



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΜΙΑΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΩΝ ΠΟΥ
ΥΠΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΜΑΓΕΙΡΙΚΗ, ΣΤΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΤΩΝ**

ΤΣΙΟΥΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΡΟΔΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΜΙΑΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΠΟΥ ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΤΑΙ ΑΠΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΓΙΑ ΕΝΝΟΙΕΣ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΠΟΥ
ΥΠΕΙΣΕΡΧΟΝΤΑΙ ΣΤΗ ΜΑΓΕΙΡΙΚΗ, ΣΤΑ ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ
ΜΑΘΗΤΩΝ**

*

**THE IMPACT OF A TEACHING INTERVENTION SUPPORTED BY
EDUCATIONAL SOFTWARE FOR CONCEPTS OF SCIENCE THAT UNDERPIN
COOKING, ON STUDENTS' LEARNING OUTCOMES**

ΤΣΙΟΥΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M.: 413 2016 046

Επιβλέπων: Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 17/09/2018

1. Σκουμιός Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής Παν. Αιγαίου
2. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής Παν. Αιγαίου
3. Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής Παν. Αιγαίου

ΡΟΔΟΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2018

Δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της πρωτότυπης μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ότι έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες και ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για το συγκεκριμένο Π.Μ.Σ.

Τσιούκας Κωνσταντίνος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

"If you can't fly, run.

If you can't run, walk.

If you can't walk, crawl,

but by all means,

KEEP MOVING."

Martin Luther King Jr.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αιγαίου και επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας εργασίας κ. Σκουμιό Μιχαήλ, χωρίς τη καθοδήγηση και τη βοήθεια του οποίου δεν θα είχε ολοκληρωθεί η εργασία.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Πρόεδρο του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής – Εκπαίδευση με χρήση Νέων Τεχνολογιών» Καθηγητή του Παν/μίου Αιγαίου και μέλος της τριμελούς επιτροπής κ. Σοφό Αλιβίζο καθώς επίσης και τον Επίκουρο Καθηγητή του Παν/μίου Αιγαίου και μέλος της τριμελούς επιτροπής κ. Φωκίδη Εμμανουήλ για τη βοήθειά τους στην ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ τη διευθύντρια και την υποδιευθύντρια των Ιδιωτικών Εκπαιδευτηρίων Αγρινίου «Παναγία Προυσιώτισσα» κα. Μπαλαούρα Ευφροσύνη και κα. Μπαλαούρα Αγγελική αντίστοιχα για τη συγκατάθεση της παρούσας έρευνας. Επίσης, ευχαριστώ τη δασκάλα της Ε΄ τάξης Δημοτικού των Εκπαιδευτηρίων, κ. Τσιγαρίδα Αναστασία και τους μαθητές της χωρίς τη βοήθεια των οποίων η έρευνα αυτή δε θα είχε πραγματοποιηθεί.

Τέλος, ευχαριστώ τους γονείς μου κ. Τσιούκα Δημήτριο και κα. Πήλιου Χρυσάνθη, τη σύζυγό μου κα. Δημητρίου Αγγελική, καθώς και τα πεθερικά μου κ. Δημητρίου Δημήτριο και κα. Χαϊδοπούλου Μαρία για τη στήριξη και την αγάπη τους, η οποία δεν μπορεί να εκφραστεί με λόγια.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ	12
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	14
1.1. Οριοθέτηση του θέματος.....	14
1.2. Αναγκαιότητα της εργασίας.....	14
1.3. Δομή Εργασίας	17
1.4. Ανακεφαλαίωση.....	18
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	20
2.1. Εισαγωγή	20
2.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών	20
2.2.1. Συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών.....	20
2.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών	21
2.2.3. Στρατηγικές διδακτικής αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών	24
2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	25
2.3.1. Διδακτικές προσεγγίσεις Φυσικών Επιστημών	25
2.3.2. Η εποικοδομητική προσέγγιση	26
2.3.3. Η εννοιολογική αλλαγή	27
2.3.4. Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986).....	29
2.4. Μάθηση Φυσικών Επιστημών μέσω της χρήσης επιστημονικών πρακτικών.....	30
2.4.1. Οι επιστημονικές πρακτικές.....	31
2.4.2. Η επιστημονική πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης ερευνών από τους μαθητές.....	31
2.4.3. Το μαθησιακό μοντέλο 5E.....	34
2.5. Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών με χρήση Νέων Τεχνολογιών.....	35
2.6. Ανακεφαλαίωση.....	37
3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	38
3.1. Εισαγωγή	38

3.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση αντιλήψεων μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας.....	38
3.2.1. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα.....	38
3.2.1.1. Φύση της θερμότητας.....	39
3.2.1.2. Είδος φυσικού μεγέθους της θερμότητας.....	40
3.2.1.3. Χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων	41
3.2.1.4. Διατήρηση ή μη της θερμότητας	42
3.2.2. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμοκρασία	43
3.2.2.1. Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας	43
3.2.2.2. Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας σε θερμική ισορροπία	44
3.2.3. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμική ισορροπία	47
3.2.4. Αντιλήψεις μαθητών για τον βρασμό.....	48
3.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού	50
3.4. Συζήτηση - Πρωτοτυπία εργασίας	56
3.5. Ανακεφαλαίωση.....	57
4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	58
4.1. Εισαγωγή	58
4.2. Ερευνητικά ερωτήματα.....	58
4.3. Δείγμα της έρευνας.....	58
4.4. Ερευνητική διαδικασία	59
4.5. Συλλογή δεδομένων.....	60
4.5.1. Η επιλογή του ερωτηματολογίου και της μαγνητοφώνησης.....	60
4.6. Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε	67
4.6.1. Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού Υλικού	67
4.6.2. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στο εκπαιδευτικό υλικό	72
4.6.3. Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού	73
4.7. Ανάλυση δεδομένων.....	81
4.8. Ανακεφαλαίωση.....	82
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	83
5.1. Εισαγωγή	83
5.2. «Μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών	83

5.3. Εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών.....	89
5.3.1. Διατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων	89
5.3.2. Αναγνώριση των μεταβλητών.....	90
5.3.2.1. Αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής.....	91
5.3.2.1. Αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου	92
5.3.2.2. Αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής	93
5.4. Η συμβολή των διδασκαλιών στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό.....	95
5.4.1. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας	95
5.4.1.1. Σχέση θερμοκρασιών δύο σωμάτων διαφορετικών μεγεθών που λαμβάνουν ίδια θερμότητα	95
5.4.1.2. Σχέση θερμοτήτων που λαμβάνουν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία.....	96
5.4.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμοκρασία βρασμού των σωμάτων	97
5.4.2.1. Θερμοκρασία βρασμού και μέγεθος σώματος	97
5.4.2.2. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού	98
5.4.3. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία.....	99
5.4.3.1. Θερμοκρασία και μέγεθος σώματος	99
5.4.3.2. Θερμοκρασία και σύσταση σώματος	100
5.4.4. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την ψύξη των σωμάτων.....	101
5.5. Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών	102
5.5.1. Αναγνώριση επιστημονικών ερωτημάτων	103
5.5.2. Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητή.....	103
5.5.3. Αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου.....	104
5.5.4. Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής.....	104
5.5.5. Σχεδίαση πειραμάτων.....	105
5.5.6. Εξαγωγή συμπερασμάτων	105
5.6. Ανακεφαλαίωση.....	106
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	107

6.1. Εισαγωγή	107
6.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους	108
6.2.1. Οι "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών	109
6.2.2. Η εξέλιξη των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών	109
6.2.3. Η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού	110
6.2.4. Η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών	111
6.3. Περιορισμοί της έρευνας	112
6.4. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	112
6.5. Ανακεφαλαίωση	113
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	114
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	129
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2	138

Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 2.1. Μορφή ερευνητικής ερώτησης (1ος τρόπος).....σελ. 31
Σχήμα 2.2. Μορφή ερευνητικής ερώτησης (2ος τρόπος).....σελ. 31

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1. Πίνακας ελέγχου μεταβλητών (Hackling και Faibrother, 1996).	σελ. 32
Πίνακας 2.2. Χαρακτηρισμός ερευνών σχετικά με το πόσο ανοιχτά ή κλειστά είναι τα στοιχεία τους.....	σελ. 32
Πίνακας 2.3. Ερωτήσεις για διεξαγωγή έρευνας και οι σκοποί τους (Hackling, 1998). ..	σελ. 32
Πίνακας 4.1. Τα ζητήματα προς διερεύνηση, οι πιθανές αντιλήψεις των μαθητών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.....	σελ. 63
Πίνακας 4.2. Οι πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.	σελ. 63
Πίνακας 4.3. Οι ενότητες του διδακτικού υλικού με τα φύλλα εργασίας που αντιστοιχούν.....	σελ. 68
Πίνακας 4.4. Οι ενότητες του διδακτικού υλικού με τις αντίστοιχες φάσεις, επιστημονικές πρακτικές των Φ.Ε. και τις δραστηριότητες.	σελ. 68
Πίνακας 4.5. Σχεδίαση της έρευνας.	σελ. 71
Πίνακας 5.1.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 1.	σελ. 85
Πίνακας 5.2.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 2.	σελ. 86
Πίνακας 5.3.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 3.	σελ. 88
Πίνακας 5.4.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 4.	σελ. 89
Πίνακας 5.5.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων.....	σελ. 90
Πίνακας 5.6.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής.....	σελ. 92
Πίνακας 5.7.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου.	σελ. 93
Πίνακας 5.8.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής.	σελ. 95
Πίνακας 5.9.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σχέση θερμοκρασιών δύο σωμάτων διαφορετικών μεγεθών που λαμβάνουν ίδια θερμότητα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%)......	σελ. 96
Πίνακας 5.10.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σχέση θερμοτήτων που λαμβάνουν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 97

Πίνακας 5.11.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας βρασμού ενός σώματος από το μέγεθός του πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 98
Πίνακας 5.12.: Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 99
Πίνακας 5.13.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και το μέγεθος του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 100
Πίνακας 5.14.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και το μέγεθος του σώματος σε θερμική ισορροπία πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 101
Πίνακας 5.15.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη σύσταση του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 102
Πίνακας 5.16.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για την ψύξη των σωμάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 103
Πίνακας 5.17.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση του ερευνητικού ερωτήματος: συχνότητες (f και f%).	σελ. 104
Πίνακας 5.18.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής: συχνότητες (f και f%).	σελ. 104
Πίνακας 5.19.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου: συχνότητες (f και f%).	σελ. 105
Πίνακας 5.20.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).	σελ. 105
Πίνακας 5.21.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν τον σχεδιασμό του πειράματος: συχνότητες (f και f%).	σελ. 106
Πίνακας 5.22.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την εξαγωγή συμπερασμάτων: συχνότητες (f και f%).	σελ. 107

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 4.1 Εικόνα του λογισμικού ΣΕΠ.....σελ. 73

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

AAAS American Association for the Advancement of Science

NGSS Next Generation Science Standards

NRC National Research Council

ΤΠΕ Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών

ΣΕΠ Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον

Φ.Ε. Φύλλο Εργασίας

ΦΕ Φυσικές Επιστήμες

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία ερευνά τη συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό για έννοιες των Φυσικών Επιστημών που υπεισέρχονται στη μαγειρική (θερμότητα, θερμοκρασία, βρασμός), στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών και στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών. Για αυτόν το σκοπό σχεδιάστηκε διδακτικό υλικό για τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και το βρασμό με βάση την εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με πλαίσιο αναφοράς τη μαγειρική, το οποίο εφαρμόστηκε σε 12 μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε μέσα από την ανάλυση του λόγου των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών και με ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τους μαθητές πριν και μετά τη παρέμβαση. Η ανάλυση των δεδομένων επέτρεψε να μελετηθεί η εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών και των πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών. Προέκυψε ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε σημαντικά στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών και στην ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

ABSTRACT

The thesis explores the contribution of a teaching intervention supported by educational software for concepts of science that underpin cooking (heat, temperature, boiling), on the development of students' conceptions and of practices related to research design. For this purpose, teaching material on heat, temperature and boiling was designed on the basis of the constructive approach for learning with reference to cooking, which was applied to 12 primary school students. The evaluation of learning outcomes was done through analysis of students' speech throughout the intervention and a questionnaire completed by the students before and after that. The analysis of data allowed to study the development of students' conceptions and practices related to the research design. It has emerged that the didactic intervention has significantly contributed to the change of students' conceptions and the development of scientific practices related to research design.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Οριοθέτηση του θέματος

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα: «Η συμβολή μιας διδακτικής παρέμβασης που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό για έννοιες των Φυσικών Επιστημών που υπεισέρχονται στη μαγειρική, στα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών» εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής - Εκπαίδευση με χρήση Νέων Τεχνολογιών» του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Η εργασία αυτή εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα των μελετών που εστιάζονται στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) (Linn & Songer, 1991; Thomaz, Malaquias, Valente & Antunes, 1995; Harrison, Grayson & Treagust, 1999; Baser & Geban, 2007; Coştu, Ayas, Niaz, Ünal & Çalik, 2007; Çalik, 2008; Zacharia, Olympiou & Papaenripidou, 2008; Madu & Orji, 2015) και στην καλλιέργεια επιστημονικών πρακτικών (National Research Council [NRC], 2012) στους μαθητές μέσω διδακτικών παρεμβάσεων βασισμένων στην εποικοδομητική προσέγγιση, που υποστηρίζονται από τις Τεχνολογίες Πληροφοριών και Επικοινωνιών (ΤΠΕ) και συνδέονται με καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Ειδικότερα, ερευνάται η συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του φαινομένου του βρασμού στο πλαίσιο εκπαίδευσης των ΦΕ στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού. Το εκπαιδευτικό υλικό που σχεδιάστηκε βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση και τη διδασκαλία των ΦΕ με χρήση επιστημονικών πρακτικών και ΤΠΕ. Συγκεκριμένα, για τον σχεδιασμό του διδακτικού υλικού χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο 5Ε για τη διδασκαλία των ΦΕ (Bybee et al., 2006). Επίσης, έγινε χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας «Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον (ΣΕΠ)» (Ψύλλος κ.ά., 2000). Η σύνδεση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών με την καθημερινή ζωή αποτελεί ουσιώδη στόχο της εκπαίδευσης των μαθητών στις ΦΕ (NRC, 2012). Στην εργασία χρησιμοποιείται η μαγειρική, για να συνδέσει την εκπαίδευση των μαθητών στις ΦΕ με καθημερινές καταστάσεις.

1.2. Αναγκαιότητα της εργασίας

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι μαθητές έχουν ήδη από τα πρώτα χρόνια της ζωής τους αντιλήψεις για τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου (Pfundt, 1975, 1981; Nussbaum & Novick, 1982; Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 1994; Duit & Treagust, 2003). Αυτές οι αντιλήψεις προέρχονται από τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών και συνήθως διαφέρουν από την επιστημονική γνώση. Λαμβάνοντας υπόψη τις αντιλήψεις των μαθητών καλούμαστε να προσδιορίσουμε τον τρόπο διδασκαλίας των ΦΕ. Η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει ποικίλες έρευνες που μελετούν τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Diesterweg, 1835; Ausubel, 1968; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; diSessa, 1983; Solomon, 1984; Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Throwbridge & Mintzes, 1985; Claxton, 1993; Kariotogloy, Koumaras & Psillos, 1993; Driver et al., 1994; Tytler, 1998; Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000; Χατζηνικήτα και Χρηστίδου, 2001; Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2003; Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006, 2006; Gropengießer, 2007; Kircher, Girwidz & Häußler, 2009; Stears, James & Good, 2011). Ωστόσο, είναι συγκριτικά λιγότερες οι εργασίες που εστιάζονται στη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των μαθητών μέσα από τη χρήση επιστημονικών πρακτικών (Chiappetta, 1997; Anderson, 2002; Chinn & Malhotra, 2002; Abd-El-Khalick et al., 2004; Flick & Lederman 2004; Crawford, 2007, 2012; Archer et al., 2010; Poon, Lee, Tan & Lim, 2012).

Η αναθεώρηση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών εδράζεται στη χρήση επιστημονικών πρακτικών (NGSS Lead States, 2013). Ο όρος επιστημονικές πρακτικές αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες, καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο (NRC, 2012). Η χρήση επιστημονικών πρακτικών είναι αναγκαία προκειμένου ο μαθητής να κατασκευάσει τη νέα γνώση. Για την εκπαίδευση των μαθητών στις ΦΕ έχουν προταθεί οι ακόλουθες οκτώ επιστημονικές πρακτικές (NGSS Lead States, 2013): (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών.

Για την παρούσα εργασία επιλέχθηκε η εννοιολογική περιοχή της θερμοκρασίας και της θερμότητας καθώς έχει ενταχθεί σε όλα τα Αναλυτικά Προγράμματα Σπουδών της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και αποτελεί ένα μεγάλο κεφάλαιο των ΦΕ με

το οποίο έρχεται καθημερινά σε επαφή ο μαθητής. Γι' αυτόν τον λόγο είναι σημαντική η εκπαιδευτική επεξεργασία των εννοιών της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του φαινομένου του βρασμού μέσα στην τάξη προκειμένου να ωφεληθεί ο μαθητής από την επεξεργασία των αντιλήψεών του και από τη νέα αποκτηθείσα γνώση στην καθημερινότητά του. Η ύπαρξη ενός χρήσιμου και εύχρηστου λογισμικού (ΣΕΠ) για την υλοποίηση ερευνών μέσα στην τάξη με τη χρήση των ΤΠΕ, αποτέλεσε επίσης κριτήριο επιλογής της συγκεκριμένης εννοιολογικής περιοχής. Τέλος, ο κατάλληλος συνδυασμός των εννοιών της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του φαινομένου του βρασμού με τη μαγειρική δημιούργησε το απαραίτητο πλαίσιο εφαρμογής των ΦΕ στην καθημερινή ζωή.

Έχει γίνει εκτεταμένη έρευνα πάνω στις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των ΦΕ και ιδιαίτερα για τις έννοιες της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του βρασμού σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (ενδεικτικά: Erickson, 1979; Osborne & Cosgrove, 1983; Wisler, 1986; Nachmias, Stavy & Avrams, 1990; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Harrison, Grayson & Treagust, 1999; Shin, 1999; Choi, Kim, Paik, Lee & Chung, 2001; Antwi & Aryeetey, 2015; Devereux, James & Dewan, 2016; Fitzallen, Wright, Watson & Duncan, 2016). Συγκριτικά λιγότερες είναι οι έρευνες που εστιάζουν στη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων αυτών (Linn & Songer, 1991; Thomaz et al., 1995; Harrison et al., 1999; Baser, 2006; Baser & Geban, 2007; Coştu, Ayas, Niaz, Ünal & Çalik, 2007; Çalik, 2008; Zacharia, Olympiou & Papaenripidou, 2008; Madu & Orji, 2015) και ιδιαίτερα περιορισμένος είναι ο αριθμός των παρεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006, 2006; Turgut & Gurbuz, 2012).

Επίσης, στη διεθνή βιβλιογραφία δεν εντοπίζονται έρευνες, οι οποίες εξετάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα μίας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη χρήση επιστημονικών πρακτικών καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού. Επιπλέον, δεν υπάρχουν έρευνες, οι οποίες συνδυάζουν φυσικά και εικονικά μέσα με επιστημονικές πρακτικές. Τέλος, απουσιάζουν εντελώς έρευνες οι οποίες να πλαισιώνουν την εφαρμογή μίας διδακτικής παρέμβασης για την επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες των ΦΕ και ιδιαίτερα για τις έννοιες της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού με τον χώρο της μαγειρικής που αποτελεί τον συνδετικό κρίκο της σχολικής γνώσης με την καθημερινότητα των μαθητών σε αυτήν την εργασία. Στο Δημοτικό και στις υπόλοιπες βαθμίδες της εκπαίδευσης (Γυμνάσιο, Λύκειο), όπου διδάσκονται οι ΦΕ, αυτές συνήθως δε συνδέονται με καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Η σύνδεση των Φυσικών Επιστημών με την

καθημερινότητα των μαθητών παίζει σημαντικό ρόλο στην κατανόηση των εννοιών και φαινομένων που διδάσκονται στους μαθητές. Η σημαντικότητα της σύνδεσης της επιστήμης με την καθημερινή ζωή έχει επαρκώς τεκμηριωθεί στη συναφή ερευνητική βιβλιογραφία (NRC, 1996; Collins, 1997; Cajas, 1998; Fensham, 2003). Ο Cajas (1999) αναφέρεται επίσης στη δυσκολία που έχει η εύρεση σχετικών θεμάτων και η εφαρμογή τους στην τάξη. Η μαγειρική μπορεί να αποτελέσει τη «γέφυρα» για τη σύνδεση της εκπαίδευσης των μαθητών στις ΦΕ με την καθημερινή ζωή.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν τη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση και στην ανάπτυξη των επιστημονικών πρακτικών για τις ΦΕ συνδυάζοντάς το με το πλαίσιο της μαγειρικής, στις "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών σε συνδυασμό με την εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη παραγωγή και την αξιολόγηση νέου εκπαιδευτικού υλικού για έννοιες των Φυσικών Επιστημών που θα εδράζεται στο εποικοδομητικό μοντέλο για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και ΤΠΕ με πλαίσιο αναφοράς τη μαγειρική.

Συγκεκριμένα, σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης με εκπαιδευτικό υλικό που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και ΤΠΕ και με πλαίσιο αναφοράς τη μαγειρική, στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών της Ε΄ τάξης του Δημοτικού για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό και στην εξέλιξη των πρακτικές τους που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

1.3. Δομή Εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από 6 (έξι) κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η οριοθέτηση του θέματος της διπλωματικής εργασίας, η αναγκαιότητα πραγματοποίησης της εργασίας, ο σκοπός και οι ερευνητικοί στόχοι, καθώς επίσης και η δομή της παρούσας εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των ΦΕ, αναλύεται η διδακτική προσέγγιση που θα ακολουθηθεί και ο λόγος χρήσης των ΤΠΕ, καθώς επίσης και ο ρόλος των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών στη διδασκαλία των ΦΕ μέσα από το παράδειγμα της μαγειρικής ως συνδετικό κρίκο μεταξύ αυτών και της καθημερινής ζωής.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι έρευνες, οι οποίες σχετίζονται με το περιεχόμενο της παρούσας εργασίας. Γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών για των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις έννοιες των ΦΕ, της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του βρασμού και στη συνέχεια για τις διδακτικές παρεμβάσεις γύρω από τις συγκεκριμένες έννοιες.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία της εργασίας. Ειδικότερα, περιγράφεται το δείγμα των μαθητών, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα ερευνητικά εργαλεία, το διδακτικό υλικό και τα εργαλεία που δημιουργήθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή των δεδομένων, καθώς και ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας.

Στο έκτο κεφάλαιο σχολιάζονται τα αποτελέσματα και εξάγονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Επίσης, επισημαίνεται η συμβολή των αποτελεσμάτων της έρευνας στη διδακτική πράξη, παρουσιάζονται οι περιορισμοί της εργασίας και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Στο τέλος της εργασίας παρατίθενται οι βιβλιογραφικές αναφορές της διπλωματικής εργασίας και τα παραρτήματα.

1.4. Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά τη συμβολή μιας σειράς διδασκαλιών στις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του βρασμού και στην ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών στους μαθητές της

Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Τα συμπεράσματα της εργασίας μπορούν να χρησιμεύσουν στο επίπεδο έρευνας καθώς και στη διδακτική πράξη.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1. Εισαγωγή

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας και χωρίζεται σε τρεις επιμέρους ενότητες. Στην ενότητα 2.2. παρουσιάζονται τα ερευνητικά δεδομένα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ). Στην επόμενη ενότητα αναλύεται η εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ (βλ. ενότητα 2.3.). Στην ενότητα 2.4. παρουσιάζεται η μάθηση των ΦΕ μέσω της χρήσης επιστημονικών πρακτικών και στην ενότητα 2.5. η διδασκαλία των ΦΕ με χρήση Νέων Τεχνολογιών.

2.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών

Η συγκεκριμένη ενότητα χωρίζεται σε τρεις επιμέρους υποενότητες. Αρχικά παρουσιάζονται τα βασικά συμπεράσματα των ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.1.). Στη συνέχεια, αποτυπώνονται τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.2.) και στην τελευταία υποενότητα παρουσιάζονται οι στρατηγικές διδακτικής αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.3.).

2.2.1. Συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών

Οι μαθητές έχουν δημιουργήσει διάφορες αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα που τους περιβάλλουν, ήδη πριν έρθουν στη σχολική τάξη και παρακολουθήσουν κάποιο μάθημα ΦΕ (Driver, Guesne & Tiberrghien, 1985). Οι αντιλήψεις αυτές προέρχονται από άτυπες διαδικασίες μάθησης μέσα στο κοινωνικό, οικογενειακό και φιλικό περιβάλλον και συντάσσουν ένα νέο σύνολο γνώσεων, το οποίο πολλές φορές είναι αντίθετο προς τη γνώση των ειδικών. «Πρόκειται για δίκτυα σημασιών με σταθερούς κανόνες λειτουργίας και ισχυρά ερμηνευτικά συστήματα με βάση τα οποία «μεταφράζονται» οι εμπειρίες και αφομοιώνονται οι προσλαμβανόμενες πληροφορίες» (Ραβάνης 1991, σ. 157).

Τον 19ο αιώνα ο Diesterweg (1835), όπως αναφέρεται στους Kircher, Girwidz και Häußler (2009), τόνισε ότι είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τις αντιλήψεις του μαθητή, όταν καλούμαστε να τον εκπαιδεύσουμε. Ο Ausubel (1968) συμπληρώνει έναν αιώνα αργότερα, λέγοντας πως αποτελεί τον σημαντικότερο παράγοντα που επηρεάζει την μάθηση.

Οι αντιλήψεις αυτές πολλές φορές διαφέρουν από τις επιστημονικές απόψεις και δημιουργούνται συνήθως μέσα από τις αισθητηριακές εμπειρίες των μαθητών με τα φυσικά φαινόμενα τα οποία τους περιβάλλουν (Driver et al., 1985; Χατζηνικήτα, 2001; Kang, Scharmann & Noh, 2004; Kircher et al., 2009).

Έχει διαπιστωθεί επίσης, ότι ανεξάρτητα από τη χώρα στην οποία βρίσκεται το παιδί, ή το φύλο του οι αντιλήψεις του είναι παρόμοιες και αρκετά διαδεδομένες στον μαθητικό πληθυσμό (Driver et al., 1985). Οι αντιλήψεις αυτές μεταξύ τους δεν έχουν κάποια συνοχή και κατευθύνουν το παιδί σε ένα συγκεκριμένο πλαίσιο προσανατολισμού (diSessa, 1983; Solomon, 1984; Claxton, 1993, στο Χαλκιά, 2011). Οι Throwbridge και Mintzes (1985) διαπίστωσαν επίσης, ότι οι μαθητές μπορούν να έχουν αναπτύξει περισσότερες αντιλήψεις για ένα θέμα και να ερμηνεύουν το φαινόμενο αναλόγως με το πλαίσιο στο οποίο καλούνται να απαντήσουν.

Αξίζει να σημειωθεί πως οι αντιλήψεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές κατά τη διδακτική αντιμετώπισή τους μέσα από τη παραδοσιακή διδασκαλία (Giordan & Vecchi, 1990; Χατζηνικήτα, 2001; Casperson & Linn, 2006; Chi, Kristensen & Roscoe, 2012). Η λογικοφάνεια των αντιλήψεων είναι ένας παράγοντας που δυσκολεύει το εγχείρημα να εγκαταλειφθούν αυτές από τους μαθητές και συνεχίζουν να τους ακολουθούν και μετά την ενηλικίωσή τους (Driver et al., 1985). Επίσης, οι μαθητές συχνά διατηρούν τόσο την επιστημονική γνώση όσο και τις αρχικές αντιλήψεις τους μετά τη διδασκαλία.

Επιπλέον, φαίνεται πως οι αντιλήψεις των μαθητών για φαινόμενα των Φ.Ε. είναι ανάλογες με την ιστορική εξέλιξη των επιστημονικών πεποιθήσεων για το αντίστοιχο φαινόμενο (Driver et al., 1985).

2.2.2. Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών

Τα τελευταία χρόνια κατάφερε να συσσωρευτεί ένας εκτεταμένος αριθμός ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά.

Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός

Οι μαθητές, εξαιτίας της εφαρμογής μιας τοπικής και όχι ολικής θεώρησης των εξεταζόμενων συστημάτων, τείνουν να περιγράφουν και να ερμηνεύουν τις αλλαγές των συστημάτων με τη βοήθεια γραμμικών, χρονικών ή και τοπικών, αιτιακών αλυσίδων κάθε τμήμα των οποίων αναφέρεται σε ένα απλό φαινόμενο και ειδικότερα, σε κάθε στάδιο της αιτιακής αλυσίδας θεωρούν ότι αντιστοιχεί μια μόνο μεταβλητή (Driver et al., 1985). Όταν υπάρχει για παράδειγμα ένα «ζεστό» σώμα, οι μαθητές θεωρούν ότι εκπέμπει θερμότητα, ενώ η Φυσική αιτιολογεί τη διάδοση θερμότητας από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ αυτών (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000).

Έννοιες που δε διαχωρίζονται

Στη διδασκαλία των ΦΕ υπάρχουν πολλές έννοιες και φαινόμενα. Κάποιες έννοιες έχουν διαφορετική σημασία σύμφωνα με την επιστημονική γνώση, αλλά δε διαχωρίζονται από τους μαθητές. Η μετάβαση μάλιστα από τη μία σημασία στην άλλη γίνεται χωρίς να το συνειδητοποιούν (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000).

Ένα παράδειγμα, το οποίο σχετίζεται και με το περιεχόμενο της παρούσας εργασίας, είναι ο μη διαχωρισμός των εννοιών της θερμοκρασίας και της θερμότητας (ενδεικτικά: Linn & Songer, 1987; Duit, 1995).

Εξάρτηση αντιλήψεων από το πλαίσιο χρήσης τους

Οι μαθητές προκειμένου να απαντήσουν σε καταστάσεις που η επιστημονική κοινότητα θεωρεί ισοδύναμες ενεργοποιούν συχνά διαφορετικές αντιλήψεις (Driver et al., 1985). Οι μαθητές διαφοροποιούν τις απαντήσεις τους αναλόγως με το πλαίσιο στο οποίο βρίσκονται. Συχνά, όταν προσπαθούν να ερμηνεύσουν μία κατάσταση σχολικού τύπου, δηλαδή τυποποιημένη, εφαρμόζουν την επιστημονική γνώση, ενώ, αν αντιμετωπίσουν μία πανομοιότυπη, αλλά μη τυποποιημένη, χρησιμοποιούν εναλλακτικές αντιλήψεις, με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορά ή και αντίφαση στα συμπεράσματά τους (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2003).

Κυριάρχηση της σκέψης από τα αντιληπτικά δεδομένα

Οι αισθήσεις αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους μαθητές όταν προσπαθούν να καταλάβουν τον κόσμο (Driver et al., 1985). Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές ερμηνεύουν μία κατάσταση ή ένα πρόβλημα βάσει των αισθήσεών τους. Επίσης υποστηρίζουν συχνά πως, αν κάτι μπορεί να γίνει αντιληπτό με τις αισθήσεις, τότε και υπάρχει, αν όχι, τότε δεν υπάρχει (Χατζηνικήτα και Χρηστίδου, 2001). Συχνά όμως οι αντιλήψεις που δημιουργούνται έρχονται σε αντίθεση με τη σχολική γνώση.

Για παράδειγμα όταν μαθητές καλούνται να συγκρίνουν τη θερμοκρασία ενός μεταλλικού σώματος και ενός ξύλινου, πολλοί μαθητές θα δώσουν μία απάντηση στηριζόμενη στην αίσθησή τους (Sciaretta et al., 1990; Skoumios & Hatzinikita, 2006; Duit, 2015).

Οι αντιλήψεις είναι ανθεκτικές στην αλλαγή

Έρευνες έχουν δείξει ότι οι αντιλήψεις είναι ιδιαίτερα ανθεκτικές στην αλλαγή. Ακόμη και μετά τη διδακτική παρέμβαση οι μαθητές συχνά επιστρέφουν στις αρχικές τους αντιλήψεις ή διατηρούν τόσο την επιστημονική γνώση όσο και τις αρχικές τους αντιλήψεις. Αυτές οι αντιλήψεις συνεχίζουν να υπάρχουν και μετά την ενηλικίωση των μαθητών.

Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα στη μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας. Η πλειοψηφία του μαθητικού πληθυσμού ερμηνεύει θερμικά φαινόμενα με τη χρήση μίας μόνο έννοιας χωρίς να αντιλαμβάνεται τη διαφορά θερμοκρασίας και θερμότητας (ενδεικτικά: Eylon & Linn, 1988; Paik et al., 2007; Turgut & Gurbuz, 2012; Devereux et al., 2016). Οι αντιλήψεις αυτές συνεχίζουν να υπάρχουν και αργότερα στη ζωή του ανθρώπου (Καρανίκας και Κόκκοτας, 1997).

Περιορισμένη εστίαση

Καταστάσεις και προβλήματα με τα οποία ερχόμαστε αντιμέτωποι στο μάθημα των ΦΕ έχουν πολλές πτυχές. Οι μαθητές συχνά εστιάζουν σε ορισμένες όψεις του προβλήματος, συνήθως στις πιο εμφανείς, αγνοώντας τις υπόλοιπες (Driver et al., 1985; Χατζηνικήτα και Χρηστίδου, 2001; Skoumios & Hatzinikita, 2005).

Ένα παράδειγμα είναι όταν οι μαθητές κληθούν να συγκρίνουν τη θερμοκρασία δύο σωμάτων, ένα μεγάλο και ένα μικρό παγάκι ή ένα μεταλλικό και ένα ξύλινο κουτάλι, εστιάζουν στα χαρακτηριστικά του σώματος, δηλαδή στο μέγεθος ή στο υλικό-σύσταση, και όχι στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Sciaretta et al., 1990; Skoumios & Hatzinikita, 2006; Duit, 2015).

2.2.3. Στρατηγικές διδακτικής αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών

Οι στρατηγικές διδακτικής αντιμετώπισης των αντιλήψεων των μαθητών διακρίνονται σε δύο θέσεις, όπως αυτές περιγράφονται από τους Giordan & deVecchi (1987): α) αγνόηση ή αποφυγή των αντιλήψεων των μαθητών και β) γνώση των αντιλήψεων των μαθητών.

α) Αγνόηση ή αποφυγή των αντιλήψεων των μαθητών (λειτουργώντας χωρίς τις αντιλήψεις)

Σύμφωνα με αυτήν την στρατηγική οι αντιλήψεις των μαθητών αντιμετωπίζονται σαν εμπόδια στη διδασκαλία των ΦΕ και αγνοούνται. Το μυαλό των μαθητών χαρακτηρίζεται σαν «tabula rasa - άγραφος πίνακας». Οι μαθητές έρχονται στο σχολείο χωρίς προϋπάρχουσες γνώσεις και ο δάσκαλος μεταφέρει τη γνώση σε αυτούς. Αυτή η θεώρηση ενισχύεται από την πολυπλοκότητα που εμφανίζουν οι αντιλήψεις και από τον κίνδυνο επηρεασμού των αντιλήψεων των υπόλοιπων μαθητών.

β) Γνώση των αντιλήψεων των μαθητών

Στη δεύτερη στρατηγική λαμβάνονται υπόψη οι αντιλήψεις των μαθητών από τους εκπαιδευτικούς και μέσα από αυτή απορρέουν τρεις προσεγγίσεις.

- Λειτουργώντας μαζί με τις αντιλήψεις. Η προσέγγιση αυτή έχει επίκεντρο τον μαθητή και ο δάσκαλος σέβεται τις αντιλήψεις των μαθητών και οικοδομεί τη σχολική γνώση εμπλουτίζοντας τις προϋπάρχουσες γνώσεις. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα κλίμα εμπιστοσύνης όπου ο μαθητής νιώθει ελεύθερος να εκφράσει τις αντιλήψεις του. Στη συγκεκριμένη θέση αναγνωρίζεται επίσης η ύπαρξη μιας συνέχειας μεταξύ της πρακτικοβιωματικής και της επιστημονικής γνώσης και η μετάβαση από τη μία μορφή γνώσης στην άλλη χωρίς τομή (Giordan & deVecchi, 1987).

- Λειτουργώντας ενάντια στις αντιλήψεις. Σε αυτή τη προσέγγιση θεωρείται πως υπάρχει ασυνέχεια μεταξύ της πρακτικοβιωματικής γνώσης και της επιστημονικής γνώσης.
- Λειτουργώντας «μαζί» και «ενάντια» στις αντιλήψεις. Η θέση αυτή αποδέχεται ότι είναι χρήσιμο ο εκπαιδευτικός να στηριχθεί αφενός στις υπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών, και αφετέρου να «συνταράξει», να αμφισβητήσει αυτό το οικοδόμημα των καθημερινών γνώσεων (Driver et al., 1985). Σε αυτήν την προσέγγιση αναγνωρίζεται η σημαντικότητα των αντιλήψεων του μαθητή καθώς και η δυσκολία που φέρουν αυτές στη διδασκαλία των ΦΕ. Η προϋπάρχουσες γνώσεις των μαθητών είναι σημαντικά εργαλεία για να μπορέσουν να ερμηνεύσουν τα φυσικά φαινόμενα που τους περιβάλλουν ενώ ταυτόχρονα περιορίζουν τους μαθητές στην αντίληψη της πραγματικότητας. Ο εκπαιδευτικός λειτουργεί «μαζί» με τις αντιλήψεις, εφόσον τις αναγνωρίζει και στηρίζεται πάνω σε αυτές στη διδασκαλία των ΦΕ, αλλά και «ενάντια» στις αντιλήψεις εφόσον πραγματοποιείτε μια ριζική αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο ο μαθητής αντιλαμβάνεται το περιβάλλον υιοθετώντας έναν νέο τρόπο σκέψης.

2.3. Η εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

παρούσα ενότητα του θεωρητικού πλαισίου χωρίζεται σε πέντε υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.3.1.) αναφέρονται οι κυριότερες διδακτικές προσεγγίσεις των ΦΕ. Στη δεύτερη υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.3.2.) παρουσιάζεται η εποικοδομητική προσέγγιση. Στην ακόλουθη υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.3.3.) περιγράφεται η έννοια της εννοιολογικής αλλαγής. Στην τελευταία υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.3.4.) παρουσιάζεται το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας και μάθησης στις ΦΕ των Driver και Oldham (1986).

2.3.1. Διδακτικές προσεγγίσεις Φυσικών Επιστημών

Στη συγκεκριμένη υποενότητα αναλύονται οι δύο από τις τρεις κυριότερες διδακτικές προσεγγίσεις των ΦΕ: η παραδοσιακή και η ανακαλυπτική προσέγγιση. Η εποικοδομητική προσέγγιση παρουσιάζεται σε ξεχωριστή υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.3.2.).

Η παραδοσιακή προσέγγιση στη διδασκαλία των ΦΕ ξεκίνησε τον 20ο αιώνα με το παραδοσιακό ρεύμα του μιχεβιορισμού να εμφανίζεται στην παιδαγωγική σκηνή. Κατά τη

προσέγγιση αυτή αγνοείται η ύπαρξη αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των ΦΕ και το μυαλό τους χαρακτηρίζεται σαν κενός δοχείο. Πηγή των γνώσεων και των δεξιοτήτων αποτελεί ο εκπαιδευτικός, ο οποίος μέσα από τη χρήση του βιβλίου και τη διάλεξη (μονόλογο) μεταφέρει το «πακέτο» της γνώσης των ΦΕ στον μαθητή (Symington & Kirkwood, 1995). Οι μαθητές εργάζονται κυρίως ατομικά. Η διδασκαλία με τη παραδοσιακή προσέγγιση αποσκοπεί στην αποστήθιση όσο το δυνατόν περισσότερων πληροφοριών (Barnes, 1976; Bloom, Englehart et al., 1956) με αποτέλεσμα να υποστηρίζεται πως το λάθος εμποδίζει αυτή την πρόοδο και να θέτεται ως στόχος η αποφυγή του (Andoniadou & Skoumios, 2013).

Σύμφωνα με το ανακαλυπτικό ρεύμα στις αρχές της δεκαετίας του '60 το ενδιαφέρον κατά τη διδακτική διαδικασία στρέφεται προς το μαθητή. Η γνώση μπορεί να κατακτηθεί από τον ίδιο το μαθητή μέσα από ενεργητική μάθηση βασιζόμενη σε μεγάλο βαθμό σε εργαστηριακές δραστηριότητες και στην επίλυση προβλημάτων. Έτσι ο μαθητής μπαίνει στη θέση ενός μικρού επιστήμονα. Οι στρατηγικές διδακτικής είναι ο πειραματισμός, οι ερωτήσεις -ανοιχτού τύπου κυρίως- η έρευνα και η συζήτηση. Στόχος στην προκείμενη προσέγγιση δεν είναι η απομνημόνευση πληροφοριών από τους μαθητές, αλλά να είναι σε θέση να εξηγήσουν τα ευρήματά τους (Hodson, 1985). Οι λάθος απαντήσεις είναι ευπρόσδεκτες καθώς βοηθούν τον εκπαιδευτικό στη διάγνωση ελλείψεων των μαθητών και στο να προβεί στις κατάλληλες δραστηριότητες (Andoniadou & Skoumios, 2013).

2.3.2. Η εποικοδομητική προσέγγιση

Η εποικοδομητική προσέγγιση υποστηρίζει πως η γνώση δε λαμβάνεται παθητικά, αλλά οικοδομείται ενεργητικά από τους μαθητές. Οι μαθητές έχουν κατασκευάσει ήδη, πριν έρθουν στο σχολείο αντιλήψεις για φαινόμενα και έννοιες των ΦΕ. Μέσα από αυτή τη νέα σχέση και την ενεργό συμμετοχή του μαθητή δημιουργείται η νέα γνώση. Σχετικά με τη διδασκαλία και τη μάθηση προκύπτουν οι εξής αρχές (Phillips & Shonkoff, 2000; Widolo, Duit & Muller, 2002):

- Οι μαθητές έχουν σχηματίσει αντιλήψεις πριν από τη διδασκαλία.
- Οι μαθητές κατασκευάζουν ενεργητικά τη γνώση και η μάθηση είναι μια ενεργός διαδικασία οικοδόμησης νέας γνώσης που βασίζεται στην υπάρχουσα γνώση.
- Οι μαθησιακές εμπειρίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν γνωστικές συγκρούσεις στους μαθητές.

- Η μάθηση θεωρείται ως διαδικασία αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών.

Υπάρχουν διάφορες εκδοχές της εποικοδομητικής προσέγγισης, όπως αναφέρει και ο Matthews (1994). Παρακάτω θα αναλυθεί ο ατομικός και ο κοινωνικός εποικοδομητισμός.

Ο ατομικός εποικοδομητισμός εστιάζει στο άτομο και στην υποκειμενική θέση του για μάθηση. Η νέα πληροφορία ενσωματώνεται στην προϋπάρχουσα γνωστική δομή και προκαλεί ανακατατάξεις με αποτέλεσμα να δημιουργείτε έτσι μία νέα γνωστική δομή (Δανασσής - Αφεντάκης, 2004). Θεωρείται επίσης, πως οι μαθητές διαφορετικών κοινωνικών τάξεων και κουλτούρας έχουν παρόμοιες παρανοήσεις (Χαλκιά, 2010). Ο ατομικός εποικοδομητισμός εστιάζει σε τρία σημεία: α) στην Αφετηρία, δηλαδή στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις των μαθητών για φαινόμενα και έννοιες των ΦΕ, β) στον Στόχο, δηλαδή στην επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής και γ) στην Έμφαση, δηλαδή στη μεταγνώση (Κόκκοτας, 2008).

Σύμφωνα με τον κοινωνικό εποικοδομητισμό για τη διδασκαλία των ΦΕ η μάθηση είναι προϊόν κοινωνικών δραστηριοτήτων, όπου οι μαθητές κατασκευάζουν τη νέα γνώση μέσα από συζητήσεις και διαπραγματεύσεις με τους συμμαθητές τους και με τον εκπαιδευτικό (Solomon, 1987). Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι απαραίτητος καθώς στηρίζει τον μαθητή γνωστικά και του προσφέρει τα απαραίτητα εφόδια, για να σχηματίσει τα προσωπικά του γνωστικά σχήματα (Ράπτης και Ράπτη, 2007).

2.3.3. Η εννοιολογική αλλαγή

Η εποικοδομητική προσέγγιση είναι άμεσα συνδεδεμένη με την εννοιολογική αλλαγή, όπως χαρακτηρίζεται η μετάβαση από τις βιωματικές αντιλήψεις των μαθητών πάνω σε έννοιες και φαινόμενα των ΦΕ σε γνώσεις που αντιστοιχούν στη σχολική εκδοχή της φυσικοεπιστημονικής γνώσης (Βοσνιάδου, 1994; Κόκκοτας, 2004).

Προκειμένου να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή οι Rumelhart και Norman (1976) προτείνουν τρεις τρόπους:

- Την επαύξηση της υπάρχουσας γνώσης, με την παροχή για παράδειγμα νέων πληροφοριών, εννοιών και νόμων, που να εντάσσονται στις αντίστοιχες δομές κάθε μαθητή και να συνδέονται με τις υφιστάμενες ιδέες που έχει ήδη ο μαθητής.

- Την εναρμόνιση υπαρχόντων νοητικών δομών που έχουν ήδη σχηματίσει οι μαθητές με μικρές τροποποιήσεις, ώστε να γίνουν πιο συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο, για παράδειγμα με τον σχεδιασμό κατάλληλων δραστηριοτήτων ή εργασιών πεδίου.
- Την αναδιοργάνωση των γνωστικών δομών των μαθητών, αρχικά με την οργάνωση των αποθηκευμένων ήδη πληροφοριών και την αντικατάσταση τους με νέες γνωστικές δομές που θα είναι πιο συμβατές προς το επιστημονικό πρότυπο.

Οι Posner κ.ά. (1982) προτείνουν τέσσερις συνθήκες για την εννοιολογική αλλαγή:

- Η πρώτη συνθήκη είναι η ανάγκη δημιουργίας δυσαρέσκειας με τις υπάρχουσες αντιλήψεις, αφού δε θα μπορούν να περιγράψουν και να ερευνήσουν συγκεκριμένα φυσικά φαινόμενα.
- Η δεύτερη σχετίζεται με την κατανόηση της νέας αντίληψης. Ο μαθητής πρέπει να είναι σε θέση να κατανοήσει τη νέα αντίληψη και τις διευρυμένες δυνατότητες που του παρέχει να περιγράψει και να ερευνήσει νέα και περισσότερα φυσικά φαινόμενα από ότι με τις προηγούμενες αντιλήψεις. Η κατανόηση αυτή μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση αναλογιών ή μεταφορών (Black, 1962; Ortony, 1975; Belth, 1977 στο Posner et al., 1982).
- Η τρίτη αφορά την ευλογοφάνεια των νέων αντιλήψεων. Μια νέα αντίληψη πρέπει είναι ικανή να δώσει απαντήσεις σε προβλήματα που προκάλεσαν οι προηγούμενες αντιλήψεις. Επίσης πρέπει να υπάρχει συνοχή και με άλλες γνώσεις.
- Η τέταρτη συνθήκη είναι η επεκτασιμότητα των νέων αντιλήψεων με αποτέλεσμα να μπορούν να εφαρμόσουν τις νέες γνωστικές δομές σε ένα ευρύτερο πλαίσιο.

Ο μαθητής μπορεί να οδηγηθεί σε εννοιολογική αλλαγή και με τη χρήση διδακτικών στρατηγικών, όπως της γνωστικής σύγκρουσης. Η διδακτική στρατηγική της γνωστικής σύγκρουσης βοηθάει τον μαθητή να εξετάσει τις υπάρχουσες αντιλήψεις του και να ελέγξει τη λειτουργικότητα τους σε ένα νέο ερευνητικό πεδίο. Αν οι αντιλήψεις αυτές φανούν ανεπαρκείς οι μαθητές ενδεχομένως οδηγηθούν σε εννοιολογική αλλαγή (Anderson & Smith, 1987; Ραβάνης, 1997; Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006).

Η γνωστική σύγκρουση (cognitive conflict) έχει χρησιμοποιηθεί ιδιαίτερα ως διδακτική στρατηγική στη διδασκαλία των ΦΕ (Kwon, 1997; Lee, 1998; Zohar και Aharon-Kravetsky, 2005; Skoumios, 2008, 2009). Μέσα από τη χρήση κατάλληλων πειραμάτων, τα οποία οδηγούν

σε συμπεράσματα αντίθετα από αυτά που περίμενε ο μαθητής επέρχεται γνωστική διαταραχή ή αποσταθεροποίηση με αποτέλεσμα οι μαθητές να εγκαταλείπουν τις παλιές αντιλήψεις και να τις αντικαθιστούν με τις νέες (Hewson & Hewson, 1984α, 1984β).

Έρευνες έχουν δείξει επίσης, πως η γνωστική σύγκρουση δεν οδηγεί απαραίτητα στην εννοιολογική αλλαγή (Dekkers & Thijs, 1998; Dreyfus, Jungwirth & Eliovitch, 1990; Skoumios, 2008; Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006; Treagust & Duit, 2009). Ο μαθητής μπορεί να αρνηθεί τα αποτελέσματα του πειράματος ή να συμβιβαστεί μόνο με αυτά τα οποία αντιστοιχούν με τις αρχικές του αντιλήψεις ή να τις αποδεχθεί στο σύνολό τους χωρίς να τις υιοθετήσει όμως τελικά (Skoumios & Hatzinikita, 2005).

2.3.4. Το εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986)

Η εποικοδομητική προσέγγιση έχει αναδείξει διάφορα εποικοδομητικά μοντέλα διδασκαλίας (Driver & Oldham, 1986; Scott, Asoko & Driver, 1991; Yager, 1991; Ψύλλος, Κουμαράς και Καριώτογλου, 1993). Ενώ υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των μοντέλων, ακολουθείται μία συγκεκριμένη πορεία. Ο σκοπός στην αρχή είναι να αναδειχθούν οι αντιλήψεις του μαθητή προκειμένου να μετατραπούν στη συνέχεια. Ακολουθεί έπειτα η εφαρμογή των νέων αντιλήψεων σε νέες καταστάσεις και η σύγκριση αυτών ξανά με τις αρχικές.

Το μοντέλο διδασκαλίας των Driver και Oldham (1986) περιλαμβάνει τις φάσεις του προσανατολισμού, της ανάδειξης των ιδεών, την αναδόμηση των ιδεών, την εφαρμογή των ιδεών και την ανασκόπηση, όπως αναλύονται και παρακάτω.

- **Προσανατολισμός.** Περιέχει δύο στάδια. Το πρώτο της πρόκλησης της περιέργειας των μαθητών και το δεύτερο της έναρξης διαδικασίας αναγνώρισης των ιδεών. Ακόμη, μπορεί να περιέχει παρατηρήσεις φαινομένων, παρουσίαση εικόνων ή αφήγηση μίας σύντομης ιστορίας και άλλα. Ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί ελάχιστα και κυρίως ενθαρρύνει την έρευνα.
- **Ανάδειξη ιδεών.** Ζητείται από τους μαθητές να κάνουν διάφορες προβλέψεις σε πειράματα, γίνεται συζήτηση, δίνονται ερωτηματολόγια και ατομικές εργασίες. Οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες και εργάζονται στην αρχή ατομικά και στη συνέχεια σε ομάδες. Καταγράφουν τις απόψεις τους τις οποίες ο εκπαιδευτικός τις συγκεντρώνει και τις κατηγοριοποιεί. Τελικά, καταλήγουν σε κάποια μοντέλα. Το επιστημονικό μοντέλο θα αναζητηθεί στην επόμενη φάση.

- **Αναδόμηση ιδεών.** Εδώ οι μαθητές ελέγχουν τις ιδέες τους, είτε επεκτείνουντάς τες, είτε αναπτύσσοντας ιδέες, αν δεν είχαν πριν, ή αντικαθιστώντας τες μέσα από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με τις υποθέσεις που έχουν εκφέρει. Έτσι, σε ομαδοσυνεργατικό επίπεδο οι μαθητές εκτελούν πειράματα και προσπαθούν να δώσουν ερμηνείες. Ο εκπαιδευτικός αποσκοπεί οι μαθητές να φτάσουν σε ένα τέλμα, σε μία γνωστική σύγκρουση και να αναρωτηθούν τι δε σκέφτηκαν στην αρχή σωστά, τι δε συμβαδίζει με το αποτέλεσμα του πειράματος, και στη συνέχεια να επέλθει η εννοιολογική αλλαγή με την υιοθέτηση του επιστημονικού μοντέλου.
- **Εφαρμογή ιδεών.** Στη φάση αυτή τα παιδιά ελέγχουν το κατά πόσο οι νέες γνώσεις που απέκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν σε περισσότερες καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Με αυτόν τον τρόπο αντιλαμβάνονται τη χρησιμότητα και τη σημαντικότητα της νέας γνώσης, εφόσον γίνεται μέρος των εμπειριών τους και επηρεάζει τη ζωή τους.
- **Ανασκόπηση.** Τέλος, οι μαθητές αναγνωρίζουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν και συγκρίνουν την αρχική τους άποψη με τη νέα. Αντιλαμβάνονται τη διαφορά ανάμεσα στις δύο και συνειδητοποιούν τη διαδικασία με την οποία τα κατάφεραν. Είναι το μέσο του αυτοελέγχου και της συνειδητοποίησης της γνωστικής πορείας, αυτό που ονομάζεται μεταγνώση.

Συνοπτικά, τα κριτήρια που χαρακτηρίζουν μια διδασκαλία ως εποικοδομητική είναι η αποσαφήνιση των αντιλήψεων, η δημιουργία γνωστικής αποσταθεροποίησης, η εφαρμογή σε νέες καταστάσεις και η ανατροφοδότηση και ο αναστοχασμός πάνω στη διαδικασία της μάθησης (Skoumios, 2012).

2.4. Μάθηση Φυσικών Επιστημών μέσω της χρήσης επιστημονικών πρακτικών

Η συγκεκριμένη ενότητα χωρίζεται σε τρεις υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.4.1.) παρουσιάζονται οι επιστημονικές πρακτικές στη διδασκαλία των ΦΕ. Στη δεύτερη (βλ. υποενότητα 2.4.2.) αναλύεται συγκεκριμένα η επιστημονική πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης ερευνών από τους μαθητές και στην τρίτη υποενότητα (βλ. υποενότητα 2.4.3.) παρουσιάζεται το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee κ.ά. (2006).

2.4.1. Οι επιστημονικές πρακτικές

Η αναθεώρηση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών εδράζεται στη χρήση επιστημονικών πρακτικών (NGSS Lead States, 2013). Ο όρος επιστημονικές πρακτικές αναφέρεται στις κύριες πρακτικές με τις οποίες εμπλέκονται οι επιστήμονες, καθώς μελετούν και κατασκευάζουν μοντέλα και θεωρίες για τον κόσμο (NRC, 2012). Συγκεκριμένα για την εκπαίδευση των μαθητών στις ΦΕ, έχουν προταθεί οι ακόλουθες πρακτικές: (α) υποβολή ερωτημάτων, (β) ανάπτυξη και χρήση μοντέλων, (γ) σχεδίαση και πραγματοποίηση ερευνών, (δ) ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, (ε) χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης, (στ) συγκρότηση εξηγήσεων, (ζ) εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία και (η) απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών (NGSS Lead States, 2013).

2.4.2. Η επιστημονική πρακτική της σχεδίασης και πραγματοποίησης ερευνών από τους μαθητές

Στη διδασκαλία των ΦΕ χρησιμοποιούνται διερευνήσεις ή έρευνες κατά τις οποίες οι μαθητές προσπαθούν να απαντήσουν σε ερωτήματα, τα οποία τους θέτει ο εκπαιδευτικός ή τα βρίσκουν σε συνεργασία με αυτόν (Jones et al., 1992). Οι μαθητές καλούνται αρχικά να σχεδιάσουν μία έρευνα προκειμένου να αντλήσουν τις απαραίτητες πληροφορίες για να απαντήσουν στο ερώτημα (Hackling & Prain, 2005). Στην πρώτη φάση σχεδιάζουν τη σειρά των ενεργειών, την οποία θα ακολουθήσουν. Στη συνέχεια συλλέγουν, οργανώνουν και ερμηνεύουν τα δεδομένα, ώστε να φτάσουν στο συμπέρασμα (Garnett et al., 1995; Krajcik et al., 1998).

