω την ενέργεια που χρειάζομαι και να την αξιοποιήσω. Ποια η διαφορά τους;

M1: Το πετρέλαιο βγαίνει από το έδαφος ενώ το άλλο απ' έξω.

M2: Τον ήλιο χρησιμοποιείται για φως ενώ το πετρέλαιο για θέρμανση.

E: Τις πηγές ενέργειας μπορούμε να τις χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες στις ΑΠΕ και στις μη ΑΠΕ. Οι ΑΠΕ έχουν τη λέξη «ανανεώσιμες». Σκεφτείτε λίγο τον ήλιο. Υπάρχει περιορισμός από τη χρήση του, δηλαδή τελειώνει όσο αξιοποιούμε την ηλιακή ενέργειά του; Γίνεται το ίδιο και με το πετρέλαιο;

M1: Την ηλιακή ενέργεια μπορώ να τη χρησιμοποιώ κάθε μέρα, αλλά το πετρέλαιο όχι γιατί τελειώνει.

M2: Ο ήλιος είναι ΑΠΕ ενώ το πετρέλαιο μη ΑΠΕ.

M3: Ο ήλιος δεν τελειώνει.

Σε αυτό το κομμάτι διαλόγου αποτυπώνονται οι απόψεις των μαθητών σχετικά με τις ομοιότητες και τις διαφορές που εντοπίζουν σε Α.Π.Ε. και μη Α.Π.Ε. Οι μαθητές φαίνεται πως αντιλαμβάνονται και εντοπίζουν, σύμφωνα και με τα στοχευμένα σχόλια του ερευνητή, τόσο τη βασική ομοιότητα που είναι η χρήση και των δύο όσο και τη διαφορά τους που εντοπίζεται στο στοιχείο της ανανέωσης.

E: Ας σκεφτούμε τώρα 3 πράγματα. Ένα αμάξι, μια ξυλόσομπα και έναν ηλιακό θερμοσίφωνα. Τι πηγή χρησιμοποιεί το καθένα;

M1: Το αμάξι πετρέλαιο ή βενζίνη και η ξυλόσομπα ξύλο.

M2: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα τον ήλιο.

E: Τι παρατηρούμε σε σχέση με τη λειτουργία αυτών των 3; Έχουν κάποιο αποτέλεσμα; Φέρτε στο μυαλό σας την εξάτμιση και την καμινάδα.

M1: Το αμάξι και η ξυλόσομπα μολύνουν το περιβάλλον.

M2: Η ξυλόσομπα βγάζει θερμότητα και μαύρο-γκρίζο καπνό.

M3: Στη ξυλόσομπα βγαίνει καπνός ενώ στα αμάξια τα καυσαέρια είναι μαύρα.

M4: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα δε βγάζει καπνό.

E: Άρα ποιο είναι το συμπέρασμα σε συνδυασμό και με την πηγή ενέργειας που έχουν;

M1: Το αμάξι και η ξυλόσομπα χρησιμοποιούν μη ΑΠΕ όπως βενζίνη και ξύλο και ρυπαίνουν το περιβάλλον.

M2: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα χρησιμοποιεί ΑΠΕ, τον ήλιο, και ρυπαίνει το περιβάλλον.

Στο παραπάνω απόσπασμα έγινε προσπάθεια αναγνώρισης του περιβαλλοντικού αντίκτυπου που επιφέρει η χρήση Α.Π.Ε. και μη Α.Π.Ε. Τα παιδιά αποκρίνονται ικανοποιητικά αναφέροντας παραδείγματα που έχουν/βλέπουν από την καθημερινή ζωή τους. Όπως φαίνεται στον διάλογο, με ευκολία κατευθύνεται η σκέψη τους στη μόλυνση (ορθά: ρύπανση) του περιβάλλοντος από τη χρήση των μη Α.Π.Ε., ενώ σε κάθε περίπτωση συνδέεται με κάτι επιβλαβές.

E: Δείτε την εικόνα, πώς κυκλοφορεί το νερό σε αυτήν την περίπτωση; Τα στοιχεία βρίσκονται στην εικόνα. Ποιος θα περιγράψει;

M1: Ανάμεσα στα πετρώματα.

M2: Βρέχει και το νερό πάει μέσα στη γη.

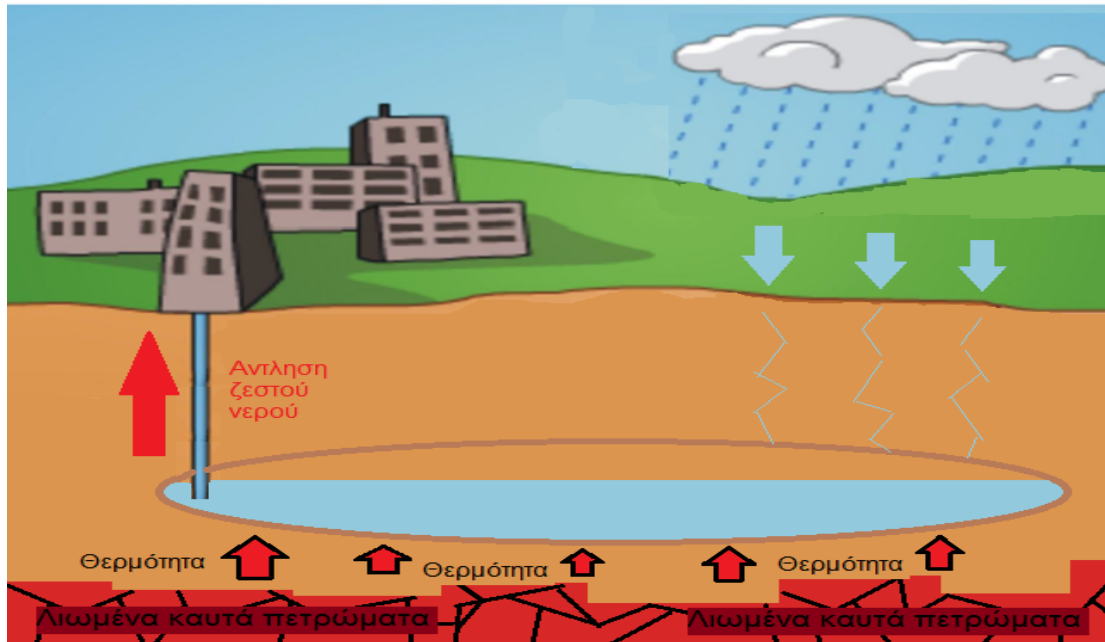
E: Ωραία. Μετά τι γίνεται στο νερό; Από τι ζεσταίνεται;

M1: Έρχεται ζέστη από κάτω.
M2: Από τα πετρώματα που βρίσκονται από κάτω.
M3: (διαβάζει για το γεωθερμικό πεδίο από τη διαφάνεια)
E: Η διαδικασία αυτή μήπως φαίνεται να σχηματίζει κάπως κάποιο σχήμα που ξέρετε;
M1: Κύκλος.
E: Ναι θυμίζει κάπως κύκλο, χωρίς βέβαια να κλείνει από την πάνω πλευρά. Ποιος θα μου ξαναπεί τώρα, με τη βοήθεια της εικόνας, τα 3 στοιχεία που υπάρχουν στη διαδικασία που βλέπουμε ξεκινώντας από πάνω δεξιά.
M1: Βρέχει και το νερό πέφτει στο έδαφος (1), φτάνει στη δεξαμενή και ζεσταίνεται (2).
E: Πώς;
M2: Από τα θερμά πετρώματα που ακουμπάει από κάτω.
E: Μετά;
M3: Ανεβαίνουν και ζεστά νερά ά ατμοί από κάποια σημεία.
E: Σωστά. Είναι αυτά που είπαμε προηγουμένως. Φτάνουν μέχρι εδώ. Ποιο είναι το 3^ο στοιχείο; Κάνουν κάτι οι άνθρωποι;
M1: Ρίχνουν κι αυτοί νερό κάτω.
E: Είδαμε πως το νερό αυτό κάτω είναι ζεστό. Απλώς υπάρχει η τρύπα με τους σωλήνες για να ρίχνουμε κι εμείς νερό; Ή κάτι άλλο;
M1: Το χρησιμοποιούν οι άνθρωποι.
M2: Τραβάμε το νερό και το χρησιμοποιούμε για μπάνιο.
E: Όντως παίρνουμε το θερμό νερό, θα δούμε όμως πού και πώς μας χρησιμεύει. Κάτι ακόμη, είναι η γεωθερμία ΑΠΕ;
M: Ναι.
E: Γιατί;
M1: Γιατί ξαναγίνεται.
M2: Γιατί δημιουργείται από τη φύση.

Αυτό το απόσπασμα καταγράφεται κατά τη διδασκαλία των γεωθερμικών πεδίων αλλά και της ένταξης της γεωθερμίας στις Α.Π.Ε. Βλέποντας τις δύο, σχετικές με τη δημιουργία γεωθερμικού πεδίου, διαφάνειες, τα παιδιά μπόρεσαν να περιγράψουν τη λειτουργία ενός γεωθερμικού πεδίου από το αρχικό μέχρι το τελικό στάδιο. Αναγνώρισαν την επανάληψη στην όλη διαδικασία και συνεπώς κατέληξαν και στο στοιχείο της ανανέωσης, εντάσσοντάς την στις Α.Π.Ε. Μάλιστα ο εξωτερικός παρατηρητής έκρινε τη συμβολή των σκίτσων καθοριστική, καθώς οι μαθητές είχαν μια άτυπη καθοδήγηση που όμως τους βοήθησε πολύ στην οργάνωση και σειροθέτηση των στοιχείων, βοηθώντας συνολικά περισσότερο την εμπλοκή τους στη διδασκαλία.

Όταν μια ποσότητα νερού παγιδευτεί σε μια κοιλότητα/χώρο, σχηματίζει μια γεωθερμική δεξαμενή. Έτσι μέσα στην υπόγεια αυτή δεξαμενή έχουμε παγιδευμένη θερμότητα μέσα στο νερό (μέσο μεταφοράς).

Επίσης, παρατηρήστε το φαινόμενο συνολικά. Με τις βροχές η δεξαμενή θα γεμίζει με νερό, ενώ τα λιωμένα καυτά πετρώματα που το ζεσταίνουν θα ξανα-δημιουργούνται μετά από σύγκρουση λιθοσφαιρικών πλακών. Οι άνθρωποι στην πόλη θα μπορούν να αντλούν συνέχεια ζεστό νερό αφού το φαινόμενο θα ανανεώνεται.



Εικόνα 4.4.Α.: Σκίτσο παρουσίας της δημιουργίας ενός γεωθερμικού πεδίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1. Συζήτηση

Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο γενικός στόχος της Δ.Μ.Α. ήταν η βελτίωση του γνωστικού επιπέδου των μαθητών, εκτιμάται πως ο κεντρικός στόχος επετεύχθη, καθώς όλοι οι μαθητές διεύρυναν, άλλοι σε μεγαλύτερο και άλλοι σε μικρότερο βαθμό, το γνωστικό τους πεδίο.

Βελτίωση του γνωστικού πεδίου διαπιστώνεται και σε μελέτες άλλων ερευνητών που σχεδίασαν και ανέπτυξαν Διδακτική Μαθησιακή Ακολουθία αποδεικνύοντας ότι η Δ.Μ.Α. αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο διδασκαλίας που βοηθά τους μαθητές και τις μαθήτριες να κατανοήσουν και να εμπεδώσουν έννοιες και φαινόμενα που μελετούν οι φυσικές επιστήμες (Ελματζίδου & Παπαδοπούλου, 2017; Καριώτογλου και συν., 2012; Koliopoulos & Ravanis, 2001; Κολιούλης & Τσαπαρλής, 2005; Osborne, 1983; Solomon, 1982).

Θετικά φάνηκε να λειτουργεί και το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας που υιοθετήθηκε στην εφαρμογή της παρούσας μελέτης, καθώς προκάλεσε το ενδιαφέρον των παιδιών, καθιστώντας τους συμμετοχούς στην οικοδόμηση της γνώσης. Επιπλέον, όπως φάνηκε, από τα αποτελέσματα, το γεγονός ότι τα παιδιά χωρίστηκαν σε ομάδες, συνεργάστηκαν και αλληλεπίδρασαν μεταξύ τους (υπό την καθοδήγηση του ερευνητή), συνέβαλε στη καλύτερη κατανόηση του θέματος που μελετούσαν.

Η χρησιμότητα του μοντέλου έχει αποδειχθεί και από αρκετούς άλλους ερευνητές που σχεδίασαν και εφάρμοσαν Δ.Μ.Α. βάσει της εποικοδομητικής προσέγγισης για να διαπιστώσουν πως όχι μόνο ενεργοποίησε τα παιδιά, αλλά και ότι οι γνώσεις που απέκτησαν είχαν αντοχή στον χρόνο (Βλάχος, 1999; Δελέγκος, 2012; Κουτσούμπας, 2004; Χαντζής, 2010).

Αναφορικά με τα επιμέρους θέματα που απασχόλησαν την παρούσα μελέτη, με βάση και τα ερευνητικά ερωτήματα που τέθηκαν, τα αποτελέσματα έδειξαν πως σε

ότι αφορά τον στόχο να αναγνωρίζουν τις πηγές και τις μορφές ενέργειας, αυτός επετεύχθη σε απόλυτο βαθμό, καθώς όλοι οι μαθητές και οι μαθήτριες έδωσαν σωστές απαντήσεις. Αυτό αποδίδεται τόσο στην προηγούμενη γνώση που είχαν οι μαθητές, όσο και στις νέες γνώσεις που απέκτησαν κατά την διάρκεια της διδασκαλίας, καθώς μέσω του μετασχηματισμένου περιεχομένου εκτιμάται ότι έγινε ακόμη πιο κατανοητό το σχετικό αντικείμενο. Σε άλλες συναφείς έρευνες όμως, (Trumper, 1990, 1993, 1996a, 1996b, 1998) καταγράφηκαν αντίθετα αποτελέσματα καθώς οι συμμετέχοντες έδειξαν αδυναμία διαχωρισμού των μορφών και των πηγών ενέργειας.

Τα αποτελέσματα ωστόσο, ήταν διαφορετικά σε ότι αφορά την διάκριση των πηγών σε ανανεώσιμες και μη, όπως και στην ικανότητα των παιδιών να εντάσσουν, με αιτιολόγηση, τη γεωθερμία στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. Από την επεξεργασία των δεδομένων διαπιστώθηκε πως λίγοι ήταν οι μαθητές που μπορούσαν να δώσουν τεκμηριωμένες απαντήσεις (μέσα από προφορική αξιολόγηση) στα συγκεκριμένα ερωτήματα. Παρόμοια ευρήματα όμως, καταγράφονται και σε αρκετές παλαιότερες μελέτες στις οποίες διαπιστώθηκε πως τα παιδιά δυσκολεύονταν να δώσουν ακριβείς περιγραφές ή νέα παραδείγματα στο αντικείμενο που διδάχθηκαν (Αντωνίου, 2018; Ault et al., 1988; Barbetta et al., 1984; Gayford, 1986; Georghiades, 2000; Γκόντας, 2017; Dolan & Grady, 2010; Καμίδου και συν., 2007; Κολιόπουλος & Ψύλλος, 1992; Κολιόπουλος & Ραβάνης, 1998; Κωνσταντινίδου, 2019).

Αν και διαπιστώθηκε δυσκολία, εκ μέρους των παιδιών, στην ένταξη της γεωθερμίας στις Α.Π.Ε. και τον διαχωρισμό των ανανεώσιμων και μη πηγών ενέργειας, εντούτοις παρατηρείται ικανοποιητική επιτυχία, της Δ.Μ.Α., σε ότι αφορά την ικανότητα των μαθητών να περιγράφουν τα γεωθερμικά πεδία ερμηνεύοντας παράλληλα τη δημιουργία τους, καθώς έξι από τους δέκα μαθητές κατάφεραν να απαντήσουν στις σχετικές ερωτήσεις, έστω και αν οι μισοί από αυτούς έδωσαν απαντήσεις που ανήκαν στην κατηγορία «μερικώς σωστές».

Σε ότι αφορά την ικανότητα των μαθητών να περιγράφουν τις διαδικασίες θέρμανσης και ηλεκτροπαραγωγής μέσω της γεωθερμίας, καταγράφηκαν χαμηλά ποσοστά επιτυχίας, καθώς από τους δέκα μαθητές/μαθήτριες μόνον ένας κατάφερε να δώσει σωστή απάντηση και δύο έδωσαν απαντήσεις που ανήκαν στην κατηγορία «μερικώς σωστές».

Εξίσου χαμηλές επιδόσεις καταγράφηκαν και στην ερώτηση για τη χρήση και τον ρόλο του εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος αποτελεί βασικό εργαλείο στην διαδικασία θέρμανσης οικημάτων μέσω της γεωθερμίας, καθώς από τους δέκα μαθητές/μαθήτριες απάντησαν μόνον οι πέντε και εκείνοι χωρίς να δώσουν ολοκληρωμένη περιγραφή με αποτέλεσμα οι απαντήσεις τους να ταξινομηθούν στην κατηγορία «μερικώς σωστές».

Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα αποδίδονται στη δυσκολία κατανόησης, από την πλευρά των μαθητών, του ρόλου της γεωθερμίας, του λόγου για τον οποίον εντάσσεται στις Α.Π.Ε., στον τρόπο που αυτή (η γεωθερμία) συμβάλλει στην καταπολέμηση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου καθώς και στον τρόπο με τον οποίον λειτουργούν τα γεωθερμικά πεδία και οι ταμιευτήρες.

Σε ότι αφορά την αδυναμία κατανόησης του τρόπου με τον οποίον λειτουργεί ο εναλλάκτης θερμότητας, αυτή αποδίδεται στην απουσία τεχνικών γνώσεων, από την πλευρά των μαθητών.

Αξίζει να σημειωθεί πως και άλλες μελέτες έχει διαπιστωθεί πως μπορεί μεν η Δ.Μ.Α. να συμβάλλει στην οικοδόμηση νέας γνώσης με επιτυχία, ωστόσο προσκρούει σε εμπόδια και περιορισμούς που αφορούν κατά κύριο λόγο το πώς μεταφέρεται η νέα γνώση σε νέα δεδομένα. Η αδυναμία αυτή από άλλους μελετητές αποδίδεται στην δυσκολία μεταβολής των εναλλακτικών ιδεών για διάφορα φυσικά φαινόμενα (Stead, 1980; Viennot, 1979; Watts & Gilbert, 1985). Μάλιστα, στις διαχρονικές μελέτες του Trumper, (1990, 1993, 1996a, 1996b, 1998) διαπιστώθηκε πως οι αρχικές (εναλλακτικές ιδέες) των παιδιών μπορούν να διατηρηθούν αναλλοίωτες στο χρόνο ακόμη και μετά την απόκτηση νέων γνώσεων, ακόμη και μετά την ολοκλήρωση των εγκύκλιων σπουδών τους.

Τέλος, μερική επιτυχία παρατηρήθηκε και στην διερεύνηση των στάσεων οι οποίες όμως ήταν μικτές και όχι προς την επιθυμητή κατεύθυνση, που ήταν η ανάπτυξη θετικών, προς τις Α.Π.Ε., στάσεων. Το γεγονός, όμως, ότι ο χρονικός ορίζοντας της Δ.Μ.Α. ήταν περιορισμένος καθώς και ο μικρός αριθμός του δείγματος δεν επιτρέπουν την εξαγωγή έγκυρων αποτελεσμάτων/συμπερασμάτων.

5.2. Συμπεράσματα

Με βασικό στόχο να μάθουν οι μαθητές και οι μαθήτριες για τη γεωθερμία, σχεδιάστηκε, αναπτύχθηκε, εφαρμόστηκε και αξιολογήθηκε μια Δ.Μ.Α. για τη διδασκαλία της γεωθερμίας, ως Ανανεώσιμη Πηγή Ενέργειας (ΑΠΕ), στο δημοτικό σχολείο Απολλώνων Ρόδου με τη συμμετοχή δέκα μαθητών και μαθητριών της Ε' και Στ' τάξης. Αξίζει να σημειωθεί πως ήταν η πρώτη Δ.Μ.Α. στην Ελλάδα, για τη γεωθερμία καθώς, από τη βιβλιογραφία, δεν εντοπίστηκε ανάλογη έρευνα.

Ο χαρακτήρας της μελέτης ήταν αναπτυξιακός και για την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. υιοθετήθηκε το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας, αλλά και ορισμένα στοιχεία του διερευνητικού μοντέλου.

Καθώς ένα από τα βασικά στοιχεία του εποικοδομητισμού είναι ο μετασχηματισμός του περιεχομένου, αυτό τροποποιήθηκε, λαμβάνοντας υπόψη ευρήματα άλλων μελετών. Έτσι, σε ότι αφορά την ενέργεια και τις Α.Π.Ε. η διδασκαλία επικεντρώθηκε στη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας μεταξύ δύο σωμάτων (εναλλάκτης θερμότητας), ενώ δόθηκε έμφαση στις μορφές/πηγές ενέργειας και στο πως οι πηγές εντάσσονται σε Α.Π.Ε. και συμβατικές. Σε ότι αφορά τη γεωθερμία, η οποία ήταν το βασικό θέμα διερεύνησης της Δ.Μ.Α., η διδασκαλία επικεντρώθηκε στην περιγραφή (μέσω της αξιοποίησης της γεωθερμικής δεξαμενής) με έμφαση στη θερμότητα που υπάρχει στο εσωτερικό της γης (αποθηκευμένη με τη μορφή ατμού ή νερού), αλλά και στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να αξιοποιηθεί προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση κτιρίων. Για παράδειγμα, οι μορφές ενέργειας επεξηγήθηκαν ως *«τα διάφορα «πρόσωπα» με τα οποία εμφανίζεται η ενέργεια στη φύση»*, αντίστοιχα οι πηγές ενέργειας ως *«κάθε φυσικό (ήλιος) ή τεχνητό (μπαταρία) αγαθό/μέσο που μας δίνει ενέργεια»*, οι Α.Π.Ε. ως *«οι πηγές ενέργειας που πρακτικά είναι ανεξάντλητες και η χρήση τους δε ρυπαίνει άμεσα το περιβάλλον»* και η γεωθερμία ως η *«φυσική θερμότητα της γης που είναι αποθηκευμένη σε υπόγειες κοιλότητες, με τη μορφή θερμών νερών ή ατμών»*.