Στη διεθνή βιβλιογραφία τονίζεται η σημαντικότητα των διερευνήσεων στο πλαίσιο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη διδασκαλία των ΦΕ (AAAS, 1993; Brown & Campione, 1994; Roth, 1995; NRC, 1996; Hackling, 1998, 2005; Lunetta, 1998; Krajcik et al., 2000). Επίσης, αναφέρεται ότι οι μαθητές δυσκολεύονται στην αρχή να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν έρευνες, καθώς έχουν συνηθίσει να δέχονται την έτοιμη γνώση από τον δάσκαλο (Hackling, 2005).

Φύλλα εργασίας τα οποία έχουν σχεδιαστεί ειδικά για τη διδασκαλία των ΦΕ χρησιμοποιώντας έρευνες αποτελούν χρήσιμα εργαλεία για την καθοδήγηση των μαθητών στη σχεδίαση και πραγματοποίηση της έρευνας. Στη διατύπωση της ερευνητικής ερώτησης και στην υλοποίηση

μιας έρευνας μπορούν να βοηθήσουν επίσης εργαλεία όπως ο αλγόριθμος των ερωτήσεων (Hackling, 1998) και ο πίνακας των μεταβλητών (Hackling & Faibrother, 1996).

Ο αλγόριθμος των ερευνητικών ερωτήσεων

Η γενική μορφή μιας ερευνητικής ερώτησης με δύο κενά τα οποία πρέπει να συμπληρωθούν από τους μαθητές είναι η εξής (Hackling, 1998):

Σχήμα 2.1. Μορφή ερευνητικής ερώτησης (1ος τρόπος).

Τι συμβαίνει στον/στη(ν)/στο _____ όταν μεταβάλλουμε τον/τη(ν)/το _____ ;

Εναλλακτικά μπορεί να έχει και την ακόλουθη μορφή:

Σχήμα 2.2. Μορφή ερευνητικής ερώτησης (2ος τρόπος).

Ο/Η/Το _____ επηρεάζει τον/τη(ν)/το _____ ;

Τα δύο κενά των δύο σχημάτων αντιστοιχούν στην εξαρτημένη και στην ανεξάρτητη μεταβλητή. Ο εκπαιδευτικός χωρίς να αναλύσει περαιτέρω τις μεταβλητές μπορεί δίνοντας τα παραπάνω σχήματα στους μαθητές να τους βοηθήσει να διατυπώσουν ερωτήματα ή προβλήματα.

Πίνακας μεταβλητών

Ένα επίσης χρήσιμο εργαλείο αποτελεί ο πίνακας των μεταβλητών (Hackling και Faibrother, 1996). Μπορεί να ωφελήσει τους μαθητές στη σχεδίαση της έρευνας και στην κατανόηση των τριών μεταβλητών που χρειάζονται στην υλοποίησή της.

Πίνακας 2.1. Πίνακας ελέγχου μεταβλητών (Hackling & Faibrother, 1996).

Τι δεν αλλάζω;	Τι αλλάζω;	Τι μετρώ;

Οι έρευνες ανάλογα με το πόσο ανοιχτά ή κλειστά είναι τα στοιχεία τους χαρακτηρίζονται διαφορετικά (βλ. Πίνακα 2.2.).

Πίνακας 2.2. Χαρακτηρισμός ερευνών σχετικά με το πόσο ανοιχτά ή κλειστά είναι τα στοιχεία τους.

Επίπεδο	Πρόβλημα	Υλικά	Πορεία	Απάντηση	Ονομασία
0	δίνεται	δίνεται	δίνεται	δίνεται	επαλήθευση
1	δίνεται	δίνεται	δίνεται	ανοιχτό	καθοδηγούμενη έρευνα
2α	δίνεται	δίνεται	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτή καθοδηγούμενη έρευνα
2β	δίνεται	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτή καθοδηγούμενη έρευνα
3	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτό	ανοιχτή έρευνα

Στα φύλλα εργασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ερωτήσεις, οι οποίες θα βοηθήσουν τους μαθητές στη διεξαγωγή της έρευνας (βλ. Πίνακα 2.3.)

Πίνακας 2.3. Ερωτήσεις για διεξαγωγή έρευνας και οι σκοποί τους (Hackling, 1998).

Ερώτηση	Σκοπός της ερώτησης
Τι πρόκειται να ερευνήσω;	Οι μαθητές εστιάζουν στο πρόβλημα και θέτουν το ερευνητικό ερώτημα.
Τι νομίζεις θα συμβεί;	Οι μαθητές κάνουν μία πρόβλεψη.
Γιατί νομίζω θα συμβεί αυτό;	Οι μαθητές εξηγούν την πρόβλεψή τους βάσει των ήδη υπαρχουσών γνώσεων και αντιλήψεων.
Τι πρόκειται να κάνω;	Οι μαθητές σχεδιάζουν την έρευνα.
Τι θα χρειαστώ;	Οι μαθητές αναφέρουν τα υλικά και τα όργανα, τα οποία θα χρειαστούν.

Πώς θα κάνω τον πρώτο έλεγχο;	Οι μαθητές σκέφτονται ξανά τον σχεδιασμό της έρευνάς τους, για να βεβαιωθούν ότι οι δραστηριότητες που προτείνουν είναι εφικτές και οι μεταβλητές ελέγχονται.
Ποιο είναι το αποτέλεσμα;	Οι μαθητές καταγράφουν τις παρατηρήσεις και τις μετρήσεις τους.
Περίμενα αυτό το αποτέλεσμα;	Οι μαθητές συγκρίνουν το αποτέλεσμα με την αρχικά πρόβλεψή τους.
Γιατί συνέβη αυτό;	Οι μαθητές προσπαθούν να εξηγήσουν τα δεδομένα τους.
Που δυσκολεύτηκα σε αυτήν την έρευνα;	Οι μαθητές επαναφέρουν τη διαδικασία της έρευνας στον νου τους και καταγράφουν τα σημεία που τους δυσκόλεψαν.
Πώς θα μπορούσα να επεκτείνω την έρευνά μου;	Οι μαθητές προτείνουν νέες βελτιωμένες έρευνες.

Η πορεία μίας διδασκαλίας μέσω διερεύνησης είναι συνήθως συγκεκριμένη. Ο διδάσκοντας αρχικά βοηθάει τους μαθητές να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα και στη συνέχεια να σχεδιάσουν ατομικά την πορεία της έρευνας. Εφόσον συζητηθούν οι διάφορες προσεγγίσεις που έχουν προταθεί στην τάξη, οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες και πραγματοποιούν τις πειραματικές δραστηριότητες. Μετά τις δραστηριότητες οι μαθητές καταγράφουν τα αποτελέσματα και εξάγουν συμπεράσματα. Στο τέλος, συγκρίνονται οι διαπιστώσεις με τα συμπεράσματα των υπόλοιπων ομάδων και με τις αρχικές προβλέψεις σε ατομικό επίπεδο (Skoumios & Hatzinikita, 2004).

2.4.3. Το μαθησιακό μοντέλο 5E

Το μαθησιακό μοντέλο 5E αποτελείται από πέντε φάσεις, οι οποίες είναι (Bybee et al., 2006): η Ενεργοποίηση (Engage), η Διερεύνηση (Explore), η Εξήγηση (Explain), η Εφαρμογή (Elaborate) και η Αξιολόγηση (Evaluate). Παρακάτω αναλύονται οι φάσεις του μοντέλου, όπως αυτές περιγράφονται στο Bybee κ.ά., 2006.

Ενεργοποίηση

Η φάση αυτή επιδιώκει την πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών, την ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων, τη συνειδητοποίηση των μεταξύ τους διαφωνιών και τη διατύπωση των ερωτημάτων για έρευνα.

Διερεύνηση

Η φάση αυτή αποσκοπεί στη σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας από τους μαθητές με απώτερο στόχο, τον έλεγχο των αντιλήψεών τους και την οικοδόμηση νέων αντιλήψεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης.

Εξήγηση

Κατά τη φάση αυτή, οι μαθητές επεξεργάζονται τα δεδομένα, εξάγουν από αυτά ένα συμπέρασμα και το συγκρίνουν με τις αρχικές τους προβλέψεις. Στη φάση αυτή επιδιώκεται οι μαθητές να συγκροτήσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις (εξηγήσεις βασισμένες στα αποδεικτικά στοιχεία).

Εφαρμογή

Η φάση αυτή επιδιώκει την εφαρμογή της γνώσης που απέκτησαν οι μαθητές -αναφορικά με τα θέματα που επεξεργάστηκαν- σε νέα προβλήματα και την ανατροφοδότηση των μαθητών.

Αξιολόγηση

Η φάση της αξιολόγησης ενθαρρύνει τους μαθητές να αξιολογήσουν την κατανόησή και τις ικανότητές τους και παρέχει ευκαιρίες για τους δασκάλους να αξιολογήσουν την πρόοδο των μαθητών. Η φάση αυτή αποσκοπεί και στον αναστοχασμό των μαθητών πάνω στη μαθησιακή διαδικασία που ακολουθήθηκε.

2.5. Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών με χρήση Νέων Τεχνολογιών

Το πείραμα στη διδασκαλία των ΦΕ κατέχει σημαντική θέση, καθώς όπως αναφέρει ο Κόκκοτας (2002, στους Κωνσταντίνου και Ζαχαρία, 2008) δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να αυτενεργήσουν, να ανακαλύψουν σχέσεις, να ελέγξουν υποθέσεις, να επαληθεύσουν νόμους, να εξάγουν συμπεράσματα και να γενικεύσουν πορίσματα. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείτε το πείραμα παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης και στα αποτελέσματά της.

Οι μέθοδοι διδασκαλίας των ΦΕ που βασίζονται στις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας έχουν δείξει πως συχνά αποτυγχάνουν να προωθήσουν την κατανόηση των φυσικών φαινομένων (Duit, 2009).

Οι ΤΠΕ έχουν φανεί ιδιαίτερα χρήσιμες στη διδασκαλία των ΦΕ. Οι Osborne και Hennessy (2003, στο Casulleras, Lagarón & Rodríguez, 2010) αναφέρουν ότι οι ΤΠΕ ως μέσον διδασκαλίας δεν έχουν κάποιο όφελος, αλλά, όπως τονίζει και ο Jonassen (2006, στο Casulleras et al., 2010), τα παιδιά δε μαθαίνουν από τις ΤΠΕ αλλά με αυτές. Έρευνες έχουν δείξει, επίσης, ότι οι παρουσία των νέων μέσων κρατάει ενεργό το ενδιαφέρον των μαθητών και βοηθάει στην επίτευξη των στόχων της διδασκαλίας (Cox et al., 2004). Η Σολομωνίδου (2006, στο Καλαμπούκας, Τσέτσιλας και Τσουμέτης, 2009) επισημαίνει ότι η χρήση των νέων τεχνολογιών δένει τους μαθητές περισσότερο μεταξύ τους, γιατί δημιουργεί ένα συνεργατικό περιβάλλον το οποίο τους βοηθάει να αναπτύξουν δεξιότητες παρατήρησης, καταγραφής και μέτρησης. Βέβαια πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο αν η συγκεκριμένη λειτουργία είναι κατάλληλη για τη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου αντικειμένου ή όχι. Το κάθε αντικείμενο έχει άλλες απαιτήσεις και χρειάζεται τα αντίστοιχα εργαλεία.

Το πείραμα μπορεί να υλοποιηθεί με τη χρήση Νέων Τεχνολογιών μέσα από τις προσομοιώσεις. Όπως αναφέρουν οι de Jong & van Joolingen (1998, στους Κωνσταντίνου και Ζαχαρία, 2008) οι προσομοιώσεις είναι ηλεκτρονικά προγράμματα τα οποία περιλαμβάνουν το μοντέλο ενός συστήματος, φυσικού ή τεχνητού. Προσομοιώσεις αποτελούν και τα αποκαλούμενα εικονικά εργαστήρια. Μέσα σε αυτά ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει στοιχεία που μπορούν να αλληλεπιδρούν και τις σχέσεις μεταξύ τους, καθώς επίσης και να τα τροποποιήσει, να μετρήσει με εικονικά όργανα και να καταγράψει τα αποτελέσματα των εικονικών πειραμάτων. Έτσι διερευνά ένα φαινόμενο και ταυτόχρονα αποκτά γνώσεις και επιστημονικές δεξιότητες (Ψύλλος, 2007). Όπως αναφέρουν οι Κωνσταντίνου και Ζαχαρία (2008) οι προσομοιώσεις δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές να μελετήσουν και φαινόμενα που θα ήταν αδύνατο να διερευνηθούν με άλλο τρόπο λόγω της δύσκολης πρόσβασης, της εξέλιξης σε πολύ σύντομο ή μεγάλο χρονικό διάστημα ή του υψηλού κινδύνου τους. Επίσης, οι προσομοιώσεις προσφέρουν μεγαλύτερο έλεγχο των μεταβλητών και παρουσιάζουν τα αποτελέσματα με ελκυστικό, συνοπτικό και κατανοητό τρόπο μέσα από δυναμικές αναπαραστάσεις.

Ενώ υπάρχουν αρκετές έρευνες, οι οποίες υποστηρίζουν ότι η χρήση προσομοιώσεων στη διδασκαλία των ΦΕ είναι αποτελεσματική και ιδιαίτερα στη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών (ενδεικτικά: Τζιμογιάννης κ.ά., 1998; Τζιμογιάννης και Μικρόπουλος, 2000), υπάρχουν και έρευνες, οι οποίες αναφέρουν ότι οι έρευνες με πραγματικά υλικά προωθούν σε μεγαλύτερο βαθμό τη μάθηση, καθώς αυτός ο τρόπος συνάδει με τη φύση της γνωστικής ανάπτυξης η οποία οδηγείται σταδιακά από τα συγκεκριμένα στα αφηρημένα (Κωνσταντίνου και Ζαχαρία, 2008). Υπάρχουν επίσης έρευνες οι οποίες υποστηρίζουν ότι δεν υπάρχει ιδιαίτερη διαφορά μεταξύ τους (Triona & Klahr, 2003; Zacharia & Constantinou, 2008).

2.6. Ανακεφαλαίωση

Παλιότερα οι επιστήμονες θεωρούσαν πως οι μαθητές έρχονται στο σχολείο χωρίς καμία γνώση, σαν άδειο δοχείο, και ότι ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να μεταλαμπαδεύσει τη γνώση του και τη γνώση των σχολικών εγχειριδίων. Στις μέρες μας αναγνωρίζετε η ύπαρξη αντιλήψεων στον νου του εκπαιδευόμενου. Αυτές οι αντιλήψεις εκφράζουν τις ερμηνείες των εμπειριών του από την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του και τις περισσότερες φορές δε συμβαδίζουν με την επιστημονική άποψη για έννοιες και φαινόμενα των ΦΕ. Αναγνωρίζεται όμως, η σημαντικότητα αυτών στη διαδικασία της μάθησης. Η εποικοδομητική προσέγγιση θεωρεί πως ο μαθητής μπορεί να χτίσει μόνος του τη νέα γνώση συμμετέχοντας ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία ανακατασκευάζοντας τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις. Η επιστημονική πρακτική της σχεδίασης ερευνών από τους μαθητές παίζει καθοριστικό ρόλο σε αυτήν τη διαδικασία βοηθώντας τους μαθητές να αναπτύξουν βασικές δεξιότητες για τη μελλοντική τους ζωή τόσο σε ατομικό όσο και σε κοινωνικό επίπεδο.

3. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών, οι οποίες σχετίζονται με το περιεχόμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Στα κεφάλαια που ακολουθούν αναφέρονται αρχικά οι εργασίες, οι οποίες ερευνούν τις αντιλήψεις μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας (βλ. ενότητα 3.2.). Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι εργασίες που αφορούν σε διδακτικές παρεμβάσεις, οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί και έχουν δημοσιευθεί σε διεθνή και εθνικά επιστημονικά περιοδικά τα τελευταία σαράντα χρόνια (βλ. ενότητα 3.3.). Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια κριτική αποτίμηση σχετικά με τα ευρήματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της έρευνας (βλ. ενότητα 3.4.).

3.2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση αντιλήψεων μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα ευρήματα των ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Η συγκεκριμένη ενότητα χωρίζεται σε τέσσερις υποενότητες. Αρχικά, γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμότητα (βλ. υποενότητα 3.2.1.) και τη θερμοκρασία (βλ. υποενότητα 3.2.2.). Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε αντιλήψεις αναφορικά με τη θερμική ισορροπία (βλ. υποενότητα 3.2.3.). Στην τελευταία υποενότητα παρουσιάζεται η ανασκόπηση ερευνών των αντιλήψεων των μαθητών για τις αλλαγές φάσεων της φυσικής μορφής της ύλης και συγκεκριμένα για τον βρασμό (βλ. υποενότητα 3.2.4.).

3.2.1. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται οι αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα, όπως προκύπτουν από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί. Τα ζητήματα, τα οποία σχετίζονται με αυτήν την έννοια είναι (Σκουμιός, 2005):

- η φύση της θερμότητας (βλ. υποενότητα 3.2.1.1.),

- το είδος του φυσικού μεγέθους της θερμότητας (ποιοτικό ή ποσοτικό) (βλ. υποενότητα 3.2.1.2.),
- η χρήση μιας ή περισσότερων οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων (βλ. υποενότητα 3.2.1.3.) και
- η διατήρηση ή μη της θερμότητας (βλ. υποενότητα 3.2.1.4.).

3.2.1.1. Φύση της θερμότητας

Αναφορικά με τη φύση της θερμότητας στα βιβλιογραφικά ευρήματα φανερώνονται τρεις αντιλήψεις. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ουσία (ρευστό), ως κίνηση σωματιδίων ή ως ενέργεια (ενδεικτικά: Erickson και Tiberghien, 1985; Kesidou και Duit, 1993).

α) Η αντίληψη της θερμότητας ως ουσίας

Σύμφωνα με αυτήν την αντίληψη, η θερμότητα έχει για τους μαθητές χαρακτηριστικά μιας ουσίας (π.χ. ρευστού): η θερμότητα μπορεί να ζεσταίνει αντικείμενα, να αποθηκεύεται σε ένα σώμα, να μετακινείται μεταξύ αυτών ή μέσα στο ίδιο σε διάφορες θέσεις εύκολα ή πιο δύσκολα (Erickson, 1979, 1980; Brook, Driver, Briggs & Bell, 1984; Erickson & Tiberghien, 1985; van Roon, 1992; Kesidou & Duit, 1993; Chi, Slotta & De Leeuw, 1994; Thomaz, Malaquias, Valente & Antunes, 1995; Turgut & Gurbuz, 2012; Devereux et al., 2016).

Η αντίληψη αυτή ανιχνεύθηκε από τον Erickson (1979, 1980) σε μαθητές ηλικίας 6 - 13 χρονών. Γι' αυτόν τον λόγο οι μαθητές συχνά θεωρούν πως όταν θερμαίνονται τα σώματα, αυξάνουν και τη μάζα τους (Turgut & Gurbuz, 2012). Ο Erickson (1985) αναφέρει επίσης ότι μαθητές ηλικίας 8 - 12 μπορούν να σχετίζουν τη θερμότητα με ζωντανά αντικείμενα, με πηγές θερμότητας και κάτι το οποίο προκαλεί αλλαγές στην κατάσταση της ύλης (π.χ. λιώνει μέταλλα). Επίσης, οι Cowan και Sutcliff (1991, όπως αναφέρεται στον Niaz, 2000) αναφέρουν ότι οι μαθητές ηλικίας 9 - 12 ετών, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ουσία, δεν εκφράζουν σταθερά την ίδια αντίληψη σε όλες τις καταστάσεις.

Αυτές οι αντιλήψεις μπορεί να πηγάζουν από τα γλωσσικά κατάλοιπα παλαιότερων θεωριών (π.χ. caloric theory) (Fuchs, 1987; Καρανίκας και Κόκκοτας, 1997; Cotignola, Bordogna, Punte & Cappannini, 2002), οι οποίες δίνουν στη θερμότητα τη μορφή ενός αβαρούς ρευστού ή

αέριου, το οποίο διαπερνά και ρέει από «ζεστά» σε «κρύα» υλικά σώματα. Επίσης, οι μαθητές έρχονται αντιμέτωποι με εκφράσεις όπως «κλείσε το παράθυρο για να μη φύγει η «ζέστη» ή η «θερμότητα».

β) Η αντίληψη της θερμότητας ως κίνηση σωματιδίων της ύλης

Για πολλούς μαθητές η θερμότητα σχετίζεται με την κίνηση των σωματιδίων της ύλης (Erickson, 1980; Kesidou & Duit, 1993; Carlton, 2000). Αυτά μπορεί να κινούνται πιο γρήγορα, όταν το σώμα θερμαίνεται ή να συγκρούονται και έτσι να παράγεται θερμότητα (Kesidou & Duit, 1993). Έτσι φαίνεται να συγχέουν τη θερμότητα με την εσωτερική ή θερμική ενέργεια (Erickson & Tiberghien, 1985; Harrison, Grayson & Treagust, 1999).

γ) Η αντίληψη της θερμότητας ως ενέργεια

Αρκετοί είναι οι μαθητές, για τους οποίους η θερμότητα είναι μια μορφή ενέργειας (Erickson, 1979, 1980; Erickson & Tiberghien, 1985). Συνήθως, αυτή η αντίληψη ανιχνεύεται σε πανεπιστημιακό επίπεδο, όπως διαπιστώθηκε και από τους van Roon, van Sprang και Verdonk (1994, όπως αναφέρεται στο Sözbilir, 2003).

3.2.1.2. Είδος φυσικού μεγέθους της θερμότητας

Σχετικά με το είδος του φυσικού μεγέθους της θερμότητας οι μαθητές το αντιλαμβάνονται ως ποιοτικό ή ποσοτικό.

α) Η αντίληψη της θερμότητας ως ποιοτικό μέγεθος

Οι μαθητές που εκδηλώνουν αυτήν την αντίληψη θεωρούν ότι η θερμότητα είναι ποιοτικό χαρακτηριστικό των σωμάτων (Hewson & Hamlyn, 1984a; Wiser, 1986; Kesidou & Duit, 1993). Η έννοια της θερμότητας χρησιμοποιείται από τους μαθητές συνώνυμα με τη «ζεστασιά» και εκπέμπεται αυθόρμητα από «ζεστές» πηγές σε διαφορετικές εντάσεις (Wiser, 1986; Σκουμιάς και Χατζηνικήτα, 2002). Η ένταση αυτή μπορεί να είναι μικρή ή μεγάλη και σχετίζεται συνήθως με το μέγεθος του σώματος, πιο συγκεκριμένα με την επιφάνεια του «θερμού» σώματος (Wiser, 1986; Σκουμιάς και Χατζηνικήτα, 2002). Επίσης αναφέρεται πως μερικά σώματα έχουν την ικανότητα να «ζεσταίνουν», όπως το μαλλί (Lewis & Linn, 1994).

Έρευνες έχουν ανιχνεύσει αυτήν την αντίληψη κυρίως στις πρώτες τάξεις του δημοτικού σχολείου (Hewson & Hamlyn, 1984a; Wisner, 1986; Kesidou & Duit, 1993).

β) Η αντίληψη της θερμότητας ως ποσοτικό μέγεθος

Σύμφωνα με αυτήν την αντίληψη μαθητές θεωρούν πως η θερμότητα είναι ποσοτικό μέγεθος (Albert, 1978; Erickson, 1979, 1980; Tiberghien, 1985; Kesidou & Duit, 1993; Arnold & Millar, 1994; van Roon et al., 1994; Grayson, Harrison & Treagust, 1995; Thomaz et al., 1995; Harrison, Grayson & Treagust 1999). Όπως αναφέρουν και οι Grayson κ.ά. (1995) οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως κάτι το οποίο υπάρχει σε συγκεκριμένη ποσότητα μέσα σε ένα σώμα.

Οι Kesidou και Duit (1993) ανίχνευσαν την αντίληψη αυτή στο 30% περίπου από συνολικά 34 μαθητές 15-16 χρονών. Στην έρευνα των Grayson κ.ά. (1995) εκφράστηκε αυτή η αντίληψη επίσης από μαθητές 11 χρονών.

3.2.1.3. Χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία οι μαθητές χρησιμοποιούν μία ή δύο διαφορετικές οντότητες προκειμένου να εξηγήσουν τα θερμικά φαινόμενα.

α) Η αντίληψη της θερμότητας ως μία οντότητα

Μερικοί μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως μία οντότητα και εξηγούν τη διαφορά της αίσθησης «ζεστού» και «κρύου» με τη βοήθεια της μεταφοράς θερμότητας (Kesidou & Duit, 1993; Arnold & Millar, 1994; Harrison et al., 1999; Skoumios & Hatzinikita, 2006). Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη η θερμότητα κινείται από σώματα υψηλότερης θερμοκρασίας σε σώματα χαμηλότερης, με αποτέλεσμα, όταν έρθουμε σε επαφή με ένα σώμα, να νιώθουμε τη μεταφορά θερμότητας για παράδειγμα από το χέρι μας ή προς αυτό. Επίσης σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι τόσο η θέρμανση όσο και η ψύξη των σωμάτων εξηγούνται τους μαθητές με την χρήση μόνο του όρου θερμότητα.

β) Η αντίληψη της θερμότητας ως δύο οντότητες

Οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι υπάρχουν δύο οντότητες για να εξηγήσουν θερμικά φαινόμενα: «κρύα» θερμότητα και «ζεστή» θερμότητα (Erickson, 1979, 1980; Erickson & Tiberghien, 1985; Devereux et al., 2016) ή ότι η θερμότητα είναι «ζεστή», αλλά η θερμοκρασία μπορεί να είναι «ζεστή» ή «κρύα» (Tiberghien, 1985). Για τους μαθητές αυτούς η θερμότητα και το «κρύο» είναι αντίθετες έννοιες (Μπουλουξή, 2012; Brook et al., 1984; Skoumios & Hatzinikita, 2006; Devereux et al., 2016). Ένα κρύο σώμα έχει περισσότερο «κρύο» ή «ψύχος» (Μπουλουξή, 2012) και η θερμότητα έλκεται από αυτό μέχρι να εξουδετερωθεί θερμότητα και «κρύο» (Duit & Kesidou, 1988). Αυτές οι αντιλήψεις ίσως προέρχονται από έννοιες και εκφράσεις που χρησιμοποιούνται στην καθημερινότητα, όπως «ζέστη» και «κρύο».

Η μεταφορά θερμότητας αντιλαμβάνεται από τους μαθητές ως ύπαρξη δύο οντοτήτων, του «κρύου» ή «ψύχους» και της «ζέστης» ή «θερμότητας». Οι μαθητές εξηγούν τη θέρμανση με τη χρήση του όρου «θερμότητα», ενώ την ψύξη με τη χρήση του όρου «κρύο» ή «ψύχος» (Skoumios & Hatzinikita, 2006). Οι αντιλήψεις αυτές είναι συμπεράσματα ερευνών, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε μαθητές διάφορων ηλικιών. Το δείγμα της έρευνας των Paik, Cho και Go (2007) αποτελούσαν μαθητές ηλικίας 4 έως 11 ετών ενώ των Choi, Kim, Paik, Lee και Chung (2001) και Kim (2001) (στους Paik et al., 2007) μαθητές ηλικίας 9 έως 11 ετών. Ο Erickson (1979) ανίχνευσε τις αντιλήψεις αυτές σε μαθητές ηλικίας 6 έως 13 ετών. Τα δείγματα άλλων ερευνών αποτελούσαν μεγαλύτεροι μαθητές ηλικίας 12 έως 16 ετών (Shin, 1999; Engel-Clough & Driver, 1986).

Οι μαθητές που αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία ως δύο οντότητες εξηγούν τη θέρμανση με τη χρήση του όρου θερμότητα, ενώ την ψύξη με τον όρο «ψύχος» ή «κρύο». Αυτό μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές στην καθημερινότητά τους χρησιμοποιούν και ακούν έννοιες όπως: «ζεστό/θερμό - ζεσταίνω/θερμαίνω» ή «κρύο/ψυχρό - κρυώνω/ψυχραίνω» περιγράφοντας έτσι δύο φαινομενικά διαφορετικές ή ακόμη και αντίθετες έννοιες (Sciaretta, Stilli & Missoni, 1990).

3.2.1.4. Διατήρηση ή μη της θερμότητας

Σχετικά με τη διατήρηση ή μη της θερμότητας εκφράζονται και οι δύο απόψεις στον μαθητικό πληθυσμό.

α) Η αντίληψη για τη διατήρηση της θερμότητας

Οι μαθητές, συνήθως, οι οποίοι αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος, αναγνωρίζουν τη διατήρησή της (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000, 2002). Γι' αυτόν τον λόγο θεωρούν ότι η συνολική θερμότητα κατά τη διάρκεια των θερμικών φαινομένων παραμένει σταθερή (Kesidou & Duit, 1993; van Roon et al., 1994).

β) Η αντίληψη για τη μη διατήρηση της θερμότητας

Για άλλους μαθητές είναι εύκολο να παραβλέπουν τη διατήρηση της θερμότητας σε συνδυασμό με τη ποιοτική διάστασή της (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000, 2002). Όπως αναφέρεται και στη Wisser (1986), οι μαθητές αναγνωρίζουν πως δύο εστίες ίδιας έντασης δίνουν την ίδια θερμότητα σε δύο διαφορετικά υγρά ίδιας ποσότητας, αλλά επίσης μπορούν να θεωρήσουν πως το ένα απορρόφησε περισσότερο από το άλλο, οπότε η συνολική ενέργεια μπορεί να μειώνεται.

3.2.2. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμοκρασία

Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία.

Τα ζητήματα, τα οποία σχετίζονται με αυτήν την έννοια είναι:

- η μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας (βλ. 3.2.2.1.) και
- οι παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας σε θερμική ισορροπία (βλ. 3.2.2.2.).

3.2.2.1. Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας

Η πλειοψηφία 4χρονων - 18χρονων δεν αντιλαμβάνεται τη διαφορά της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Ο πληθυσμός αυτός αρκείται στη χρήση μίας έννοιας για την ερμηνεία θερμικών φαινομένων (Eylon & Linn, 1988). Όταν οι Linn και Songer (1987) ζήτησαν από μαθητές να διαφοροποιήσουν τις έννοιες θερμότητα και θερμοκρασία, αποκρίθηκαν αρκετοί πως οι δύο έννοιες είναι βασικά οι ίδιες. Για τους μαθητές αυτούς η θερμότητα είναι συνδεδεμένη με υψηλές θερμοκρασίες (Duit, 1995). Η αντίληψεις αυτές ανιχνεύτηκαν και σε άλλες έρευνες (Erickson, 1979, 1980; Tiberghien, 1980, 1985; Wisser & Carey, 1983; Brook et al., 1984; Bar & Travis, 1991; Kesidou & Duit, 1993; Niaz, 2000, 2006; Wisser & Amin, 2001; Baser & Geban, 2007; Paik et al., 2007; Turgut & Gurbuz, 2012; Devereux et al., 2016). Οι αντιλήψεις αυτές συνεχίζουν να υπάρχουν και αργότερα στη ζωή του ανθρώπου (Καρανίκας

και Κόκκοτας, 1997). Τρεις αντιλήψεις αντιπροσωπεύονται κυρίως στον μαθητικό πληθυσμό σχετικά με τη θερμοκρασία. Οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία: α) ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας, β) ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας και γ) ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας ανά μονάδα όγκου ή μάζας.

α) Η αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας

Σύμφωνα με τους Kesidou και Duit (1993) πολλοί μαθητές πιστεύουν ότι αν δύο σώματα έχουν την ίδια θερμοκρασία, έχουν και την ίδια ενέργεια ή θερμότητα. Για αυτούς τους μαθητές η θερμότητα είναι ποιοτικό μέγεθος και η έντασή της εκδηλώνεται με τη θερμοκρασία.

β) Η αντίληψη της θερμοκρασίας ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας

Η βιβλιογραφία μας δείχνει ότι για τους μαθητές η αύξηση της θερμικής ενέργειας ισούται πάντα με την αύξηση της θερμοκρασίας ακόμα και στον βρασμό (Andersson, 1979; Grayson et al., 1995; Thomaz et al., 1995). Οι μαθητές θεωρούν πως η θερμοκρασία δεν αλλάζει μόνο κατά τη διάρκεια του βρασμού, αλλά και της τήξης (Tiberghien, 1985). Για τους συγκεκριμένους μαθητές η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας της θερμότητας (Kesidou & Duit, 1993; Harrison et al., 1999; Turgut & Gurbuz, 2012) και μπορεί να ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο (Turgut & Gurbuz, 2012; Fitzallen et al., 2016). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να πιστεύουν πως η θερμοκρασία σε ένα μείγμα είναι το άθροισμα των θερμοκρασιών των δύο μειγμάτων (Choi et al., 2001; Turgut & Gurbuz, 2012).

γ) Η αντίληψη της θερμοκρασίας ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας ανά μονάδα όγκου ή μάζας

Στην έρευνα των Kesidou και Duit (1993) φαίνεται ότι μαθητές προσεγγίζουν τις έννοιες της θερμότητας και θερμοκρασίας από μία πιο επιστημονική σκοπιά, καθώς εκφράζουν την αντίληψη ότι η θερμοκρασία εκφράζει το μέτρο της ποσότητας της θερμότητας ανά μονάδα όγκου ή μάζας.

3.2.2.2. Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας σε θερμική ισορροπία

Η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ότι οι μαθητές εστιάζουν συχνά στα χαρακτηριστικά ή στην ποιότητα των σωμάτων όταν εκφράζουν αντιλήψεις σχετικά με τη θερμοκρασία (Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006). Λίγοι είναι οι μαθητές, οι οποίοι αντιλαμβάνονται την αλλαγή της θερμοκρασίας ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης όλων των σωμάτων σε ένα σύστημα (Duit, 2015). Στην παρούσα υποενότητα παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας σε θερμική ισορροπία. Συγκεκριμένα, στο πρώτο μέρος παρουσιάζεται η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από το μέγεθός του, στο δεύτερο η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από τη σύστασή του, στο τρίτο η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από την πυκνότητά ή σκληρότητά του και στο τελευταίο μέρος η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.

α) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από το μέγεθός του

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, οι μαθητές σχετίζουν τη θερμοκρασία με το μέγεθος του αντικειμένου (Skoumios & Hatzinikita, 2005). Μεγάλα σώματα είναι πιο ζεστά ή έλκουν περισσότερη θερμότητα από σώματα μικρότερου μεγέθους και ένα μεγάλο παγάκι έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από ένα μικρότερο (Erickson, 1979, 1980; Erickson & Tiberghien, 1985; Harrison et al., 1999; Paik et al., 2007; Turgut & Gurbuz, 2012), αλλά και το αντίθετο (Paik et al., 2007).

Οι Choi κ.ά. (2001) (στους Paik et al., 2007) ρώτησαν μαθητές ηλικίας 9 έως 11 χρονών, τι θα συμβεί αν ενώσουμε δύο ποσότητες νερού διαφορετικών θερμοκρασιών. Πολλοί μαθητές θεωρούν πως το μείγμα θα έχει το άθροισμα των θερμοκρασιών. Όμοια συμπεράσματα έβγαλε και η έρευνα των Erickson και Tiberghien (1985) και Paik κ.ά. (2007).

Οι Paik κ.ά. (2007) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε 154 μαθητές ηλικίας 4 έως 11 ετών στην Νότια Κορέα βρήκαν όμοια αποτελέσματα. Στην ερώτηση, τι θερμοκρασία θα έχουν δύο παγάκια διαφορετικού μεγέθους αν τα βγάλουμε από την κατάψυξη, περίπου το 70% των μαθητών ηλικίας 4 έως 9 ετών θεωρούν ότι το μεγαλύτερο παγάκι έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία. Σχεδόν οι μισοί μαθητές 10 έως 11 ετών εκφράζουν τις συγκεκριμένες αντιλήψεις, αλλά αρκετοί από αυτούς πιστεύουν ότι το μικρότερο παγάκι έχει μικρότερη θερμοκρασία.

β) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από τη σύστασή του

Οι μαθητές θεωρούν ότι μερικά σώματα είναι από τη φύση τους πιο κρύα από άλλα (Brook et al., 1984) ή έχουν την ιδιότητα να κρυώνουν σώματα, όπως ο αέρας (Duit & Kesidou, 1988). Σώματα τα οποία οι μαθητές σε θερμοκρασία δωματίου και θερμική ισορροπία τα αισθάνονται διαφορετικά, έχουν και διαφορετικές θερμοκρασίες (Grayson et al., 1995; Thomaz et al., 1995; Turgut & Gurbuz, 2012; Skoumios & Hatzinikita, 2006).

Όπως αναφέρουν οι Choi κ.ά. (2001) (στους Paik et al., 2007) οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμοκρασία ως ιδιότητα του σώματος. Θεωρούν πως διαφορετικά σώματα δεν μπορούν να έχουν την ίδια θερμοκρασία υπό τις ίδιες συνθήκες και πως μπορούν να ταξινομηθούν σε κρύα, μέτρια (medium) και θερμά σώματα. Οι μαθητές ταξινομούν ακόμα και ζωντανούς οργανισμούς, όπως αναφέρεται στους Sciarretta κ.ά. (1990). Αυτό μπορεί να οφείλεται σε γλωσσικούς παράγοντες καθώς υπάρχουν ζώα που χαρακτηρίζονται ως θερμόαιμα ή ψυχρόαιμα.

Οι Paik κ.ά. (2007) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε 154 μαθητές ηλικίας 4 έως 11 ετών στην Νότια Κορέα βρήκαν όμοια αποτελέσματα. Η ερώτηση που τέθηκε στους μαθητές ήταν η εξής: «Ένα μεταλλικό δοχείο περιέχει ζεστό νερό. Τι θα πάθουν οι θερμοκρασίες τους μετά από μερικές ώρες;». Οι μαθητές ηλικίας 4 ετών αποκρίθηκαν πως το νερό θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία (71,4%). Από την ηλικία των 5 άρχισε να παρουσιάζετε και να επικρατεί η αντίληψη ότι η θερμοκρασία του μετάλλου θα είναι μεγαλύτερη. Ο λόγος για αυτές τις αντιλήψεις είναι η εμπειρία των μαθητών από την καθημερινότητα τους και άλλες αντιλήψεις, οι οποίες σχετίζονται με τις ιδιότητες των υλικών. Στη συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκαν και άλλες δραστηριότητες, οι οποίες ανίχνευσαν τις ίδιες αντιλήψεις.

Πολύ μαθητές έχουν την αντίληψη ότι το ξύλο ή το χαρτί είναι πιο ζεστά σώματα από το μέταλλο (Sciarretta et al., 1990). Αυτή η αντίληψη συνεχίζει να υπάρχει και σε μεγαλύτερες ηλικίες. Ο Duit (2015) αναφέρει ότι οι μαθητές σε θερμοκρασία δωματίου αισθάνονται ένα μεταλλικό σώμα πιο κρύο και ένα πλαστικό ή ξύλινο σώμα πιο ζεστό. Αν όμως τα τοποθετήσουμε σε έναν φούρνο σε θερμοκρασία 60°C οι μαθητές θεωρούν το μεταλλικό σώμα πιο ζεστό από το πλαστικό και το ξύλινο. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στο γεγονός ότι κρίνουμε τη θερμοκρασία ενός σώματος βάσει των αισθήσεων μας (Muller, 2011, 2012).

γ) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από την πυκνότητά ή σκληρότητά του

Στο πλαίσιο των αντιλήψεων ότι η θερμοκρασία επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά ή την ποιότητα του σώματος, μερικοί μαθητές θεωρούν ότι η θερμοκρασία εξαρτάται από την πυκνότητα ή τη σκληρότητα του σώματος. Αυτό φαίνεται από αρκετές αναφορές μαθητών, όπου λαμβάνουν υπόψη τις αποστάσεις των μορίων στο ίδιο το σώμα (Kesidou & Duit, 1993).

δ) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του

Για ένα μικρό ποσοστό του μαθητικού πληθυσμού η θερμοκρασία του σώματος δεν εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του, αλλά αποκλειστικά από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, αναγνωρίζοντας έτσι πως οποιοδήποτε σώμα, με οποιαδήποτε χαρακτηριστικά, θα καταλήξει τελικά να έχει την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντος (Thomaz et al., 1995). Οι Sciarretta κ.ά. (1990) ερεύνησαν τις αντιλήψεις μαθητών ηλικίας 13 έως 18 και εκπαιδευτικών σχετικά με τις θερμικές ιδιότητες (thermal properties) σωμάτων. Στην έρευνα αυτή αναφέρεται πως ένας πληθυσμός του δείγματος θεωρεί ότι και η θερμοκρασία των ζωντανών οργανισμών εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται.

3.2.3. Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμική ισορροπία

Οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τη θερμική ισορροπία (Erickson, 1979; Brooks et al., 1984; Arnold & Millar, 1994; Clark, 2006; Thomaz et al., 1995), με αποτέλεσμα για μερικούς να αποτελεί πιθανή κατάσταση και για άλλους αναγκαιότητα.

α) Η αντίληψη της θερμικής ισορροπίας ως πιθανή κατάσταση

Οι μαθητές υποστηρίζουν πως η ροή θερμότητας δε σταματάει, όταν έχουμε εξίσωση θερμοκρασιών (Duit & Kesidou, 1988). Έτσι η θερμοκρασία διαφορετικών σωμάτων θα είναι διαφορετική ακόμη και αν βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα (Clough & Driver, 1986; Harrison et al., 1999; Lewis & Linn, 1994) π.χ. ένα σώμα από μέταλλο με ένα από ξύλο (Paik et al., 2007). Επίσης, θεωρούν πως δύο σώματα τα οποία έρχονται σε

επαφή δε θα φτάσουν απαραίτητα σε θερμική ισορροπία (Arnold & Millar, 1994; Clark, 2006; Fitzallen et al., 2016).

Για πολλούς μαθητές η θερμική ισορροπία αποτελεί μία πιθανή κατάσταση καθώς υπάρχουν άλλες αντιλήψεις, οι οποίες έρχονται σε σύγκρουση με την ιδέα της θερμικής ισορροπίας ως αναγκαιότητα (Paik et al., 2007).

Η δυσκολία να αντιληφθούν οι μαθητές τη θερμική ισορροπία ως αναγκαιότητα μπορεί να προέρχεται από ιδιαίτερα εστιασμένη οπτική τους στο φαινόμενο αυτό. Οι μαθητές δυσκολεύονται να αναγνωρίσουν την αλληλεπίδραση των σωμάτων με το περιβάλλον και τα υπόλοιπα σώματα. Όπως αναφέρεται στον Duit (1995), όταν οι μαθητές βλέπουν τη θερμοκρασία ενός σώματος να πέφτει, θεωρούν πως είναι απλά μία «φυσική» διαδικασία.

β) Η αντίληψη της θερμικής ισορροπίας ως αναγκαιότητα

Για τους μαθητές συνήθως μεγαλύτερων τάξεων η θερμική ισορροπία δεν αποτελεί μια πιθανή κατάσταση, αλλά μία αναγκαία. Βάσει αυτής της αντίληψης η θερμοκρασία ενός σώματος δεν εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του, αλλά από τη θερμοκρασία που έχει το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται αυτό. Αντιλαμβάνονται λοιπόν πως όλα τα σώματα μετά το πέρας ενός χρονικού διαστήματος φτάνουν απαραίτητα στην ίδια θερμοκρασία με το περιβάλλον τους (Thomaz et al., 1995).

3.2.4. Αντιλήψεις μαθητών για τον βρασμό

Ένα μεγάλο πλήθος ερευνών ασχολείται με τις αντιλήψεις των μαθητών για τον βρασμό (Osborne & Cosgrove, 1983; Driver et al., 1985, 1994; Anderson, 1990; Garnett et al., 1995; Johnson, 1998a, 1998b; Chang, 1999). Παρακάτω παρουσιάζονται οι αντιλήψεις που σχετίζονται με το σημείο βρασμού των σωμάτων και με την αλλαγή της κατάστασης, συγκεκριμένα με τη σύσταση των φυσαλίδων.

α) Η αντίληψη για το σημείο βρασμού

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι μαθητές θεωρούν πως κατά τη διάρκεια του βρασμού η θερμοκρασία μεταβάλλεται ή αυξάνεται (Tiberghien, 1985; Barke, 2006; Μπουλουξή, 2012).

Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση που ξαφνικά αυξήσουμε την παροχή θερμότητας, π.χ. με το να αυξήσουμε την ένταση μιας φλόγας. Εκτός αυτού υποστηρίζεται ότι το σημείο βρασμού επηρεάζεται από την ποσότητα του υγρού (Antwi & Aryeetey, 2015).

β) Η αντίληψη για τη φύση των φυσαλίδων

Αναφορικά με την αλλαγή κατάστασης από υγρό σε αέριο και με τη σύσταση της ύλης εντός των φυσαλίδων κατά τον βρασμό του νερού, οι μαθητές αποκρίνονται με διάφορες απαντήσεις, όπως: είναι νερό, ατμοί νερού, περιέχουν θερμότητα, αέρας, καπνός, υδρογόνο, οξυγόνο ή διοξείδιο του άνθρακα (Osborne et al., 1983; Bar & Travis, 1991; Chang, 1999; Μπουλουξή, 2012).

Οι Bar και Travis (1991) ερεύνησαν τις αντιλήψεις των μαθητών που σχετίζονται με την αλλαγή κατάστασης από υγρό σε αέριο σε μαθητές ηλικίας 6 έως 15 χρονών. Συγκεκριμένα για το φαινόμενο του βρασμού διαπιστώθηκε ότι ήδη από μικρή ηλικία οι μαθητές καταλαβαίνουν πως όταν το νερό βράζει «δημιουργείται» ατμός. Όταν όμως οι μαθητές ρωτήθηκαν από που έρχεται αυτός ο ατμός, μερικοί μαθητές απάντησαν ότι έρχεται από το νερό και άλλοι ότι έρχεται από τις φυσαλίδες. Οι φυσαλίδες για μερικούς μαθητές είναι μία ενδιάμεση φάση μεταξύ νερού και ατμού ενώ άλλοι μαθητές δυσκολεύονται να εξηγήσουν την προέλευση των φυσαλίδων. Οι μαθητές περιγράφουν τη φύση των φυσαλίδων ως νερό, ατμό, νερό και θερμότητα, αέρα, θερμότητα ή καπνό. Μερικοί μαθητές επίσης ανέφεραν ότι στις φυσαλίδες είναι οξυγόνο ή οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Όμοια ήταν και τα συμπεράσματα άλλων ερευνών, όπως των Osborne και Cosgrove (1983), Osborne κ.ά., (1983), Andersson (1990), Garnett κ.ά. (1995) και Μπουλουξή (2012).

Όπως φαίνεται και στην έρευνα του Dörfler (2004) (στον Barke, 2006) μαθητές μεγαλύτερης ηλικίας πιστεύουν στη διάσπαση του νερού στα επιμέρους στοιχεία του κατά τη διάρκεια του βρασμού. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές θεωρούν ότι τα μόρια του νερού χωρίζονται σε μόρια υδρογόνου και οξυγόνου. Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε συνολικά 200 μαθητές ηλικίας 15 έως 17 χρονών δύο διαφορετικών σχολείων στην Κάτω Σαξονία της Γερμανίας. Ίδια ήταν και τα συμπεράσματα της έρευνας των Kirbulut και Beeth (2011).

3.3. Βιβλιογραφική ανασκόπηση διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού

Σε αυτήν την ενότητα γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση των διδακτικών παρεμβάσεων, με σκοπό την επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού.

α) Η έρευνα των Linn και Songer (1991)

Οι Linn και Singer (1991) πραγματοποίησαν μια έρευνα, οι οποία είχε ως στόχο τη σχεδίαση και εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης για την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών στο μάθημα Θερμοδυναμικής στο Γυμνάσιο (MiddleSchool/8th Grade). Συνολικά τέσσερις ομάδες, οι οποίες αποτελούνταν από 100 - 200 μαθητές ακολούθησαν ένα πρόγραμμα σπουδών 13ων εβδομάδων με τη βοήθεια τεσσάρων διαφορετικών εκδοχών λογισμικού. Κάθε ομάδα χρησιμοποίησε και ένα διαφορετικό λογισμικό.

Στην πρώτη εκδοχή ο καθηγητής οδηγούσε τους μαθητές με ερωτήσεις σε πειραματικές διαδικασίες τις οποίες ακολουθούσε παρουσίαση αποτελεσμάτων και συζήτηση στην τάξη. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής της συγκεκριμένης εκδοχής έδειξαν πως οι μαθητές δε δυσκολεύονταν να ερμηνεύσουν τα δεδομένα που συνέλεξαν, αλλά δυσκολεύονταν στη διάκριση της θερμικής ενέργειας και της θερμοκρασίας.

Στη δεύτερη εκδοχή προστέθηκαν ένα ποιοτικό μοντέλο ροής θερμότητας, πειράματα με αρχική θερμοκρασία και ποικίλα άλλα μοντέλα αναπαράστασης επιστημονικών εννοιών προκειμένου να επωφεληθούν οι μαθητές, όπως προτείνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία. Με τη χρήση του λογισμικού αυτού οι μαθητές εξέφρασαν αντιλήψεις, οι οποίες έχουν εμφανιστεί και σε άλλες έρευνες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές θεωρούσαν πώς η θερμική ενέργεια και η θερμοκρασία είναι ποσοτικά μεγέθη και δεν μπορούσαν να διαφοροποιήσουν τις δύο έννοιες.

Στην τρίτη εκδοχή του λογισμικού οι ερευνητές προσπάθησαν να αυξήσουν την εμπλοκή των μαθητών στη διαδικασία με τη βοήθεια πειραμάτων, γραφικών παραστάσεων και της

πρόβλεψης και της παρατήρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές μπόρεσαν καλύτερα να ξεχωρίσουν τη λειτουργία της μόνωσης, της αρχικής θερμοκρασίας, της μάζας και της επιφάνειας. Επίσης, οι προβλέψεις και οι παρατηρήσεις βοήθησαν τους μαθητές να διακρίνουν τις έννοιες της θερμικής ενέργειας και της θερμοκρασίας.

Στην τέταρτη και τελική εκδοχή χρησιμοποιήθηκαν οι ερωτήσεις της τρίτης εκδοχής. Σε αντίθεση όμως με την τρίτη εκδοχή, χρησιμοποιήθηκαν η πρόβλεψη και η παρατήρηση σε όλα τα ερωτήματα.

Στο τέλος της έρευνας, έγινε σύγκριση όλων των εκδοχών των λογισμικών και έδειξαν πως η κατανόηση αυξάνεται, όταν οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν και να παρατηρήσουν τα αποτελέσματα, καθώς και, όταν οι μαθητές χρησιμοποιούν ένα μοντέλο ροής θερμότητας στα ευρήματά τους.

β) Η έρευνα των Thomaz, Malaquias, Velente και Antunes (1993)

Η έρευνα των Thomaz, Malaquias, Velente και Antunes (1993) είχε ως στόχο την εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεων μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Η έρευνα αυτή δεν επικεντρώθηκε αποκλειστικά σε μαθητές Γυμνασίου αλλά και για την εκπαίδευση εν ενεργεία εκπαιδευτικών αυτής της ειδικότητας. Η συγκεκριμένη έρευνα πραγματοποιήθηκε σε τρεις φάσεις.

Στην πρώτη φάση οι δύο επιλεγμένοι εκπαιδευτικοί πραγματοποίησαν στο Πανεπιστήμιο κάποιες συναντήσεις προκειμένου να εισαχθούν στο θέμα των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών. Στη δεύτερη φάση δόθηκαν ερωτηματολόγια σε συνολικά 92 μαθητές από τους οποίους οι 13 αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου. Βάσει των απαντήσεων οργανώθηκαν διδακτικά μοντέλα τα οποία στη συνέχεια εφάρμοσαν οι δύο εκπαιδευτικοί στις τάξεις τους. Στο τέλος των μαθημάτων οι μαθητές κλήθηκαν να απαντήσουν ξανά σε ένα ερωτηματολόγιο, ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα της διδακτικής παρέμβασης. Μετά την εμπειρία από τη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε μια τρίτη σε άλλους μαθητές. Το διδακτικό μοντέλο περιείχε 5 σημεία: αντίληψη (awareness), ενδιαφέρον (interest), αξιολόγηση (evaluation), δοκιμή (trial) και υιοθέτηση (adoption). Μέσα από αυτά τα σημεία αυξάνεται η συμβολή του μαθητή στις διαδικασίες απόκτησης της μάθησης. Ο δάσκαλος παίζει βοηθητικό ρόλο, καθοδηγεί τον μαθητή και δημιουργεί ευκαιρίες για να ανακαλύψει ο μαθητής τη νέα γνώση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως ο συγκεκριμένος τρόπος διδασκαλίας βοήθησε στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου, η οποία δίδαχθηκε με τον παραδοσιακό τρόπο. Συγκεκριμένα, βοήθησε στην αλλαγή των αντιλήψεων σχετικά με τη θερμότητα ως χαρακτηριστικό του σώματος και στην αντίληψη ότι διαφορετικές αισθήσεις προέρχονται από διαφορετικές θερμοκρασίες.

γ) Η έρευνα των Harrison, Grayson και Treagust (1999)

Οι Harrison, Grayson και Treagust (1999) ερεύνησαν πέντε μαθητές 11ης τάξης (αντίστοιχης Β΄ Λυκείου) πάνω στις αντιλήψεις για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Περισσότερο όμως η παρούσα ποιοτική έρευνα αποτελεί τη μελέτη περίπτωσης ενός από τους συνολικά πέντε μαθητές για την περιγραφή μιας διδακτικής παρέμβασης, η οποία ευνοεί την αλλαγή αυτών των αντιλήψεων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε ένα προ-τεστ με πέντε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου για να εξαχθούν οι αντιλήψεις των μαθητών και στη συνέχεια παρακολούθηθηκε η γνωστική αλλαγή κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Η διδασκαλία ωθούσε τους μαθητές σε δράση στο πλαίσιο διερευνητικής μάθησης και αντίστρεψε το προφίλ της τάξης από δασκαλοκεντρικό σε μαθητοκεντρικό.

Στο τέλος της παρέμβασης, τρεις από τους πέντε μαθητές ανέπτυξαν αντιλήψεις σχετικές με την επιστημονική γνώση.

δ) Η έρευνα του Baser (2006)

Ο Baser (2006) σύγκρινε δύο προγράμματα διδακτικής των ΦΕ σε συνολικά 82 (27 άντρες, 55 γυναίκες) φοιτητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Χωρίζοντάς τους σε δύο ομάδες, 40 στην πειραματική ομάδα και 42 στην ομάδα ελέγχου, εφαρμόστηκε στη πειραματική ομάδα υλικό βασισμένο σε γνωστικές συγκρούσεις και στην ομάδα ελέγχου το παραδοσιακό υλικό. Οι δύο ομάδες είχαν τον ίδιο εισηγητή. Η έρευνα προσπάθησε να απαντήσει στις ερωτήσεις: α) αν υπάρχει διαφορά μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο προγραμμάτων πάνω στις αντιλήψεις των φοιτητών στην εννοιολογική περιοχή της θερμοκρασίας και της θερμότητας, β) αν σχετίζεται η αλληλεπίδραση της διδασκαλίας με το φύλο και γ) αν υπάρχουν άλλοι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αλλαγή των αντιλήψεων. Πριν και μετά από τη διδακτική παρέμβαση

πραγματοποιήθηκε ένα τεστ 28 ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Πριν τη διδασκαλία δεν υπήρχαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των αντιλήψεων των ομάδων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως και οι δύο ομάδες φοιτητών ανέπτυξαν αντιλήψεις πιο κοντά στη επιστημονική άποψη. Η ομάδα, όμως, οι οποία διδάχτηκε με το υλικό της γνωστικής σύγκρουσης απέκτησε μεγαλύτερο όφελος καθώς ένα μεγαλύτερο ποσοστό της ομάδας ελέγχου παρέμεινε στις αρχικές του αντιλήψεις. Ταυτόχρονα δεν παρατηρήθηκαν παράγοντες, οι οποίοι καθορίζουν την ποικιλομορφία των αντιλήψεων. Η παρέμβαση της γνωστικής σύγκρουσης είχε όμως μεγαλύτερη απήχηση στο θηλυκό φύλο από ότι στο αρσενικό.