Η Δ.Μ.Α. χωρίστηκε σε τρεις ενότητες διδασκαλίας με την πρώτη να επικεντρώνεται στην ενέργεια, τις Α.Π.Ε. και το ενεργειακό πρόβλημα, την δεύτερη να εστιάζει στην δημιουργία των γεωθερμικών πεδίων και την γεωθερμία και την

τρίτη στην χρήση της γεωθερμίας για θέρμανση και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Και οι τρεις ενότητες είχαν όμοια δομή. Ξεκινούσαν με την εισαγωγή στο θέμα της διδασκαλίας κάθε ενότητας, τον προβληματισμό και την ανάδειξη της αρχικής γνώσης, συνέχιζαν με την εισαγωγή και οικοδόμηση της νέας γνώσης και ολοκληρωνόταν με την ανακεφαλαίωση, την αξιολόγηση και τη μετα-γνωστική συζήτηση. Για παράδειγμα, κατά τη δεύτερη διδασκαλία που αφορούσε τη δημιουργία γεωθερμικών πεδίων στην εισαγωγή έγινε αναφορά στο φαινόμενο της σύγκρουσης των λιθοσφαιρικών πλακών, διερευνήθηκε η αρχική γνώση των μαθητών και τέθηκε προβληματισμός για το εσωτερικό της γης. Κατά τη φάση της εισαγωγής και οικοδόμησης της νέας γνώσης τα παιδιά έμαθαν για τη θέρμανση του νερού που βρίσκεται στο εσωτερικό της γης και τις προϋποθέσεις για την άνοδό του στην επιφάνεια. Κατά την ανακεφαλαίωση έγινε η περιγραφή ενός γεωθερμικού πεδίου, ενώ κατά την μετα-γνωστική συζήτηση έγινε προφορική εξέταση των μαθητών. Η νέα γνώση αξιολογήθηκε με την ερώτηση 9 στην οποία οι μαθητές/μαθήτριες κλήθηκαν να περιγράψουν, με την βοήθεια ενός σκίτσου, τη δημιουργία μίας γεωθερμικής δεξαμενής.

Να σημειωθεί πως κατά την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. χρησιμοποιήθηκε οπτικοακουστικό υλικό, σκίτσα αλλά και άλλες δράσεις και λογισμικά (όπως τα παιχνίδια ρόλων) εκτιμώντας ότι κατ' αυτόν τον τρόπο θα βοηθηθούν τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα το αντικείμενο διδασκαλίας.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την αξιολόγηση της Δ.Μ.Α. ήταν της τριγωνοποίησης των δεδομένων η οποία επετεύχθη μέσω της συμπλήρωσης ερωτηματολογίων (πριν και μετά την υλοποίηση της Δ.Μ.Α.), της συμπλήρωσης του φύλλου αναστοχασμού από τον ερευνητή/εκπαιδευτικό και της συμπλήρωσης των φύλλων παρατήρησης από εξωτερικό παρατηρητή.

Τα ερωτηματολόγια περιελάμβαναν ερωτήσεις που ήταν κατηγοριοποιημένες σε σχετικές με την ενέργεια, τις Α.Π.Ε. και την γεωθερμία. Για παράδειγμα μία από τις ερωτήσεις που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία ήταν η ερώτηση Νο 3 που ζητούσε από τους μαθητές να περιγράψουν τρεις μορφές ενέργειας που χρειάζεται ένα σπίτι (*«Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις τρεις (3) μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε σπίτι μας;»*). Αντίστοιχα, στη δεύτερη κατηγορία (Α.Π.Ε.) ήταν η ερώτηση Νο 5 που ζητούσε από τους μαθητές/μαθήτριες να αναφέρουν διαφορές και

ομοιότητες ανάμεσα σε συμβατικές και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (*«Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;»*). Τέλος, στην τρίτη κατηγορία (γεωθερμία) ήταν η ερώτηση Νο 9 που ζητούσε από τα παιδιά να περιγράψουν την δημιουργία γεωθερμικής δεξαμενής (*«Περιγράψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται»*).

Οι απαντήσεις που έδιναν τα παιδιά ταξινομούνταν σε σωστές και λάθος, σε κενό (καμία απάντηση) και σε μερικώς σωστές οι οποίες κατηγοριοποιήθηκαν σε ΜΣ1 και ΜΣ2. Στην υποκατηγορία ΜΣ1 ανήκαν απαντήσεις που ήταν σωστές με ένα από τα υποερωτήματα και στην ΜΣ2 οι απαντήσεις που ήταν σωστές κατά το ένα σκέλος και λάθος κατά το άλλο σκέλος ή περιείχαν λιγότερα από τα αναμενόμενα στοιχεία. Για παράδειγμα στην ερώτηση Νο 11 που ζητούσε από τους μαθητές να αναφέρουν 2-3 από τα οφέλη της γεωθερμίας (*«Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας»*) στην κατηγορία ΜΣ1 εντάχθηκε η απάντηση *«Είναι ΑΠΕ, δε μολύνει το περιβάλλον»*, ενώ στην κατηγορία ΜΣ2 εντάχθηκε η απάντηση *«Τη γεωθερμία την αξιοποιούμε με λουτρά τα οποία είναι ζεστό νερό»*.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως αρκετοί από τους στόχους δεν άγγιζαν το επιθυμητό σημείο αποτελεσματικότητας καθώς μπορεί μεν οι μαθητές/μαθήτριες να ήταν σε θέση να διαχωρίσουν μορφές και πηγές ενέργειας, ωστόσο δεν ήταν σε θέση να δώσουν ολοκληρωμένη (με επαρκή αιτιολόγηση) απάντηση στο τι είναι Α.Π.Ε., τι είναι γεωθερμία, πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή ή το πώς λειτουργεί ο εναλλάκτης θερμότητας στην αξιοποίηση της γεωθερμίας για τη θέρμανση κτηρίων, ο οποίος λόγω της χρησιμότητάς του αποτέλεσε ειδικό αντικείμενο διδασκαλίας στην τρίτη ενότητα της Δ.Μ.Α..

Παρά τις επιμέρους δυσκολίες όμως, η Δ.Μ.Α. φάνηκε να λειτουργεί θετικά καθώς η πλειονότητα των μαθητών βελτίωσε, έστω και σε μικρό ποσοστό, τις γνώσεις της. Παράλληλα, η εποικοδομητική διδακτική πρακτική που υιοθετήθηκε, η οποία μεταξύ άλλων προέβλεπε και την ομαδική συνεργασία των μαθητών και των μαθητριών, φάνηκε να λειτουργεί θετικά όχι μόνο για τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης, αλλά και για τους τέσσερις μαθητές με μαθησιακές δυσκολίες που συμμετείχαν στην μελέτη. Εξίσου θετικά φάνηκε να λειτουργεί η χρήση οπτικού και ακουστικού υλικού,

λογισμικών και σκίτσων, καθώς οι απεικονίσεις βοήθησαν τα παιδιά να κατανοήσουν καλύτερα το αντικείμενο διδασκαλίας. Ωστόσο, σε κάποιες περιπτώσεις, όπως ο εναλλάκτης θερμότητας, παρά την χρήση οπτικού υλικού παρατηρήθηκαν δυσκολίες στην κατανόηση τόσο του ρόλου του όσο και του τρόπου λειτουργίας του. Για το αποτέλεσμα αυτό όμως, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι οι μαθητές δεν είχαν προηγούμενες τεχνικές γνώσεις.

Σε ότι αφορά την γεωθερμία, το γεγονός ότι υπήρξε αδυναμία, από την πλευρά των μαθητών και των μαθητριών να κατανοήσουν με ακρίβεια την ένταξή της ως Α.Π.Ε., επεξηγεί και τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν αναφορικά με τις απόψεις τους για τα οφέλη της και τον ρόλο της στην καταπολέμηση του Φαινομένου του Θερμοκηπίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

6.1. Περιορισμοί

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας ενδεχομένως να οφείλονται στους περιορισμούς που υπήρχαν κατά τη διαδικασία υλοποίησης, όπως το μικρό δείγμα, ο λιγοστός χρόνος διδασκαλίας (8 διδακτικές ώρες), ο τρόπος με τον οποίον ήταν διατυπωμένες οι ερωτήσεις, αλλά και το γεγονός ότι τέσσερις (4) από τους δέκα (10) συμμετέχοντες ήταν παιδιά με δυσκολίες μάθησης.

Πιο αναλυτικά, οι Δ.Μ.Α. συνηθίζεται να έχουν διάρκεια 5-15 διδακτικών ωρών. Στην παρούσα, η χρονική διάρκεια ήταν μόλις οκτώ (8) ωρών, καθώς η έρευνα διεξήχθη στο τέλος της σχολικής περιόδου με αποτέλεσμα να υπάρχει πίεση χρόνου. Εκτιμάται ότι τα αποτελέσματα θα ήταν καλύτερα αν και εφόσον υπήρχε μεγαλύτερη ευχέρεια χρόνου. Το αν η εκτίμηση αυτή είναι ορθή είναι κάτι που θα αποδειχθεί σε μελλοντικές μελέτες, εφόσον οι ερευνητές που θα αποφασίσουν να ασχοληθούν με το συγκεκριμένο αντικείμενο (γεωθερμία), εφαρμόσουν τη Δ.Μ.Α. σε περισσότερες διδακτικές ώρες.

Σε ότι αφορά τη διατύπωση των ερωτήσεων, από τον αναστοχασμό, εκτιμάται πως τρεις (3) ερωτήσεις δεν έγιναν πλήρως κατανοητές από τους συμμετέχοντες. Πρόκειται για την 5^η ερώτηση *«Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;»* η οποία θα έπρεπε στην εκφώνησή της να καθορίζει το πλαίσιο των αναμενόμενων απαντήσεων, καθώς κάποιοι μαθητές αναφέρθηκαν στο στοιχείο της ανανέωσης το οποίο όμως δεν ήταν ζητούμενο. Η ερώτηση αυτή θα μπορούσε να διατυπωθεί ως εξής: *«Ποια πιστεύεις ότι είναι η κύρια διαφορά ανάμεσα στις συμβατικές και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ);»*

Παρόμοια αναδιατύπωση θα μπορούσε να γίνει και στην 7^η ερώτηση («Σημείωσε με ένα 'X' στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση») η οποία θα μπορούσε να ζητά και αιτιολόγηση της απάντησης των μαθητών προκειμένου να αξιολογηθεί καλύτερα η νέα γνώση. Δηλαδή η ερώτηση αυτή θα μπορούσε να διατυπωθεί ως: «Ποια πηγή ενέργειας, από αυτές που αναφέρονται, ανήκει στις ΑΠΕ; Να αιτιολογήσεις την απάντησή σου στην περίπτωση της γεωθερμίας».

Τέλος, η ερώτηση 10 που αφορούσε τον ρόλο του εναλλάκτη σε κύκλωμα λειτουργίας με γεωθερμία, φάνηκε εκ των υστέρων πως δυσκόλεψε τους εκπαιδευόμενους. Αν και ο εναλλάκτης αποτελεί βασικό εργαλείο σε ένα τέτοιο σύστημα η ορολογία περιγραφής και ο ακριβής ρόλος του δεν αποδόθηκαν ικανοποιητικά με αποτέλεσμα να μη θεωρείται πως έγινε πλήρως κατανοητό στο συγκεκριμένο δείγμα.

Τέλος, ο αριθμός του δείγματος, που ήταν μόλις δέκα (10) άτομα θεωρήθηκε ότι λειτούργησε περιοριστικά. Εκτιμάται ότι ένας μεγαλύτερος αριθμός μαθητών και μαθητριών θα μπορούσε να αποδώσει καλύτερα και εγκυρότερα αποτελέσματα.

6.2. Προτάσεις για βελτίωση

Οι παραπάνω περιορισμοί μπορούν να ληφθούν υπόψη από τους μελλοντικούς μελετητές κατά τον σχεδιασμό της διδασκαλίας που θα κάνουν, προκειμένου να διαπιστωθεί αν όντως μπορούν, ένα μεγαλύτερο δείγμα, περισσότερος χρόνος και καλύτερα διατυπωμένες ερωτήσεις, να μεγιστοποιήσουν τα θετικά αποτελέσματα μιας Δ.Μ.Α.

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι η χρήση οπτικοακουστικού υλικού και το παιχνίδι ρόλων βοήθησε τους μαθητές και τις μαθήτριες της παρούσας μελέτης, συνιστάται να συμπεριλαμβάνεται στις μελέτες που θα σχεδιαστούν και θα εφαρμοστούν στο μέλλον. Επίσης εκτιμάται ότι πολύτιμη βοήθεια θα προσφέρει η χρήση εξειδικευμένων τεχνολογικών εφαρμογών (π.χ. μοντέλα, λογισμικά, προσομοιώσεις) και τρισδιάστατες απεικονίσεις προκειμένου να γίνει ακριβέστερη και στοχευμένη η κατανόηση του εναλλάκτη.

Τέλος, συνιστάται, στις περιπτώσεις που αυτό είναι δυνατό, οι μαθητές που συμμετέχουν σε μια Δ.Μ.Α. που το αντικείμενο διδασκαλίας είναι η γεωθερμία, να επισκέπτονται επί τόπου μονάδες παραγωγής όπου κινητήριος ενέργεια είναι η γεωθερμική (π.χ. περιοχές που για την θέρμανση των κτηρίων χρησιμοποιούν τη γεωθερμία, όπως οι Σέρρες) ή ακόμη και περιοχές που διαθέτουν γεωθερμικά πεδία ή γεωθερμικά ρευστά ή θερμοπίδακες ή εμφανή σημεία εμφανούς αποτελέσματος δράσης λιθοσφαιρικών πλακών (όπως το ρήγμα της Πάρνηθας), ώστε να είναι σε θέση να αντιληφθούν σε βάθος τον τρόπο δημιουργίας και λειτουργίας της γεωθερμίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξένη Βιβλιογραφία

- Ajzen, I. (1988). *Attitudes, personality, and behavior*. Bristol: Open University Press.
- Ashiq, H., Azzem, M. & Shakoor, A. (2011). Physics Teaching Methods: Scientific Inquiry Vs Traditional Lecture. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(19), 269-276.
- Ault, C. R., Novak, J. D. & Gowin, D. B. (1988). Constructing vee maps for clinical interviews on energy concepts. *Science Education* 72(4), 515-545.
- Barbetta, M. G., Loria, A., Mascellani, V. & Mischellini, M. (1984). An investigation on students' frameworks about motion and the concepts of force and energy. In P. Lijnse (Ed.), *Proceedings of a Conference on Physics Education. The Many Faces of Teaching and Learning Mechanics in Secondary School and Early Tertiary Education, 20-25 August 1984*. Utrecht.
- Besson, U., Borghi, L., De Ambrossis, A. & Mascheretti, P. (2010). A threedimensional approach and open source structure for the design and experimentation of Teaching-Learning Sequences: the case of friction. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1289-1313.
- BP Company, "BP Statistical Review of World Energy, 2008" (www.bp.com), από Ανδρίτσος, Ν., (2008). Ενέργεια και περιβάλλον. Διδακτικές σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Μηχανολόγων – Μηχανικών. Βόλος.
- Bybee, R. W. (2006). Scientific inquiry and science teaching. In L. B. Flick & N. G. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science*. The Netherlands: Springer.
- Capps, K. D. & Crawford, A. B. (2013). Inquiry-Based Instruction and Teaching About Nature of Science: Are They Happening? *Journal of Science Teacher Education*, 24(3).
- Carey, S. (1985). Are children fundamentally different kinds of thinkers and learners than adults? In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Çelikler, D. & Aksan, Z. (2015). The opinions of secondary school students in Turkey regarding renewable energy. *Renewable Energy*, 75, 649-653.
- Cohen, E. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups, *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.
- Cohen L. & Manion L. (1997). *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. Αθήνα: ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ.

- Constantinou, C. P. (1999). The Cocoa Microworld as an Environment for Modeling Physical Phenomena. *International Journal of Continuing Education and Life-Long Learning*, 9, 201-213.
- Daugherty, M. K. & Carter, V. R. (2010). Renewable energy technology. *The Technology Teacher*, 69(5), 24-28.
- Dolan, E. & Grady, J. (2010). Recognizing students' scientific reasoning: a tool for categorizing complexity of reasoning during teaching by inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 31-55.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science—research into children's ideas*. London: Routledge.
- Driver R., Squires A., Rushworth P., Wood-Robinson V. (1999). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών-Μια Παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή). Αθήνα: Τυποθήτω.
- Duit, R. (1999). A model of educational Reconstruction – A framework for research and development in Science Education. In P. Koumaras (Ed.), *Proceedings of the 1st Panhellenic conference on Science Education and New Technologies, Thessaloniki* (σσ. 30-34).
- Gayford, C. (1996). Science education and environmental education: a synergistic relationship. *Science Education Newsletter*, 126, 1-3.
- Georghiades, P. (2000). Beyond conceptual change learning in science education: focusing on transfer, durability and metacognition. *Educational Research*, 42(2), 119-139.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. & Fensham, P.J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science education*, 66(4), 623-633.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part1: horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Hacking, I. (1992). The self vindication of the laboratory sciences. In A. Pickering (Ed.), *Science as practice and culture*. Chicago: The University Chicago Press.
- Hacking, I. (1995). *Representing and Interventing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Harman, G., Aksan, Z. & Çelikler, D. (2015). Mental models which influence the attitudes of science students towards recycling. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 4(1-2), 6-11.
- Feldman, R. St. (1992). *Elements of Psychology*, New York: McGraw-Hill.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1990). Cooperative learning and achievement. In S. Sharan (Ed.), *Cooperative learning: Theory and research* (pp. 23-37).

- Justi, S. R. & Gilbert, K. J. (2002). Science teachers' knowledge about and attitudes towards the use of models and modelling in learning science. *International Journal of Science Education*, 24, 1273-1292.
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer H. & Komorek, M. (1996). Educational Reconstruction - Bringing Together Issues Of Scientific Clarification And Students' Conceptions.
- Kariotoglou, P. (2002). A laboratory – based teaching sequence on fluids: developing primary student teachers' conceptual and procedural knowledge. In D. Psillos & H. Niederrerr (Eds.), *Teaching and learning in the science laboratory: case studies of research an development in five European countries* (pp. 79-90). London: Kluwer Academic Publisher.
- Kariotoglou, P., Psillos, D. & Tselfes, V. (2003). Modeling the Evolution of Teaching – Learning Sequences: from discovery to constructivism. In D. Psillos et al. (Eds), *Proceedings of the 3rd ESERA Conference: Science Education Research in the Knowledge Based Society* (pp. 259-268). London: Kluwer Academic Publisher.
- Kılınc, A., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2009). Incentives and disincentives for using renewable energy: Turkish students' ideas. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(5), 1089-1095.
- Koliopoulos, D. & Ravanis, K. (2001). Didactic implications resulting from students' ideas about energy: an approach to mechanical, thermal and electrical phenomena. *Themes in Education*, 2(2-3), 161-173.
- Liarakou, G., Gavrilakis, C. & Flouri, E. (2008). Secondary School Teachers' Knowledge and Attitudes Towards Renewable Energy Sources. *Journal of Science Education and Technology*, 18(2), 120-129.
- Lijnse, P. L. (1995). "Developmental Research" As a Way to an Empirically-Based "Didactical Structure" of Science. *Science Education* 79(2), 189-199.
- Lindal, B. (1973). *Industrial and other applications of geothermal energy*. In Geothermal Energy, UNESCO, Paris, 135-148.
- Meheut, M. & Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26(5), 515-535.
- Meheut, M. (2005). Teaching-Learning Sequences Tools For Learning and/or Research. In K. Boersma, M. Goedhart, O. De Jong, H. Eijkelhof (Eds.), *Research and the Quality of Science Education* (pp. 195-207). Springer.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying childrens' ideas about current. *Research in Science and Technological Education*, 1, 73-82.
- Pickering, A. (1995). *The Mangle of Practice*. Chicago: The University Chicago Press.

- Psillos, D. & Kariotoglou, P. (1999). Teaching Fluids: Intended knowledge and students' actual conceptual evolution. *International Journal of Science Education* (special issue: Conceptual Development), 21(1), 17-38.
- Psillos, D. & Kariotoglou, P. (2016). Theoretical Issues Related to Designing and Developing Teaching-Learning Sequences. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative design of teaching-learning sequences: introducing the science of materials in european schools* (pp. 11-34). Springer.
- Smil, V. (2008). *Energy in nature and society: general energetics of complex systems*. Cambridge, USA: MIT Press.
- Solomon, J. (1982). How children learn about energy or does the first law come first? *School Science Review*, 63(224), 415-422.
- Solomon, J. (1985). Teaching the conservation of energy. *Physics Education*, 20, 165-170.
- Sorensen, B. (2004). *Renewable Energy*. Elsevier.
- Spyrtou, A., Psillos, D. & Kariotoglou, P. (2003). Investigating the complexity of teachers' views in science teaching: issues and tools. In D. Krnel (Ed.), *Proceedings of the 6th Ph. D. Summer-School, European Research in Science Education Ljubljana* (pp. 85-96).
- Stead, B. (1980). *Energy, LISP Working Paper 17*, Science Education Research Unit, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Singh, Ch. & Rosengrant, D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts, *American Journal of Physics*, 71(6), 607-617.
- Tiberghien, A., Vince, J. & Gaidoz, P. (2009). Design-based Research: Case of a teaching sequence on mechanics. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2275-2314.
- Trumper, R. (1990). Being Constructive: an alternative approach to the teaching of the energy concept-part one. *International Journal of Science education*, 12, 343-354.
- Trumper, R. (1993). Childrens' energy concepts: A cross-age study. *International Journal of Science Education*, 15, 139-148.
- Trumper, R. (1996a). Teaching about Energy through a spiral curriculum: Guiding Principles. *Journal of Curriculum and Supervision*, 12(1), 66-75.
- Trumper, R. (1996b). Survey of Israeli Physics Students' conceptions of energy in pre-service training for high school teachers. *Research in Science Education and Technology*, 14, 179-192.
- Trumper, R. (1998). A longitudinal Study of Physics Students' Conceptions on Energy in Pre-Service training for High School Teachers. *Journal of science Education and Technology*, 7(4), 311-318.

- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wallin, A. (2004). The theory of evolution in the classroom. Towards a domain specific theory for teaching biological evolution. Doctoral Thesis. University of Getenborg (https://gupea.ub.gu.se/bitstream/2077/9494/1/gupea_2077_9494_1.pdf).
- Warren, J. R. (1982a). The Nature of Energy. *European-Journal of Science Education*, 4, 295-307.
- Warren, J. R. (1982b). Energy and its carriers: a critical analysis. *Physics Education*, 18, 209-212.
- Watts, D. M. & Gilbert, J. K. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: energy*. University of Surrey: Guilford.
- Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T. & Pelkonen, P. (2012). School students knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 45, 78-85.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Αθανασίου, Κ. (2015). Για την Επιστημονική Μέθοδο: Ιστορική Διαδρομή. Από τον επιστημονικό θετικισμό στον μεταθετικισμό. Στο Κ. Αθανασίου (Εκδ.), *Διδακτική της βιολογίας* [ηλεκτρ. βιβλ.]. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.
- Αλεξοπούλου, Κ. Δ. (1986). Γενική Φυσική – Θερμότητα. Τόμος 4^{ος}. Αθήνα: Εκδόσεις Ολυμπία.
- Ανδρίτσος, Ν. (2008). *Ενέργεια και περιβάλλον*. Διδακτικές σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας. Τμήμα Μηχανολόγων – Μηχανικών.
- Αντωνίου, Μ. (2018). *Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση ΔΜΑ για την έννοια της βιοποικιλότητας σε μαθητές ΣΤ' δημοτικού* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.
- Βλάχος, Ι. (1999). *Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας της σωματιδιακής δομής της ύλης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Βοσνιάδου, Σ. (1998). *Γνωσιακή Ψυχολογία*. Αθήνα: Gutenberg.
- Βραχόπουλος, Μ. Γρ., Κούκου, Μ. Κ. & Καρύτσα, Κ. (2015). Κανονική Γεωθερμία. Αρχές σχεδιασμού γεωθερμικών συστημάτων και εφαρμογές. *Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και εφαρμογές*, www.kallipos.gr.

- Δημητρόπουλος, Ε. & Καλούρη - Αντωνοπούλου, Ο. (2003). *Παιδαγωγική Ψυχολογία. Από τη Θεωρία Μάθησης στην Εκπαίδευση Νέων και Ενηλίκων*. Αθήνα: ΕΛΛΗΝ.
- Δελέγκος, Ν. (2012). *Η οικοδόμηση της έννοιας 'ενέργεια' και της κοινωνικής χρήσης της από μαθητές της Ε' δημοτικού του ελληνικού σχολείου* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Γκόντας, Π. (2017). *Αντιλήψεις φοιτητών σε ζητήματα Περιβαλλοντικής Φυσικής* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα.
- Ελματζίδου, Ε. & Παπαδοπούλου, Π. (2017). Σχεδιασμός, ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία της εξελικτικής θεωρίας σε μαθητές Λυκείου. Στο Δ. Σταύρου, Α. Μιχαηλίδη & Α. Κοκολάκη (Επιμ.), *Πρακτικά 10^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Γεφυρώνοντας το Χάσμα μεταξύ Φυσικών Επιστημών, Κοινωνίας και Εκπαιδευτικής Πράξης, 7-9 Απριλίου 2017* (σσ. 766-772).
- Ζουπίδης, Α., Σπύρτου, Α., Μαλανδράκης, Γ. & Καριώτογλου, Π. (2011). Μια Διδακτική Μαθησιακή Σειρά για την εισαγωγή στοιχείων της διερευνητικής μεθόδου καθώς και της πυκνότητας ως ιδιότητας των υλικών, στα φαινόμενα πλεύσης και βύθισης: η διαδικασία βελτίωσης της σειράς. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (Επιμ.), *Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, Τόμος Α', 15-17 Απριλίου 2011* (σσ. 151-158).
- Ζουπίδης, Α. (2012). *Διδασκαλία και μάθηση με τη χρήση μοντέλων Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας: εφαρμογή στα φαινόμενα της πλεύσης/βύθισης* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Φλώρινα.
- Ζουπίδης, Α., Lavonen, J., Σπύρτου, Α., Meisalo, V., Πνευματικός, Δ. & Καριώτογλου, Π. (2013). Η μεταφορά μιας Διδακτικής Μαθησιακής Σειράς για την πλεύση – βύθιση από την Ελλάδα στη Φινλανδία: όψεις της αξιολόγησης. Στο Δ. Βαβουγιός & Σ. Παρασκευόπουλος (Επιμ.), *Πρακτικά 8^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, 26-28 Απριλίου 2013* (σσ. 471-478).
- Καλούρη – Αντωνοπούλου, Ο. & Ψυχάρης, Σ. (2008). Οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών στη Διδακτική Πράξη. Στο Β. Κολτσάκης & Ι. Σαλονικίδης (Επιμ.), *Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Ημαθίας. Ψηφιακό Υλικό για την Υποστήριξη του Παιδαγωγικού Έργου των Εκπαιδευτικών, 9-11 Μαΐου 2008*, (σσ. 1-5).
- Καμίδου, Κ., Σπύρτου, Α., Καριώτογλου, Π. (2007). Μια εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία της ενέργειας στο Δημοτικό Σχολείο: πιλοτική εφαρμογή. *Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών*

στην Εκπαίδευση. *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών & Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Τόμος Α΄, 15-18 Μαρτίου 2007* (σσ. 166-174).

Καριώτογλου, Π. (2004). *Διερεύνηση διδακτικών - μαθησιακών ακολουθιών: η περίπτωση των δυνάμεων. «Φυσικές Επιστήμες Διδασκαλία, Μάθηση και Εκπαίδευση»*. Στο Β. Τσελφές, Π. Καριώτογλου & Μ. Πατσαδάκης (Επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και τις νέες Τεχνολογίες. Φυσικές Επιστήμες: Διδασκαλία, Μάθηση & Εκπαίδευση, Τόμος Β΄, 26-28 Νοεμβρίου 2004* (σσ. 119-122).

Καριώτογλου, Π. (2006). *Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου Φυσικών Επιστημών*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γράφημα.

Καριώτογλου, Π. (2010). Η Διερεύνηση (inquiry) ως επερχόμενο διδακτικό παράδειγμα στην εκπαίδευση των Φυσικών Επιστημών: Εφαρμογή στο πρόγραμμα “Materials Science”. Στο Κ. Σκορδούλης, Ε. Νικολαΐδης & Ε. Κολεζά (Επιμ.), *Πρακτικά 9^{ου} Συνεδρίου Ιστορίας, Φιλοσοφίας και Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. 5-9 Μαΐου 2010*. Αθήνα: Νήσος.

Καριώτογλου, Π., Σπύρτου, Α., Πνευματικός, Δ. & Ζουπίδης, Α. (2012). Σύγχρονες τάσεις στα Προγράμματα Σπουδών Φυσικών Επιστημών: οι περιπτώσεις της διερεύνησης και των επισκέψεων σε χώρους επιστήμης και τεχνολογίας στο Πρόγραμμα “Materials Science”. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 5(1-2), 153-164.

Καρυδάκης, Γ. Ι. (2005). *Γεωθερμική Ενέργεια*. Αθήνα: Αθλότυπο.

Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ, Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας, Π. & Πήλιουρας, Π. (2003). Η διδασκαλία των Φυσικών επιστημών σε ένα συνεργατικό Μαθησιακό περιβάλλον. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Έρευνα και Πράξη*, 4, 14-22.

Κολιόπουλος, Δ. & Ψύλλος, Δ. (1992). Οι ιδέες των μαθητών σχετικά με την έννοια της ενέργειας και η επίδρασή τους στο σχεδιάσμα μιας εισαγωγικής διδασκαλίας στο Γυμνάσιο. Στο Α. Δημητρίου (Επιμ.), *Ψυχολογικές έρευνες στην Ελλάδα. Ανάπτυξη, Μάθηση και Εκπαίδευση* (σσ. 79-90).

Κολιόπουλος, Δ. & Ραβάνης, Κ., (1998). Η έννοια της ενέργειας στη σκέψη των μαθητών, ερευνητικά ευρήματα και σύγχρονες επιπτώσεις. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 100, 69-77.

Κολιόπουλος, Δ. (2000). Σχεδιάζοντας ένα αναλυτικό πρόγραμμα για την ενέργεια: Μια εποικοδομητική προσέγγιση. Στο Π. Κόκκοτας (Επιμ.), *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες. Σύγχρονοι Προβληματισμοί*. Αθήνα: Τυποθήτω.

Κολιούλης, Δ. & Τσαπαρλής, Γ. (2005). Χημεία Β΄ γυμνασίου, με έμφαση στη μακροσκοπική- εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών

- του μορίου και του ατόμου – Διδακτικό βιβλίο και προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών και Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου* (σσ. 680-689).
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Κουτσούμπας, Χ. (2004). *Διδακτική προσέγγιση των ήπιων μορφών ενέργειας με το παραδοσιακό και το εποικοδομητικό πρότυπο* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κωνσταντινίδου, Ε. (2019). *Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας διδακτικής μαθησιακής ακολουθίας (ΔΜΑ) για τη διδασκαλία του ενεργειακού αποτυπώματος σε μαθητές δημοτικού* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας: Φλώρινα.
- Μολοχίδης, Α., Καριώτογλου, Π. & Ψύλλος, Δ. (2007). Η Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου ως σχεδιαστική αρχή ανάπτυξης επιμορφωτικών προγραμμάτων: Αξιολόγηση μιας μελέτη περίπτωσης. Στο Α. Κατσίκης, Κ. Κώτσης, Α. Μικρόπουλος & Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών & Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Τόμος 5(Α), 15-18 Μαρτίου 2007* (σσ. 436-443).
- Ντολιοπούλου, Ε. & Γουργιώτου, Ε. (2008). *Η αξιολόγηση στην εκπαίδευση. Με έμφαση στην προσχολική*. Αθήνα: Gutenberg.
- Παπαγεωργίου, Ι. (2015). *Θεωρία Δειγματοληψίας. Σύνδεσμος ελληνικών ακαδημαϊκών βιβλιοθηκών*. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Κάλλιπος.
- Πέικος, Γ. (2016). *Σχεδιασμός, ανάπτυξη και αξιολόγηση Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τη διδασκαλία περιεχομένου της νανοεπιστήμης – νανοτεχνολογίας στο δημοτικό σχολείο* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας: Φλώρινα.
- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (2003). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της Πληροφορίας*. Αθήνα: Αριστοτέλης Ράπτης.
- Σανδραβέλης, Α. (2008). *Σχεδιασμός και Αξιολόγηση Διδακτικού Υλικού για μαθητές και μαθήτριες της Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου σχετικά με τις Ανανεώσιμες Πηγές και την Εξοικονόμηση Ενέργειας* (Αδημοσίευτη Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας: Βόλος.
- Σκουμιός, Μ. (2012). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση*. Ρόδος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης. (σημειώσεις).

- Σμυρναίου, Ζ. (2010). *Εισαγωγή στη διδακτική θετικών επιστημών*. Αθήνα: Ηρόδοτος.
- Σπηλιωτοπούλου, Β. (2007). Επίπεδα επίγνωσης μελλοντικών εκπαιδευτικών ως προς την Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου: Η ανάπτυξη και ανάδειξή τους μέσα από το σχήμα επιχειρηματολογίας του Toulmin. Στο Γ. Τσαπαρλής (Επιμ.), *Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών & Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου, Τόμος 5(A), 15-18 Μαρτίου 2007* (σσ. 391-401).
- Σπύρτου, Α. (2002). *Μελέτη της επικοινωνιακής στρατηγικής για την εκπαίδευση των δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). ΑΠΘ: Θεσσαλονίκη.
- Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- Φυτίκας, Μ., Ανδρίτσος, Ν. & Δρακούλης, Π. (2008). *Γεωθερμία και τυποποίηση*. Διήμερο Συμπόσιο για την Τυποποίηση, ΤΕΕ, 27-28 Νοεμβρίου 2008, Αθήνα.
- Φωτιάδης, Θ. (2017). *Ανάπτυξη, εφαρμογή και αξιολόγηση μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας για τον κύκλο του νερού στο γυμνάσιο* (Αδημοσίευτη Μεταπτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας: Φλώρινα.
- Χαϊτίδου, Η. Μ., Σπύρτου, Α. & Καριώτογλου, Π. (2014). Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες: σχεδιασμός εκπαιδευτικού υλικού για την επιμόρφωση εκπαιδευτικών. Στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιάς (Επιμ.), *Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή. Ανάπτυξη Εκπαιδευτικού Υλικού στα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες, 17-18 Οκτωβρίου 2014* (σσ. 439-451).
- Χαλκιά, Κ. (2012). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκη.
- Χαντζής, Η. (2010). *Διδακτική βιολογικών εννοιών σε μαθητές δημοτικής εκπαίδευσης* (Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή). Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης: Ξάνθη.
- Χατζηκρανιώτης, Ε., Καλλέρη, Μ., Μολοχίδης, Α. & Ψύλλος, Δ. (2011). Η διαδικασία βελτίωσης μιας Διδακτικής Μαθησιακής Ακολουθίας που βασίζεται στη διερεύνηση και τις ΤΠΕ για τις Θερμικές Ιδιότητες των Υλικών. Στο Γ. Παπαγεωργίου & Γ. Κουντουριώτης (Επιμ.), *Πρακτικά 7^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση. Αλληλεπιδράσεις Εκπαιδευτικής Έρευνας και Πράξης στις Φυσικές Επιστήμες, Τόμος Α', 15-17 Απριλίου 2011* (σσ. 168-175).
- Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π. & Καριώτογλου, Π. (1993). Επικοινωνιακή της γνώσης στην τάξη με συνεργασία δασκάλου-μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 7, 34-41.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα 1: Ερωτηματολόγιο pre & post test

Pre-test

Μέρος 1^ο

Όνομα:

1. Σκέψου και γράψε 3 πηγές ενέργειας.

.....

2. Σκέψου και γράψε 3 μορφές ενέργειας.

.....

3. Μπορείς να σκεφτείς και να γράψεις 3 μορφές ενέργειας που χρειαζόμαστε και αξιοποιούμε στο σπίτι μας;

.....

.....

4. Γράψε σε 1-2 σειρές τι πιστεύεις ότι είναι οι «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας» και γιατί λέγονται έτσι.

.....

.....

5. Ποια πιστεύεις πως είναι η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και των συμβατικών όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (κάρβουνο), το φυσικό αέριο; Ποια η σημαντικότερη ομοιότητά τους;

.....

.....

6. Γράψε σε 2-3 σειρές τι είναι η «Γεωθερμία» και από πού προέρχεται.

.....

.....

Μέρος 2°

Όνομα:

7. Σημείωσε με ένα 'X' στο ΝΑΙ, αν πιστεύεις πως η πηγή ενέργειας που αναφέρεται αριστερά ανήκει στις ανανεώσιμες πηγές ή στο ΟΧΙ στην αντίθετη περίπτωση.

Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας		
	ΝΑΙ	ΟΧΙ
Ήλιος		
Πετρέλαιο		
Αέρας		
Άνθρακας (κάρβουνο)		
Γεωθερμία		

Μέρος 3^ο

Όνομα:

8. Σημείωσε ένα 'X' στη θέση που σε εκφράζει/πιστεύεις περισσότερο.

<u>ΑΠΕ = Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας</u>	Συμφωνώ πολύ	Συμφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Διαφωνώ	Διαφωνώ πολύ
1. Θα συνιστούσα στους γονείς μου να πληρώνουν ακριβότερους λογαριασμούς ρεύματος, αν η ηλεκτρική ενέργεια προερχόταν από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία).					
2. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), είναι ασφαλέστεροι από άλλους τύπους σταθμών παραγωγής ενέργειας (π.χ. με λιγνίτη).					
3. Θα μπορούσαμε να παράξουμε αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα για όλους χρησιμοποιώντας μόνο ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία).					
4. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), μπορεί να βλάψουν τους ανθρώπους που ζουν κοντά τους.					
5. Σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία) μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια συνεχώς, έτσι ώστε να είναι διαθέσιμη όλη την ώρα.					
6. Εάν παράγαμε περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια από ΑΠΕ (άνεμος, κύματα, ήλιος, γεωθερμία), η υπερθέρμανση του πλανήτη θα μειωνόταν.					

Post-test

Μέρος 4^ο

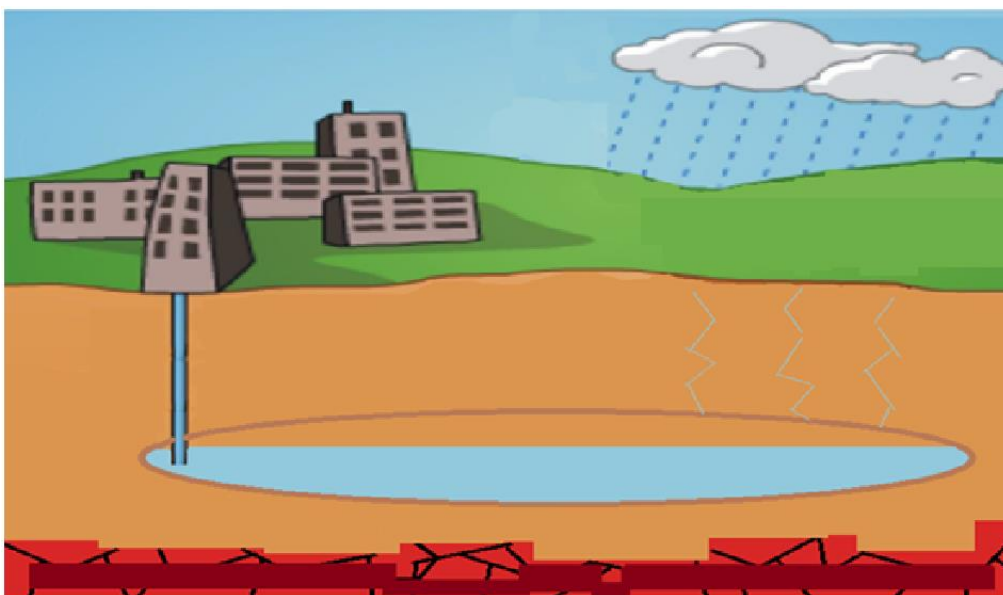
Όνομα:

9. Περιγράψε με δικά σου λόγια πώς δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή, έχοντας για βοήθεια το σκίτσο που σου δίνεται.

.....

.....

.....



10. Ποιος είναι ο ρόλος του εναλλάκτη θερμότητας, σε ένα σύστημα που αξιοποιεί τη Γεωθερμία για θέρμανση ή ηλεκτροπαραγωγή;

.....

.....

.....

11. Γράψε 2-3 από τα οφέλη αξιοποίησης της Γεωθερμίας.

.....

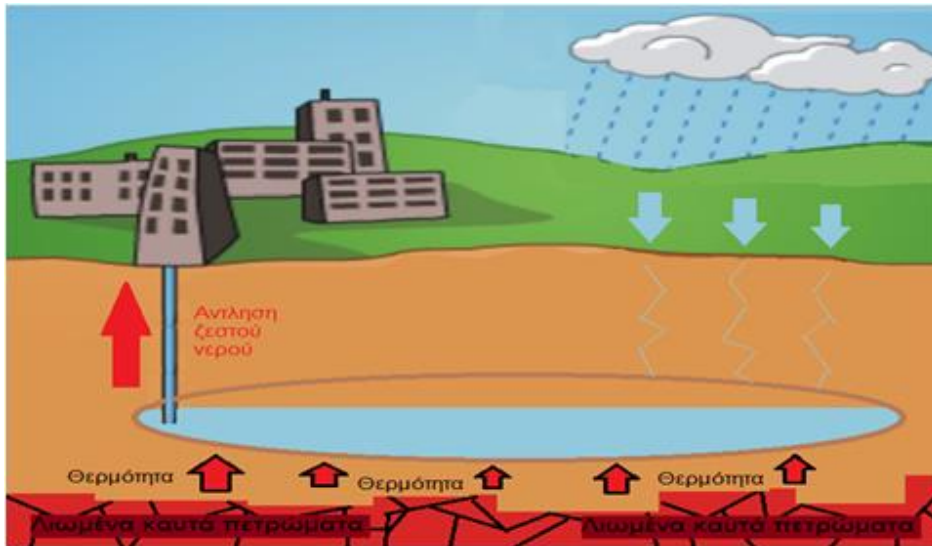
.....

.....