ε) Οι έρευνες των Skoumios και Hatzinikita, 2005/2006, 2006

Οι Skoumios και Hatzinikita (2005/2006, 2006) ερεύνησαν τις επιπτώσεις μιας διδακτικής παρέμβασης στα γνωστικά εμπόδια (conceptual obstacles) μαθητών για τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας. Η συγκεκριμένη παρέμβαση απευθύνθηκε σε μαθητές δημοτικού ηλικίας 11 - 12 ετών και πραγματοποιήθηκε σε συνολικά 23 διδακτικές ώρες. Τα μαθήματα περιείχαν πειραματικές δραστηριότητες, συζητήσεις μεταξύ των μαθητών και ασκήσεις προκειμένου να προκαλέσουν κοινωνικο-γνωστικές συγκρούσεις. Πιο συγκεκριμένα, η έρευνα ασχολήθηκε με την αντίληψη των μαθητών ότι η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006) και με την τάση των μαθητών να εξηγούν θερμικά φαινόμενα με τη χρήση δύο εννοιών (Skoumios & Hatzinikita, 2006). Αρχικά αναδύθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών μέσα από τη χρήση δραστηριοτήτων. Στη συνέχεια οι μαθητές εργάστηκαν ατομικά και συνεργατικά μέσα από συζητήσεις ώστε να βρουν που διαφωνούν και να διατυπώσουν ερωτήματα προς εξερεύνηση. Τέλος, σχεδιάζουν και υλοποιούν έρευνες προκειμένου να απαντήσουν στα ερωτήματα που έθεσαν και συγκρίνουν τις αρχικές με τις τελικές τους αντιλήψεις. Επίσης εφαρμόζουν τη νέα γνώση στη συνέχεια σε νέα προβλήματα. Οι συζητήσεις των μαθητών ηχογραφήθηκαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης και αναλύθηκαν ποιοτικά ώστε να εξαχθούν τα συμπεράσματα.

□□) Η έρευνα των Baser και Geban (2007)

Οι Baser και Geban (2007) ερεύνησαν τις επιπτώσεις μιας διδακτικής παρέμβασης στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών καθώς, επίσης, και τη διαφοροποίηση των αντιλήψεων

μεταξύ των δύο φύλων και τη στάση τους απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες ως μάθημα. Η παρέμβαση με το υλικό για την αλλαγή των αντιλήψεων πραγματοποιήθηκε σε 34 μαθητές της 7ης τάξης, αντίστοιχης Α΄ Γυμνασίου, στο διάστημα 4ων εβδομάδων. Ταυτόχρονα εφαρμόστηκε το παραδοσιακό υλικό σε μια άλλη τάξη 38 μαθητών, ως ομάδα ελέγχου.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές με το τροποποιημένο υλικό διδασκαλίας κατανόησαν καλύτερα τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας.

η) Η έρευνα των Coştu, Ayas, Niaz, Ünal και Çalik (2007)

Οι Coştu, Ayas, Niaz, Ünal και Çalik (2007) σχεδίασαν μια διδακτική παρέμβαση προκειμένου 52 πρωτοετείς φοιτητές να καταλάβουν την έννοια του βρασμού. Αρχικά, οι φοιτητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο 9 ερωτήσεων, προκειμένου να αντληθούν από αυτό οι διάφορες αντιλήψεις. Μετά τη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκε ένα μετά-τεστ και ένα δεύτερο μετά-τεστ μετά από χρονικό διάστημα τριών μηνών.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παρέμβαση διευκόλυνε του φοιτητές στην κατανόηση του βρασμού, ενώ ταυτόχρονα δεν επέστρεψαν στις παλιές τους αντιλήψεις τρεις μήνες μετά.

θ) Η έρευνα των Zacharia, Olympiou και Papaenripidou (2008)

Η έρευνα των Zacharia, Olympiou και Papaenripidou (2008) είχε ως στόχο τη σύγκριση της χρήσης των ψηφιακών και των υλικών μέσων σε πειράματα σε μια διδακτική παρέμβαση. Για αυτόν τον λόγο χωρίστηκαν 62 προπτυχιακοί φοιτητές, 54 κορίτσια και 8 αγόρια, τυχαία σε δύο ομάδες, μία πειραματική και μία ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου χρησιμοποιούσε υλικά μέσα για τα πειράματά της, ενώ η πειραματική ομάδα αρχικά υλικά μέσα και στη συνέχεια ψηφιακά.

Η σύγκριση του προ- με το μετά-τεστ έδειξε πως ο συνδυασμός των δύο μέσων ήταν αποτελεσματικότερος στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας.

ι) Η έρευνα του Çalik (2008)

Στην έρευνά του ο Çalik (2008) σχεδίασε και εφάρμοσε μια διδακτική παρέμβαση σχετικά με παράγοντες, οι οποίοι επηρεάζουν το σημείο βρασμού. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ένα εποικοδομητικό μοντέλο διδασκαλίας "4E" με τέσσερις φάσεις. Η παρέμβαση πραγματοποιήθηκε σε 48 φοιτητές, οι οποίοι στο μέλλον θα κληθούν να διδάξουν Φυσική. Προκειμένου να ερευνηθούν οι αντιλήψεις των φοιτητών, τους δόθηκε μια βδομάδα πριν την εφαρμογή ένα ερωτηματολόγιο με τέσσερις ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Στη συνέχεια, οι φοιτητές απάντησαν στο ερωτηματολόγιο ακόμα δύο φορές: δύο εβδομάδες και 24 εβδομάδες μετά την παρέμβαση.

Οι απαντήσεις των ερωτώμενων ταξινομήθηκαν σε 5 κατηγορίες: α) καλή κατανόηση, όταν οι απαντήσεις αντιστοιχούσαν στην επιστημονική γνώση, β) μερική κατανόηση, όταν οι απαντήσεις περιείχαν τουλάχιστον ένα επιστημονικά αποδεκτό στοιχείο, γ) μερική κατανόηση με συγκεκριμένη εναλλακτική αντίληψη, δ) συγκεκριμένες εναλλακτικές αντιλήψεις και ε) μη κατανόηση, όπου η απάντηση δεν ήταν ξεκάθαρη ή αφέθηκε κενή. Με βάση τα παραπάνω κριτήρια, οι περισσότερες απαντήσεις των φοιτητών που δόθηκαν στο πρώτο ερωτηματολόγιο, κυμαίνονται στις κατηγορίες «μερική κατανόηση» και «συγκεκριμένες εναλλακτικές αντιλήψεις». Οι περισσότερες απαντήσεις όμως των επόμενων δύο τεστ βρίσκονται στη «μερική κατανόηση» και ένα ποσοστό επίσης στην «καλή κατανόηση».

κ) Η έρευνα των Turgut και Gurbuz (2012)

Η έρευνα των Turgut και Gurbuz (2012) είχε ως σκοπό την εφαρμογή κειμένου εννοιολογικής αλλαγής στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Η έρευνα απευθύνθηκε σε 51 μαθητές ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού ηλικίας 12 έως 13 ετών από δύο διαφορετικές τάξεις. Ο ίδιος εκπαιδευτικός δίδαξε τις έννοιες στη μία τάξη με τον παραδοσιακό τρόπο, ομάδα ελέγχου, και στην άλλη τάξη δίδαξε τις έννοιες χρησιμοποιώντας κείμενα για την εννοιολογική αλλαγή.

Τα συμπεράσματα έδειξαν ότι η διδασκαλία με τη χρήση κειμένων για την εννοιολογική αλλαγή είχαν καλύτερα αποτελέσματα στην κατανόηση των εννοιών και στην αλλαγή των αντιλήψεων από τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Επίσης πραγματοποιήθηκε ένα τεστ έναν χρόνο μετά την ολοκλήρωση της έρευνας χωρίς να δείχνει κάποια σημαντική διαφορά.

λ) Η έρευνα των Madu και Orji (2015)

Η έρευνα των Madu και Orji (2015) σκόπευε στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας υλικού διδασκαλίας βασισμένο στη γνωστική σύγκρουση σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας. Συνολικά 249 μαθητές senior secondary II (14 χρονών;) από 2 σχολεία χωρίστηκαν σε τέσσερις ομάδες. Κάθε σχολείο είχε δηλαδή μια πειραματική ομάδα και μια ομάδα ελέγχου στις οποίες δίδασκε ο ίδιος εκπαιδευτικός. Οι πειραματικές ομάδες ακολουθούσαν το πρόγραμμα διδασκαλίας βασισμένο στη γνωστική σύγκρουση και οι ομάδες ελέγχου το παραδοσιακό πρόγραμμα. Πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση χρησιμοποιήθηκαν τεστ για την εξαγωγή δεδομένων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι ομάδες, οι οποίες ακολούθησαν το πρόγραμμα σπουδών, το οποίο ήταν εμπλουτισμένο με τη γνωστική σύγκρουση, ανέπτυξαν αντιλήψεις πιο κοντά στα επιστημονικά πρότυπα.

3.4. Συζήτηση - Πρωτοτυπία εργασίας

Η διεθνής βιβλιογραφία περιλαμβάνει ποικίλες έρευνες που μελετούν τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των ΦΕ και ιδιαίτερα αντιλήψεις, οι οποίες σχετίζονται με την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Erickson, 1979; Osborne & Cosgrove, 1983; Wisser, 1986; Nachmias, Stavy & Avrams, 1990; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Harrison, Grayson & Treagust, 1999; Shin, 1999; Choi et al., 2001; Antwi & Aryeetey, 2015; Devereux et al., 2016; Fitzallen, Wright, Watson & Duncan, 2016).

Οι εργασίες που εστιάζουν στη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των μαθητών είναι συγκριτικά λιγότερες (Linn & Songer, 1991; Harrison et al., 1999; Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006; 2006; Baser & Geban, 2007; Zacharia et al., 2008). Επίσης, λίγες είναι οι παρεμβάσεις που πραγματοποιούνται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Skoumios & Hatzinikita, 2005; 2006; Turgut κα&ι Gurbuz, 2012), ενώ οι περισσότερες εφαρμόζονται στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση (Thomaz et al., 1995; Baser, 2006; Coştu et al., 2007; Çalık, 2008; Madu & Orji, 2015).

Στην παρούσα εργασία δε χρησιμοποιείται μόνο η εποικοδομητική προσέγγιση σε συνδυασμό με τις Νέες Τεχνολογίες, π.χ. προσομοιώσεις, και με την πραγματοποίηση ερευνών μέσα στην τάξη για να αποκτήσουν οι μαθητές επιστημονικές δεξιότητες, αλλά συνδυάζεται το μάθημα

και η παρέμβαση των ΦΕ με την καθημερινότητα. Αυτό επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας το πλαίσιο της μαγειρικής ως συνδετικό κρίκο, το οποίο παρουσιάζει ένα εύφορο έδαφος για όλα τα παραπάνω. Όμοιες έρευνες, οι οποίες επεξεργάζονται τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες των ΦΕ στο πλαίσιο της μαγειρικής, απουσιάζουν.

Στις έρευνες φαίνεται πως κυρίαρχο εργαλείο συλλογής δεδομένων αποτελεί το ερωτηματολόγιο (Nachmias et al., 1990; Thomaz et al., 1995; Antwi & Aryeetey, 2015). Σε λίγες μόνο εργασίες οι ερευνητές πραγματοποίησαν συνεντεύξεις (Osborne & Cosgrove, 1983; Harrison et al., 1999; Fitzallen et al., 2016). Είναι ιδιαίτερα περιορισμένη η έρευνα που μελετά την εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών (Skoumios & Hatzinikita, 2005/2006, 2006), ενώ απουσιάζουν έρευνες που να μελετούν την εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών κατά τις διδασκαλίες.

Αναδύεται λοιπόν η αναγκαιότητα πραγματοποίησης μιας έρευνας που να μελετά την εξέλιξη των αντιλήψεων και των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών στη διάρκεια διδασκαλιών που βασίζονται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και ΤΠΕ.

Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας έγκειται στο ότι μελετάται η συμβολή μια διδακτικής παρέμβασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση με χρήση επιστημονικών πρακτικών και ΤΠΕ στο πλαίσιο της μαγειρικής) στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών και των επιστημονικών τους πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών, ζητήματα για τα οποία δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

3.5. Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάστηκε η βιβλιογραφική ανασκόπηση των ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία της θερμότητας και της θερμοκρασίας και τεκμηριώθηκε η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας.

4. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται η μεθοδολογία της παρούσας έρευνας σε επτά ενότητες. Στην πρώτη ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ερευνητικά ερωτήματα (βλ. ενότητα 4.2.) δείγμα της έρευνας (βλ. ενότητα 4.3.). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η ερευνητική διαδικασία της παρούσας εργασίας (βλ. ενότητα 4.4.). Στην ενότητα 4.5. παρουσιάζονται τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν και στη συνέχεια το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε (βλ. ενότητα 4.6.). Τέλος, παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων (βλ. ενότητα 4.7.).

4.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι:

- Ποιες είναι οι "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών αναφορικά με τις έννοιες της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που συγκροτήθηκε;
- Ποια η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που συγκροτήθηκε;
- Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό;
- Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών;

4.3. Δείγμα της έρευνας

Η διδακτική παρέμβαση που συγκροτήθηκε πραγματοποιήθηκε στα Ιδιωτικά Εκπαιδευτήρια «Παναγία Προυσιώτισσα» Αγρινίου του Νομού Αιτωλοακαρνανίας. Συγκεκριμένα, την πειραματική ομάδα αποτέλεσαν συνολικά 12 μαθητές της Ε' τάξης του Δημοτικού.

Από τους συνολικά 12 μαθητές της Ε' τάξης του Δημοτικού των Ιδιωτικών Εκπαιδευτηρίων, επτά (7) μαθητές ήταν αγόρια και πέντε (5) κορίτσια. Όλοι οι μαθητές ήταν κατά μέσο όρο 11

ετών και είχαν ελληνική υπηκοότητα. Οι βαθμοί των μαθητών βρίσκονταν υψηλά στην κλίμακα καθώς δύο (2) μαθητές, ένα αγόρι και ένα κορίτσι, στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών στον τίτλο προόδου του πρώτου τριμήνου, είχαν βαθμό «9» και οι υπόλοιποι «10».

4.4. Ερευνητική διαδικασία

Η παρούσα έρευνα είναι ημι-ποιοτική και πραγματοποιήθηκε σε συνολικά δύο φάσεις.

Στην πρώτη φάση σχεδιάστηκαν το ερωτηματολόγιο και το διδακτικό υλικό. Το πρώτο τμήμα του ερωτηματολογίου ερευνούσε τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού και το δεύτερο τμήμα έλεγχε τις πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών. Επιπρόσθετα, συγκροτήθηκε το διδακτικό υλικό για τη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων για την εννοιολογική περιοχή της θερμοκρασίας, της θερμότητας, του φαινομένου του βρασμού και την ανάπτυξη των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών. Η συγκρότηση του διδακτικού υλικού βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία των ΦΕ και συγκεκριμένα στο μοντέλο 5E με χρήση νέων τεχνολογιών.

Κατά τη δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση και η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου από τους μαθητές των Ιδιωτικών Εκπαιδευτηρίων «Παναγία Προυσιώτισσα» πριν και μετά τη διδασκαλία και η ηχογράφηση των διδασκαλιών.

Πριν από την ηχογράφηση των διδασκαλιών, τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και την εφαρμογή του διδακτικού υλικού, ζητήθηκε άδεια από τη διεύθυνση του σχολείου, από την εκπαιδευτικό της τάξης και από τους γονείς των μαθητών προκειμένου να συμμετάσχουν οι μαθητές στην έρευνα. Εφόσον εγκρίθηκε η συμμετοχή από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, πραγματοποιήθηκε η πρώτη συνάντηση του ερευνητή με τους εκπαιδευόμενους. Σε αυτήν τη συνάντηση ο ερευνητής αφού έκανε τις απαραίτητες συστάσεις, μοίρασε στους μαθητές το ερωτηματολόγιο (αρχικό ερωτηματολόγιο). Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε στην τάξη του σχολείου υπό την παρουσία του ερευνητή, ο οποίος έδωσε τις απαραίτητες οδηγίες στους μαθητές. Ολόκληρη η πρώτη διδακτική ώρα (45 λεπτά) αφιερώθηκε στη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων. Την επόμενη ημέρα ξεκίνησε η εφαρμογή του διδακτικού υλικού, η οποία κράτησε συνολικά ένα (1) μήνα (Νοέμβριος -

Δεκέμβριος 2017). Μία ημέρα μετά την ολοκλήρωση της εφαρμογής του διδακτικού υλικού ξαναμοιράστηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο με ακριβώς την ίδια δομή εκ νέου στους μαθητές (τελικό ερωτηματολόγιο) προκειμένου να συγκριθούν οι απαντήσεις τους με αυτές που έδωσαν πριν τη διδασκαλία.

4.5. Συλλογή δεδομένων

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα ερευνητικά εργαλεία και ο λόγος επιλογής τους. Στην πρώτη υποενότητα (βλ. υποενότητα 4.4.1.) αιτιολογείται η επιλογή του ερωτηματολογίου και της μαγνητοφώνησης ως εργαλεία συλλογής δεδομένων. Στη συνέχεια αναλύεται το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία για την ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τον βρασμό των σωμάτων καθώς επίσης και για τη μελέτη των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

4.5.1. Η επιλογή του ερωτηματολογίου και της μαγνητοφώνησης

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το ερευνητικό εργαλείο του ερωτηματολογίου και η μαγνητοφώνηση προκειμένου να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τον βρασμό των σωμάτων και οι επιστημονικές πρακτικές τους που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

Το ερωτηματολόγιο είναι ένα ευρέως χρησιμοποιημένο εργαλείο συλλογής δεδομένων στο οποίο καλείται ο ερωτώμενος να απαντήσει κυρίως γραπτώς σε μία σειρά προκαθορισμένων ερωτήσεων για κάποιο θέμα. Ανάλογα με τη διατύπωση των ερωτήσεων αυτές μπορούν να είναι κλειστές ή ανοιχτές ή να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά και οι δύο τύποι σε ένα ερωτηματολόγιο (Cohen, Manion & Morrison, 2002; Altrichter, Posch, Somekh & Feldman, 2005).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του ερωτηματολογίου είναι η σχετικά εύκολη δημιουργία και χρήση τους, η εύκολη αποστολή σε μεγάλο αριθμό ανθρώπων και η επαναποστολή του, το χαμηλό κόστος, η πιθανή ανωνυμία και η απουσία παρεμβάσεων του ερευνητή στις απαντήσεις των ερωτώμενων και οι τρόποι ανάλυσης σε συνδυασμό με την εξοικονόμηση χρόνου (Φίλιας, 1996; Παππάς, 2002; Τσιώλης, 2014).

Στα μειονεκτήματα ανήκει ο περιορισμός του ερωτώμενου να απαντήσει σε συγκεκριμένες ερωτήσεις με συγκεκριμένο τρόπο και ο ελεύθερος τρόπος ερμηνείας των ανοιχτών απαντήσεων από τον ερευνητή (Φίλιας, 1996; Παππάς, 2002; Τσιώλης, 2014). Το μειονέκτημα αυτό έρχεται να αντισταθμίσει η μαγνητοφώνηση, η οποία μπορεί να προσφέρει μία ολοκληρωμένη καταγραφή των συμβάντων κατά τη διάρκεια της έρευνας (Altrichter et al., 2005).

Επίσης, πραγματοποιήθηκε ηχογράφηση προκειμένου να μελετηθεί ο λόγος των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών.

Στα πλεονεκτήματα ανήκει η δυνατότητα αναπαραγωγής, ανάλυσης και σχολιασμού των γεγονότων ακόμη και αρκετό καιρό μετά την έρευνα. Επίσης, ο συμμετέχον με αυτόν τον τρόπο έχει τη δυνατότητα να εκφραστεί ελεύθερα με την επιφύλαξη βέβαια ότι μπορεί να επηρεαστεί από την παρουσία του μαγνητοφώνου.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα είναι ο κίνδυνος, ο συμμετέχον να επηρεαστεί από την παρουσία του μαγνητοφώνου και να μην απαντήσει ελεύθερα. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι ο χρόνος ανάλυσης μαγνητοφωνημένων διαλόγων είναι συγκριτικά μεγαλύτερος από ότι σε άλλα ερευνητικά εργαλεία.

Η ηχογράφηση των διαλόγων των μαθητών

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε λήψη των διαλόγων των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών προκειμένου να εντοπιστούν οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών σχετικά με τις αντιλήψεις τους και τις πρακτικές τους που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών. Η ποιοτική μελέτη του λόγου των μαθητών επέτρεψε τη δημιουργία πινάκων που αποτυπώνονται οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών.

Το ερωτηματολόγιο

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας σχεδιάστηκε ένα ερωτηματολόγιο από τον ερευνητή με σκοπό να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφοροποιήσεων ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση που συγκροτήθηκε σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τις έννοιες της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού και τις πρακτικές τους που

αφορούν στη σχεδίαση ερευνών (βλ. Παράρτημα 1). Οι ερωτήσεις επιλέχθηκαν βάσει των στόχων της έρευνας με σκοπό την ποιοτική καταγραφή τους χρησιμοποιώντας συνδυαστικά κλειστού και ανοιχτού τύπου ερωτήσεις. Συγκεκριμένα, η κάθε ερώτηση αποτελούνταν από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος ο μαθητής έπρεπε να επιλέξει μέσα από τέσσερις πιθανές απαντήσεις την σωστή (κλειστού τύπου) και στο δεύτερο μέρος έπρεπε να αιτιολογήσει την απάντησή του. Κάθε ερώτηση ήταν όσο το δυνατό πιο απλά διατυπωμένη και συνοδευόταν από βοηθητικές εικόνες, για να μη δυσκολευτούν οι μαθητές στην κατανόηση του προβλήματος.

Σχετικά με τη δομή του ερωτηματολογίου αρχικά καλείται ο ερωτώμενος να καταγράψει κάποια χαρακτηριστικά του (όνομα, τάξη και σχολείο) για την ευκολότερη επεξεργασία των δεδομένων.

Πίνακας 4.1. Τα ζητήματα προς διερεύνηση, οι πιθανές αντιλήψεις των μαθητών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Ζήτημα προς διερεύνηση	Πιθανή αντίληψη μαθητών	Ερευνητικό ερώτημα	Ερώτηση
Σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας	Αν δύο σώματα διαφορετικού όγκου πάρουν την ίδια θερμότητα θα έχουν και την ίδια θερμοκρασία.	Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό;	1
Σχέση θερμοκρασία και θερμότητα	Αν δύο σώματα διαφορετικού όγκου έχουν την ίδια θερμοκρασία, θα έχουν πάρει και την ίδια θερμότητα.		2
Θερμοκρασία και βρασμός σωμάτων	Το σημείο βρασμού ενός σώματος εξαρτάται από τον όγκο του.		3
Η θερμοκρασία ως εντατικό μέγεθος	Αν μοιράσουμε ένα σώμα, μοιράζεται και η θερμοκρασία του.		4
Σταθερότητα θερμοκρασίας βρασμού	Η θερμοκρασία βρασμού ενός σώματος αυξάνεται κατά τη διάρκεια του βρασμού.		5
Θερμοκρασία και μέγεθος σώματος	Σώματα τα οποία βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον αποκτούν διαφορετικές θερμοκρασίες ανάλογες με τον όγκο τους.		6
Θερμοκρασία και σύσταση σώματος	Σώματα τα οποία βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον αποκτούν διαφορετικές θερμοκρασίες ανάλογες με τη σύστασή τους.		7
Εξηγήσεις ψύξης σωμάτων	Κρύο μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλής θερμοκρασίας και θερμότητα από ένα σώμα υψηλής θερμοκρασίας		8

Επίσης, συγκροτήθηκαν ερωτήσεις που διερευνούσαν τις πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών προκειμένου να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφοροποιήσεων ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση που συγκροτήθηκε (βλ. Παράρτημα 1).

Πίνακας 4.2. Οι πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Πρακτικές σχεδίασης ερευνών	Ερευνητικό ερώτημα	Ερωτήσεις
Αναγνώριση/διατύπωση επιστημονικού ερωτήματος	Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών;	9
Έλεγχος μεταβλητών		10, 11, 12
Σχεδίαση πειραματικής διαδικασίας		13
Επεξεργασία/ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων		14

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι ερωτήσεις του πρώτου τμήματος του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1).

Ερώτηση 1: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι δύο ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού ίδιας θερμοκρασίας τοποθετούνται ταυτόχρονα σε εστία για το ίδιο χρονικό διάστημα. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη σχέση των θερμοκρασιών των δύο σωμάτων επιλέγοντας μία από τις τέσσερις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 2: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι δύο κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού ίδιας θερμοκρασίας τοποθετούνται σε εστίες για διαφορετικά χρονικά διαστήματα μέχρι να φτάσουν στην ίδια θερμοκρασία. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη σχέση της θερμότητας που πήραν τα δύο σώματα επιλέγοντας μία από τις τέσσερις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 3: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι δύο κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες σούπας τοποθετούνται σε εστίες για να βράσουν. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν το σημείο βρασμού των δύο σωμάτων επιλέγοντας μία από τις τέσσερις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 4: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι σούπα θερμοκρασίας 60°C αδειάζεται σε δύο μπολ, ώστε σε κάθε μπολ να υπάρχει η ίδια ποσότητα. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη θερμοκρασία της σούπας στο κάθε μπολ επιλέγοντας μία από τις τρεις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 5: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι ένα κατσαρολάκι με νερό τοποθετείτε σε μία εστία μέχρι να βράσει. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη θερμοκρασία του σώματος, όταν αυξηθεί η ένταση της φλόγας επιλέγοντας μία από τις τέσσερις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 6: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι δύο σουφλέ διαφορετικών μεγεθών τοποθετούνται σε έναν φούρνο για να ψηθούν. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη σχέση των θερμοκρασιών των δύο σωμάτων την επόμενη ημέρα επιλέγοντας μία από τις τρεις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 7: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι ένα σουφλέ τοποθετείτε σε αλουμινένιο ταψί στον φούρνο για να ψηθεί. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν τη σχέση των θερμοκρασιών των δύο σωμάτων την επόμενη ημέρα επιλέγοντας μία από τις τρεις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Ερώτηση 8: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι βγάζοντας ένα παγωτό από την κατάψυξη νιώθουμε να μας "παγώνουν" τα χέρια. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν, γιατί συμβαίνει αυτό επιλέγοντας μία από τις τέσσερις απαντήσεις και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους.

Το δεύτερο τμήμα του ερωτηματολογίου βοηθάει στην ανάδειξη των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών (βλ. Παράρτημα 1). Οι ερωτήσεις επιλέχθηκαν βάσει των ακόλουθων δεξιοτήτων πρακτικών: α) αναγνώριση/διατύπωση επιστημονικού ερωτήματος, β) αναγνώριση/έλεγχος μεταβλητών, γ) σχεδίαση πειραματικής διαδικασίας και δ) επεξεργασία/ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων.

Συνολικά, το ερωτηματολόγιο για τις πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών περιλαμβάνει 6 ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις αυτές αντιστοιχούν στις εξής πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών: α) αναγνώριση/διατύπωση επιστημονικού ερωτήματος (Ερώτηση 9), β) αναγνώριση/έλεγχος μεταβλητών (Ερώτηση 10, 11, 12), γ) σχεδίαση πειραματικής διαδικασίας (Ερώτηση 13) και δ) επεξεργασία/ανάλυση δεδομένων και εξαγωγή συμπερασμάτων (Ερώτηση 14).

Στον Πίνακα 4.2. παρουσιάζονται οι πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Σχετικά με τη δομή του ερωτηματολογίου, όπως και στο ερωτηματολόγιο για τις αντιλήψεις των μαθητών, ο ερωτώμενος καλείται αρχικά να καταγράψει κάποια χαρακτηριστικά του (όνομα, τάξη και σχολείο) για την ευκολότερη επεξεργασία των δεδομένων. Στη συνέχεια υπήρχαν οι οδηγίες, το εισαγωγικό κείμενο και ακολουθούσαν οι 6 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση ήταν όσο το δυνατό πιο απλά διατυπωμένη, για να μη δυσκολευτούν οι μαθητές στην κατανόηση του προβλήματος.

Ακολουθεί η περιγραφή των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1).

Εισαγωγικό κείμενο: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι ένα παιδί, ο Δημήτρης, πεινάει και θέλει να βράσει γρήγορα νερό, για να ρίξει μακαρόνια μέσα. Κάπου είχε διαβάσει ότι, αν προσθέσεις αλάτι στο νερό, το νερό θα βράσει πιο γρήγορα. Ζητείται λοιπόν από τον μαθητή να κάνει ένα πείραμα για να δει, αν ισχύει.

Ερώτηση 9: Οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν ένα από τα τέσσερα ερευνητικά ερωτήματα, το οποίο αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη διερεύνηση.

Ερώτηση 10: Οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τι θα πρέπει να αλλάξουν στην έρευνα που θα πραγματοποιήσουν. Συγκεκριμένα οι επιλέξιμοι παράγοντες είναι: α) η αρχική θερμοκρασία, β) η ένταση της εστίας, γ) η κατσαρόλα, δ) η ποσότητα του αλατιού, ε) η ποσότητα του νερού και στ) οι συνθήκες περιβάλλοντος.

Ερώτηση 11: Οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τι θα πρέπει να μην αλλάξουν στην έρευνα που θα πραγματοποιήσουν. Οι επιλέξιμοι παράγοντες είναι ίδιοι με αυτούς της δεύτερης ερώτησης.

Ερώτηση 12: Οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τι θα πρέπει να ελέγξουν/μετρήσουν στην έρευνα που θα πραγματοποιήσουν. Συγκεκριμένα οι επιλέξιμοι παράγοντες είναι: α) η αρχική θερμοκρασία, β) η κατσαρόλα, γ) η ποσότητα του νερού και δ) ο χρόνος μέχρι να βράσει το νερό.

Ερώτηση 13: Οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν την πειραματική διαδικασία επιλέγοντας μία από συνολικά έξι επιλέξιμες απαντήσεις.

Ερώτηση 14: Στους μαθητές δίνεται ένας πίνακας, ο οποίος περιλαμβάνει μετρήσεις για τη μάζα κοτόπουλων στην αριστερή στήλη και για τον χρόνο ψησίματος αυτών στη δεξιά στήλη. Ζητείται στη συνέχεια από τους μαθητές να επεξεργαστούν τα δεδομένα και να εξάγουν το συμπέρασμα της συγκεκριμένης διερεύνησης.

Στην πειραματική ομάδα δόθηκε αρχικά το ερωτηματολόγιο για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τον βρασμό σωμάτων και τις πρακτικές των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών. Η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων έγινε σε μία διδακτική ώρα, η οποία πραγματοποιήθηκε την 29/11/2017.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η εφαρμογή του διδακτικού υλικού στους μαθητές της Ε' τάξης του Δημοτικού των Ιδιωτικών Εκπαιδευτηρίων «Παναγία Προυσιώτισσα» στο Αγρίνιο. Για την ολοκλήρωση κάθε φύλλου εργασίας χρειάστηκαν μεταξύ μία και δύο διδακτικές ώρες. Συνολικά η εφαρμογή του διδακτικού υλικού στα εκπαιδευτήρια «Παναγία Προυσιώτισσα» πραγματοποιήθηκε σε 6 διδασκαλίες (30/11/2017 έως 14/12/2017). Οι διδασκαλίες ολοκληρώθηκαν στη σχολική τάξη και στα εργαστήρια φυσικής και υπολογιστών των εκπαιδευτηρίων.

Οι μαθητές εργάζονταν κυρίως σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων. Στο πλαίσιο του πρώτου και του τρίτου φύλλου εργασίας κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της τα υλικά και τα όργανα που χρειαζόταν για τη διεξαγωγή των πειραμάτων και των δραστηριοτήτων, όπως αυτά περιγράφονται αναλυτικά στην ενότητα του εκπαιδευτικού υλικού (βλ. Ενότητα 4.5.). Για το δεύτερο και τέταρτο φύλλο εργασίας σε κάθε ομάδα υπήρχε ένας υπολογιστής, ώστε να μπορέσουν οι μαθητές να υλοποιήσουν τα πειράματα μέσω της προσομοίωσης του λογισμικού Σ.Ε.Π.. Ο ρόλος του ερευνητή ήταν κυρίως ενθαρρυντικός και καθοδηγητικός. Βοηθούσε τους μαθητές σε περίπτωση που αντιμετώπιζαν κάποιο πρόβλημα με τη χρήση του λογισμικού ή με τη διατύπωση των ερευνητικών ερωτήσεων. Την επόμενη ημέρα, στις 15/12/2018 δόθηκαν στους μαθητές ξανά τα αρχικά ερωτηματολόγια με την ίδια ακριβώς μορφή.

Τα δεδομένα της παρούσας εργασίας αποτελούν: α) οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία

και το φαινόμενο του βρασμού και για τις πρακτικές που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών πριν και μετά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού, β) οι απαντήσεις των μαθητών της Ε' Τάξης Δημοτικού στα φύλλα εργασίας κατά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού και γ) η ηχογράφιση του λόγου των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών.

4.6. Το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε

4.6.1. Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού Υλικού

Στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας ο ερευνητής σχεδίασε το διδακτικό υλικό (βλ. Παράρτημα 2) για την τροποποίηση των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας και του φαινομένου του βρασμού. Για τη συγκρότηση του διδακτικού υλικού ο ερευνητής βασίστηκε στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία των ΦΕ. Το διδακτικό υλικό αποτελείται από τέσσερις ενότητες (βλ. Πίνακα 4.3.).

Πίνακας 4.3. Οι ενότητες του διδακτικού υλικού με τα φύλλα εργασίας που αντιστοιχούν.

Ενότητες	Φύλλα Εργασιών (Φ.Ε.)
Θερμοκρασία σωμάτων	Φ.Ε. 1
Θερμοκρασία και θερμότητα σωμάτων	Φ.Ε. 2
Θερμότητα σωμάτων	Φ.Ε. 3
Βρασμός σωμάτων	Φ.Ε. 4

Το εκπαιδευτικό υλικό ακολουθεί το μοντέλο 5E για τη διδασκαλία των ΦΕ (Bybee κ.ά., 2006). Συγκεκριμένα, οι σειρά των δραστηριοτήτων των φύλλων εργασίας βασίζεται στις πέντε φάσεις του εκπαιδευτικού μοντέλου 5E, οι οποίες είναι: η Ενεργοποίηση, η Διερεύνηση, η Εξήγηση, η Εφαρμογή και η Αξιολόγηση.

Πίνακας 4.4. Οι ενότητες του διδακτικού υλικού με τις αντίστοιχες φάσεις, επιστημονικές πρακτικές των Φ.Ε. και τις δραστηριότητες.

Ενότητες	Φάσεις	Πρακτικές Φ.Ε.	Δραστηριότητες
Θερμοκρασία σωμάτων (Φ.Ε. 1)	Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> Υποβολή ερωτημάτων Συγκρότηση εξηγήσεων Απόκτηση, αξιολόγηση και 	1, 2

		ανταλλαγή πληροφοριών	
	Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας • Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων • Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	3, 4
	Εξήγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρότηση εξηγήσεων • Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	5
	Εφαρμογή	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	6
	Αξιολόγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	7
Θερμοκρασία και θερμότητα σωμάτων (Φ.Ε. 2)	Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	1, 2
	Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας • Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων • Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης • Απόκτηση, αξιολόγηση και 	3, 4

		ανταλλαγή πληροφοριών	
	Εξήγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρότηση εξηγήσεων • Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	5
	Εφαρμογή	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	6, 7
	Αξιολόγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	8
Θερμότητα σωμάτων (Φ.Ε. 3)	Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	1
	Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων • Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	2
	Εξήγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρότηση εξηγήσεων • Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	3
	Εφαρμογή	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και 	4

		ανταλλαγή πληροφοριών	
	Αξιολόγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	5
Βρασμός σωμάτων (Φ.Ε. 4)	Ενεργοποίηση	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	1
	Διερεύνηση	<ul style="list-style-type: none"> • Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας • Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων • Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	2, 3
	Εξήγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Συγκρότηση εξηγήσεων • Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	4
	Εφαρμογή	<ul style="list-style-type: none"> • Υποβολή ερωτημάτων • Συγκρότηση εξηγήσεων • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	5
	Αξιολόγηση	<ul style="list-style-type: none"> • Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών 	6

Αναλυτικά, σε καθένα από τα τέσσερα φυλλάδια στη φάση της ενεργοποίησης υπάρχουν μία ή δύο δραστηριότητες, για να προκαλέσουν το ενδιαφέρον του μαθητή και να αναδείξουν τις αρχικές αντιλήψεις που αντιστοιχούν στην κάθε ενότητα. Ο μαθητής προσπαθεί να απαντήσει ατομικά σε κάθε ερώτηση και να αιτιολογήσει την απάντησή του.

Στη φάση της διερεύνησης οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν μία έρευνα σε ψηφιακό περιβάλλον με τη χρήση του λογισμικού ΣΕΠ (Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον) ή σε πραγματικό περιβάλλον με υλικά και εργαλεία, τα οποία χρησιμοποιούνται καθημερινά στη μαγειρική. Με τη βοήθεια του ερευνητή οι μαθητές διατυπώνουν το ερευνητικό ερώτημα, προβλέπουν τα αποτελέσματα της έρευνας και συλλογίζονται σε ατομικό επίπεδο ποιες αντιλήψεις τους οδηγούν σε αυτά τα συμπεράσματα. Στη συνέχεια, οι μαθητές συμπληρώνουν έναν πίνακα με τους παράγοντες που θα αλλάξουν, θα κρατήσουν σταθερούς και που θα μετρήσουν στο τέλος. Προσπαθούν να καταγράψουν αναλυτικά τα βήματα που θα ακολουθήσουν στην έρευνα και την πραγματοποιούν είτε ατομικά είτε συλλογικά. Εφόσον έχει ολοκληρωθεί η έρευνα οι μαθητές μοιράζονται τα αποτελέσματά τους με τους συμμαθητές τους και συμπληρώνουν έναν πίνακα με αυτά. Στο τέλος καταγράφουν τι διαπίστωσαν και συγκρίνουν τα ευρήματά τους με τις αρχικές τους αντιλήψεις.

Πίνακας 4.5. Σχεδίαση της έρευνας.

Ερώτημα:		
Υπόθεση:		
Παράγοντες/Μεταβλητές		
Αλλάζω (ανεξάρτητη μεταβλητή)	Κρατώ σταθερούς	Μετρώ (εξαρτημένη μεταβλητή)
Πώς θα κάνω το πείραμα;		
Μετρήσεις:		

Στην τρίτη φάση, της εξήγησης, οι μαθητές συζητούν τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές τους και παρουσιάζουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις βάσει των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Στη φάση της εφαρμογής οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις νέες γνώσεις που απέκτησαν σε νέες καταστάσεις απαντώντας και αιτιολογώντας σε μία νέα δραστηριότητα.

Στην αξιολόγηση, την τελευταία φάση του εκπαιδευτικού μοντέλου 5E οι μαθητές θυμούνται τις πρώτες δραστηριότητες και συγκρίνουν τις αρχικές τους αντιλήψεις με τις νέες. Ταυτόχρονα

προσπαθούν να αιτιολογήσουν, γιατί άλλαξαν γνώμη και να απαντήσουν σε κάποιες επαναληπτικές ασκήσεις.

4.6.2. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στο εκπαιδευτικό υλικό

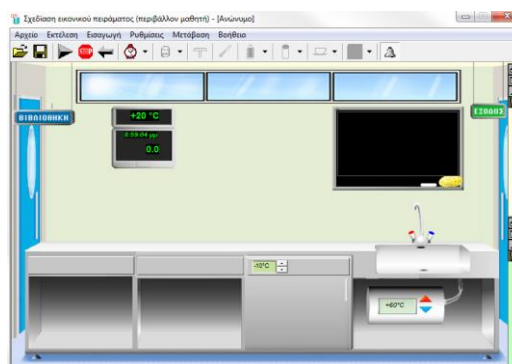
Στις πειραματικές δραστηριότητες του διδακτικού υλικού χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό «ΣΕΠ».

Το εκπαιδευτικό αυτό λογισμικό σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε από ομάδες ειδικών επιστημόνων του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Α.Π.Θ., του Τμήματος Φυσικής του Α.Π.Θ., του Τμήματος Πληροφορικής του Α.Π.Θ. και την MLS πληροφορική (Ψύλλος κ.ά., 2000). Το Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου "ΟΔΥΣΣΕΙΑ - ΝΑΥΣΙΚΑ" με φορέα υλοποίησης το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων (ITYE) και υποστηρίχθηκε από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο και το Υπουργείο Παιδείας Έρευνας και Θρησκευμάτων.

Το λογισμικό δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να χρησιμοποιήσει τρία εικονικά περιβάλλοντα: α) το εικονικό εργαστήριο θερμότητας, β) το εικονικό εργαστήριο θερμοδυναμικής και γ) την εικονική βιβλιοθήκη.

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν οι δυνατότητες του εργαστηρίου θερμότητας. Το εργαστήριο θερμότητας παρέχει τη δυνατότητα στους χρήστες (μαθητές) να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν την έρευνά τους σε ένα εικονικό περιβάλλον παρέχοντάς τους αντικείμενα και υλικά, τα οποία μπορούν να αλληλεπιδρούν ανταλλάσσοντας θερμότητα και όργανα, με τα οποία μπορούν να μετρήσουν και να καταγράψουν διάφορους παράγοντες.

Εικόνα 4.1 Εικόνα του λογισμικού ΣΕΠ.



4.6.3. Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού

Στη συνέχεια αναλύονται τα φύλλα εργασίας του διδακτικού υλικού περιγράφοντας τις δραστηριότητες του καθενός σχετικά με το περιεχόμενο και τη διαδικασία, την οποία θα ακολουθήσει ο μαθητής για την επίλυσή τους καθώς επίσης και αναφορικά με το εκπαιδευτικό μοντέλο 5E (ή αντιστοιχώντας ή κατανέμοντας την κάθε δραστηριότητα σε μία από τις 5 φάσεις του εκπαιδευτικού μοντέλου 5E που της αντιστοιχεί).

Ενότητα 1: Θερμοκρασία σωμάτων

Αντιλήψεις προς επεξεργασία: Η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του (μέγεθος, υλικό/σύσταση).

Επιδιωκόμενος στόχος: Η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος στο οποίο βρίσκεται.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

1η Φάση: Ενεργοποίηση

Στη φάση της ενεργοποίησης οι μαθητές προσπαθούν να απαντήσουν ατομικά στην πρώτη και στη δεύτερη δραστηριότητα του παρόντος φύλλου εργασίας (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 1 & 2).

Στην πρώτη δραστηριότητά τους παρουσιάζονται δύο εικόνες με μπριζόλες διαφορετικών μεγεθών. Εφόσον έχουν ψηθεί και έχουν αφηθεί στο τραπέζι της κουζίνας, καλούνται να προβλέψουν τη σχέση των θερμοκρασιών που θα έχουν αυτές την επόμενη ημέρα επιλέγοντας μία από συνολικά τρεις απαντήσεις. Στη συνέχεια, αιτιολογούν την απάντησή τους και προσπαθούν να συλλογιστούν ποιοι παράγοντες τους ώθησαν σε αυτό το συμπέρασμα ατομικά και ομαδικά μέσα από τη συζήτηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Ακολουθεί συζήτηση σε επίπεδο τάξης προκειμένου να διατυπωθεί το ερευνητικό ερώτημα της 3ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 3).

Στη δεύτερη δραστηριότητα παρουσιάζεται ένας όμοιος προβληματισμός όπου προβάλλονται οι εικόνες δύο κουταλιών ίδιου μεγέθους, τα οποία είναι κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό, μέταλλο και ξύλο αντίστοιχα. Τα δύο κουτάλια βρίσκονται για μεγάλο χρονικό διάστημα

στο τραπέζι της κουζίνας. Οι μαθητές προσπαθούν να προβλέψουν τη σχέση των θερμοκρασιών που θα έχουν αυτά μία μέρα μετά επιλέγοντας μία από συνολικά τρεις απαντήσεις. Και στη δεύτερη δραστηριότητα αιτιολογούν την απάντησή τους και επιλέγουν ποιους παράγοντες έλαβαν υπόψη για την απάντησή τους. Ακολουθεί συζήτηση σε επίπεδο τάξης προκειμένου να διατυπωθεί το ερευνητικό ερώτημα της 4ης δραστηριότητας(βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 4).

2η Φάση: Διερεύνηση

Στη Φάση της διερεύνησης υπάγονται οι επόμενες δύο δραστηριότητες (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 3 & 4).

Στην τρίτη δραστηριότητα οι μαθητές προσπαθούν με τη βοήθεια του δασκάλου να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα. Η βοήθεια του ερευνητή ή του εκπαιδευτικού σε αυτό το σημείο είναι καθοριστική καθώς δε θα βοηθήσει μόνο στη διατύπωση του ερευνητικού ερωτήματος, αλλά θα προετοιμάσει και τα υλικά και όργανα μέτρησης, τα οποία θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές στα πειράματά τους. Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής υλικά και όργανα μέτρησης για κάθε ομάδα μαθητών:

- ομάδα Α: 1 μεγάλο μπουκάλι νερό, 1 μικρό μπουκάλι νερό
- ομάδα Β: 1 μεγάλη μπριζόλα, 1 μικρή μπριζόλα
- ομάδα Γ: 1 ολόκληρο κεικ, 1 μικρή φέτα κεικ
- κάθε ομάδα είχε από ένα θερμόμετρο

Στη συνέχεια εκφράζουν τις αντιλήψεις τους σχετικά με τα αποτελέσματα του πειράματος και αιτιολογούν την απάντησή τους. Πριν ξεκινήσουν οι μαθητές ομαδικά να σχεδιάζουν την έρευνα, συμπληρώνουν με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού τον πίνακα με τους/τις παράγοντες/μεταβλητές. Με την ολοκλήρωση του παραπάνω βήματος ξεκινάει η σχεδίαση της έρευνας. Έπειτα οι μαθητές υλοποιούν την έρευνα ομαδικά με τα προϊόντα τα οποία έχουν ετοιμαστεί από τον ερευνητή αρκετό χρόνο πριν και καταγράφουν τα ευρήματά τους αναλυτικά στον χώρο που τους δίνεται γι' αυτό και συνοπτικά στον πίνακα αποτελεσμάτων. Στο τέλος αυτής της δραστηριότητας, εφόσον έχουν συλλεχθεί τα ευρήματα όλων των ομάδων, οι μαθητές εκφράζουν τα συμπεράσματα και αναδομούν τις αρχικές τους αντιλήψεις.

Η έρευνα της τέταρτης δραστηριότητας διέφερε με αυτήν της τρίτης ως προς τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και τον μεταβαλλόμενο παράγοντα. Αναλυτικά χρησιμοποιήθηκαν από κάθε ομάδα τα εξής υλικά και όργανα μέτρησης:

- ομάδα Α: 1 πορσελάνινο πιάτο, 1 πλαστικό πιάτο
- ομάδα Β: 1 μεταλλικό κουτάλι, 1 ξύλινο κουτάλι
- ομάδα Γ: 1 ρολό μεμβράνη, 1 ρολό αλουμινόχαρτο
- κάθε ομάδα είχε από ένα θερμόμετρο.

Τα βήματα που ακολουθήθηκαν στη συγκεκριμένη δραστηριότητα είναι ίδια με αυτά της τρίτης.

3η Φάση: Εξήγηση

Στην πέμπτη δραστηριότητα οι μαθητές χρησιμοποιούν τις διαπιστώσεις από τις ερευνητικές διαδικασίες και καλούνται να εξηγήσουν από τι εξαρτάται η θερμοκρασία ενός σώματος όταν αυτό βρίσκεται για αρκετή ώρα σε ένα περιβάλλον (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 5).

4η Φάση: Εφαρμογή

Στην έκτη δραστηριότητα ρωτήθηκαν οι μαθητές σχετικά με τη θερμοκρασία που έχουν διάφορα τρόφιμα τα οποία είναι τοποθετημένα στο ψυγείο για αρκετό χρονικό διάστημα και αιτιολογούν την απάντησή τους (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 6). Αυτό έχει ως σκοπό να συλλογιστούν οι μαθητές αν τα σώματα διαφορετικών μεγεθών και διαφορετικής σύστασης θα έχουν την ίδια ή διαφορετική θερμοκρασία.

5η Φάση: Αξιολόγηση

Οι μαθητές επεξεργάζονται ξανά τις απαντήσεις τους στις δραστηριότητες της πρώτης φάσης(βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 1, 2).

Στην τελευταία δραστηριότητα οι μαθητές συγκρίνουν τις αρχικές τους αντιλήψεις με τις νέες και αιτιολογούν αυτήν την ενδεχόμενη αλλαγή. Στη συνέχεια, καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση από τι εξαρτάται τελικά η θερμοκρασία που θα έχει ένα αντικείμενο το οποίο

βρίσκεται για αρκετό χρονικό διάστημα στον ίδιο χώρο (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 7).

Ενότητα 2: Θερμοκρασία και θερμότητα σωμάτων

Αντίληψη προς επεξεργασία: Η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι ίδιες έννοιες.

Επιδιωκόμενος στόχος: Η θερμοκρασία και η θερμότητα είναι διαφορετικές έννοιες.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

1η Φάση: Ενεργοποίηση

Στην πρώτη και δεύτερη δραστηριότητα του δεύτερου φύλλου εργασίας οι μαθητές παρουσιάζουν την άποψή τους πάνω σε δύο ζητήματα (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 2/Δραστηριότητα 1 & 2).

Στην πρώτη περίπτωση έχουμε δύο ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού ίδιας αρχικής θερμοκρασίας. Οι μαθητές προσπαθούν να συγκρίνουν τις θερμοκρασίες που θα έχει το νερό σε κάθε κατσαρόλα, εφόσον και οι δύο κατσαρόλες βρίσκονταν πάνω σε εστίες ίδιας έντασης για το ίδιο χρονικό διάστημα χωρίς να φτάσουν το σημείο βρασμού. Στη συνέχεια, αιτιολογούν την απάντησή τους και προσπαθούν να συλλογιστούν ποιοι παράγοντες τους ώθησαν σε αυτό το συμπέρασμα ατομικά και ομαδικά μέσα από τη συζήτηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Ακολουθεί συζήτηση σε επίπεδο τάξης προκειμένου να διατυπωθεί το ερευνητικό ερώτημα της 3ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 3).

Στη δεύτερη δραστηριότητα υπάρχουν οι ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού, οι οποίες όμως τοποθετούνται ασύγχρονα σε εστίες μέχρι να φτάσουν την ίδια θερμοκρασία. Στο τέλος οι μαθητές ερωτούνται, αν το νερό στην κάθε κατσαρόλα πήρε την ίδια θερμότητα και αιτιολογούν. Ακολουθεί συζήτηση σε επίπεδο τάξης προκειμένου να διατυπωθεί το ερευνητικό ερώτημα της 4ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 1/Δραστηριότητα 4).

2η Φάση: Διερεύνηση

Η τρίτη και η τέταρτη δραστηριότητα πλαισιώνουν τη φάση της διερεύνησης (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 2/Δραστηριότητα 3&4).

Οι μαθητές ακολουθούν τα βήματα, όπως αυτά περιγράφηκαν και στις αντίστοιχες ενότητες του πρώτου φυλλαδίου. Εξαίρεση εδώ είναι η υλοποίηση της έρευνας στο ψηφιακό περιβάλλον του Σ.Ε.Π.. Οι μαθητές ομαδικά και με τη βοήθεια του ερευνητή πραγματοποιούν τα πειράματα στο διαδραστικό περιβάλλον του λογισμικού.

3η Φάση: Εξήγηση

Κατά την πέμπτη δραστηριότητα ζητείται από τους μαθητές να συζητήσουν τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας τους και να σχολιάσουν, αν μετά τη συζήτηση άλλαξαν άποψη και γιατί.

4η Φάση: Εφαρμογή

Στην έκτη και στην έβδομη δραστηριότητα δίνονται στους μαθητές δύο όμοια προβλήματα προκειμένου να εφαρμόσουν τη νέα γνώση που απέκτησαν (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 2/Δραστηριότητα 6 & 7).

Στην έκτη δραστηριότητα είναι τοποθετημένα δύο σουφλέ διαφορετικών μεγεθών στον ίδιο φούρνο και ζητείται από τους μαθητές να σχολιάσουν τον χρόνο ψησίματος των δύο σουφλέ και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.

Στην έβδομη δραστηριότητα παρουσιάζεται το σενάριο ότι έχουμε δύο ίδιες κατσαρόλες με την ίδια ποσότητα νερού. Αδειάζουμε στη μία κατσαρόλα μία συσκευασία ρύζι και στην άλλη δύο συσκευασίες και τοποθετούμε τις κατσαρόλες σε εστίες για να βράσουν. Οι μαθητές καλούνται να παρουσιάσουν την άποψή τους αναφορικά με το πότε θα είναι έτοιμο το ρύζι σε κάθε κατσαρόλα και να αιτιολογήσουν.

5η Φάση: Αξιολόγηση

Οι μαθητές επεξεργάζονται ξανά τις απαντήσεις τους στις δραστηριότητες της πρώτης φάσης (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 2/Δραστηριότητα 1, 2).

Στην τελευταία δραστηριότητα συγκρίνονται οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών με τις νέες και αιτιολογείται αυτή η ενδεχόμενη αλλαγή. Οι μαθητές καλούνται στη συνέχεια να συμπληρώσουν από τι εξαρτάται η θερμοκρασία και η θερμότητα και να επιλέξουν μία από δύο πιθανές επιλογές αναφορικά με τη σχέση μεταξύ των δύο αυτών εννοιών (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 2/Δραστηριότητα 8).

Ενότητα 3: Θερμότητα σωμάτων

Αντίληψη προς επεξεργασία: Η χρήση δύο οντοτήτων για την εξήγηση θερμικών φαινομένων.

Επιδιωκόμενος στόχος: Η αντίληψη της θερμότητας ως μία οντότητα η οποία μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας με σκοπό τη θερμική ισορροπία.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

1η Φάση: Ενεργοποίηση

Στην πρώτη δραστηριότητα του παρόντος φύλλου εργασίας παρουσιάζονται τέσσερις εικόνες στους μαθητές, οι οποίοι πρέπει να δώσουν την απάντησή τους στα τέσσερα αντίστοιχα υποερωτήματα. Σε κάθε υποερώτημα καλούνται αρχικά να περιγράψουν τι θα πάθει η θερμοκρασία βάσει της απεικόνισης και στη συνέχεια να σχεδιάσουν με ένα βέλος τη ροή ή τις ροές θερμότητας. Η πρώτη εικόνα δείχνει μια κατσαρόλα με κρέμα πάνω σε μία αναμμένη εστία. Στη συνέχεια, τοποθετούμε τη "ζεστή" κρέμα στο τραπέζι της κουζίνας, η δεύτερη εικόνα. Στην τρίτη εικόνα απεικονίζεται η κατσαρόλα με την κρέμα σε ένα μεγάλο δοχείο με πάγο και τέλος μεταφέρεται η "κρύα" πια κρέμα ξανά στο τραπέζι της κουζίνας (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 1).

2η Φάση: Διερεύνηση

Στο τρίτο φύλλο εργασίας χρησιμοποιήθηκε η παρομοίωση ως εργαλείο. Οι μαθητές βλέπουν από τη μία πλευρά δύο δοχεία, τα οποία περιέχουν νερό με διαφορετική στάθμη. Οι μαθητές συμπληρώνουν τις προτάσεις που τους δίνονται σχετικά με το τι θα συμβεί, αν ενώσουμε τα δύο δοχεία μεταξύ τους με έναν σωλήνα. Στη συνέχεια, μεταφέρονται στην επόμενη πλευρά

όπου παρουσιάζονται δύο δοχεία με νερό διαφορετικών θερμοκρασιών και καλούνται να συμπληρώσουν το κείμενο αναφορικά με το τι θα συμβεί, αν έρθουν τα δοχεία σε επαφή. Έτσι οι μαθητές αντιπαραθέτουν τις έννοιες των δύο περιπτώσεων και εξάγουν τα συμπεράσματά τους (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 2).

3η Φάση: Εξήγηση

Για τη φάση της εξήγησης οι μαθητές συζητούν με τους συμμαθητές τους στο πλαίσιο της τρίτης δραστηριότητας τα συμπεράσματα της προηγούμενης δραστηριότητας και σχολιάζουν, αν μετά τη συζήτηση άλλαξαν γνώμη και γιατί (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 3).

4η Φάση: Εφαρμογή

Στην τέταρτη δραστηριότητα παρουσιάζεται στους μαθητές ένα γνωστό πιάτο ενός άγγλου σεφ, το οποίο καλείται "ζεστό και παγωμένο τσάι". Στη συνέχεια, ακολουθούν διάφορες ερωτήσεις στις οποίες ο μαθητής καλείται να απαντήσει χρησιμοποιώντας τη νέα γνώση που απέκτησε. Αρχικά, ζητείται η γνώμη του σχετικά με την ονομασία του πιάτου, την οποία καταγράφει. Οι μαθητές έπειτα έρχονται αντιμέτωποι με την κατασκευή αυτού του πιάτου. Ο ερευνητής ή ο εκπαιδευτικός σε αυτό το σημείο θα έχει προετοιμάσει 2 μπουκάλια με τσάι διαφορετικών θερμοκρασιών, ποτηράκια και θερμομέτρα για να βοηθήσει τους μαθητές. Εφόσον δοκιμάσουν να αναπαράξουν το πιάτο καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και γιατί θεωρούν πως συμβαίνει αυτό. Στη συνέχεια, συλλογίζονται πώς το κατάφερε ο σεφ. Με τη βοήθεια του ερευνητή φτιάχνουν το "ζεστό" και "κρύο" ρόφημα και παρατηρούν χρησιμοποιώντας δύο θερμομέτρα τι συμβαίνει με τις θερμοκρασίες με την πάροδο του χρόνου. Στο τέλος αιτιολογούν την απάντησή τους και σχολιάζουν αν αυτό το ρόφημα πρέπει να σερβιριστεί γρήγορα ή αργά και γιατί (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 4).