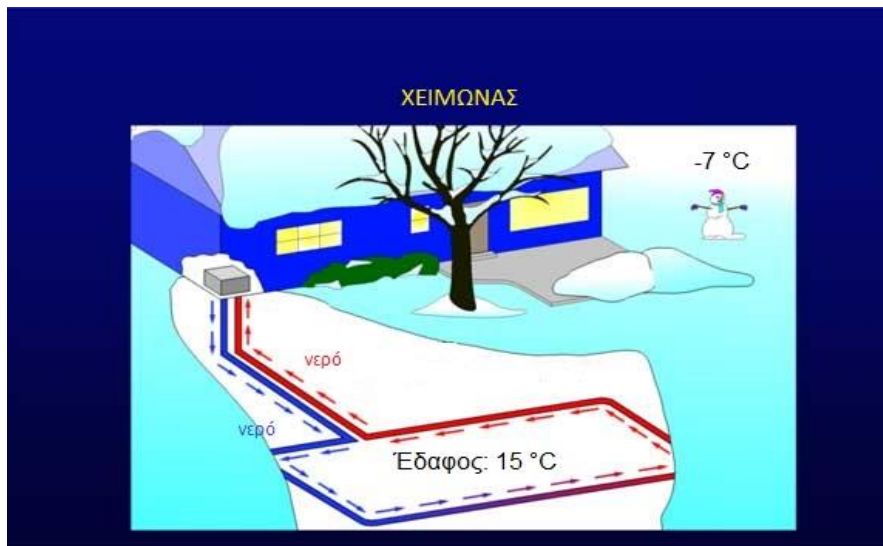
Μέρος 5°

Όνομα:

12. Ποιες διαφορές μπορείς να εντοπίσεις μεταξύ των 2 τρόπων θέρμανσης με Γεωθερμία; Παρακάτω υπενθυμίζονται οι 2 τρόποι:
1^{ος} τρόπος – από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής



2^{ος} τρόπος – μέσα από το νερό και τη διαφορά θερμοκρασίας σπιτιού/εδάφους



.....

.....

.....

.....

Παράρτημα 2: Φύλλα εξωτερικού παρατηρητή

1^η Διδασκαλία – Σύνολο μαθητών: 9 / 10

Πίνακας 1: Φύλλο παρατήρησης από τον εξωτερικό παρατηρητή.

Α. ΦΑΣΗ/ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕ ΝΟ	Β. ΣΤΟΧΟΣ	Γ.ΔΙΔ. ΜΕΘΟΔΟΣ/ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ	Δ. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ Τι κάνει ο Εκπαιδευτικός και τι οι μαθητές	Ε.ΤΕΚΜΗΡΙΑ Των προηγουμένων
1. Προβληματισμός για τη χρησιμότητα της ενέργειας – Πηγές/μορφές ενέργειας	Να αναδειχθούν οι ιδέες των μαθητών για τις μορφές/πηγές ενέργειας και τη χρησιμότητά της. Να αναγνωρίζουν & να διακρίνουν τις πηγές από τις μορφές ενέργειας.	Συζήτηση για τη χρησιμότητα της ενέργειας στον άνθρωπο. Ανάδειξη γνώσεων από καθημερινά παραδείγματα με πηγές/μορφές ενέργειας Προβολή εικόνων Ομαδική δραστηριότητα εντοπισμού-καταγραφής πηγών/μορφών ενέργειας	Διάρκεια φάσης: 15' Εισαγωγή στο θέμα Ο εκπ/ός θέτει ερωτήματα, οι μαθητές απαντούν Ομαδική δραστηριότητα μέσα από προβολή εικόνων	Ε: Γιατί μας χρειάζεται η ενέργεια; Πόσο σημαντική είναι για τον άνθρωπο; M1: Για να κινείται. M2: Για να τρέχει. M3: Για να έχει θέρμανση. M4: Για να έχει ρεύμα. Ε: Από πού πηγάζει η ενέργεια που χρειαζόμαστε; M1: Από τα τρόφιμα. M2: Από τα καύσιμα. M3: Από μπαταρίες. Ε: Άρα ποιες είναι οι πηγές ενέργειας που γνωρίζουμε; M1: Τρόφιμα, καύσιμα και μπαταρίες. Ε: Ποιοι από σας έχετε ξυλόσομπες στο σπίτι σας; Ποιοι έχετε ηλιακούς θερμοσίφωνες; Τι χρειάζεται για να λειτουργήσουν αυτά; Πώς λειτουργούν; M1: Στην ξυλόσομπα βάζουμε ξύλα, τα καίμε και ζεσταινόμαστε. M2: Στον θερμοσίφωνα χρειάζεται ήλιος για να ζεσταθεί το νερό. Ε: Άρα ποιες πηγές χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσει το καθένα; M1: Τα ξύλα και ο ήλιος. Ε: Πάμε τώρα στις μορφές ενέργειας. Ποιες θυμάστε; M1: Ηλεκτρική, κινητική, μηχανική, χημική. M2: Φωτεινή. M3: Θερμική. Ε: Είπατε για την ηλεκτρική. Πού μας χρειάζεται; M1: Για να ανάψουμε το φως. Ε: Δηλαδή το βράδυ όταν κοιμάμαι δε χρειάζομαι φως και δεν κινούμαι, άρα δε σπαταλάω καθόλου ενέργεια; M: - Ε: Η τηλεόραση, το ψυγείο, το κινητό κλείνουν ποτέ; Δηλαδή βγαίνουν από την πρίζα; ... (συζήτηση) M: Χρειαζόμαστε ηλεκτρική ενέργεια όλη την ημέρα, απλώς λιγότερη το βράδυ. Ε: Αν δεν είχαμε ενέργεια θα μπορούσαμε να κάνουμε σιδήποτε; Το αμάξι μας χρειάζεται ενέργεια για να κινηθεί; Ο φούρνος; Το κλιματιστικό; Οι άνθρωποι; Τα φυτά; M: Χρειαζόμαστε ενέργεια για να κάνουμε τα πάντα, χωρίς ενέργεια δε θα λειτουργούσε τίποτα. Ούτε και εμείς οι άνθρωποι. Ε: Συνεπώς μας είναι πολύ σημαντική. Ποια μορφή ενέργειας πιστεύετε ότι χρησιμοποιούμε περισσότερο καθημερινά; Σκεφτείτε και πού για να βοηθηθείτε. M1: Θερμική. M2: Κινητική για να κινούμαστε. Με πηγή τα τρόφιμα. M3M4M5: Την ηλεκτρική γιατί χρειάζεται σχεδόν σε όλα π.χ. φως, τάμπλετ, κινητό, Η/Υ, φούρνος, τηλεόραση, σκούπα, ψυγείο, πιστολάκι... Ε: Ναι έχετε δίκιο την ηλεκτρική ενέργεια τη χρειαζόμαστε σχεδόν για τα πάντα διότι έχουμε και πολλές ηλεκτρικές συσκευές. Τι θα κάναμε μια μέρα χωρίς αυτήν;! Πάμε τώρα σε μια ομαδική δραστηριότητα. Να αναγνωρίσετε τις πηγές και τις μορφές ενέργειας σε κάθε εικόνα που θα σας δείχνω. Θα συζητήσουμε τι γράψατε στο τέλος. ... M: Πηγή-βενζίνη/μορφή εν.-κινητική, πηγή-ηλιακή/μορφή εν.-ηλεκτρική, πηγή-άνεμος/μορφή εν.-ηλεκτρική & κινητική, πηγή-πετρέλαιο ή φυσικό αέριο/μορφή εν.-θερμότητα, πηγή-νερό/μορφή εν.- Ε: Στις εικόνες που είδατε η ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί κατευθείαν από τις πηγές; Τι κάνω; Δηλαδή αν έχω ένα βαρέλι βενζίνη ή μια αποθήκη γεμάτη ξύλα ή ήλιο μπορώ κατευθείαν να πάρω την ενέργεια που θέλω; M1: Τα ξύλα πρέπει να τα βάλουμε στη σόμπα για να καούν και να ζεσταθούμε και τη

				<p>βενζίνη στο αυτοκίνητο για να κινηθεί. M2: Όχι. Χρειαζόμαστε τα κατάλληλα μηχανήματα κάθε φορά. E: Στην εικόνα με το νερό τι βλέπουμε; M1: Το νερό από ένα ποτάμι και ένα φράγμα; E: Καταρχήν πώς λέγεται το εργοστάσιο που είναι δίπλα σε τέτοια φράγματα; Θα σας βοηθήσει να καταλάβετε τη μορφή ενέργειας που δε βρήκατε. M: - E: Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Άρα έχουμε ηλεκτρική ενέργεια μετά. Κάτι ακόμα. Είπατε πως η πηγή είναι το νερό. Δηλαδή εγώ αν έχω έναν κουβά νερό είναι πηγή ενέργειας; M1: Πρέπει να υπάρχει πολύ νερό. E: Είμαστε σε νησί και έχουμε γύρω-γύρω θάλασσα, άρα πολύ νερό. Είναι πηγή ενέργειας; Τι διαφορά έχει το νερό της εικόνας με το νερό της θάλασσας γύρω μας; M: - E: Το νερό στο φράγμα βρίσκεται σε μεγάλο ύψος και το αφήνουμε να περνά ελεγχόμενα και με ορμή. Εκμεταλλευόμαστε δηλαδή την κίνηση του νερού, γι' αυτό και χτίζουμε φράγματα και υδροηλεκτρικά εργοστάσια μαζί. Άρα συναντάμε κινητική, δυναμική και ηλεκτρική ενέργεια. ... E: Τι σχέση έχουν οι πηγές με τις μορφές ενέργειας; M1: Παίρνουμε μια πηγή και γίνεται ενέργεια όπως στο αυτοκίνητο που κινείται όταν βάλουμε βενζίνη. E: Άρα οι πηγές είναι τα «μέσα» που μας προμηθεύουν, που μας δίνουν ενέργεια ενώ οι μορφές είναι τα «πρόσωπα» που μπορεί και αλλάζει η ενέργεια. Κάθε φορά αξιοποιώ την πηγή που έχω και παίρνω την ενέργεια που θέλω.</p> <p>Συμμετοχή μαθητών: Όλοι οι μαθητές συμμετείχαν διότι οι ερωτήσεις αφορούσαν εν μέρει την άποψή τους και τη γνώμη τους. Φυσικά κάποιος ήταν πιο ενεργός καθώς κατείχαν σε ικανοποιητικό βαθμό γνώσεις περί πηγών και μορφών ενέργειας.</p>
2.ΑΠΕ. Το στοιχείο της ανανέωσης ως παράγοντας αναγνώρισής τους.	Να κατανοήσουν τον όρο ΑΠΕ και να διακρίνουν τις πηγές σε ΑΠΕ και μη ΑΠΕ.	Συζήτηση περί ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ πηγών ενέργειας (ΑΠΕ-μη ΑΠΕ)	Διάρκεια φάσης: 15' Ο εκπ/ός μέσα από συζήτηση εμπλέκει τους μαθητές στη διαδικασία απευθύνοντας ερωτήσεις	<p>E: Σκεφτείτε τώρα τον ήλιο και το πετρέλαιο. Τι είναι αυτά τα 2 πηγές ή μορφές; M1: Πηγές. E: Ωραία. Ποιες μορφές ενέργειας υπάρχουν σε κάθε περίπτωση; M1: Από τον ήλιο έχω θερμότητα. M2: Στο πετρέλαιο έχω χημική ενέργεια. E: Σωστά. Στον ήλιο μπορώ να έχω και φωτεινή. Αν ενώσω θερμότητα και φωτεινή ενέργεια μπορώ να πω πως ο ήλιος είναι πηγή ηλιακής ενέργειας. Ας προσπαθήσουμε τώρα να συγκρίνουμε τη χημική ενέργεια του πετρελαίου και την ηλιακή του ήλιου. Τι ομοιότητες μπορεί να έχουν αυτά τα δύο; M1: Μου προσφέρουν ενέργεια. M2: Και από τα δύο παίρνω ενέργεια. E: Σωστά και απ' τα δύο μπορώ να πάρω την ενέργεια που χρειάζομαι και να την αξιοποιήσω. Ποια η διαφορά τους; M1: Το πετρέλαιο βγαίνει από το έδαφος ενώ το άλλο απ' έξω. M2: Τον ήλιο χρησιμοποιείται για φως ενώ το πετρέλαιο για θέρμανση. E: Τις πηγές ενέργειας μπορούμε να τις χωρίσουμε σε δύο κατηγορίες στις ΑΠΕ και στις μη ΑΠΕ. Οι ΑΠΕ έχουν τη λέξη «ανανεώσιμες». Σκεφτείτε λίγο τον ήλιο. Υπάρχει περιορισμός από τη χρήση του, δηλαδή τελειώνει όσο αξιοποιούμε την ηλιακή ενέργειά του; Γίνεται το ίδιο και με το πετρέλαιο; M1: Την ηλιακή ενέργεια μπορώ να τη χρησιμοποιώ κάθε μέρα, αλλά το πετρέλαιο όχι γιατί τελειώνει. M2: Ο ήλιος είναι ΑΠΕ ενώ το πετρέλαιο μη ΑΠΕ. M3: Ο ήλιος δεν τελειώνει. E: Άρα οι ΑΠΕ ανανεώνονται και μάλιστα με φυσικό τρόπο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ενώ πρακτικά δεν τελειώνουν. Ποιες άλλες πηγές μπορούμε να πούμε ότι είναι ΑΠΕ και ποιες μη ΑΠΕ; M1: ΑΠΕ-αέρας, νερό. M2: Μη ΑΠΕ-φυσικό αέριο. M3: Μη ΑΠΕ-βενζίνη. E: Ποιες από αυτές χρησιμοποιούμε περισσότερο καθημερινά όμως; M1: Τις μη ΑΠΕ. M2: Το πετρέλαιο και τη βενζίνη.</p>

				<p>E: Σωστά. Όπως βλέπετε στις μη ΑΠΕ ανήκουν τα καύσιμα που χρησιμοποιούμε, όπως είπατε, πολύ περισσότερο στην καθημερινότητά μας. Τα ορυκτά καύσιμα τα λέμε και συμβατικές πηγές ενέργειας και είναι το αντίθετο των ΑΠΕ.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: Οι μαθητές αποκρινόταν στις ερωτήσεις αφού αυτές αφορούσαν και τις βιωματικές τους εμπειρίες, οπότε παρέθεταν χωρίς φόβο τις σκέψεις τους. Οι εξατομικευμένες ερωτήσεις του εκπαιδευτικού βοήθησαν στην εμπλοκή όλων των μαθητών.</p>
3. Πηγές ενέργειας και περιβάλλον. Οφέλη & περιορισμοί ΑΠΕ-συμβατικών καυσίμων	Να αναγνωρίζουν την αξία των ΑΠΕ προς όφελος του περιβάλλοντος, έναντι των συμβατικών καυσίμων.	<p>Συζήτηση καθημερινών περιπτώσεων χρήσης διαφορετικών πηγών ενέργειας.</p> <p>Προβολή εικόνων.</p> <p>Συζήτηση για επιπτώσεις στο περιβάλλον και σύγκριση ΑΠΕ-συμβατικών καυσίμων.</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 20' Ο εκπ/ός θέτει ερωτήματα στα παιδιά τα οποία προβληματίζονται και εμπλέκονται σε συζήτηση</p> <p>Προβάλλει εικόνες όπου οι μαθητές σχολιάζουν</p> <p>Θέτει κατευθυνόμενες ερωτήσεις</p>	<p>E: Για πείτε μου πάλι κάποιες από τις μη ΑΠΕ.</p> <p>M1: πετρέλαιο, ξύλο.</p> <p>E: Και οι συμβατικές πηγές;</p> <p>M1: φυσικό αέριο, πετρέλαιο, ξύλο.</p> <p>E: Ωραία. Θυμόμαστε ότι είναι το ίδιο. Ενώ στις ΑΠΕ ανήκουν... Πείτε 2-3 παραδείγματα.</p> <p>M1: Ήλιος, νερό, αέρας.</p> <p>E: Ας σκεφτούμε τώρα 3 πράγματα. Ένα αμάξι, μια ξυλόσομπα και έναν ηλιακό θερμοσίφωνα. Ξέρουμε τι είναι το τελευταίο;</p> <p>M: Ναι. Αυτό που ζεσταίνει το νερό για να κάνουμε μπάνιο.</p> <p>E: Μάλιστα. Τι πηγή χρησιμοποιεί το καθένα;</p> <p>M1: Το αμάξι πετρέλαιο ή βενζίνη και η ξυλόσομπα ξύλα.</p> <p>M2: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα τον ήλιο.</p> <p>E: Τι παρατηρούμε σε σχέση με τη λειτουργία αυτών των 3; Έχουν κάποιο αποτέλεσμα; Φέρτε στο μυαλό σας την εξάτμιση και την καμινάδα.</p> <p>M1: Το αμάξι και η ξυλόσομπα μολύνουν το περιβάλλον.</p> <p>M2: Η ξυλόσομπα βγάζει θερμότητα και μαύρο-γκρίζο καπνό.</p> <p>M3: Στη ξυλόσομπα βγαίνει καπνός ενώ στα αμάξια τα καυσαέρια είναι μαύρα.</p> <p>M4: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα δε βγάζει καπνό.</p> <p>E: Άρα ποιο είναι το συμπέρασμα σε συνδυασμό και με την πηγή ενέργειας που έχουν;</p> <p>M1: Το αμάξι και η ξυλόσομπα χρησιμοποιούν μη ΑΠΕ όπως βενζίνη και ξύλο και ρυπαίνουν το περιβάλλον.</p> <p>M2: Ο ηλιακός θερμοσίφωνα χρησιμοποιεί ΑΠΕ, τον ήλιο και ρυπαίνει το περιβάλλον.</p> <p>(1^η εικόνα)</p> <p>E: Τι βλέπουμε αναφορικά με το περιβάλλον; Είναι φωτογραφία της Αθήνας όπως λέει.</p> <p>M1: Έχει κάτι σαν ομίχλη.</p> <p>M2: Το περιβάλλον δε φαίνεται καθαρό.</p> <p>E: Ποιες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται κυρίως;</p> <p>M1: Πετρέλαιο-για θέρμανση, βενζίνη-για τα αμάξια.</p> <p>(2^η εικόνα)</p> <p>E: Εδώ; Το περιβάλλον;</p> <p>M1: Φαίνεται καθαρό.</p> <p>E: Ποια πηγή ενέργειας χρησιμοποιείται;</p> <p>M1: Άνεμος.</p> <p>M2: Αέρας.</p> <p>(3^η εικόνα)</p> <p>M1: Εργοστάσιο ΔΕΗ.</p> <p>M2: Είναι ανθυγιεινό γιατί βγάζει μαύρους καπνούς.</p> <p>M3: Τα φουγάρα βγάζουν μαύρο καπνό.</p> <p>E: Ο λιγνίτης είναι κάτι σαν το κάρβουνο. Συμβατικό καύσιμο δηλαδή. Ποια είναι η πηγή ενέργειας και ποια η μορφή ενέργειας που παίρνουμε;</p> <p>M1: Χρησιμοποιεί ως πηγή τον λιγνίτη και η μορφή ενέργειας που παράγεται είναι η ηλεκτρική.</p> <p>M2: Από τον λιγνίτη έχουμε ρύπανση του περιβάλλοντος.</p> <p>(4^η εικόνα)</p> <p>M1: Εδώ το περιβάλλον είναι καθαρό.</p> <p>M2: Χρησιμοποιείται το νερό ως πηγή ενέργειας και η μορφή ενέργειας που παράγεται είναι η ... ηλεκτρική.</p> <p>(5^η εικόνα)</p>

				<p>E: Το Ρέικιαβικ που αναφέρεται είναι η πρωτεύουσα της...;</p> <p>M: -</p> <p>E: Ισλανδίας (δείχνει στον χάρτη).</p> <p>M1: Στην πάνω φωτογραφία που χρησιμοποιούν τα συμβατικά καύσιμα το περιβάλλον φαίνεται βρόμικο.</p> <p>M2: Υπάρχει ρύπανση.</p> <p>M3: Στην κάτω φωτογραφία το περιβάλλον είναι καθαρό γιατί χρησιμοποιούν ΑΠΕ.</p> <p>E: Άρα για φέρτε στο μυαλό σας πάλι όλες τις εικόνες και σκεφτείτε ποια είναι η διαφορά που συναντάμε στο περιβάλλον και πότε τη συναντάμε;</p> <p>M: Όταν χρησιμοποιούμε τις ΑΠΕ δε ρυπαίνουμε το περιβάλλον, ενώ όταν χρησιμοποιούμε τις μη ΑΠΕ/συμβατικά καύσιμα ρυπαίνουν το περιβάλλον.</p> <p>E: Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι προτιμότερος για να ζεστώ το νερό ή να χρησιμοποιήσω πετρέλαιο;</p> <p>M1: Τον ηλιακό θερμοσίφωνα για να μη ρυπανθεί το περιβάλλον.</p> <p>M2: Το πετρέλαιο ρυπαίνει την ατμόσφαιρα.</p> <p>E: Για να παράξω ηλεκτρική ενέργεια έχω δύο τύπος εργοστασίων. Το υδροηλεκτρικό και αυτό με τον λιγνίτη, όπως είδαμε. Ποιο είναι προτιμότερο και γιατί;</p> <p>M1: Το υδροηλεκτρικό γιατί δε ρυπαίνει το περιβάλλον.</p> <p>M2: Το άλλο βγάζει καπνούς.</p> <p>M3: Και καυσαέρια άρα ρυπαίνει.</p> <p>E: Έχουν κάποια ομοιότητα ο ήλιος με το πετρέλαιο;</p> <p>M: Όχι.</p> <p>E: Μπορώ να χρησιμοποιήσω και τα δύο;</p> <p>M: Ναι.</p> <p>E: Και τι παίρνω;</p> <p>M1: Ενέργεια.</p> <p>E: Συνεπώς μπορώ να χρησιμοποιήσω και τις δύο πηγές ενέργειας για καθημερινές δραστηριότητες όπως μετακίνηση με αμάξι, θέρμανση κ.ά. Άρα η ομοιότητά τους είναι πως τις αξιοποιώ και παίρνω ενέργεια.</p> <p>...</p> <p>E: Είδαμε πως οι ΑΠΕ δε ρυπαίνουν το περιβάλλον. Γιατί δε χρησιμοποιώ συνέχεια ΑΠΕ τότε; Μπορώ; Σκεφτείτε για παράδειγμα τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Πότε και γιατί λειτουργεί;</p> <p>M1: Θέλει ήλιο.</p> <p>E: Άρα πότε δε μου είναι χρήσιμος;</p> <p>M1: Τον χειμώνα όταν δεν έχει ήλιο.</p> <p>M2: Το βράδυ δε θα έχει ζεστό νερό!</p> <p>E: Αν δε φυσάει λειτουργεί η ανεμογεννήτρια που είδαμε;</p> <p>M: Όχι.</p> <p>E: Θα έχω επομένως ηλεκτρικό ρεύμα;</p> <p>M: Όχι.</p> <p>E: Οι πόλεις που είναι κτισμένες μακριά από ποτάμια μπορούν να εκμεταλλευτούν το νερό και την ορμητική κίνησή του από τα φράγματα;</p> <p>M: Όχι.</p> <p>E: Σε αυτές τις ειδικές περιπτώσεις πώς θα ικανοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου-σπιτιού; Δεν του μένει παρά ο «βρόμικος» τρόπος...</p> <p>M1: Τα συμβατικά καύσιμα.</p> <p>E: Άρα τι παρατηρούμε για τη χρήση τους;</p> <p>M1: Τα χρησιμοποιούμε αν δεν έχουμε ΑΠΕ.</p> <p>E: Ναι, όμως αν τα χρησιμοποιούμε συνέχεια δε θα τελειώσουν;</p> <p>M: Ναι.</p> <p>E: Γενικά θα λέγαμε πως 'Δεν μπορούμε να χρησιμοποιούμε μόνο το ένα είδος πηγών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μας, αλλά τον συνδυασμό τους αφού οι ΑΠΕ εξαρτώνται από διάφορες συνθήκες και οι συμβατικές πηγές εξαντλούνται'.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: Τα παιδιά ήταν δραστήρια και ενεργά στο ν σχολιασμό των εικόνων, εξέφραζαν τις απόψεις τους από τις βιωματικές τους εμπειρίες και τις αιτιολογούσαν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού.</p>
--	--	--	--	---

<p>4. Ανάδειξη προβλήματος: το ενεργειακό πρόβλημα και το ΦτΘ</p>	<p>Να ευαισθητοποιηθούν στο ενεργειακό πρόβλημα και να υιοθετήσουν θετική στάση προς τις ΑΠΕ.</p>	<p>Συζήτηση της σημασίας της ηλ. ενέργειας για τον άνθρωπο. Ανάδειξη του ενεργειακού προβλήματος.</p> <p>Ανάδειξη γνώσεων-ιδεών και συζήτηση για το ΦτΘ, ως αρνητική περιβαλλοντική επίπτωση.</p> <p>Προβολή βίντεο. Προβληματισμός και συζήτηση στο θέμα της ενεργειακής κατανάλωσης. Ομαδική δραστηριότητα απάντησης ερωτήσεων του βίντεο.</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 20' Ο εκπ/ός θέτει ερωτήματα σχετικά με τις βιώσιμες εμπειρίες των μαθητών. Προσπαθεί να προβληματίσει τους μαθητές και να αξιοποιήσει τις ιδέες τους στη συζήτηση</p> <p>25' Προβολή βίντεο και συζήτηση</p>	<p>E: Τι είπαμε πως θα γίνει αν χρησιμοποιώ συνέχεια τα συμβατικά καύσιμα; Είναι απεριόριστα; Θα υπάρχουν για πάντα; M1: Αυτά θα τελειώσουν σε 200 χρόνια. Δε θα ζω μέχρι τότε. E: Τι θα απογίνουν οι απόγονοί σου όμως; Ή οι άνθρωποι που θα ζουν τότε; M: - E: Ποιες συσκευές στο σπίτι μας χρειάζονται ηλεκτρικό ρεύμα για να λειτουργήσουν; M1: Το κινητό, το τάμπλετ, η τηλεόραση. M2: Ψυγείο, κλιματιστικό. M3: Φούρνος. M4: Σχεδόν όλα! E: Υπάρχει κάποια περίοδος μέσα στη μέρα που να μη χρειαζόμαστε ηλεκτρικό ρεύμα; M1: Το βράδυ δε χρειαζόμαστε φως αφού κοιμάμαι. E: Είναι όμως μόνο το φως για το οποίο χρειαζόμαστε ηλεκτρικό ρεύμα; Το ψυγείο είναι ανοικτό το βράδυ. Η μαμά μπορεί να βάλει πλυντήριο και να το αφήσει ως το πρωί. Το κλιματιστικό λειτουργεί μια πολύ ζεστή νύχτα. ... Επίσης ποιον τύπο πηγής ενέργειας είδαμε πως χρησιμοποιούμε συνήθως; M1: Τα συμβατικά καύσιμα. E: Ξέρετε επίσης πως ο πληθυσμός της γης ολοένα και αυξάνεται; Τι θα γίνει λοιπόν αν αυτοί οι συνεχώς αυξανόμενοι άνθρωποι χρειάζονται περισσότερο ρεύμα; Πού θα το βρούμε; ... Θα αναγκαστούμε να παράγουμε περισσότερο. Και πώς; Χρησιμοποιώντας κυρίως συμβατικά καύσιμα που όπως είπατε κάποτε θα τελειώσουν. Οδηγούμαστε συνεπώς σε ένα ενεργειακό πρόβλημα. ... Πώς είδαμε ότι παράγεται η ηλεκτρική ενέργεια από προηγούμενες εικόνες; M1: Από υδροηλεκτρικά εργοστάσια. M2: Από το εργοστάσιο ΔΕΗ που έχει ... λιγνίτη. M3: Από ανεμογεννήτριες. E: Σας ενημερώνω πως αυτό το εργοστάσιο που καίει λιγνίτη είναι αυτό που παράγει κυρίως, ηλεκτρική ενέργεια. Όμως, όπως μάθαμε η χρήση του συμβατικού αυτού καυσίμου προκαλεί ρύπανση του περιβάλλοντος. Ένα πρόβλημα αυτής της ρύπανσης είναι το ΦτΘ. Έχετε ακούσει τον όρο ΦτΘ; Ξέρετε τι είναι ή πώς δημιουργείται; M1: Με τις τομάτες; M: - E: Όχι το γνωστό θερμοκήπιο με τα λαχανικά. Μάλλον δε θυμάστε κάτι ή δεν έχετε ξανακούσει για το ΦτΘ. (Προβάλλει την εικόνα) Όπως βλέπετε στην εικόνα όταν καίμε πετρέλαιο, βενζίνη, λιγνίτη κ.ά. συμβατικά καύσιμα παράγονται κάποια αέρια που λέγονται θερμοκηπικά. Τα αέρια αυτά κυρίως το διοξείδιο του άνθρακα... M: (επιφωνήματα αναγνώρισης) E: ... παγιδεύουν την ακτινοβολία του ήλιου. Όσο περισσότερο καίμε συμβατικά καύσιμα τόσο περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα παράγεται με αποτέλεσμα να κρατά όλο και περισσότερη ακτινοβολία, θερμαίνοντας ακόμη περισσότερο την ατμόσφαιρα. Η διαδικασία αυτή θυμίζει τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου π.χ. με τομάτες, γι' αυτό και ονομάζεται ΦτΘ. Άντε και γίνεται αυτό, πιστεύετε πως υπάρχει πρόβλημα αν ανεβεί η θερμοκρασία του πλανήτη; M1: Όχι. E: Μήπως κάπου αλλού εκτός από εδώ κοντά μας; Στους πόλους για παράδειγμα που έχει πάγους; M1: Θα λιώσουν οι πάγοι και θα πεθάνουν τα ζώα που μένουν εκεί. E: Αν λιώσει ο πάγος; M1: Θα γίνει νερό. M2: Οι πόλεις θα πλημμυρίσουν. E: Ε, τότε είναι κακό το ΦτΘ σε αυτόν τον βαθμό. Κρίνοντας από όλα αυτά που είπαμε μέχρι τώρα πώς πρέπει να φερόμαστε στο περιβάλλον; Τι θα μπορούσαμε να κάνουμε; M1: Ανθρώπινα. Να μη χρησιμοποιούμε πετρέλαιο και φυσικό αέριο. M2: Να καταργήσουμε ή να μειώσουμε τη χρήση αυτοκινήτων. M3: να χρησιμοποιούμε ηλεκτρικό αυτοκίνητο. M4: Να χρησιμοποιούμε ΑΠΕ. ... (προβολή βίντεο) E: Ποιες είναι οι βασικότερες αιτίες δημιουργίας του ΦτΘ; M1: Τα ορυκτά καύσιμα, το πετρέλαιο, το φυσικό αέριο. M2: Ρυπαίνουν το περιβάλλον.</p>
---	---	--	---	---

				<p>M3: Το διοξείδιο του άνθρακα.</p> <p>...</p> <p>E: Ποιες είναι η διαφορά των ΑΠΕ με τις συμβατικές πηγές ενέργειας όπως άνεμος, γεωθερμία, βιομάζα;</p> <p>M1: Οι ΑΠΕ δε ρυπαίνουν το περιβάλλον.</p> <p>E: Φαντάζομαι πως αυτός ο λόγος τις κάνει σημαντική τη χρήση τους στο περιβάλλον.</p> <p>M2: Οι ΑΠΕ δεν εξαντλούνται, ενώ οι μη ΑΠΕ εξαντλούνται.</p> <p>E: Είναι και αυτή διαφορά.</p> <p>...</p> <p>E: Σχετίζεται η εξοικονόμηση ενέργειας με τις ΑΠΕ και γιατί;</p> <p>M1: Μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις ΑΠΕ για να εξοικονομήσουμε ενέργεια.</p> <p>M2: Με τις ΑΠΕ δε σπαταλώ την ενέργεια.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: Όλοι οι μαθητές εξέφρασαν τη γνώμη τους και συμμετείχαν, είτε απαντώντας σε ανοικτού τύπου ερωτήσεις είτε σε κατευθυνόμενες για τους αδύναμους. Στην ομαδική δραστηριότητα μέσα από την προβολή εικόνων έδειξαν όρεξη και συνεργάστηκαν ακούγοντας τις προτάσεις όλων των μελών της ομάδας μέχρι την καταγραφή.</p>
--	--	--	--	--

2^η Διδασκαλία – Σύνολο μαθητών: 9 / 10

Πίνακας 1: Φύλλο παρατήρησης από τον εξωτερικό παρατηρητή.

Α. ΦΑΣΗ/ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕ ΝΟ	Β. ΣΤΟΧΟΣ	Γ.ΔΙΔ. ΜΕΘΟΔΟΣ/ ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗ	Δ. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ Τι κάνει ο Εκπαιδευτικός και τι οι μαθητές	Ε.ΤΕΚΜΗΡΙΑ Των προηγούμενων
<p>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ: Μοντέλα</p> <p>Σύνδεση με προηγούμενη ενότητα. Χρήση ΑΠΕ-Συμβατικών καυσίμων & περιβάλλον</p> <p>Το ηφαίστειο</p>	<p>Να κατανοήσουν τη λειτουργία & τον ρόλο τους αφού θα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια.</p> <p>Να θυμηθούν πως η χρήση συμβατικών καυσίμων ρυπαίνει το περιβάλλον.</p> <p>Ανάδειξη προϋπαρχουσών ιδεών/αντιλήψεων για το εσωτερικό της γης (λάβα, λιθ. Πλάκες, θερμότητα, άνοδος)</p>	<p>Παρουσίαση μιας εναλλακτικής χρήσης του όρου μοντέλο από τον εκπ/κό</p> <p>Επεξήγηση παραδείγματος</p> <p>Συζήτηση-ανακεφαλαίωση της προηγούμενης ενότητας</p> <p>Προβολή βίντεο με έκρηξη ηφαιστείου. Ερωτήσεις/συζήτηση για το εσωτερικό της γης-θερμότητα</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 3' Ο εκπ/ός συζητά με του μαθητές περί μοντέλων στην εκπαίδευση</p> <p>6' Ο εκπ/ός κάνει ερωτήσεις επανάληψης του προηγούμενου μαθήματος</p> <p>4' Ο εκπ/ός προβάλλει το βίντεο και θέτει ερωτήματα</p> <p>Προβάλλει διαφάνειες από την παρουσίαση ppt</p>	<p>Ε: Ποιος ξέρει να μου πει τι είναι ένα μοντέλο; M1: Οι όμορφες γυναίκες στην τηλεόραση. M2: Τα αυτοκίνητα (δίνει παραδείγματα). Ε: Υπάρχει άλλη έννοια του όρου «μοντέλου»; M: Όχι. Ε: Όταν στα μαθήματα λέμε την έννοια μοντέλο εννοούμε μια αναπαράσταση και όχι ένα ακριβές αντίγραφο μιας κατάστασης. Π.χ. η υδρόγειο σφαίρα (μοντέλο) μας δίνει πληροφορίες για συγκεκριμένα πράγματα όπως το σχήμα της γης και τις ονομασίες-τοποθεσίες χωρών. Επίσης αν την περιστρέψουμε γύρω από έναν φακό (ήλιος) μπορούμε να καταλάβουμε γιατί και στην πραγματικότητα έχουμε εναλλαγή μέρας και νύχτας. Μοντέλα μπορεί να είναι οι χάρτες αλλά και εικόνες και σκίτσα όπως θα δούμε παρακάτω.</p> <p>Ε: Πείτε μου διάφορες πηγές και μορφές ενέργειας. M: Πηγές-Αέρας, ήλιος, πετρέλαιο, φυσικό αέριο. Μορφές-κινητική, ηλεκτρική, δυναμική, μηχανική. Ε: Πως ξεχωρίζουμε τις πηγές σε ΑΠΕ και συμβατικές πηγές; M1: Οι ΑΠΕ δεν εξαντλούνται. M2: Τα συμβατικά καύσιμα εξαντλούνται. M3: Όμως χρησιμοποιούμε συνήθως μη ΑΠΕ, όπως το πετρέλαιο. Ε: Τι θυμάστε για το ΦτΘ; M1: Αν δε γινόταν θα ήταν όλα παγωμένα. M2: Γίνεται από τη ρύπανση από τα αυτοκίνητα. M3: Πρέπει να χρησιμοποιούμε ΑΠΕ.</p> <p>Ε: Ξέρετε κάτι για τα ηφαίστεια; M1: Καταστρέφουν τον κόσμο. M2: Δημιουργούνται από τη γη. M3: Γίνονται από τις λιθοσφαιρικές πλάκες όταν κινούνται. Ε: Τι έγινε μετά την έκρηξη; M1: Βγαίνει η λάβα. Ε: Πού βρισκόταν αυτή η λάβα, τι πιστεύετε; M1: Μάλλον κάτω από τις λιθοσφαιρικές πλάκες.</p> <p>Συμμετοχή μαθητών: όλα τα παιδιά συμμετείχαν σηκώνοντας χέρι στα ερωτήματα του εκπαιδευτικού, συμπληρώνοντας το ένα το άλλο και εκφράζοντας ελεύθερα τη γνώμη τους.</p>
<p>2. Φαινόμενο σύγκρουσης λιθ. πλακών.</p> <p>Το μάγμα ως πηγή θέρμανσης του νερού-ατμού στο εσωτερικό της γης.</p>	<p>Να περιγράψουν τα γεωθερμικά πεδία και να ερμηνεύσουν τη δημιουργία τους</p>	<p>Προβολή διαφανειών παρουσίασης (εικόνες & επεξ. κείμενα)</p> <p>Παρουσίαση & επεξήγηση φαινομένων με βάση τις</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 30' Υπενθυμίζει το φαινόμενο σύγκρουσης των λιθοσφαιρικών πλακών από τη Γεωγραφία</p>	<p>Ε: Σε ποια μορφή υπάρχει η λάβα στο εσωτερικό της γης; M: Μάγμα. Ε: Τι θυμάστε για τις λιθ. πλάκες; M1: Συγκρούονται και γίνονται σεισμοί. Ε: Πού βρίσκονται; M2: Στο εσωτερικό της γης. Πολύ βαθιά. Ε: Κινούνται καθόλου; M3: Ναι. Ε: Πώς πιστεύετε γίνεται το μάγμα; M1: Εκεί που συγκρούονται οι πλάκες γίνεται και μετά ανεβαίνει. Ε: Όταν 2 από αυτές συγκρούονται τρίβονται μεταξύ τους και ζεσταίνονται</p>

<p>Η Γεωθερμία ως ΑΠΕ</p>	<p>Να αναγνωρίσουν τη Γεωθερμία ως ΑΠΕ. Να κατανοήσουν τη διαδικασία ανανέωσης</p>	<p>αρχικές ιδέες τους</p>	<p>Προσπαθεί να αναδείξει τις αρχικές ιδέες των παιδιών</p>	<p>ενώ κάποιες φορές ζεσταίνουν και ορισμένες ποσότητες παγιδευμένων νερών που βρίσκονται αρκετά βαθιά. Μετά τη σύγκρουση κάποιες ποσότητες των λιωμένων πια πετρωμάτων και ζεστών νερών ανεβαίνουν πιο κοντά στην επιφάνεια. M1: Τι θα γίνει αν αυτά τα νερά ανέβουν πάνω; E: Θα δούμε στη συνέχεια...</p> <p>E: Δείτε την εικόνα, πώς κυκλοφορεί το νερό σε αυτήν την περίπτωση; Τα στοιχεία βρίσκονται στην εικόνα. Ποιος θα περιγράψει; M1: Ανάμεσα στα πετρώματα. M2: Βρέχει και το νερό πάει μέσα στη γη. E: Ωραία. Μετά τι γίνεται στο νερό; Από τι ζεσταίνεται; M1: Έρχεται ζέστη από κάτω. M2: Από τα πετρώματα που βρίσκονται από κάτω. M3: (διαβάζει για το γεωθερμικό πεδίο από τη διαφάνεια) E: Η διαδικασία αυτή μήπως φαίνεται να σχηματίζει κάπως κάποιο σχήμα που ξέρετε; M1: Κύκλος. E: Ναι θυμίζει κάπως κύκλο, χωρίς βέβαια να κλείνει από την πάνω πλευρά. Ποιος θα μου ξαναπεί τώρα, με τη βοήθεια της εικόνας, τα 3 στοιχεία που υπάρχουν στη διαδικασία που βλέπουμε ξεκινώντας από πάνω δεξιά. M1: Βρέχει και το νερό πέφτει στο έδαφος (1), φτάνει στη δεξαμενή και ζεσταίνεται (2). E: Πώς; M2: Από τα θερμά πετρώματα που ακουμπάει από κάτω. E: Μετά; M3: Ανεβαίνουν και ζεστά νερά ά ατμοί από κάποια σημεία. E: Σωστά. Είναι αυτά που είπαμε προηγουμένως. Φτάνουν μέχρι εδώ. Ποιο είναι το 3^ο στοιχείο; Κάνουν κάτι οι άνθρωποι; M1: Ρίχνουν κι αυτοί νερό κάτω. E: Είδαμε πως το νερό αυτό κάτω είναι ζεστό. Απλώς υπάρχει η τρύπα με τους σωλήνες για να ρίχνουμε κι εμείς νερό; Ή κάτι άλλο; M1: Το χρησιμοποιούν οι άνθρωποι. M2: Τραβάμε το νερό και το χρησιμοποιούμε για μπάνιο. E: Όντως παίρνουμε το θερμό νερό, θα δούμε όμως πού και πώς μας χρησιμεύει. Κάτι ακόμη, είναι η γεωθερμία ΑΠΕ; M: Ναι. E: Γιατί; M1: Γιατί ξαναγίνεται. M2: Γιατί δημιουργείται από τη φύση. E: Άρα βλέπουμε πως η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς με τα στοιχεία που είπαμε ενώ ο άνθρωπος χρησιμοποιεί το ζεστό νερό χωρίς αυτό να τελειώνει. Βρέχει συνέχεια, το νερό πέφτει μέσα, ζεσταίνεται, το παίρνουμε. Συνεπώς μιλάμε για μια ΑΠΕ. Για δείτε τώρα και την επόμενη εικόνα ποια είναι τα κοινά στοιχεία με την προηγούμενη; M: Η βροχή, το νερό που πάει μέσα στη γη, η θερμότητα που δίνουν τα καυτά πετρώματα και οι σωλήνες που παίρνουν το ζεστό νερό στα σπίτια. E: Ποιο είναι το καινούργιο στοιχείο που δεν είχε η προηγούμενη εικόνα; M1: Η λιμνούλα που μαζεύεται το νερό μέσα στη γη. E: Η λιμνούλα αυτή που μαζεύονται τα νερά των βροχών λέγεται γεωθερμική δεξαμενή. Βρίσκεται μέσα στη γη και μοιάζει με μεγάλο δοχείο-κουτί (δεξαμενή). Μπορεί να είναι μια υπόγεια σπηλιά.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: όλα τα παιδιά συμμετείχαν σηκώνοντας χέρι στα ερωτήματα του εκπαιδευτικού, συμπληρώνοντας το ένα το άλλο και εκφράζοντας ελεύθερα τη γνώμη τους. Ο εκπ/ός έκανε παράλληλα και τροποποιημένες ερωτήσεις για να συμμετέχουν όλοι οι μαθητές. Οι διαφάνειες φάνηκαν κατανοητές σε αυτούς και με παρότρυνση του εκπ/ού τις αξιοποιούσαν συνεχώς.</p>
<p>3. Η διαφορά θερμοκρασίας και η μεταφορά</p>	<p>Να περιγράψουν τη διαδικασία μεταφοράς</p>	<p>Συζήτηση-υπενθύμιση φαινομένου και</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 12' Ο εκπ/ός μέσα από κατάλληλες ερωτήσεις</p>	<p>E: Τι είναι η θερμοκρασία και τι η θερμότητα; Ποια η διαφορά τους; M1: Η θερμοκρασία είναι π.χ. 200 °C. M2: Η θερμότητα είναι μορφή ενέργειας. E: Άρα η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας όπως λέμε κινητική, ηλεκτρική κ.ά.</p>