5η Φάση: Αξιολόγηση

Οι μαθητές επεξεργάζονται ξανά τις απαντήσεις τους στη δραστηριότητα της πρώτης φάσης (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 1).

Οι μαθητές στην τελευταία δραστηριότητα συγκρίνουν τις αρχικές με τις νέες τους αντιλήψεις και αιτιολογούν αυτή τη μετάβαση. Η αξιολόγηση κλείνει με τη συμπλήρωση ενός κειμένου αναφορικά με το τι καλείται θερμότητα και τι θερμοκρασία (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 3/Δραστηριότητα 5).

Ενότητα 4: Βρασμός σωμάτων

Αντίληψη προς επεξεργασία: Η θερμοκρασία βρασμού ενός σώματος αυξάνεται κατά τη διάρκεια του βρασμού.

Επιδιωκόμενος στόχος: Η θερμοκρασία βρασμού ενός σώματος παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια του βρασμού.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

1η Φάση: Ενεργοποίηση

Στην πρώτη δραστηριότητα οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε δύο υποερωτήματα. Στο πρώτο υποερώτημα παρουσιάζονται δύο ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού, οι οποίες τοποθετούνται πάνω σε εστίες μέχρι να βράσουν. Η ερώτηση προς τους μαθητές είναι σε ποια θερμοκρασία θα βράσει το νερό στην κάθε κατσαρόλα και γιατί. Στο δεύτερο υποερώτημα υπάρχει μία κατσαρόλα με νερό σε μία αναμμένη εστία μέχρι να φτάσει τους 100°C και να αρχίσει να βράζει. Στη συνέχεια αυξάνεται η ένταση της φλόγας και οι μαθητές πρέπει να προβλέψουν τι θα πάθει η θερμοκρασία (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 4/Δραστηριότητα 1).

2η Φάση: Διερεύνηση

Στη δεύτερη και τρίτη δραστηριότητα ακολουθούνται τα βήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται στο δεύτερο φύλλο εργασίας με τη χρήση του Σ.Ε.Π.. Οι μαθητές σε αυτές τις δύο έρευνες καλούνται να ερευνήσουν, αν το σημείο βρασμού επηρεάζεται από την ποσότητα του υγρού και, αν μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του βρασμού αντίστοιχα (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 4/Δραστηριότητα 2 & 3).

3η Φάση: Εξήγηση

Στην τέταρτη δραστηριότητα οι μαθητές συζητούν με τους συμμαθητές τους τα ευρήματα των δύο ερευνών και καταγράφουν, αν οι αντιλήψεις τους άλλαξαν μετά τη συζήτηση και γιατί (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 4/Δραστηριότητα 4).

4η Φάση: Εφαρμογή

Στην πέμπτη δραστηριότητα παρουσιάζεται ένας προβληματισμός για να χρησιμοποιήσουν τις νέες γνώσεις τους. Σε δύο εικόνες παρουσιάζεται η διαδικασία ψησίματος μίας σοκολατόπιτας. Στη μία περίπτωση η σοκολατόπιτα ψήνεται σε ένα απλό ταψί, ενώ η άλλη σοκολατόπιτα ψήνεται σε bain-marie. Bain-marie σημαίνει ότι το ταψί με τη σοκολατόπιτα είναι βυθισμένο σε ένα άλλο μεγαλύτερο ταψί με νερό, με αποτέλεσμα τα τοιχώματά του ταψιού να είναι σε επαφή με το νερό. Η σοκολατόπιτα δεν έρχεται σε επαφή με το νερό. Στη συνέχεια, ψήνονται και οι δύο σοκολατόπιτες στους 220°C για το ίδιο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα στο τέλος, όπως περιγράφεται, είναι διαφορετικά, καθώς η δεύτερη σοκολατόπιτα βγήκε πιο μαλακή και δεν παραψήθηκε όπως η πρώτη. Οι μαθητές καλούνται να σχολιάσουν γιατί έγινε αυτό (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 4/Δραστηριότητα 5).

5η Φάση: Αξιολόγηση

Οι μαθητές επεξεργάζονται ξανά τις απαντήσεις τους στη δραστηριότητα της πρώτης φάσης (βλ. Παράρτημα 2/Φύλλο Εργασίας 4/Δραστηριότητα 1).

Στην τελευταία δραστηριότητα οι μαθητές δε συγκρίνουν μόνο τις αρχικές και τις τελικές τους αντιλήψεις, αλλά συμπληρώνουν και ένα κείμενο σχετικά με το φαινόμενο του βρασμού.

4.7. Ανάλυση δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων μελετήθηκαν προσεχτικά οι α) οι απαντήσεις των μαθητών στο ερωτηματολόγιο για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και το φαινόμενο του βρασμού και για τις πρακτικές που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών πριν και μετά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού, β) οι απαντήσεις των μαθητών

της Ε' Τάξης Δημοτικού στα φύλλα εργασίας κατά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού και γ) οι διάλογοι των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών.

Αναλυτικά, για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού εστίασαμε:

- Στη μελέτη του προφορικού λόγου και του γραπτού λόγου των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών. Η μελέτη αυτή επέτρεψε να εντοπιστούν οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών σχετικά με τις αντιλήψεις τους και τις πρακτικές τους που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών
- Στη μελέτη των γραπτών απαντήσεων των μαθητών στα ερωτηματολόγια. Η μελέτη αυτή επέτρεψε να διερευνηθεί η ύπαρξη διαφοροποιήσεων ανάμεσα στις απαντήσεις των μαθητών πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση που συγκροτήθηκε.

Η ποιοτική μελέτη του λόγου των μαθητών επέτρεψε τη δημιουργία πινάκων που αποτυπώνονται οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών.

Αναφορικά με την αποκωδικοποίηση του ερωτηματολογίου, για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμότητα, τη θερμοκρασία και τον βρασμό σωμάτων και τις πρακτικές των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών πριν και μετά την εφαρμογή του διδακτικού υλικού, δημιουργήθηκαν πίνακες και υπολογίσθηκαν οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών. Οι απαντήσεις στις ανοιχτές ερωτήσεις των φύλλων εργασίας του διδακτικού υλικού αναλύθηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν.

4.8. Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, παρουσιάστηκε η επιλογή του δείγματος, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (ερωτηματολόγια και διδακτικό υλικό) καθώς επίσης και ο τρόπος συλλογής και ανάλυσης των δεδομένων.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Εισαγωγή

Στο πέμπτο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας. Σε αυτές τις ενότητες αναλύονται τα δεδομένα που συλλέχτηκαν από τις απαντήσεις των μαθητών στις δραστηριότητες των φύλλων εργασίας κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, καθώς και του ερωτηματολογίου που δόθηκε στους μαθητές πριν και μετά από αυτήν. Στην πρώτη ενότητα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στην ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών σχετικά με τις αντιλήψεις τους για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης (βλ. ενότητα 5.2.). Στη δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών (βλ. ενότητα 5.3.). Στις ενότητες 5.4. και 5.5. γίνεται η παρουσίαση των αποτελεσμάτων που αφορούν στην συμβολή των διδασκαλιών στις αντιλήψεις των μαθητών και στις επιστημονικές πρακτικές αντίστοιχα, βάσει των απαντήσεων των μαθητών στο αρχικό και στο τελικό ερωτηματολόγιο.

5.2. «Μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται η εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό βάσει των απαντήσεων που έδωσαν στα φυλλάδια του διδακτικού υλικού κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η μαθησιακή διαδρομή κάθε μαθητή μέσα από τις απαντήσεις που έδωσε στις δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού. Οι δραστηριότητες κάθε φυλλαδίου αντιστοιχούν στην πρώτη, τρίτη, τέταρτη και πέμπτη φάση του μοντέλου διδασκαλίας 5E. Δηλαδή στην ενεργοποίηση, στην εξήγηση, στην εφαρμογή και στην αξιολόγηση. Η δεύτερη φάση του μοντέλου 5E της εποικοδομητικής προσέγγισης, δηλαδή της διερεύνησης, αναλύεται σε επόμενο κεφάλαιο. Σε κάθε πίνακα αναγράφεται, αν ο μαθητής/η μαθήτρια έδωσε την επιθυμητή απάντηση, εξέφρασε μία εναλλακτική αντίληψη ή έναν συνδυασμό και των δύο ή απουσίαζε η απάντησή του/της.

Διδασκαλία 1:

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών μέσα από την ποιοτική ανάλυση των γραπτών απαντήσεων στο ΦΕ1. Αρχικά πραγματοποιείται η αποκωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών που έδωσαν στις δραστηριότητες. Στη συνέχεια, γίνεται μία προσπάθεια ομαδοποίησης των μαθησιακών διαδρομών και τέλος παρουσιάζονται οι κρίσιμες στην επεξεργασία των αντιλήψεων δραστηριότητες.

Πίνακας 5.1.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 1.

Μαθητές	Δραστηριότητες (ΦΕ1)					
	1	2	5	6	7	
Αριστοκλής	■	■	■	■	■	Ομάδα 1
Έρασμος	■	■	■	■	■	
Μαρίνος	■	■	■	■	■	
Μόνικα	■	■	■	■	■	
Παϊσία	■	■	■	■	■	
Σέβη	■	■	■	■	■	Ομάδα 2
Τόλης	■	■	■	■	■	
Λουκάς	■	■	■	■	■	
Μάρθα	■	■	■	■	■	
Πετρούλα	■	■	■	■	■	
Πλούταρχος	■	■	■	■	■	
Σαμψών	■	■	■	■	■	

Υπόμνημα	
■	Αντίληψη προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
■	Αρχική εναλλακτική αντίληψη
■	Συνδυασμός εναλλακτικής αντίληψης και αντίληψης προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
■	Απουσία απάντησης

Αναλύοντας τις μαθησιακές διαδρομές του κάθε μαθητή εμφανίζονται κάποιες ομοιότητες και κάποιες διαφορές στο σύνολο της τάξης. Σημαντική είναι η τροποποίηση των αντιλήψεων σχεδόν όλων των μαθητών στην πέμπτη δραστηριότητα. Οι μαθητές όμως θα μπορούσαν να χωριστούν σε δύο ομάδες με βάση την πορεία τους.

Ομάδα 1: Στην πρώτη ομάδα ανήκουν οι μαθητές οι οποίοι ξεκίνησαν με εναλλακτικές αντιλήψεις στην 1η ή στη 2η δραστηριότητα, υιοθέτησαν τις αντιλήψεις που αντιστοιχούν στη σχολική γνώση (δραστηριότητα 5), αλλά στο τέλος εκφράζουν λανθασμένες αντιλήψεις ή έναν συνδυασμό εναλλακτικών και επιθυμητών αντιλήψεων. Οι μαθητές αυτοί φαίνεται να επιστρέφουν στις αρχικές τους αντιλήψεις ιδιαίτερα στην τελευταία δραστηριότητα του ΦΕ1 (δραστηριότητα 7).

Ομάδα 2: Σε αυτήν την ομάδα συμπεριλαμβάνονται οι μαθητές, οι οποίοι ξεκίνησαν με εναλλακτικές αντιλήψεις στις πρώτες δραστηριότητες, στη συνέχεια όμως χρησιμοποιούν συστηματικά αντιλήψεις προς τη σχολική γνώση στις υπόλοιπες δραστηριότητες.





Στην πέμπτη δραστηριότητα οι περισσότεροι μαθητές χρησιμοποιούν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση του σχολείου. Κρίσιμες δραστηριότητες είναι οι ερευνητικές δραστηριότητες του ΦΕ1, δηλαδή η 3η και η 4η δραστηριότητα, καθώς η αλλαγή των αντιλήψεων οφείλεται σε αυτές (βλ. ενότητα 5.3.). Μετά τις ερευνητικές δραστηριότητες οι μαθητές έπρεπε να συζητήσουν τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας τους και να καταγράψουν, αν μετά τη συζήτηση είχαν αλλάξει άποψη (βλ. δραστηριότητα 5). Μετά τη συζήτηση σχεδόν όλοι οι μαθητές υιοθέτησαν αντιλήψεις προς τη σχολική γνώση.

Διδασκαλία 2:

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών μέσα από την ποιοτική ανάλυση των γραπτών απαντήσεων στο ΦΕ2. Αρχικά πραγματοποιείται η αποκωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών που έδωσαν στις δραστηριότητες. Στη συνέχεια, γίνεται μία προσπάθεια ομαδοποίησης των μαθησιακών διαδρομών και τέλος παρουσιάζονται οι κρίσιμες στην επεξεργασία των αντιλήψεων δραστηριότητες.

Πίνακας 5.2.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 2.

Μαθητές	Δραστηριότητες (ΦΕ2)					
	1	2	5	6	7	8
Αριστοκλής						
Έρασμος						
Λουκάς						
Μάρθα						
Μαρίνος						
Μόνικα						
Παίσια						
Πετρούλα						
Πλούταρχος						
Σαμψών						
Σέβη						
Τόλης						

Υπόμνημα	
	Αντίληψη προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Αρχική εναλλακτική αντίληψη
	Συνδυασμός εναλλακτικής αντίληψης και αντίληψης προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Απουσία απάντησης

Αναλύοντας τις μαθησιακές διαδρομές των μαθητών εμφανίζονται κάποιες ομοιότητες σχετικά με το πότε άλλαξαν οι αντιλήψεις τους. Σημαντική είναι η τροποποίηση των αντιλήψεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης όλων των μαθητών στην πέμπτη δραστηριότητα. Η αλλαγή αυτή οφείλεται στις ερευνητικές δραστηριότητες του ΦΕ2, δηλαδή στην 3η και στην 4η δραστηριότητα (βλ. ενότητα 5.3.). Στις επόμενες όμως δραστηριότητες φαίνεται οι μαθητές να επιστρέφουν πάλι στις αρχικές τους αντιλήψεις. Γι' αυτόν τον λόγο δεν μπορούμε να χωρίσουμε τους μαθητές σε ομάδες καθώς όλοι ακολουθούν το ίδιο μοτίβο. Αρχικά οι μαθητές στις πρώτες δύο δραστηριότητες εκφράζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στη συνέχεια, μέσα από τη πειραματική διαδικασία αλλάζουν τις αντιλήψεις τους, όπως φαίνεται από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στην πέμπτη δραστηριότητα. Τα νέα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές στις επόμενες δύο δραστηριότητες τους οδηγούν στην αμφισβήτηση και επιστρέφουν στις αρχικές τους αντιλήψεις. Στην τελευταία δραστηριότητα οι μαθητές εκφράζουν λανθασμένες αντιλήψεις ή έναν συνδυασμό αρχικών και προς τη σχολική γνώση αντιλήψεων.





Κρίσιμες δραστηριότητες κατά τη 2η διδασκαλία αποτελούν η 3η και η 4η δραστηριότητα, οι οποίες αντιστοιχούν στη φάση της διερεύνησης του μοντέλου 5E, καθώς οι περισσότεροι μαθητές μετά από αυτό το σημείο άλλαξαν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές έπρεπε να συζητήσουν τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας τους και να καταγράψουν, αν μετά τη συζήτηση είχαν αλλάξει άποψη. Μετά τη συζήτηση όλοι οι μαθητές άλλαξαν τις αντιλήψεις τους προς τη σχολική γνώση.

Η 7η δραστηριότητα ήταν επίσης κρίσιμη, εφόσον οι περισσότεροι μαθητές επέστρεψαν σε κάποια εναλλακτική αντίληψη προκειμένου να την απαντήσουν.

Διδασκαλία 3:

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών μέσα από την ποιοτική ανάλυση των γραπτών απαντήσεων στο ΦΕ3. Αρχικά πραγματοποιείται η αποκωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών που έδωσαν στις δραστηριότητες. Στη συνέχεια, γίνεται μία προσπάθεια ομαδοποίησης των μαθησιακών διαδρομών και τέλος παρουσιάζονται οι κρίσιμες στην επεξεργασία των αντιλήψεων δραστηριότητες.

Μαθητές	Δραστηριότητες (ΦΕ3)						
	1α)	1β)	1γ)	1δ)	3	4	5
Αριστοκλής							
Έρασμος							
Λουκάς							
Μάρθα							
Μαρίνος							
Μόνικα							
Παΐσια							
Πετρούλα							
Πλούταρχος							
Σαμψών							
Σέβη							
Τόλης							

Υπόμνημα	
	Αντίληψη προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Αρχική εναλλακτική αντίληψη
	Συνδυασμός εναλλακτικής αντίληψης και αντίληψης προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Απουσία απάντησης

Οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών δείχνουν μία σημαντική τροποποίηση των αντιλήψεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης όλων των μαθητών μετά την ερευνητική δραστηριότητα. Αρχικά οι μαθητές στην πρώτη δραστηριότητα και στα τέσσερα υποερωτήματά της, εκφράζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στη συνέχεια, μέσα από τη πειραματική διαδικασία αλλάζουν τις αντιλήψεις τους όπως φαίνεται από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στην τρίτη δραστηριότητα. Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές φαίνεται να χρησιμοποιούν έναν συνδυασμό εναλλακτικών και επιθυμητών αντιλήψεων στις απαντήσεις τους και τέλος, στην πέμπτη δραστηριότητα όλοι οι μαθητές χρησιμοποιούν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Λόγω αυτής της ομοιότητας δε μπορούμε να χωρίσουμε τους μαθητές σε ομάδες.





Η δεύτερη δραστηριότητα είναι κρίσιμη, καθώς όλοι οι μαθητές μετά από αυτό το σημείο άλλαξαν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στη συνέχεια οι μαθητές έπρεπε να συζητήσουν τα αποτελέσματα της δεύτερης δραστηριότητας του ΦΕ3 με τους συμμαθητές της ομάδας τους και να καταγράψουν, αν μετά τη συζήτηση είχαν αλλάξει άποψη. Σε αυτό το φύλλο εργασίας δε χρησιμοποιήθηκε η έρευνα ως εργαλείο, αλλά η αναλογία. Μετά τη συζήτηση όλοι οι μαθητές άλλαξαν τις αντιλήψεις τους προς τη σχολική γνώση.

Διδασκαλία 4:

Παρακάτω παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών μέσα από την ποιοτική ανάλυση των γραπτών απαντήσεων στο ΦΕ4. Αρχικά πραγματοποιείται η αποκωδικοποίηση των απαντήσεων των μαθητών που έδωσαν στις δραστηριότητες. Στη συνέχεια, γίνεται μία προσπάθεια ομαδοποίησης των μαθησιακών διαδρομών και τέλος παρουσιάζονται οι κρίσιμες στην επεξεργασία των αντιλήψεων δραστηριότητες.

Πίνακας 5.4.: Οι «μαθησιακές διαδρομές» των μαθητών κατά τη Διδασκαλία 4.

Μαθητές	Δραστηριότητες (ΦΕ4)				
	1α)	1β)	4	5	6
Αριστοκλής					
Έρασμος					
Λουκάς					
Μάρθα					
Μαρίνος					
Μόνικα					
Παϊσία					
Πετρούλα					
Πλούταρχος					
Σαμψών					
Σέβη					
Τόλης					

Υπόμνημα	
	Αντίληψη προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Αρχική εναλλακτική αντίληψη
	Συνδυασμός εναλλακτικής αντίληψης και αντίληψης προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης
	Απουσία απάντησης

Οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών δείχνουν μία σημαντική τροποποίηση των αντιλήψεων προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης όλων των μαθητών μετά τις ερευνητικές δραστηριότητες. Αρχικά οι μαθητές στην πρώτη δραστηριότητα και στα δύο υποερωτήματά της, εκφράζουν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στη συνέχεια, μέσα από τη πειραματική διαδικασία αλλάζουν τις αντιλήψεις τους, όπως φαίνεται από την ποιοτική ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών στην τέταρτη δραστηριότητα. Στις επόμενες δραστηριότητες οι μαθητές χρησιμοποιούν αντιλήψεις προς την κατεύθυνση της σχολικής γνώσης. Λόγω αυτής της ομοιότητας δε μπορούμε να χωρίσουμε τους μαθητές σε ομάδες.

Η 2η και η 3η δραστηριότητα είναι κρίσιμες, καθώς όλοι οι μαθητές μετά από αυτό το σημείο άλλαξαν τις αρχικές τους αντιλήψεις. Στην επόμενη δραστηριότητα οι μαθητές έπρεπε να συζητήσουν τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας τους και να

καταγράφουν, αν μετά τη συζήτηση είχαν αλλάξει άποψη. Μετά τη συζήτηση όλοι οι μαθητές άλλαξαν τις αντιλήψεις τους προς τη σχολική γνώση.

5.3. Εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών των μαθητών βάσει της ανάλυσης του προφορικού τους λόγου κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία των ΦΕ και συγκεκριμένα στο μοντέλο 5E. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζεται η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών του κάθε μαθητή, όπως προκύπτει σε κάθε δραστηριότητα. Οι δραστηριότητες αντιστοιχούν στη δεύτερη φάση του μοντέλου 5E, δηλαδή στη φάση της διερεύνησης. Πιο συγκεκριμένα, ελέγχεται η διατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων (βλ. υποενότητα 5.3.1.) και η αναγνώριση των μεταβλητών (ανεξάρτητη - εξαρτημένη - ελεγχόμενη) (βλ. υποενότητα 5.3.2.) σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών. Σε κάθε πίνακα αναγράφεται, αν ο μαθητής/η μαθήτρια έδωσε την κατάλληλη απάντηση, μία μη κατάλληλη ή ελλιπή απάντηση ή αδυνατούσε να δώσει κάποια απάντηση.

5.3.1. Διατύπωση επιστημονικών ερωτημάτων

Παρακάτω παρουσιάζεται η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στη διατύπωση ερευνητικών ερωτημάτων, όπως προκύπτει από την ανάλυση του προφορικού λόγου από τις έρευνες που σχεδίασαν και υλοποίησαν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία (βλ. Πίνακα 5.5).

Πίνακας 5.5.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στη διατύπωσης ερευνητικών ερωτημάτων.

Μαθητές	Δραστηριότητες						
	3 (ΦΕ1)	4 (ΦΕ1)	3 (ΦΕ2)	4 (ΦΕ2)	2 (ΦΕ4)	3 (ΦΕ4)	
Λουκάς							Ομάδα 1
Μάρθα							
Παίσια							
Πετρούλα							
Πλούταρχος							
Σέβη							
Αριστοκλής							Ομάδα 2
Έρασμος							
Μαρίνος							
Μόνικα							
Σαμψών							

Τόλης							
-------	--	--	--	--	--	--	--

Υπόμνημα	
■	Κατάλληλη απάντηση
■	Μη κατάλληλη/ελλιπής απάντηση
□	Απουσία απάντησης

Παραπάνω φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δυσκολεύονταν στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης να διατυπώσουν το σωστό ερευνητικό ερώτημα. Οι μαθητές έδιναν λανθασμένες ή ελλιπείς απαντήσεις καθώς υπήρχαν και περιπτώσεις μαθητών, οι οποίοι δεν απαντούσαν καθόλου. Συγκεκριμένα, όταν ρωτήθηκε ο Σαμψών και ο Τόλης στην πρώτη έρευνα (ΦΕ1/Δραστηριότητα 3) τι θα ερευνήσουμε απάντησαν: «Τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.» και «Τη θερμοκρασία του εδάφους.» αντίστοιχα. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ομάδες μαθητών.

Ομάδα 1: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που ανέπτυξαν την πρακτική διατύπωσης ερευνητικών ερωτημάτων. Αυτό φαίνεται ιδιαίτερα μετά τη δεύτερη (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4) και τρίτη (ΦΕ2/Δραστηριότητα 3) έρευνα. Οι μαθητές αυτής της ομάδας συνέχισαν να εκφράζουν σωστά ερευνητικά ερωτήματα και στην υπόλοιπη διάρκεια της διδασκαλίας.

Ομάδα 2: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που δυσκολεύονταν καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Περιπτώσιακά οι μαθητές αυτοί καταφέρνουν να διατυπώσουν σωστά ερωτήματα, αλλά στη συνέχεια επιστρέφουν πάλι σε λανθασμένες διατυπώσεις και δεν παρουσιάζουν μία σταθερή βελτίωση.

Το κρίσιμο στάδιο στην εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η δεύτερη (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4) ή η τρίτη έρευνα (ΦΕ2/Δραστηριότητα 3). Σε αυτό το σημείο ξεχωρίζουν οι μαθητές, οι οποίοι έχουν αναπτύξει τη συγκεκριμένη ικανότητα και θα συνεχίσουν να διατυπώνουν σωστά ερωτήματα στην υπόλοιπη πορεία των διδασκαλιών και οι μαθητές, οι οποίοι εκφράζουν λανθασμένες ή ελλιπείς διατυπώσεις και θα συνεχίσουν να δυσκολεύονται μέχρι το τέλος της διδακτικής αυτής παρέμβασης.

5.3.2. Αναγνώριση των μεταβλητών

Παρακάτω παρουσιάζεται η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση των μεταβλητών. Συγκεκριμένα, στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται οι μαθησιακές

διαδρομές των μαθητών αναφορικά με την πρακτική της αναγνώρισης της ανεξάρτητης μεταβλητής (βλ. υποενότητα 5.3.2.1.). Στη δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών αναφορικά με την πρακτική της αναγνώρισης των μεταβλητών ελέγχου (βλ. υποενότητα 5.3.2.2.). Στην τελευταία υποενότητα παρουσιάζονται οι μαθησιακές διαδρομές των μαθητών αναφορικά με την πρακτική της αναγνώρισης της εξαρτημένης μεταβλητής (βλ. υποενότητα 5.3.2.3.).

5.3.2.1. Αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής

Στον Πίνακα 5.6. παρουσιάζονται η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής, όπως προκύπτει από την ανάλυση του προφορικού λόγου από τις έρευνες που σχεδίασαν και υλοποίησαν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία.

Πίνακας 5.6.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής.

Μαθητές	Δραστηριότητες					
	3 (ΦΕ1)	4 (ΦΕ1)	3 (ΦΕ2)	4 (ΦΕ2)	2 (ΦΕ4)	3 (ΦΕ4)
Λουκάς						
Μάρθα						
Μαρίνος						
Μόνικα						
Παϊσία						
Πετρούλα						
Πλούταρχος						
Σέβη						
Αριστοκλής						
Έρασμος						
Σαμψών						
Τόλης						

Ομάδα 1

Ομάδα 2

Υπόμνημα	
	Κατάλληλη απάντηση
	Μη κατάλληλη/ελλιπής απάντηση
	Απουσία απάντησης

Στον Πίνακα 5.6. φαίνεται, ότι οι περισσότεροι μαθητές δυσκολεύονταν στην αρχή της διδακτικής παρέμβασης να αναγνωρίσουν την ανεξάρτητη μεταβλητή. Οι μαθητές έδιναν λανθασμένες ή ελλιπείς απαντήσεις. Υπήρχαν, επίσης, περιπτώσεις μαθητών οι οποίοι δεν απαντούσαν καθόλου. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ομάδες μαθητών.

Ομάδα 1: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που ανέπτυξαν την πρακτική αναγνώρισης της ανεξάρτητης μεταβλητής μετά τη δεύτερη έρευνα (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4). Οι περισσότεροι από αυτούς συνέχισαν να αναγνωρίζουν την ανεξάρτητη μεταβλητή και στις υπόλοιπες δραστηριότητες.

Ομάδα 2: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που δυσκολεύτηκαν στην αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής σε μερικές έρευνες, δείχνοντας έτσι πως δεν έχουν αναπτύξει επαρκώς τη συγκεκριμένη πρακτική.