<p>Θερμότητας</p>	<p>Θερμότητας από ένα σώμα σε ένα άλλο καθώς και τη συνθήκη της διαφοράς θερμοκρασίας (ΔΘ).</p> <p>Συζήτηση-αναφορά της διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας από το εσωτερικό της γης ως την επιφάνεια (γεωθ. πεδίο).</p>	<p>διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας 2 σωμάτων με ΔΘ σε επαφή (προβολή εικόνας).</p> <p>Συζήτηση-αναφορά της διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας από το εσωτερικό της γης ως την επιφάνεια (γεωθ. πεδίο).</p>	<p>υπενθυμίζει και προσπαθεί να διευκρινίσει τη διαφορά μεταξύ θερμοκρασίας-θερμότητας</p> <p>Προβάλλει την εικόνα με το πείραμα από τα Φυσικά Ε' Δημοτικού</p> <p>Προβάλλει τις εικόνες με το γεωθερμικό πεδίο και τη γεωθερμική δεξαμενή</p>	<p>ενώ η θερμοκρασία είναι μια κλίμακα που μετράμε πόσο ζεστό ή κρύο είναι κάτι. (Δείχνει την εικόνα με το πείραμα και ένας μαθητής διαβάζει τα στοιχεία) Ποιος θα πει τι γίνεται στα δύο δοχεία; Αν δε θυμάστε σκεφτείτε τώρα.</p> <p>M1: Στο θερμόμετρο που είναι στο κρύο νερό θα πέφτει η θερμοκρασία, ενώ στο άλλο θα ανεβαίνει.</p> <p>E: Μέχρι πότε;</p> <p>M: -</p> <p>E: Θα φτάσουν και τα 2 θερμόμετρα σε ένα ίδιο ενδιάμεσο σημείο μέχρι όπου δε θα υπάρξουν σκαμπανεβάσματα πάλι. Πώς μπορώ τελικά να συνδυάσω τις 2 αυτές εννοίες σε 1 πρόταση;</p> <p>M1: Η θερμότητα ρέει από το θερμό στο ψυχρό.</p> <p>E: Γιατί;</p> <p>M2: Επειδή έχουν διαφορετική θερμοκρασία.</p> <p>E: Μάλιστα. Να σας θυμίσω τώρα και το συμπέρασμα που είχατε γράψει. «Την ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας την ονομάζουμε θερμότητα». ... Πάμε τώρα πάλι στις 2 προηγούμενες εικόνες με το γεωθερμικό πεδίο και τη γεωθερμική δεξαμενή. Υπάρχει μεταφορά θερμότητας εδώ; Από πού γίνεται;</p> <p>M1: Ναι. Από τα πετρώματα.</p> <p>E: Και πού πηγαίνει, πού μεταφέρεται δηλαδή;</p> <p>M2: Στο νερό που βρίσκεται στη γεωθερμική δεξαμενή.</p> <p>E: Άρα έτσι το ζεσταίνει δηλαδή και το βρίσκουμε εμείς μετά ζεστό όταν το αντλούμε;</p> <p>M: Ναι.</p> <p>M1: Δεν εξατμίζεται το νερό αν πάρει πολλή θερμότητα από τα καυτά πετρώματα;</p> <p>E: Ναι. Αν το ποσό της θερμότητας, που θα μεταφερθεί από τα καυτά πετρώματα, είναι τόσο μεγάλο τότε θα μετατρέψει το νερό στη γεωθερμική δεξαμενή σε ατμό. Θα δούμε αργότερα πώς χρησιμοποιούμε τον ατμό ή το ζεστό νερό που αντλούμε. ... Πιστεύετε πως τα καυτά πετρώματα που βρίσκονται κάτω ή το νερό της βροχής θα τελειώσουν κάποια στιγμή;</p> <p>M: Όχι. Η βροχή δεν τελειώνει.</p> <p>E: Τα καυτά πετρώματα όμως;</p> <p>M: -</p> <p>E: Δεν είπαμε πως οι λιθοσφαιρικές πλάκες κινούνται συνέχεια και όταν συγκρούονται τρίβονται και ζεσταίνονται τόσο πολύ και κάποια κομμάτια λιώνουν και ανεβαίνουν προς τα πάνω; Αυτή η διαδικασία δε γίνεται συνέχεια; Ακόμη και τώρα που μιλάμε;</p> <p>M: Ναι.</p> <p>E: Ποιος θα ξαναπεί, βλέποντας και την εικόνα για βοήθεια, γιατί η γεωθερμία είναι ΑΠΕ;</p> <p>M1: Επειδή το νερό της βροχής θα πέφτει συνέχεια στη δεξαμενή και εκεί θα ζεσταίνεται συνέχεια από τα καυτά πετρώματα που θα του δίνουν θερμότητα και εμείς θα έχουμε ζεστό νερό όλη την ώρα.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: όλα τα παιδιά συμμετείχαν, έκαναν ερωτήσεις και έθεσαν διάφορες απορίες.</p>
<p>4. Η Γεωθερμία στην αρχαιότητα</p> <p>Ο όρος Γεωθερμία</p> <p>Οφέλη χρήσης της Γεωθερμίας</p>	<p>Να έρθουν σε επαφή με μια περίπτωση αξιοποίησης της Γεωθερμίας στην αρχαιότητα.</p> <p>Να αναλογίζονται και να καταγράφουν τα οφέλη της Γεωθερμίας, όντας ΑΠΕ.</p>	<p>Προβολή διαφανειών παρουσίασης (εικόνες & επεξ. κείμενα)</p> <p>Παρουσίαση & επεξήγηση φαινομένων</p> <p>Ομαδική δραστηριότητα (καταγραφή</p>	<p>Διάρκεια φάσης: 10' Προβάλλει διαφάνειες με θέμα η γεωθερμία στην αρχαιότητα</p> <p>Τα παιδιά εργάζονται σε ομαδική δραστηριότητα</p> <p>35' Καταγράφουν τις ιδέες-πρότασεις τους και τις</p>	<p>E: (προβάλλει παράλληλα και τις εικόνες της παρουσίασης) Πώς φαίνεται να αξιοποιούνταν η γεωθερμία στην αρχαιότητα;</p> <p>M1: Οι άνθρωποι κάνουν μπάνιο.</p> <p>M2: Μπάνιο.</p> <p>M3: (διαβάζει) Θέρμανση-Μαγείρεμα-Χαλάρωση.</p> <p>E: Πώς αξιοποιήθηκε η γεωθερμία από τους Ρωμαίους;</p> <p>M1: Για μπάνιο σε λουτρά.</p> <p>E: Πώς φαντάζεστε να ήταν περίπου τα λουτρά;</p> <p>M1: Μεγάλα κτίρια που στο κέντρο τους είχαν το ζεστό νερό.</p> <p>M2: Ξαν πισίνα.</p> <p>M3: Όμορφα κτίρια που οι πολίτες κολυμπούσαν στο ζεστό νερό.</p> <p>E: Δηλαδή ο σκοπός αυτών των θερμών πηγών και λουτρών ποιος ήταν για τους ανθρώπους; Γιατί τους ήταν χρήσιμα;</p> <p>M: Για μπάνιο.</p> <p>E: Άρα η κύριος σκοπός της χρήσης τους ήταν για χαλάρωση γενικότερα. Δεν είδαμε να χρησιμοποιούν τις πηγές κάπως διαφορετικά.</p>

		<p>οφελών και κόστους της γεωθ. Ενέργειας)</p> <p>Συζήτηση για την αξιοποίηση της Γεωθερμίας στην αρχαιότητα</p>	<p>ανακοινώνουν οι εκπρόσωποι των ομάδων με τα υπόλοιπα παιδιά να συμπληρώνουν και να επεξηγούν όταν ζητείται</p>	<p>M1: Και για μαγείρεμα. E: Ναι σε κάποιες περιπτώσεις για μαγείρεμα και ίσως για να ζεσταθούν όσο είναι μέσα, αλλά κυρίως για απόλαυση. ... (προβολή διαφάνειας) M1: (διαβάζει) E: Με τι σχετίζεται άρα η γεωθερμία για την οποία μιλάμε τόση ώρα; M1: Με τη θερμότητα που βρίσκεται μέσα στη γη. E: Πώς καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει θερμότητα μέσα της; M1: Από τις θερμές πηγές.</p> <p>(ομαδική δραστηριότητα) E: Τι θα προτείνατε στον αυτοκράτορα ώστε να χειριστεί σωστά και να έχει έσοδα από το θερμό νερό; ... Σκεφτείτε τα οφέλη της γεωθερμίας, ... M1: να δημιουργήσει λουτρά και να έχει έσοδα. M2: Λουτρά για να χαλαρώνει ο κόσμος. M3: Πρέπει να βάλει εισιτήριο και να κάνει ειδικές τιμές. M4: Είναι κάτι ξεχωριστό. M5: Είναι ΑΠΕ. M6: Δε ρυπαίνει το περιβάλλον.</p> <p>E: Υπάρχουν στις μέρες μας ζεστά λουτρά; M1: Τζακούζι. E: Σωστό δεν είναι από φυσική πηγή, το έχει φτιάξει ο άνθρωπος εξ ολοκλήρου. Φυσικές θερμές πηγές υπάρχουν ακόμη και σήμερα, όπως τα λουτρά Πόζαρ, απλώς επειδή το περιβάλλον είναι πολύ περιποιημένο με ωραίες και σύγχρονες εγκαταστάσεις ίσως να μη μοιάζει φυσικό. ... Όπως είδαμε το νερό από τις γεωθερμικές δεξαμενές μπορούμε να το αντλήσουμε ή να βγει ακόμη και μόνο του στην επιφάνεια. Όταν η θερμοκρασία του δεν είναι πολύ μεγάλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμά λουτρά.</p> <p>Συμμετοχή παιδιών: Όλα τα παιδιά μίλησαν και συμμετείχαν ενεργά στις συζητήσεις των ομάδων τους. Η συνολική συζήτηση έγινε κυρίως με τους εκπροσώπους των ομάδων που έδιναν τις απαντήσεις που είχαν συζητήσει από πριν με τους υπόλοιπους να συμπληρώνουν και να επεξηγούν σε διευκρινιστικές ερωτήσεις του εκπαιδευτικού.</p>
--	--	--	---	---

Παράρτημα 3: Διδακτικά υλικά και αξιοποίηση τους

1^η Ενότητα: Ενέργεια – ΑΠΕ – Ενεργειακό πρόβλημα

Διδακτικοί στόχοι αυτής της ενότητας ήταν να μπορούν οι μαθητές/μαθήτριες να:

5. Αναγνωρίζουν και να διακρίνουν τις μορφές από τις πηγές ενέργειας.
6. Κατανοήσουν τον όρο Α.Π.Ε. και να διακρίνουν τις πηγές ενέργειας σε ανανεώσιμες και μη.
7. Κατανοήσουν: Α) τα περιβαλλοντικά οφέλη αλλά και Β) τους περιορισμούς των Α.Π.Ε. σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, στο σπίτι αλλά και ευρύτερα.
8. Ευαισθητοποιηθούν στο θέμα του ενεργειακού προβλήματος (υπέρμετρη ενεργειακή κατανάλωση - επιπτώσεις στο περιβάλλον), υιοθετώντας θετική στάση προς τις Α.Π.Ε.

Κατά τη διεξαγωγή της πρώτης φάσης της Δ.Μ.Α. ο ερευνητής/εκπαιδευτικός προκάλεσε συζήτηση γύρω από την ενέργεια, θέτοντας ερωτήματα στους μαθητές, όπως: γιατί μας χρειάζεται η ενέργεια, πού και πώς την αξιοποιούμε και από πού αυτή πηγάζει.

Ακολούθως, οδήγησε τη συζήτηση στις μορφές και τις πηγές ενέργειας που απαντώνται στην καθημερινότητα (ταυτόχρονα κάλεσε τους μαθητές να αναγνωρίσουν κάποιες από αυτές στην καθημερινότητά τους), όσο και αυτές που παρατηρούνται ευρύτερα στο περιβάλλον.

Αξίζει να αναφερθεί πως, από τα αποτελέσματα της δοκιμής που έγινε πριν από την εφαρμογή της Δ.Μ.Α. (pre-test), φάνηκε ότι τα παιδιά δυσκολεύονταν να διακρίνουν τις δύο έννοιες, πηγές-μορφές ενέργειας. Έτσι, αφού προβλήθηκε το ίδιο έργο(εικόνα 1)σε όλη την τάξη, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να περιγράψουν (μέσα από ανοικτό διάλογο-συζήτηση, τόσο μεταξύ των μαθητών, όσο και μεταξύ μαθητών – εκπαιδευτικού/ερευνητή), το φαινόμενο, αλλά και να ονομάσουν την πηγή και την τελική (προς χρήση) μορφή ενέργειας.



Εικόνα 1: Περιγράψτε αυτό που γίνεται στην εικόνα. Ποια μορφή ενέργειας χρησιμοποιούμε/αξιοποιούμε; Ποια είναι η πηγή ενέργειας;

Στη συνέχεια τα παιδιά χωρίστηκαν σε δύο (2) ομάδες των πέντε (5) ατόμων. Προβλήθηκαν εικόνες με γνωστές και άγνωστε πηγές ενέργειας και ζητήθηκε από κάθε ομάδα να καταγράψει τις πηγές και τις μορφές ενέργειας από τις ίδιες εικόνες (δραστηριότητα 1).

Κάθε ομάδα ανακοίνωνε, ανά εικόνα, μια μορφή και μια πηγή ενέργειας, ενώ η άλλη ομάδα συμφωνούσε ή διαφωνούσε. Οι απαντήσεις συζητούνταν από την ολομέλεια της τάξης.

Ο διάλογος μεταξύ των μαθητών καθ' όλη τη διαδικασία μαζί με τον συντονισμό/καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, εφαρμόστηκε καθώς εκτιμήθηκε πως ευνοεί τη λεκτική αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών.

Στο τέλος, ο εκπαιδευτικός/ερευνητής παρουσίαζε τις πηγές ως τα «μέσα» που δίνουν ενέργεια ενώ τις μορφές ως τα «πρόσωπα» που αλλάζει η ενέργεια (Στόχος Ενότητας: 1) (Ερωτήσεις pre-test: 1 & 2).

Κατά τη συζήτηση, τονίστηκε η σημασία της ενέργειας στην καθημερινότητα του ανθρώπου μέσα από την αξιοποίησή της. [*Πόσο σημαντική είναι η ενέργεια για τον άνθρωπο; Μπορεί να την αξιοποιήσει κατευθείαν από τις πηγές (χρειάζεται μηχανήματα); Ποια/Ποιες μορφές νομίζετε πως χρησιμοποιούμε περισσότερο*

καθημερινά στο σπίτι μας (ηλεκτρική); Περιγράψτε σύντομα πώς χρησιμοποιούνται» (Ερώτηση pre-test: 3)].



Δραστηριότητα 1: (Α) Περιγράψτε τι βλέπετε στις εικόνες. Ποια είναι η (Β) πηγή ενέργειας που υπάρχει και ποια η (Γ) μορφή ενέργειας που παράγεται;

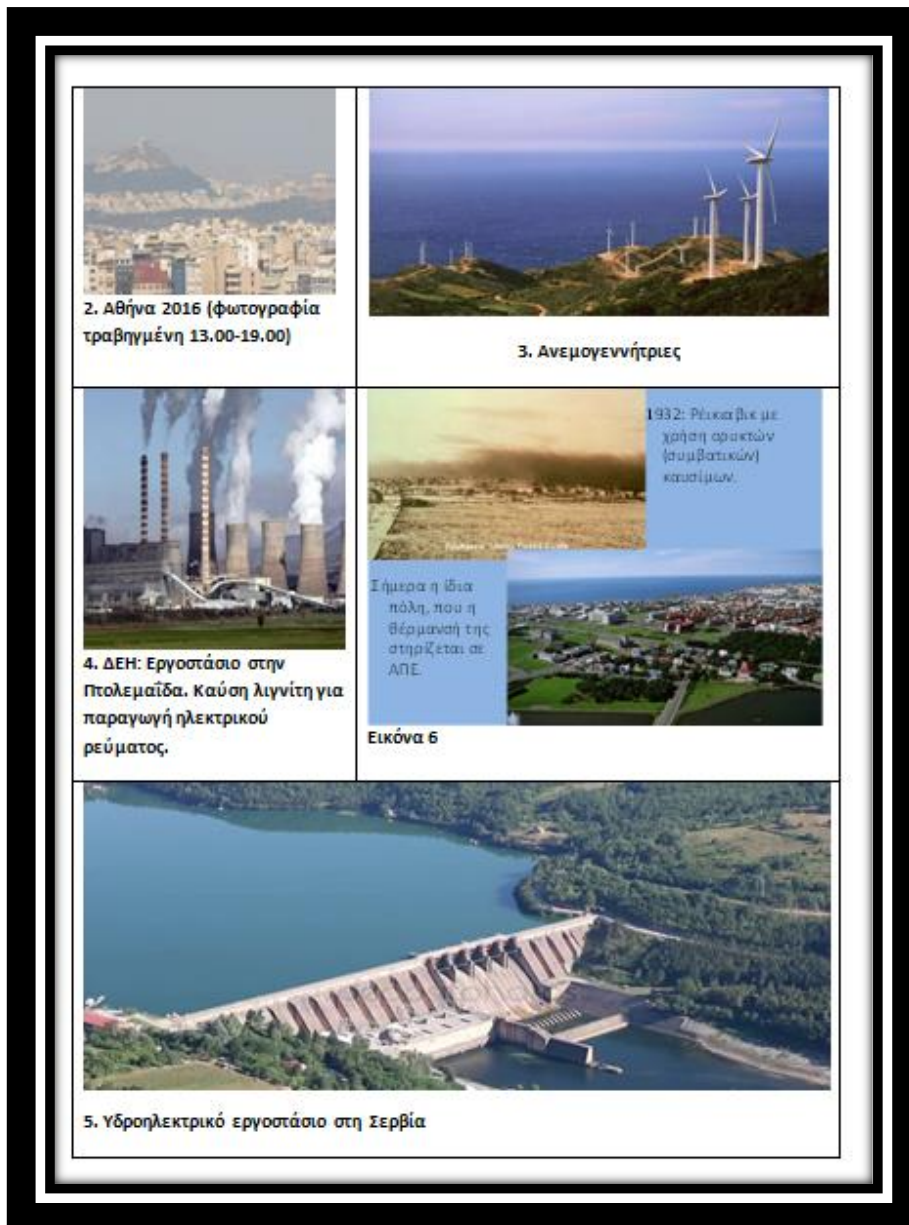
Ακολούθως, ο εκπαιδευτικός ζήτησε από του μαθητές και τις μαθήτριες να σκεφτούν και να κατονομάσουν τις ομοιότητες και τις διαφορές μεταξύ π.χ. της ηλιακής (φωτεινή και θερμότητα) και χημικής ενέργειας (του πετρελαίου). «Σε ποιες πηγές μπορούμε να βρούμε αποθηκευμένη χημική ενέργεια (πετρέλαιο, βενζίνη, φυσικό

αέριο, τρόφιμα, ξύλα); Τι ομοιότητες μπορεί να έχουν η ηλιακή και η χημική ενέργεια; Σκεφτείτε τι προσφέρει η καθεμία. Ποια/ές πιστεύετε πως είναι η/οι διαφορά/ές τους; Σκεφτείτε τον τρόπο, τις συνθήκες και τη διάρκεια που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την κάθε μία».

Αξιοποιώντας δε, τα στοιχεία που προέκυψαν από την προηγούμενη συζήτηση, ο εκπαιδευτικός/ερευνητής ανέλυσε, σε συνεργασία με τους συμμετέχοντες, και κάνοντας χρήση της εποικοδομητικής διδακτικής προσέγγισης, τον όρο «ανανεώσιμες» στις Α.Π.Ε., επεξηγώντας κατ' αυτόν τον τρόπο το γιατί ανανεώνονται με φυσικό τρόπο χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ενώ πρακτικά «δεν τελειώνουν».

Ύστερα από αυτή την/το επισήμανση/πόρισμα, οι μαθητές/μαθήτριες μπορούσαν να αναγνωρίσουν τον ήλιο (και άλλες πηγές όπως: άνεμος, κίνηση/πτώση νερού) ως Α.Π.Ε. αφού η ακτινοβολία του «δεν τελειώνει», αλλά ανανεώνεται κάθε μέρα, ενώ οι συμβατικές πηγές ενέργειας, όπως το πετρέλαιο, εξαντλούνται και πρέπει να βρεθούν νέα αποθέματα. [*Υπάρχει περιορισμός στη χρήση του ήλιου (ακτινοβολίας) ή του ανέμου; Δηλαδή εξαντλούνται όσο τα χρησιμοποιούμε; Συμβαίνει το ίδιο και με το πετρέλαιο;»* (Στόχος Ενότητας: 2) (Ερωτήσεις pre-test: 4 & 7)].

Αξίζει να αναφερθεί πως ο εκπαιδευτικός παρότρυνε τη συμμετοχή όλων των μαθητών στις συζητήσεις, απευθύνοντας ερωτήσεις προς όλους. [*«Σκεφτείτε λίγο ένα αμάξι που κινείται, μια ξυλόσομπα που ζεσταίνει ένα σπίτι και τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Τι παρατηρείτε στη χρήση των δύο (2) πρώτων (εξάτμιση και καμινάδα) και τι στο τρίτο; Έχουν τις ίδιες επιπτώσεις στο περιβάλλον;»*]. Οι απόψεις των παιδιών συζητιούνταν στην τάξη, ενώ στη συνέχεια, ο εκπαιδευτικός πρόβαλε φωτογραφίες (εικόνες 2 – 6), ζητώντας από τους συμμετέχοντες να τις σχολιάσουν κάνοντας διάλογο.



Εικόνες 2-6

Κατά την προβολή των φωτογραφιών, ζητήθηκαν τα σχόλια των μαθητών αναφορικά με το περιβάλλον [«Ποιες πηγές ενέργειας νομίζεις πως χρησιμοποιούνται σε κάθε εικόνα; Ποιο φαίνεται να είναι το αποτέλεσμα στο περιβάλλον χρησιμοποιώντας την κάθε πηγή ενέργειας;»] με στόχο να υπάρχει επικοινωνιακή καθοδήγηση προς τους μαθητές/μαθήτριες ώστε να αναδείξουν/επιβεβαιώσουν τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο, τόσο της χρήσης των Α.Π.Ε., όσο και των συμβατικών καυσίμων, που αποτελεί τη σημαντικότερη διαφορά τους. [«Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι προτιμότερος να χρησιμοποιηθεί απ' ότι η θέρμανση του νερού με πετρέλαιο/φυσικό αέριο (συμβατικές πηγές); Για ποιο λόγο; Η παραγωγή ηλεκτρικής

ενέργειας από ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο είναι προτιμότερη σε σχέση με την καύση λιγνίτη; Γιατί;»].

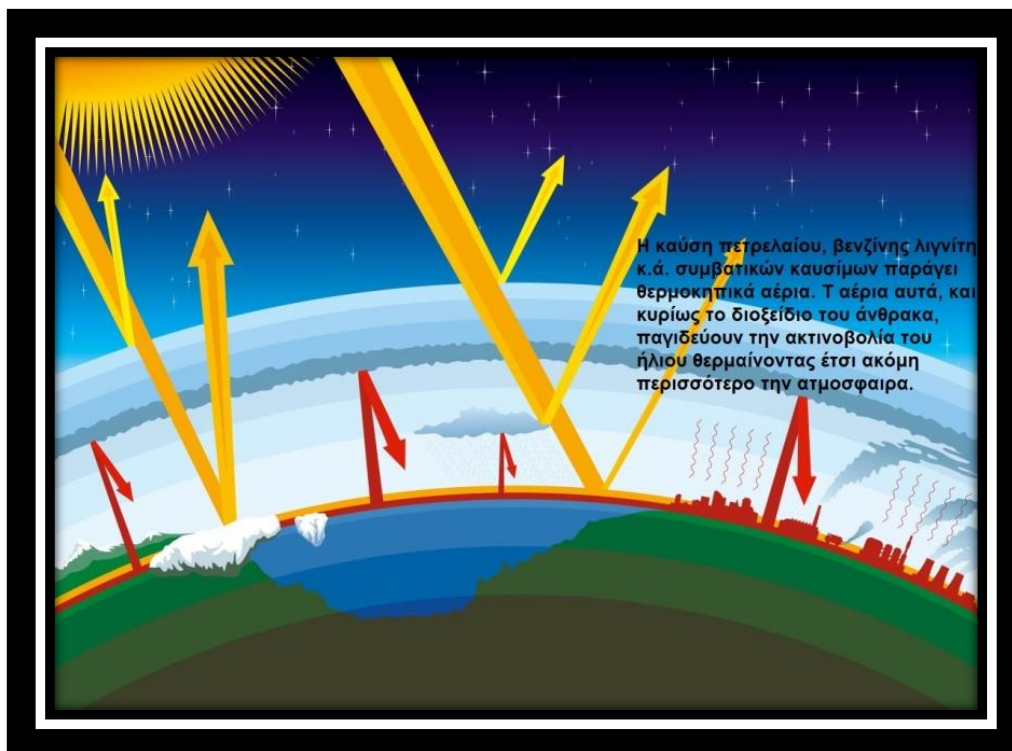
Όσον αφορά την ομοιότητα των Α.Π.Ε. (π.χ. ήλιος), και των συμβατικών πηγών ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο), συμφωνήθηκε πως είναι και οι δύο πηγές ενέργειας που μπορούν να αξιοποιηθούν για καθημερινές δραστηριότητες, όπως μετακίνηση με αμάξι, θέρμανση: σπιτιού και νερού για μπάνιο. [*«Και οι δύο πηγές μπορούν να μας δώσουν δηλαδή την ενέργεια που χρειαζόμαστε, όμως η χρήση των Α.Π.Ε. είναι φιλικότερη προς το περιβάλλον ενώ οι μη ΑΠΕ (συμβατικές πηγές) είναι αυτές που το ρυπαίνουν»* (Στόχος Ενότητας: 3Α) (Ερώτηση pre-test: 5)].

Ακόμη, συζητήθηκαν οι περιορισμοί της χρήσης των Α.Π.Ε. και η περιστασιακή τους χρήση λόγω συνθηκών: [*«Ποια πηγή ενέργειας μπορώ να χρησιμοποιήσω μια συννεφιασμένη μέρα/χωρίς αέρα; Πώς θα ικανοποιηθούν οι ενεργειακές ανάγκες του ανθρώπου-σπιτιού;»* (Στόχος Ενότητας: 3Β)].

Στη συνέχεια, έγινε προσπάθεια, ώστε μέσα από επικοινωνιακή συζήτηση να τονιστεί η σημασία της ηλεκτρικής ενέργειας για τον άνθρωπο και η ανάγκη συνεχούς παραγωγής της, αφού είναι η μορφή που αξιοποιούμε περισσότερο [*«Για σκεφτείτε ποιες συσκευές στο σπίτι μας χρειάζονται ηλ. ρεύμα για να λειτουργήσουν; Υπάρχει περίοδος μέσα στη μέρα που να μη χρειαζόμαστε ηλ. ρεύμα; Ποιες είναι οι συνηθέστερες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούμε καθημερινά (συμβατικές); Αν ο πληθυσμός στη γη αυξάνεται συνέχεια δεν αυξάνονται και οι ανάγκες του στις διαθέσιμες πηγές ενέργειας; Όμως έτσι δε θα τελειώσουν κάποια στιγμή; Άρα προκαλείται ένα ενεργειακό πρόβλημα. Ξέρετε επίσης πως το ηλεκτρικό ρεύμα παράγεται πολλές φορές από την καύση λιγνίτη (ΔΕΗ, Ελλάδα), ενός ορυκτού καυσίμου σαν το κάρβουνο που όμως προκαλεί άσχημα περιβαλλοντικά προβλήματα όπως το ΦτΘ;»* «Έχετε ακούσει τον όρο ΦτΘ; Ξέρετε τι είναι ή πώς δημιουργείται; Είναι κακό για τον πλανήτη/ανθρώπους;»].

Οι απόψεις/γνώσεις των παιδιών συζητήθηκαν στην τάξη, ενώ ο ερευνητής/εκπαιδευτικός παρουσίασε το ΦτΘ, ως μια επίπτωση του ενεργειακού προβλήματος, διορθώνοντας παράλληλα παρανοήσεις που ακούστηκαν προηγουμένως γι αυτό (Στόχος Ενότητας: 4).

Αφού έγινε εκτενής επεξήγηση του ΦτΘ (εικόνα 7), ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να απαντήσουν στην ερώτηση: «Σύμφωνα με τα παραπάνω, ποια πρέπει να είναι η στάση μας σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας και το περιβάλλον; Τι υποχρέωση έχουμε απέναντι στο περιβάλλον; Πώς θα επιτευχθεί;»



Εικόνα 7: Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου

Ακολούθησε τμηματική προβολή του βίντεο (<https://www.youtube.com/watch?v=Q8Ofz2i9abQ>) που παρουσίαζε τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Πράσινη Ενέργεια στον πλανήτη μας, σε επτά (7) μέρη:

- Μέρος 1°[(0:00-2:16)Υπάρχοντα περιβαλλοντικά προβλήματα],
- Μέρος 2°[(2:17-2:56) Ανάγκη αντικατάστασης με ΑΠΕ],
- Μέρος 3°[(2:57-5:55) Ηλιακή Ενέργεια],
- Μέρος 4°[(5:56-7:39) Αιολική Ενέργεια],
- Μέρος 5°[(7:40-9:29) Γεωθερμία],
- Μέρος 6°[(9:30-10:29) Βιομάζα],

- Μέρος 7^ο [(10:30-12:08) Εξοικονόμηση Ενέργειας].

Στόχος του βίντεο αλλά και της προηγούμενης συζήτησης ήταν ο προβληματισμός των μαθητών στο θέμα της ενεργειακής κατανάλωσης, αλλά και η ανάπτυξη θετικής στάσης προς την προστασία/σεβασμό του πλανήτη μας, μέσα από τις λύσεις που προσφέρουν οι Α.Π.Ε. στο ενεργειακό πρόβλημα.

Μετά από την προβολή κάθε μέρους, οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο (2) ομάδες των πέντε (5) ατόμων και κλήθηκαν να απαντήσουν στις αντίστοιχες υπο-ερωτήσεις της δραστηριότητας 2. Οι απαντήσεις καταγράφηκαν σε κόλλες Α4 και συζητήθηκαν συζητηθούν στην τάξη κάνοντας διάλογο [(Στόχος Ενότητας: 4) (Ερώτηση pre-test: 8)].

Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν, βάσει του περιεχομένου του βίντεο, στις παρακάτω επτά (7) ερωτήσεις:

- Μέρος 1ο (0:00-2:16). Ποιες πηγές ενέργειας αναφέρονται ως οι βασικότερες αιτίες δημιουργίας του ΦτΘ και γιατί;
- Μέρος 2ο (2:17-2:56). Ποια είναι η διαφορά των ΑΠΕ με τις συνηθισμένες (συμβατικές) πηγές ενέργειας; Γιατί είναι σημαντικές οι ΑΠΕ για το περιβάλλον;
- Μέρος 3ο (2:57-5:55). Ποια μορφή ενέργειας αναφέρεται; Τι συστήματα-μηχανισμούς χρησιμοποιούμε για την εκμετάλλευσή της (μόνο όνομα όχι πώς δουλεύουν); Γιατί είναι ανανεώσιμη;
- Μέρος 4ο (5:56-7:39). Ποια μορφή ενέργειας αναφέρεται; Τι συστήματα-μηχανισμούς χρησιμοποιούμε για την εκμετάλλευσή της (μόνο όνομα όχι πώς δουλεύουν); Γιατί είναι ανανεώσιμη;
- Μέρος 5ο (7:40-9:29). Ποια μορφή ενέργειας αναφέρεται; Τι συστήματα-μηχανισμούς χρησιμοποιούμε για την εκμετάλλευσή της (μόνο όνομα όχι πώς δουλεύουν); Γιατί είναι ανανεώσιμη;
- Μέρος 6ο (9:30-10:29). Ποια μορφή ενέργειας αναφέρεται; Τι συστήματα-μηχανισμούς χρησιμοποιούμε για την εκμετάλλευσή της (μόνο όνομα όχι πώς δουλεύουν); Γιατί είναι ανανεώσιμη;
- Μέρος 7ο (10:30-12:08). Σχετίζεται η «εξοικονόμηση ενέργειας» με τις ΑΠΕ (ΝΑΙ ή ΟΧΙ); Γιατί;

Η πρώτη ενότητα ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μεταγνωστική συζήτηση. Οι ερωτήσεις/δηλώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για την ανακεφαλαίωση και αξιολόγηση της πρώτης φάσης της Δ.Μ.Α. ήταν:

- Διορθώστε την πρόταση στο τετράδιο: Η θερμότητα και ο ήλιος είναι πηγές ενέργειας, ενώ η ηλεκτρική ενέργεια και ο άνεμος είναι μορφές ενέργειας.
- Διάλεξε μία ΑΠΕ. Εξήγησε γιατί είναι ΑΠΕ. Πες ένα πλεονέκτημα και ένα μειονέκτημά της.
- Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε ΑΠΕ απ' ότι συμβατικά καύσιμα; Γιατί; 2-3
- Γιατί το ΦτΘ αποτελεί περιβαλλοντικό πρόβλημα;.

Οι ερωτήσεις/δηλώσεις που τέθηκαν κατά τη μεταγνωστική συζήτηση ήταν:

- Τι μάθατε σήμερα που δεν το ξέρατε;
- Τι ξέρατε λάθος και σήμερα το διορθώσατε;
- Τι σας βοήθησε στα δύο προηγούμενα;

2^η Ενότητα: Δημιουργία γεωθερμικών πεδίων – Γεωθερμία

Οι διδακτικοί στόχοι της δεύτερης φάσης της Δ.Μ.Α. ήταν να μπορούν οι συμμετέχοντες να:

4. Περιγράφουν τα γεωθερμικά πεδία και να ερμηνεύουν τη δημιουργία τους.
5. Περιγράφουν τη διαδικασία μεταφοράς θερμότητας από ένα σώμα σε ένα άλλο καθώς και τη συνθήκη της διαφοράς θερμοκρασίας ($\Delta\Theta$).
6. Κατανοήσουν ότι η Γεωθερμία είναι μία ΑΠΕ.

Αρχικά ο εκπαιδευτικός/ερευνητής ενημέρωσε για τη χρήση των μοντέλων-σκίτσων που ακολουθούσαν. Λαμβάνοντας υπόψη τη βασική εναλλακτική ιδέα των μαθητών/μαθητριών για τα μοντέλα, ότι αυτά έχουν σχέση με την αισθητική και την ομορφιά (π.χ. καλλιστεία, ή/και ότι ένα μοντέλο ταυτίζεται με την πραγματικότητα), ξεκαθάρισε πως, ένα μοντέλο είναι μια αναπαράσταση και όχι ένα ακριβές αντίγραφο του στόχου που αναπαριστά, ενώ ο ρόλος τους είναι να παρέχουν πληροφορίες ώστε

να περιγράψουμε, ερμηνεύσουμε ή/και να προβλέψουμε ένα φαινόμενο (Ζουπίδης, 2012).

Στο σημείο αυτό έφερε ως παράδειγμα μοντέλου την υδρόγειο σφαίρα επισημαίνοντας ότι η υδρόγειος σφαίρα αναπαριστά τη γη χωρίς να έχει όλα τα στοιχεία της.

Στη συνέχεια ρώτησε για τις γνώσεις που απέκτησαν οι συμμετέχοντες κατά το προηγούμενο μάθημα. Στις περιπτώσεις που δεν υπήρχε ικανοποιητική απόκριση, μέσα από κατάλληλες ερωτήσεις (π.χ.: «*Πώς σχετίζεται η χρήση πετρελαίου, λιγνίτη και άλλων συμβατικών καυσίμων με το περιβάλλον και το ΦτΘ; Τι χρειάζεται να γίνει για να αλλάξει αυτό; Μπορούν να βοηθήσουν οι ΑΠΕ;*») γινόταν σύνοψη του τελευταίου μαθήματος.

Η δεύτερη ενότητα εστίασε στο φαινόμενο της σύγκρουσης λιθοσφαιρικών πλακών, ως αρχής γενομένης των γεωθερμικών πεδίων. Σε πρώτη φάση προβλήθηκαν τα πρώτα 13” του βίντεο (https://www.youtube.com/watch?v=yx4_O_Xqyre) και στη συνέχεια τέθηκαν ερωτήσεις όπως: «*Τι παρατηρείτε να γίνεται; Πώς λέγεται; Πού πιστεύετε πως οφείλετε; Πού βρισκόταν αυτή η λάβα ή πώς δημιουργήθηκε; Γιατί λέτε να είναι τόσο καυτή;*» Σκοπός των ερωτήσεων ήταν αφενός η ανάδειξη των απόψεων-γνώσεων (πρώτη φάση επικοινωνητισμού), και αφετέρου η αξιοποίηση των απαντήσεων (έστω και λανθασμένες), κατά την επικείμενη συζήτηση, συνδυάζοντας έτσι στη διδασκαλία την χρήση και των δύο μεθόδων (επικοινωνητισμός & διερεύνηση).

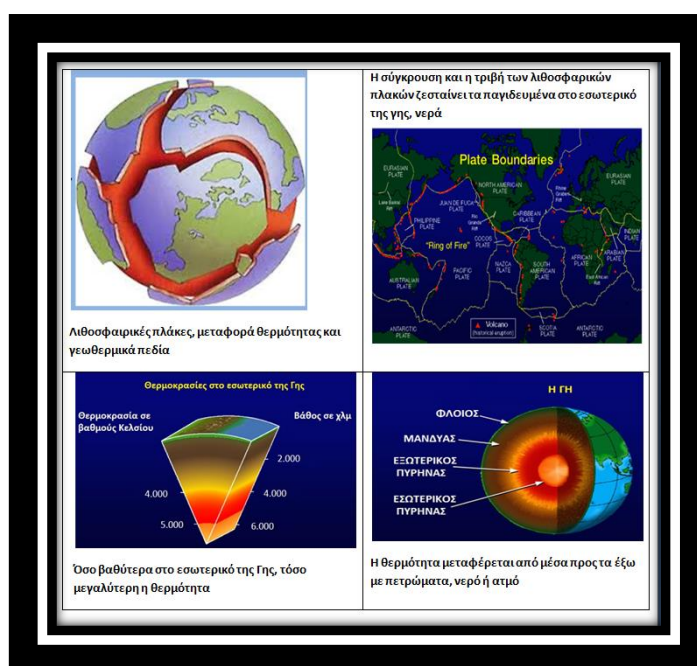
Ύστερα από συζήτηση των απόψεων, για την προέλευση λάβας στους κρατήρες ηφαιστειών, οι συμμετέχοντες οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα πως η ύπαρξη του ζεστού αυτού υλικού προϋποθέτει τελικά την ύπαρξη θερμότητας στο εσωτερικό της γης.

Ακολούθησε η προβολή του 1ου Μέρους της παρουσίασης, όπου μέσα από μια σειρά εικόνων αιτιολογήθηκε η προέλευση της Γεωθερμίας και η δημιουργία γεωθερμικών πεδίων.

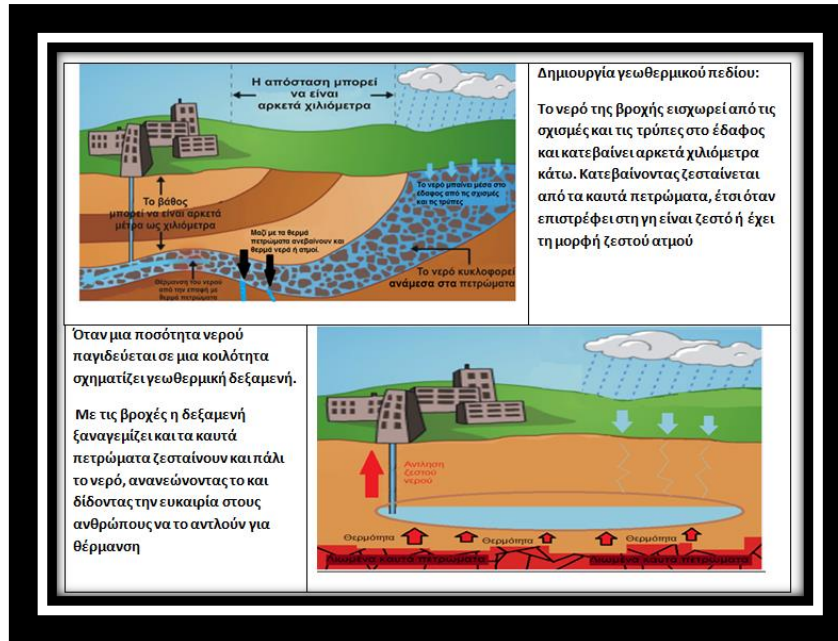
Ακολούθησε διάλογος και ερωτήσεις [«Ποιος θυμάται από τη Γεωγραφία τι είναι οι λιθοσφαιρικές πλάκες; Πού υπάρχουν αυτές; Κινούνται ή είναι ακίνητες; Η κίνησή τους έχει κάποιο αποτέλεσμα; Το καταλαβαίνουμε εμείς; Τι είναι το μάγμα; Πού το βλέπουμε;»], αλλά και συζήτηση στην τάξη όπου ο εκπαιδευτικός/ερευνητής συνόψισε τα όσα έμαθαν τα παιδιά από την ύλη της Γεωγραφίας που προορίζεται για την έκτη τάξη του δημοτικού σχολείου.

Ο εκπαιδευτικός/ερευνητής έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στον τρόπο με τον οποίον δρουν οι λιθοσφαιρικές πλάκες (εικόνα 8), για τη δημιουργία μάγματος και γεωθερμικού πεδίου [(Στόχος Ενότητας: 1) (Ερώτηση post-test: 9)] επισημαίνοντας πως το μάγμα που δημιουργείται από τη σύγκρουση δύο λιθοσφαιρικών πλακών είναι η αιτία που τα νερά που ανεβαίνουν προς την επιφάνεια, παραμένουν πολύ ζεστά [(Ερώτηση pre-test: 6)], ενώ στο τέλος, ζήτησε από έναν μαθητή να επαναλάβει τα βασικά σημεία της διαδικασίας και οι υπόλοιποι να συμπληρώνουν στοιχεία πάνω σε αυτά που ακούγονται.

Στην επεξήγηση του παραπάνω φαινομένου βοήθησε η παρουσίαση των δύο διαφανειών που χρησιμοποιήθηκαν (διαφάνειες 1 & 2) κατά την παρουσίαση στις οποίες αναφερόταν η δημιουργία του γεωθερμικού πεδίου, αλλά και ο ανανεωτικός χαρακτήρας της γεωθερμίας.



Εικόνα 8: Οι λιθοσφαιρικές πλάκες



Διαφάνειες 1 και 2: Γεωθερμικά πεδία

Στους συμμετέχοντες τονίστηκε πως στην περίπτωση της Γεωθερμίας και της αξιοποίησής της, μέσω του νερού (φορέας) η θερμότητα (μορφή ενέργειας) μεταφέρεται από το ζεστό στο κρύο σώμα., ενώ έγινε υπενθύμιση του φαινομένου και της διαδικασίας μεταφοράς θερμότητας δύο (2) σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας ($\Delta\theta$) που βρίσκονται σε επαφή, με βάση τη ροή θερμότητας που αναφέρεται στα βιβλία Φυσικών Ε' & ΣΤ' (Στόχος Ενότητας: 2). Έτσι, μπορεί να εξηγηθεί πώς η υπάρχουσα θερμότητα (μορφή ενέργειας) ύστερα από τη σύγκρουση των λιθ. πλακών στο εσωτερικό της γης, χρησιμοποιεί λιωμένα πετρώματα και υπόγεια νερά ως φορείς, ώστε να μεταφερθεί τελικά κοντά στην επιφάνεια της γης όπου είναι αξιοποιήσιμη (Στόχος Ενότητας: 1). Για την κατανόηση του φαινομένου μεταφοράς θερμότητας ο εκπαιδευτικός υπενθύμισε στα παιδιά τα αποτελέσματα του πειράματος των Φυσικών της πέμπτης (Ε') τάξης του Δημοτικού του τετραδίου εργασιών σελ 75 (εικόνα 9). Σύμφωνα με τα λεγόμενα του βιβλίου μετά το συμπέρασμα, αναφέρει το εξής: «Την ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας την ονομάζουμε θερμότητα» (Στόχος Ενότητας: 2).




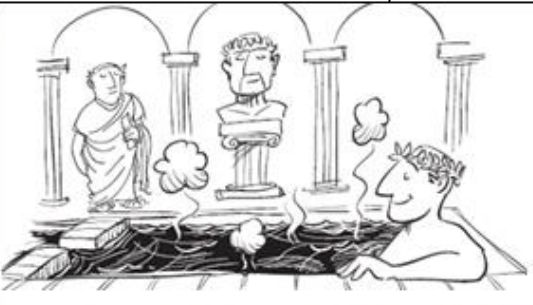

Εικόνα 9: Πείραμα φυσικής Ε' δημοτικού

Τέλος, έγινε προβολή του 2ο του ppt με τίτλο «Γνωρίζοντας τη Γεωθερμία» (εικόνα 10), και το οποίο πραγματευόταν τη χρήση της Γεωθερμίας στην αρχαιότητα, μέσα από τα θερμά λουτρά, ενώ έγινε ανάλυση του όρου Γεωθερμία (Ερώτηση pre-test: 6) και αναφέρθηκαν κάποιες χρήσεις της, ως προθάλαμος της επόμενης ενότητας.

Μετά την προβολή του 2^{ου} μέρους του ppt οι μαθητές και οι μαθήτριες χωρίστηκαν σε δύο (2) ομάδες όπου τους δόθηκε μια κατάσταση/σενάριο στο οποίο τους ζητήθηκε να παρουσιάσουν ελκυστικές προτάσεις για επένδυση στη γεωθερμία. Συγκεκριμένα, η δραστηριότητα στην οποία οι μαθητές κλήθηκαν ομαδικά να παρουσιάσουν περιελάμβανε το παρακάτω σενάριο: «Είστε Ρωμαίοι (1ος αι. π.Χ.) μηχανικοί και θέλετε να προσελκύσετε τον αυτοκράτορα να επενδύσει στα λουτρά. Του παρουσιάζετε σύντομα το Α) γιατί πρέπει να επενδύσει σε αυτά/τι σκοπούς εξυπηρετεί ένα τέτοιο μέρος, Β) τα οφέλη από το κόστος και Γ) άλλα οφέλη από τη χρήση της γεωθερμικής ενέργειας για τη θέρμανση του λουτρού/περιβάλλον». «Πώς αλλιώς/Σε τι άλλο πιστεύετε ότι μπορεί να αξιοποιηθεί η Γεωθερμική αυτή ενέργεια σήμερα, εκτός των λουτρών;»

Οι μαθητές εκτέλεσαν τη δράση, χωρισμένοι σε δύο (2) ομάδες των πέντε (5) ατόμων ενώ η επιχειρηματολογία τους παρουσιάστηκε και συζητήθηκε στο τέλος μπροστά στον εκπαιδευτικό ο οποίος για τους σκοπούς του σεναρίου είχε αναλάβει το ρόλο του αυτοκράτορα.

Ακολούθησε ανακεφαλαίωση της αναφοράς της Γεωθερμίας στην αρχαιότητα στην οποία επισημάνθηκε η χρήση της από αρχαιοτάτων χρόνων, χωρίς να υπάρχουν οι γνώσεις και οι τεχνικές της σύγχρονης εποχής, ενώ έγινε εκτενής συζήτηση και αντιπαραβολή για τους σκοπούς χρήσης της γεωθερμίας στην αρχαιότητα και στη σύγχρονη εποχή.

	<p>Από την αρχαιότητα, οι άνθρωποι εκμεταλλεύτηκαν τις θερμές πηγές που παρατηρούνταν στη φύση για: θέρμανση, χαλάρωση, μαγείρεμα</p>
<p>Οι Ρωμαίοι ήταν αυτοί που παρατήρησαν πως υπήρχαν θερμές πηγές με ζεστά νερά και τις εκμεταλλεύτηκαν χτίζοντας γύρω τους κτίρια για χαλάρωση - απόλαυση</p>	
	<p>Αρχαία Ρωμαϊκά Λουτρά (8^{ος} π.Χ. αιώνας). Τα λουτρά, οι αρματοδρομίες και οι μονομαχίες αποτελούσαν την κορυφαία απόλαυση του πολίτη που διέθετε το αντίτιμο του εισιτηρίου</p>
<p>• Οι θερμές πηγές καθώς και μετρήσεις που μπορούμε να κάνουμε σήμερα μετά από γεωτρήσεις, αποκαλύπτουν ότι το εσωτερικό της γης έχει θερμότητα (γέω=γη+θερμότητα).</p>	

Εικόνα 10: 2ο ppt: «Γνωρίζοντας τη Γεωθερμία»

Και η δεύτερη φάση της Δ.Μ.Α. ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μετα-γνωστική συζήτηση η οποία εστίασε:

- στη σύγκρουση των λιθοσφαιρικών πλακών,

- στο τι συμβαίνει αν έρθουν σε επαφή τα λιωμένα καυτά πετρώματα με το κρύο νερό μιας υπόγειας δεξαμενής
- στο ποια στοιχεία και διαδικασίες δημιουργείται μια γεωθερμική δεξαμενή και
- στο αν είναι η Γεωθερμία Α.Π.Ε. και γιατί

Η μετα-γνωστική συζήτηση εστίασε:

- Τι μάθατε σήμερα που δεν το ξέρατε;
- Τι ξέρατε λάθος και σήμερα το διορθώσατε;
- Τι σας βοήθησε στα δύο προηγούμενα;
- Το μάθημα σήμερα ξεκαθάρισε ή μπερδέψε κάποια πράγματα;

3^η Ενότητα: Θέρμανση & Παραγωγή Ηλ. Ενέργειας μέσω Γεωθερμίας

Οι διδακτικοί στόχοι της τρίτης και τελευταίας ενότητας της Δ.Μ.Α. ήταν να μπορούν οι μαθητές και οι μαθήτριες να:

4. Περιγράψουν τις διαδικασίες Α) θέρμανσης και Β) ηλεκτροπαραγωγής, αξιοποιώντας τη Γεωθερμία.
5. Κατανοήσουν τον ρόλο και την αναγκαιότητα του εναλλάκτη θερμότητας.
6. Κατανοήσουν τα οφέλη της Γεωθερμικής ενέργειας ως προς τις δύο προαναφερόμενες χρήσεις της.

Αρχικά ο εκπαιδευτικός/ερευνητής ανακεφαλαίωσε τα βασικά σημεία της προηγούμενης διδασκαλίας, ρωτώντας: «*Τι είδαμε στο προηγούμενο μάθημα; Τι συμβαίνει μετά τη σύγκρουση δύο λιθοσφαιρικών πλακών; Τι συμβαίνει όταν έρθουν σε επαφή τα καυτά πετρώματα με το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής; Τι είναι η Γεωθερμία; Είναι ΑΠΕ και γιατί; Πού χρησιμοποιείται;*».

Η τρίτη Ενότητα εστίαζε στη θέρμανση και Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της γεωθερμίας. Σε αυτή την ενότητα παρουσιάστηκε το 3ο μέρος του power point (εικόνα 11) που περιελάμβανε εικόνες και σκίτσα που βοηθούσαν τα παιδιά να περιγράψουν τις εικόνες ξεκινώντας από την υπόγεια δεξαμενή [Τι συμβαίνει σ' αυτήν; (το νερό μετατρέπεται σε ατμό και ανεβαίνει) Γιατί; (μεταφορά θερμότητας από τα καυτά πετρώματα στο νερό και αλλαγή φυσικής του κατάστασης) Πώς

χρησιμεύει ο ατμός στο εργοστάσιο; (γυρνάει την γεννήτρια) Τι γίνεται μετά; (τα ψυχρά νερά κατεβαίνουν πίσω στην υπόγεια δεξαμενή)»].

Μόνο όταν ερωτούνταν ο εκπαιδευτικός/ερευνητής: «Η άνοδος και κάθοδος του νερού/ατμού έχει να κάνει με την πυκνότητά μετά από θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα», δεν επέμενε στην διαδικασία.

Επιχειρώντας να απαντηθούν ερωτήματα όπως: «Γιατί το νερό έρχεται ζεστό και φεύγει κρύο; Από πού ζεσταίνεται;» δόθηκε έμφαση στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά και μετατροπή του, όπως ο εναλλάκτης θερμότητας (εικόνα 12).

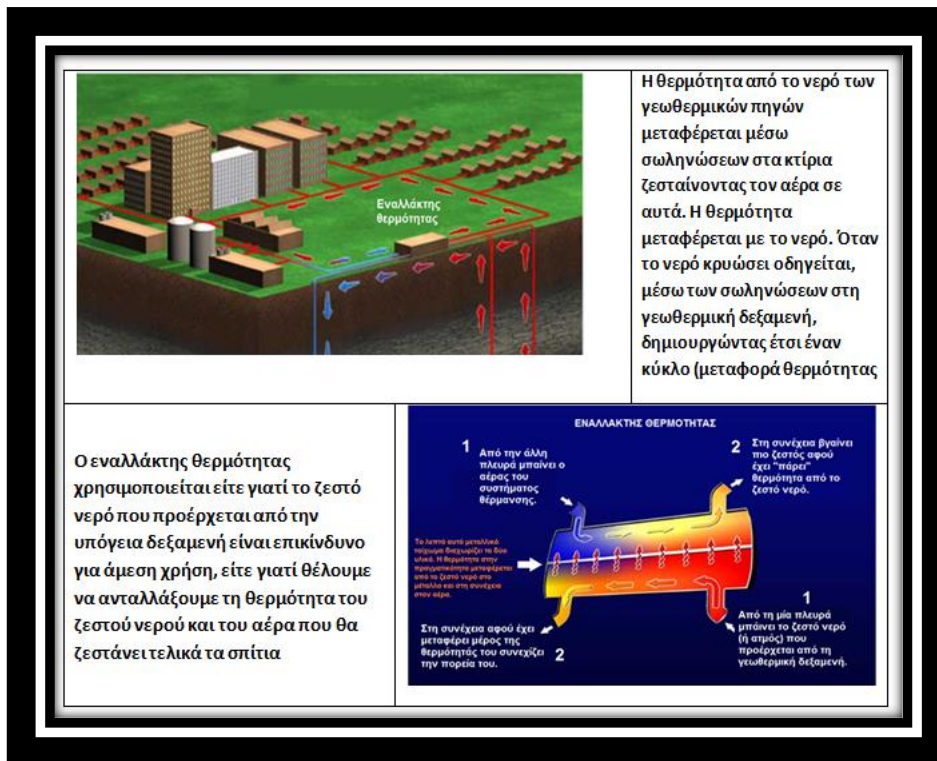
Φυσικός ατμός προερχόμενος από το εσωτερικό της γης, οδηγείται μέσα από σωλήνες στη γεννήτρια και αφού γυρνά τον στρόβιλο στη γεννήτρια, ψύχεται και οδηγείται ξανά προς τα κάτω (γεωθερμική δεξαμενή) με τη μορφή νερού.

Όταν το νερό που αντλούμε έχει θερμοκρασία άνω των 100 βαθμών Κελσίου, τότε χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Ατμογεννήτρια
 Η κινητική ενέργεια του ατμού χρησιμοποιείται για την περιστροφή των πτερυγίων του στρόβιλου που περιστρέφουν τον μαγνήτη μέσα πηνίο, παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Με τη γεωθερμική ενέργεια όμως, δεν καίγονται καύσιμα, καθώς απλά χρησιμοποιείται ο ατμός.

Η πορεία που ακολουθεί στη συνέχεια το ηλεκτρικό ρεύμα είναι γνωστή

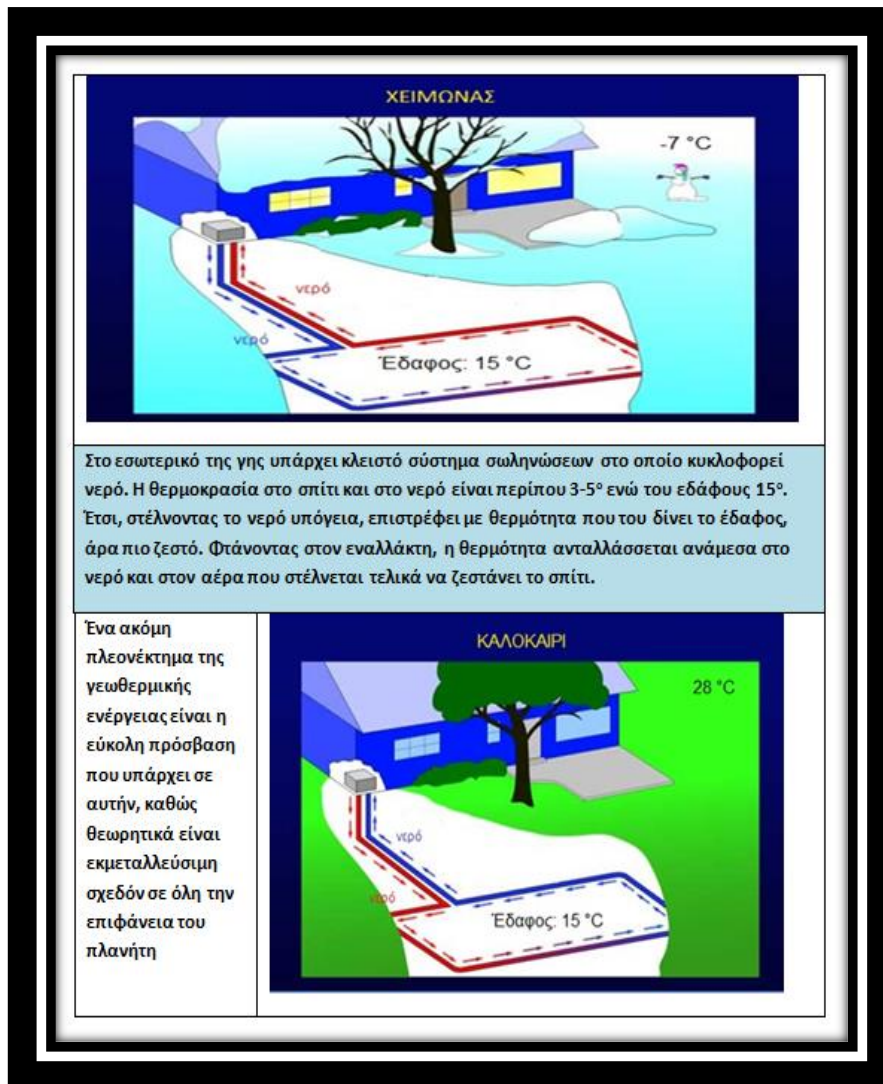
Εικόνα 11: 3ο ppt: Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με γεωθερμία



Εικόνα 12: Θέρμανση με γεωθερμία. Εναλλάκτης θερμότητας

Επίσης, μέσα από τη προβολή του 3^{ου} μέρους εξεξηγήθηκε στους συμμετέχοντες πως η ενέργεια, που μπορεί να ρέει με τη βοήθεια του φορέα-νερού από το ένα σύστημα σε ένα άλλο, όταν αυτά αλληλεπιδρούν, επιφέρει ως αποτέλεσμα τη θέρμανση του σπιτιού με τη γεωθερμική ενέργεια, ενώ τονίστηκε πως επειδή το έδαφος, κοντά στην επιφάνεια, έχει σταθερή θερμοκρασία (περίπου 15°C), ανεξάρτητα από τον καιρό ή την εποχή μπορούμε να εκμεταλλευτούμε αυτή τη θερμοκρασία για θέρμανση/ψύξη χειμώνα/καλοκαίρι αντίστοιχα (εικόνα 13).

Τέλος, τα παιδιά ενημερώθηκαν για το ρόλο της μόνωσης και τις τεχνικές προκλήσεις που υπάρχουν στην αξιοποίηση και χρήση της γεωθερμικής ενέργειας (εικόνα 14).



Εικόνα 13: Εκμετάλλευση γεωθερμίας χειμώνα/καλοκαίρι



Εικόνα 14: Πραγματικά γεωθερμικά συστήματα κατ' οίκον

Στην ενότητα αυτή ο εκπαιδευτικός/ερευνητής παρουσίασε πτυχές της αξιοποίησης της Γεωθερμίας.

Πιο συγκεκριμένα, αναλύθηκαν: η λειτουργία ενός εργοστασίου ηλεκτροπαραγωγής με χρήση γεωθερμικής ενέργειας και δύο περιπτώσεις αξιοποίησης της Γεωθερμίας κατ' οίκον.

Αναφορικά με την ηλεκτροπαραγωγή, ο προερχόμενος από τη γη ατμός είναι αυτός που γυρνά την ατμογεννήτρια με αποτέλεσμα την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (https://www.youtube.com/watch?v=lrHsfpH_UD4) (Στόχος Ενότητας: 1B).

Όσο αφορά τη θέρμανση παρουσιάστηκαν δύο περιπτώσεις: Α) το γεωθερμικό ζεστό νερό που αντλείται από τη γεωθερμική δεξαμενή, είναι αυτό που θερμαίνει τον αέρα στην άλλη μεριά του εναλλάκτη ο οποίος στέλνεται στα σπίτια και ζεσταίνει με τη θερμότητα που φέρει τους χώρους και Β) με αξιοποίηση της θερμοβαθμίδας, δηλ. της διαφοράς θερμοκρασία του εδάφους (βάθη λίγων μέτρων) ως προς την επιφάνεια, όπου με σύστημα σωληνώσεων στέλνουμε νερό στο ζεστότερο (ή ψυχρότερο) έδαφος και αφού αυτό ζεσταίνεται επιστρέφει στην επιφάνεια με σκοπό τη θέρμανση (ή ψύξη αντίστοιχα) (<http://photodentro.edu.gr/video/handle/8522/284>) (Στόχος Ενότητας: 1A).

Στόχος, ήταν να παρουσιαστεί η γενική ιδέα αξιοποίησης της Γεωθερμίας όπου η διαδικασία, τόσο για ηλεκτροπαραγωγή, όσο και για θέρμανση στηρίζεται σε φυσικές και ανανεώσιμες διαδικασίες. Αξιοσημείωτο κομμάτι των δύο παραπάνω διαδικασιών αποτελούσε η επεξήγηση της λειτουργίας του εναλλάκτη από τη σχετική διαφάνεια του ppt (Στόχος Ενότητας: 2).

Παράλληλα ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναζητήσουν και να αναφέρουν διαφορές μεταξύ των δύο τρόπων αξιοποίησης της Γεωθερμίας για θέρμανση (από το νερό της γεωθερμικής δεξαμενής-από τη $\Delta\Theta$ σπιτιού/εδάφους), λαμβάνοντας υπ' όψιν τις παραμέτρους: διαδικασία, βάθος, κίνδυνοι & κόστος. Οι σκέψεις/ ιδέες των παιδιών συζητήθηκαν στην τάξη (Ερώτηση post-test: 12).

Τέλος, δημιουργήθηκαν και πάλι δύο (2) ομάδες των πέντε(5) όπου κλήθηκαν να καταγράψουν πλεονεκτήματα, αλλά και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της Γεωθερμικής ενέργειας, τόσο στη θέρμανση όσο και στην ηλεκτροπαραγωγή. [«Σκεφτείτε και γράψτε οφέλη και μειονεκτήματα της αξιοποίησης της Γεωθερμίας στη θέρμανση και στην ηλεκτροπαραγωγή». (Στόχος Ενότητας: 3)].

Ακολούθησε συζήτηση και διάλογος μεταξύ των μαθητών όπου κατατέθηκαν προβληματισμοί και διατυπώθηκαν ιδέες και απορίες.

Από την πλευρά του ο εκπαιδευτικός/ερευνητής συντόνιζε και κατηύθυνε, όταν απαιτούνταν, τους μαθητές με ερωτήσεις για τα πλεονεκτήματα (φιλική στο περιβάλλον, ανανεώσιμη, εξοικονομεί ορυκτά καύσιμα, αξιοποίηση και σε απομακρυσμένες περιοχές) (Ερώτηση post-test: 11) και μειονεκτήματα (πιθανή εκπομπή επικίνδυνων αερίων, μεγάλο κόστος κατασκευής, η ικανότητα παραγωγής σοβαρής ποσότητας ενέργειας σπανίζει).

Και αυτή η ενότητα ολοκληρώθηκε με ανακεφαλαίωση, αξιολόγηση και μετα-γνωστική συζήτηση προκειμένου οι μαθητές/μαθήτριες να μπορούν να:

- Περιγράψουν εν συντομία τη διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με Γεωθερμία
- Περιγράψουν εν συντομία τη διαδικασία θέρμανσης με Γεωθερμία με δύο τρόπους
- Εξηγήσουν γιατί ο εναλλάκτης θερμότητας είναι απαραίτητος
- Αναφέρουν δύο οφέλη και ένα μειονέκτημα της Γεωθερμίας για θέρμανση/ηλεκτροπαραγωγή

Η μετα-γνωστική συζήτηση επικεντρώθηκε στα παρακάτω σημεία:

- τι μάθατε σήμερα που δεν το ξέρατε;
- υπήρχε κάτι που από αυτά που είχατε ξανακούσει;
- τι ξέρατε λάθος και σήμερα το διορθώσατε;
- τι σας βοήθησε στα προηγούμενα;

το μάθημα σήμερα ξεκαθάρισε ή μπέρδεψε κάποια πράγματα;