Το κρίσιμο στάδιο στην εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών αποτελεί η δεύτερη έρευνα καθώς στη συνέχεια οι περισσότεροι μαθητές έχουν βελτιώσει τη συγκεκριμένη πρακτική τους (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4). Η πέμπτη και η έκτη έρευνα είναι επίσης κρίσιμες καθώς σε αυτό το σημείο ξεχωρίζουν οι μαθητές, οι οποίοι έχουν αναπτύξει την συγκεκριμένη πρακτική και οι μαθητές, οι οποίοι δεν την έχουν αναπτύξει επαρκώς (ΦΕ4/Δραστηριότητα 2; ΦΕ4/Δραστηριότητα 3).

5.3.2.1. Αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου

Ο Πίνακας 5.7. παρουσιάζει την εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου, όπως προκύπτει από την ανάλυση του προφορικού λόγου από τις έρευνες που σχεδίασαν και υλοποίησαν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία.

Πίνακας 5.7.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου.

Μαθητές	Δραστηριότητες						
	3 (ΦΕ1)	4 (ΦΕ1)	3 (ΦΕ2)	4 (ΦΕ2)	2 (ΦΕ4)	3 (ΦΕ4)	
Παϊσία	■	■	■	■	■	■	Ομάδα 1
Πετρούλα	■	■	■	■	■	■	
Αριστοκλής	■	■	■	■	■	■	
Έρασμος	■	■	■	■	■	■	
Λουκάς	■	■	■	■	■	■	
Μάρθα	■	■	■	■	■	■	Ομάδα 2
Μαρίνος	■	■	■	■	■	■	
Μόνικα	■	■	■	■	■	■	
Πλούταρχος	■	■	■	■	■	■	
Σαμψών	■	■	■	■	■	■	
Σέβη	■	■	■	■	■	■	
Τόλης	■	■	■	■	■	■	

Υπόμνημα	
	Αναγνώριση όλων των μεταβλητών ελέγχου
	Αναγνώριση ορισμένων μεταβλητών ελέγχου
	Μη κατάλληλη απάντηση
	Απουσία απάντησης

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν αναπτύξει επαρκώς την πρακτική αναγνώρισης των μεταβλητών ελέγχου. Οι μαθητές έβρισκαν ορισμένες μόνο μεταβλητές και δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν τις υπόλοιπες. Ένα μικρότερο σύνολο μαθητών φαίνεται να αντιμετώπιζε ιδιαίτερες δυσκολίες, καθώς θεωρούσε την εξαρτημένη μεταβλητή ως μεταβλητή ελέγχου. Συγκεκριμένα, ο Έρασμος θεώρησε στην τέταρτη έρευνα ότι θα κρατήσουμε σταθερό τον χρόνο (ΦΕ2/Δραστηριότητα 4). Οι υπόλοιποι μαθητές δυσκολεύτηκαν, επίσης, να κατανοήσουν ότι ο χρόνος δεν είναι ελεγχόμενος παράγοντας, αλλά τελικά άλλαξαν άποψη. Επίσης, στην πέμπτη και στην έκτη δραστηριότητα μερικοί μαθητές πίστεψαν ότι θα κρατήσουμε σταθερή την τελική θερμοκρασία (ΦΕ4/Δραστηριότητα 2; ΦΕ4/Δραστηριότητα 3). Υπήρχαν, επίσης, περιπτώσεις μαθητών οι οποίοι δεν μπορούσαν να απαντήσουν. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ομάδες μαθητών.

Ομάδα 1: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που κατάφεραν μετά τη δεύτερη έρευνα να βρίσκουν όλες τις ελεγχόμενες μεταβλητές (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4).

Ομάδα 2: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που δεν κατάφεραν να αναπτύξουν τη συγκεκριμένη πρακτική.




Το κρίσιμο στάδιο στην εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών αποτελεί η δεύτερη έρευνα καθώς σε εκείνο το σημείο ξεχωρίζουν οι μαθητές, οι οποίοι καταλαβαίνουν και αναγνωρίζουν όλους τους ελεγχόμενους παράγοντες (ΦΕ1/Δραστηριότητα 4). Οι υπόλοιποι μαθητές δυσκολεύονται σε όλη τη διάρκεια της παρέμβασης. Επίσης, κρίσιμο σημείο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η πέμπτη και η έκτη έρευνα, όπου αρκετοί μαθητές δυσκολεύτηκαν να αναγνωρίσουν όλες ή αναγνώρισαν λάθος μεταβλητές (ΦΕ4/Δραστηριότητα 2; ΦΕ4/Δραστηριότητα 3).

5.3.2.2. Αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής

Ο Πίνακας 5.8. παρουσιάζει την εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώρισης της εξαρτημένης μεταβλητής, όπως προκύπτει από την ανάλυση του προφορικού λόγου από τις έρευνες που σχεδίασαν και υλοποίησαν οι μαθητές κατά τη διδασκαλία.

Πίνακας 5.8.: Η εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών που αφορά στην αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής.

Μαθητές	Δραστηριότητες						
	3 (ΦΕ1)	4 (ΦΕ1)	3 (ΦΕ2)	4 (ΦΕ2)	2 (ΦΕ4)	3 (ΦΕ4)	
Παϊσία							Ομάδα 1
Πετρούλα							
Αριστοκλής							
Έρασμος							
Λουκάς							Ομάδα 2
Μάρθα							
Μαρίνος							
Μόνικα							
Πλούταρχος							
Σαμψών							
Σέβη							
Τόλης							

Υπόμνημα	
	Κατάλληλη απάντηση
	Μη κατάλληλη/ελλιπής απάντηση
	Απουσία απάντησης

Στον παραπάνω πίνακα φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν είχαν αναπτύξει επαρκώς την πρακτική αναγνώρισης της εξαρτημένης μεταβλητής. Καθώς αυξανόταν η πολυπλοκότητα των ερευνών, οι μαθητές δυσκολεύονταν να αναγνωρίσουν την μεταβλητή και αρκετές φορές τη συνέχισαν με την ελεγχόμενη. Μπορούμε να διακρίνουμε δύο ομάδες μαθητών.

Ομάδα 1: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που κατάφεραν μετά την τρίτη έρευνα να βρουν την εξαρτημένη μεταβλητή των υπόλοιπων δραστηριοτήτων (ΦΕ2/Δραστηριότητα 3).

Ομάδα 2: Στην ομάδα αυτή εντάσσονται οι μαθητές που δεν κατάφεραν να αναπτύξουν τη συγκεκριμένη πρακτική.

Το κρίσιμο στάδιο στην εξέλιξη της πρακτικής των μαθητών αποτελεί η τρίτη έρευνα (ΦΕ2/Δραστηριότητα 3). Στη συγκεκριμένη έρευνα δεν μπόρεσε κανένας μαθητής να αναγνωρίσει την εξαρτημένη μεταβλητή. Στη συνέχεια, όμως, ξεχωρίζουν οι μαθητές, οι οποίοι

καταλαβαίνουν και αναγνωρίζουν τον σωστό παράγοντα. Οι υπόλοιποι μαθητές δυσκολεύονται σε όλη την υπόλοιπη διάρκεια της παρέμβασης.

5.4. Η συμβολή των διδασκαλιών στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό

5.4.1. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας

5.4.1.1. Σχέση θερμοκρασιών δύο σωμάτων διαφορετικών μεγεθών που λαμβάνουν ίδια θερμότητα

Στον Πίνακα 5.9. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.9. φαίνεται ότι οι μισοί μαθητές πιστεύουν πως, αν δύο σώματα διαφορετικού όγκου πάρουν την ίδια θερμότητα, θα αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία. Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Επίσης, το 33% των μαθητών θεωρεί πως τα σώματα δε θα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, οι μαθητές θεωρούν ότι το μεγαλύτερο σώμα θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία. Το μικρότερο ποσοστό των μαθητών εκφράζει την αντίληψη που αντιστοιχεί στη σχολική γνώση (17%), δηλαδή πως το σώμα με τον μεγαλύτερο όγκο θα έχει την μικρότερη θερμοκρασία. Συγκεντρωτικά 83% των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις.

Πίνακας 5.9.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σχέση θερμοκρασιών δύο σωμάτων διαφορετικών μεγεθών που λαμβάνουν ίδια θερμότητα πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών πάρουν την ίδια θερμότητα, θα αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία.	6	50	7	64
Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών πάρουν την ίδια θερμότητα, το μεγαλύτερο σώμα θα αποκτήσει μεγαλύτερη θερμοκρασία.	4	33	1	9
Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών πάρουν την ίδια θερμότητα, το μεγαλύτερο σώμα θα αποκτήσει μικρότερη θερμοκρασία.	2	17	3	27
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι, όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών πάρουν την ίδια θερμότητα, θα αποκτήσουν και την ίδια θερμοκρασία (64%). Αντίθετα, το 27% των μαθητών θεωρεί πως δε θα αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι το σώμα με τον μεγαλύτερο όγκο θα αποκτήσει μικρότερη θερμοκρασία. Η αντίληψη αυτή συμβαδίζει με τη γνώση του σχολικού βιβλίου. Επίσης, ένας μαθητής (9%) πιστεύει πως τα δύο σώματα θα αποκτήσουν διαφορετική θερμοκρασία και μάλιστα ότι το μεγαλύτερο σώμα θα αποκτήσει μεγαλύτερη θερμοκρασία. Φαίνεται λοιπόν, ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις (73%).

5.4.1.2. Σχέση θερμοτήτων που λαμβάνουν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία

Στον Πίνακα 5.10. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη σχέση θερμοκρασίας και θερμότητας πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.10. φαίνεται ότι περίπου οι μισοί μαθητές πιστεύουν πως, δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία λαμβάνουν την ίδια θερμότητα (42%). Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα, το 33% των μαθητών θεωρεί πως το μεγαλύτερο σώμα θα λάβει μεγαλύτερη θερμότητα. Η αντίληψη αυτή αντιστοιχεί στη σχολική γνώση. Το μικρότερο ποσοστό των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές αντιλήψεις με το 17% να θεωρεί πως τα δύο σώματα θα λάβουν την ίδια θερμότητα και έναν (1) μαθητή να έχει δώσει μία άλλη απάντηση, συγκεκριμένα, γράφει ότι «1 πιο ζεστή, 2 πιο κρύα». Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το 67% των μαθητών να εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις.

Πίνακας 5.10.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη σχέση θερμοτήτων που λαμβάνουν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	F	f%
Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών αποκτούν την ίδια θερμοκρασία, θα λάβουν και την ίδια θερμότητα.	2	17	6	55
Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών αποκτούν την ίδια θερμοκρασία, το μεγαλύτερο σώμα θα λάβει μεγαλύτερη θερμότητα.	4	33	1	9

Όταν δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών αποκτούν την ίδια θερμοκρασία, το μεγαλύτερο σώμα θα λάβει μικρότερη θερμότητα.	5	42	3	27
Άλλο	1	8	1	9
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι δύο σώματα διαφορετικών μεγεθών που αποκτούν την ίδια θερμοκρασία, λαμβάνουν και την ίδια θερμότητα (55%). Το 27% των μαθητών θεωρεί πως δε θα λάβουν την ίδια θερμότητα. Συγκεκριμένα, θεωρούν ότι το σώμα με τον μεγαλύτερο όγκο θα πάρει μικρότερη θερμότητα. Οι αντιλήψεις αυτές δε συμβαδίζουν με τη γνώση του σχολικού βιβλίου. Ένας μαθητής πιστεύει, πως τα δύο σώματα θα λάβουν διαφορετική θερμότητα, και μάλιστα ότι το μεγαλύτερο σώμα θα πάρει μεγαλύτερη θερμότητα (9%), το οποίο αντιστοιχεί στη σχολική γνώση. Επίσης, ένας μαθητής δήλωσε «άλλο» χωρίς να συγκεκριμενοποιήσει περαιτέρω την επιλογή του. Φαίνεται λοιπόν ότι η πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις (91%).

5.4.2. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμοκρασία βρασμού των σωμάτων

5.4.2.1. Θερμοκρασία βρασμού και μέγεθος σώματος

Στον Πίνακα 5.11. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας βρασμού ενός σώματος από το μέγεθός του πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.11. φαίνεται ότι περίπου οι μισοί μαθητές πιστεύουν πως δύο σώματα διαφορετικού όγκου βράζουν σε διαφορετική θερμοκρασία, πιο συγκεκριμένα, το μεγαλύτερο σώμα βράζει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία (42%). Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα το 33% των μαθητών θεωρεί πως τα δύο σώματα βράζουν στην ίδια θερμοκρασία. Η αντίληψη αυτή αντιστοιχεί στη σχολική γνώση. Το 25% των μαθητών θεωρεί ότι το σώμα με τον μεγαλύτερο όγκο βράζει σε μικρότερη θερμοκρασία. Συγκεντρωτικά, στη συγκεκριμένη δραστηριότητα 58% των μαθητών εκφράζουν εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις.

Πίνακας 5.11.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας βρασμού ενός σώματος από το μέγεθός του πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Η θερμοκρασία βρασμού δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος.	4	33	7	64
Η θερμοκρασία βρασμού είναι μεγαλύτερη στο σώμα μεγαλύτερου μεγέθους.	5	42	2	18
Η θερμοκρασία βρασμού είναι μικρότερη στο σώμα μεγαλύτερου μεγέθους.	3	25	2	18
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία βρασμού δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος (64%). Οι αντιλήψεις των υπόλοιπων μαθητών είναι μοιρασμένες σε δύο εναλλακτικές αντιλήψεις, δηλαδή ότι η θερμοκρασία βρασμού εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος και ποιο συγκεκριμένα, είναι μεγαλύτερη στο μεγαλύτερο σώμα (18%) ή μικρότερη στο σώμα μεγαλύτερου μεγέθους (18%). Φαίνεται λοιπόν ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση ενεργοποιεί αντιλήψεις σύμφωνες με τη σχολική γνώση (64%).

5.4.2.2. Η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού

Στον Πίνακα 5.12. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.12. φαίνεται ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές πιστεύουν πως η θερμοκρασία ενός σώματος αλλάζει κατά τη διάρκεια του βρασμού(92%). Η αντίληψη αυτή δεν συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα ένας μαθητής θεωρεί πως η θερμοκρασία βρασμού θα παραμείνει σταθερή (8%). Η αντίληψη αυτή αντιστοιχεί στη σχολική γνώση. Επίσης, κανένας μαθητής δε θεωρεί ότι η θερμοκρασία μειώνεται. Τελικά το 92% των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις.

Πίνακας 5.12.: Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια του βρασμού παραμένει σταθερή.	1	8	11	100
Η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια του βρασμού αυξάνεται.	11	92	0	0

Η θερμοκρασία του νερού κατά τη διάρκεια του βρασμού μειώνεται.	0	0	0	0
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση κανένας μαθητής δεν ενεργοποιεί μετά τη διδασκαλία εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις. Ολόκληρη η τάξη πιστεύει ότι η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του βρασμού παραμένει σταθερή, το οποίο συμβαδίζει με τη γνώση του σχολικού βιβλίου.

5.4.3. Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν τη θερμοκρασία

5.4.3.1. Θερμοκρασία και μέγεθος σώματος

Στον Πίνακα 5.13. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας από το μέγεθος του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.13. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν πως, αν μοιράσουμε ένα σώμα, θα μοιραστεί και η θερμοκρασία (67%). Μάλιστα στη δραστηριότητα θεωρούν ότι θα μοιραστεί η θερμοκρασία αναλογικά. Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα, το 33% των μαθητών θεωρεί πως η θερμοκρασία δεν επηρεάζεται από το μέγεθος. Η αντίληψη αυτή αντιστοιχεί στη σχολική γνώση. Τελικά το 64% των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις, πιστεύοντας ότι η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από το μέγεθός του.

Πίνακας 5.13.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και το μέγεθος του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Η θερμοκρασία δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος	4	33	2	18
Η θερμοκρασία εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος	8	67	9	82
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος (82%). Οι υπόλοιποι μαθητές θεωρούν ότι δεν επηρεάζεται (18%). Φαίνεται λοιπόν ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση ενεργοποιεί αντιλήψεις για τη θερμοκρασία αντίθετες με τη σχολική γνώση (82%).

Οι αντιλήψεις των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας από το μέγεθος του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση εξετάζεται και σε επόμενη δραστηριότητα του ερωτηματολογίου. Από τον Πίνακα 5.14. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν πως τα σώματα αν αφεθούν σε έναν χώρο για αρκετή ώρα δε θα έχουν την ίδια θερμοκρασία και συγκεκριμένα το μεγαλύτερο σώμα θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία (75%). Επίσης, δύο μαθητές έδωσαν άλλη απάντηση. Πιο συγκεκριμένα: "το μικρό περισσότερη θερμότητα" και "είχαν κρυώσει" (17%). Οι αντιλήψεις αυτές δε συμβαδίζουν με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα, ένας μαθητής θεωρεί πως τα σώματα θα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Συγκεντρωτικά το 92% των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις, θεωρώντας ότι η θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από το μέγεθός του.

Πίνακας 5.14.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και το μέγεθος του σώματος σε θερμική ισορροπία πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%)

Αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Η θερμοκρασία δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος	1	8	8	73
Η θερμοκρασία εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος	9	75	3	27
Άλλο	2	17	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι η θερμοκρασία δεν εξαρτάται από το μέγεθος του σώματος (73%). Η αντίληψη αυτή συμβαδίζει με τη γνώση του σχολικού βιβλίου. Αντίθετα το 27% των μαθητών θεωρεί πως εξαρτάται, το οποίο δεν αντιστοιχεί στην επιστημονική γνώση. Παρουσιάζεται λοιπόν ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση εκφράζει σύμφωνες με τη σχολική γνώση αντιλήψεις (73%).

5.4.3.2. Θερμοκρασία και σύσταση σώματος

Στον Πίνακα 5.15. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την εξάρτηση ή μη της θερμοκρασίας από τη σύσταση του

σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.15. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν πως τα σώματα αν αφεθούν σε έναν χώρο για αρκετή ώρα δε θα έχουν την ίδια θερμοκρασία και συγκεκριμένα το μεταλλικό σώμα θα έχει χαμηλότερη θερμοκρασία (75%). Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα 25% των μαθητών θεωρούν πως τα σώματα θα έχουν την ίδια θερμοκρασία. Τελικά 75% των μαθητών εκφράζουν εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις θεωρώντας ότι η θερμοκρασία εξαρτάται από τη σύσταση του σώματος.

Πίνακας 5.15.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη σύσταση του σώματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμοκρασία δύο σωμάτων σε σχέση με τη σύστασή τους	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Η θερμοκρασία δεν εξαρτάται από τη σύσταση του σώματος	3	25	7	64
Η θερμοκρασία εξαρτάται από τη σύσταση του σώματος	9	75	4	36
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι οι θερμοκρασίες των δύο σωμάτων δεν εξαρτώνται από τη σύστασή τους (64%). Η αντίληψη αυτή συμβαδίζει με τη γνώση του σχολικού βιβλίου. Αντίθετα, το 36% των μαθητών θεωρεί πως δε θα έχουν την ίδια θερμοκρασία, το οποίο δεν αντιστοιχεί στην επιστημονική γνώση. Φαίνεται, λοιπόν, ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση εκφράζει σύμφωνες με τη σχολική γνώση αντιλήψεις (64%).

5.4.4. Οι αντιλήψεις των μαθητών για την ψύξη των σωμάτων

Στον Πίνακα 5.16. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των αντιλήψεων των μαθητών για την ψύξη των σωμάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.16. φαίνεται ότι περίπου οι μισοί μαθητές πιστεύουν πως όταν ακουμπήσουν ένα παγάκι μεταφέρεται κρύο από αυτό προς το χέρι τους (58%). Η αντίληψη αυτή δεν συμβαδίζει με την επιστημονική άποψη. Αντίθετα, το 25% των μαθητών θεωρεί ότι θερμότητα μεταφέρεται από το χέρι προς το παγωμένο σώμα, το οποίο αντιστοιχεί στην επιστημονική γνώση. Το μικρότερο ποσοστό των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές αντιλήψεις καθώς θεωρεί πως κρύο θα μεταφέρεται από το

παγωμένο σώμα και θερμότητα από το χέρι τους (17%). Συγκεντρωτικά, το 75% των μαθητών εκφράζει εναλλακτικές προς την επιστημονική γνώση αντιλήψεις.

Πίνακας 5.16.: Οι αντιλήψεις των μαθητών για την ψύξη των σωμάτων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Οι αντιλήψεις μαθητών	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
Θερμότητα μεταφέρεται από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης.	3	25	3	27
Κρύο μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα υψηλότερης.	7	58	6	55
Κρύο μεταφέρεται από ένα σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα υψηλότερης και θερμότητα από ένα σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας σε ένα σώμα χαμηλότερης.	2	17	2	18
Άλλο	0	0	0	0
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές πιστεύουν ότι «κρύο» μεταφέρεται από το παγωμένο σώμα στο χέρι (55%). Η αντίληψη αυτή δε συμβαδίζει με τη γνώση του σχολικού βιβλίου. Αντίθετα, το 27% των μαθητών θεωρεί πως θερμότητα μεταφέρεται από το χέρι προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Επίσης, εναλλακτικές αντιλήψεις εκφράζει το 18% των μαθητών καθώς θεωρεί πως κρύο φεύγει από το παγωμένο σώμα και ταυτόχρονα θερμότητα από το χέρι. Φαίνεται λοιπόν ότι οι πλειοψηφία των μαθητών μετά τη διδακτική παρέμβαση φανερώνει αντίθετες με τη σχολική γνώση αντιλήψεις (73%).

5.5. Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας σχετικά με την εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών των μαθητών βάσει των απαντήσεων που έδωσαν στο δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση που βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία των ΦΕ και συγκεκριμένα στο μοντέλο 5Ε. Η ενότητα χωρίζεται σε τέσσερις υποενότητες, οι οποίες αντιστοιχούν στις πρακτικές που προσπαθεί να αναδείξει το ερωτηματολόγιο. Αναλυτικά στην πρώτη υποενότητα (βλ. υποενότητα 5.3.1.) καταγράφονται τα αποτελέσματα της πρώτης δραστηριότητας του δεύτερου μέρους του ερωτηματολογίου σχετικά με την αναγνώριση των επιστημονικών ερωτημάτων. Τα αποτελέσματα τις δεύτερης υποενότητας(βλ. υποενότητα 5.3.2.) είναι παρμένα από τη δεύτερη, την τρίτη και την τέταρτη δραστηριότητα και σχετίζονται

με τον έλεγχο των μεταβλητών. Στην τρίτη ενότητα (βλ. υποενότητα 5.3.3.) καταγράφονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων των μαθητών στην πέμπτη δραστηριότητα αναφορικά με τη σχεδίαση των πειραμάτων και στην τελευταία (βλ. υποενότητα 5.3.4.) με την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

5.5.1. Αναγνώριση επιστημονικών ερωτημάτων

Στον Πίνακα 5.17. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για την αναγνώριση του ερευνητικού ερωτήματος. Από τον Πίνακα 5.17. φαίνεται ότι οι μισοί μαθητές έχουν αναπτύξει τη δεξιότητα αναγνώρισης επιστημονικών ερωτημάτων, επιλέγοντας την κατάλληλη απάντηση. Αντίθετα, οι υπόλοιποι μαθητές διάλεξαν μία απάντηση, η οποία δεν αντιστοιχεί στο πρόβλημα που τους τέθηκε.

Πίνακας 5.17.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση του ερευνητικού ερωτήματος: συχνότητες (f και f%).

Αναγνώριση ερευνητικού ερωτήματος	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	F	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	6	50	4	36
«Εναλλακτική απάντηση»	6	50	7	64
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να μην έχουν αναπτυγμένη την πρακτική να αναγνωρίζουν το ερευνητικό ερώτημα (64%). Αντίθετα, το 36% επέλεξε το ερευνητικό ερώτημα που αντιστοιχεί στο πρόβλημα που τους τέθηκε.

5.5.2. Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητή

Στον Πίνακα 5.18. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για την αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής. Από τον Πίνακα 5.18. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν αναπτύξει τη συγκεκριμένη πρακτική (83%). Αντίθετα, το 17% των μαθητών διάλεξε την κατάλληλη απάντηση.

Πίνακας 5.18.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση της ανεξάρτητης μεταβλητής: συχνότητες (f και f%).

Αναγνώριση ανεξάρτητης μεταβλητής	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	F	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	2	17	5	46
«Εναλλακτική απάντηση»	10	83	6	54

Σύνολο	12	100	11	100
--------	----	-----	----	-----

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να μην έχουν αναπτυγμένη την πρακτική αναγνώρισης της ανεξάρτητης μεταβλητής (54%). Αντίθετα το 46% επέλεξε την κατάλληλη απάντηση.

5.5.3. Αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου

Στον Πίνακα 5.19. καταγράφονται οι απαντήσεις των μαθητών στην τρίτη δραστηριότητα του δευτέρου μέρους του φυλλαδίου σχετικά με τις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου. Οι μαθητές στη συγκεκριμένη δραστηριότητα είχαν την επιλογή να επιλέξουν περισσότερες μεταβλητές. Από τον Πίνακα 5.19. φαίνεται ότι το 92% των μαθητών δεν είχε αναπτυγμένη την πρακτική αναγνώρισης όλων των μεταβλητών ελέγχου. Αντίθετα, 8% των μαθητών έχουν αναπτύξει την πρακτική αυτή πριν τη διδασκαλία.

Πίνακας 5.19.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση των μεταβλητών ελέγχου: συχνότητες (f και f%).

Αναγνώριση μεταβλητών ελέγχου	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	F	f%	f	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	1	8	3	27
«Εναλλακτική απάντηση»	11	92	8	73
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση 73% των μαθητών έδωσαν μία εναλλακτική απάντηση. Συνολικά 27% επέλεξαν την κατάλληλη απάντηση.

5.5.4. Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής

Στον Πίνακα 5.20. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για την αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής. Από τον Πίνακα 5.20. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν αναπτύξει τη δεξιότητα να αναγνωρίζουν ποιον παράγοντα θα μετρήσουν (67%). Αντίθετα, το 33% των μαθητών διάλεξε μία εναλλακτική απάντηση.

Πίνακας 5.20.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την αναγνώριση της εξαρτημένης μεταβλητής πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση: συχνότητες (f και f%).

Αναγνώριση εξαρτημένης μεταβλητής	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	F	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	8	67	5	45
«Εναλλακτική απάντηση»	4	33	6	55
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να μην έχουν αναπτυγμένη την πρακτική αναγνώρισης της εξαρτημένης μεταβλητής (55%). Αντίθετα, το 45% επέλεξε την κατάλληλη απάντηση.

5.5.5. Σχεδίαση πειραμάτων

Στον Πίνακα 5.21. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για τον σχεδιασμό του πειράματος πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Από τον Πίνακα 5.21. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές δεν έχουν αναπτύξει την πρακτική να σχεδιάσουν ένα πείραμα (75%). Αντίθετα το 25% των μαθητών διάλεξε την κατάλληλη πειραματική διαδικασία.

Πίνακας 5.21.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν τον σχεδιασμό του πειράματος: συχνότητες (f και f%).

Σχεδίαση πειράματος	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	f	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	3	25	1	9
«Εναλλακτική απάντηση»	9	75	10	91
Σύνολο	12	100	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να μην έχουν αναπτυγμένη την πρακτική σχεδιασμού ενός πειράματος (91%). Αντίθετα, το 9% επέλεξε την κατάλληλη απάντηση.

5.5.6. Εξαγωγή συμπερασμάτων

Στον Πίνακα 5.22. αποτυπώνονται οι συχνότητες και οι εκατοστιαίες συχνότητες των απαντήσεων των μαθητών για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Από τον Πίνακα 5.22. φαίνεται ότι οι περισσότεροι μαθητές έχουν αναπτύξει την πρακτική να εξάγουν συμπεράσματα από τα

αποτελέσματα μιας έρευνας (58%). Αντίθετα, οι υπόλοιποι μαθητές έδωσαν κάποια εναλλακτική απάντηση (42%).

Πίνακας 5.22.: Η συμβολή των διδασκαλιών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν την εξαγωγή συμπερασμάτων: συχνότητες (f και f%).

Εξαγωγή συμπερασμάτων	Αρχικό Ερωτηματολόγιο		Τελικό Ερωτηματολόγιο	
	f	f%	F	f%
«Κατάλληλη απάντηση»	7	58	7	64
«Εναλλακτική απάντηση»	5	42	4	36
Σύνολο	12	10	11	100

Μετά τη διδακτική παρέμβαση οι περισσότεροι μαθητές φαίνεται να έχουν αναπτυγμένη την πρακτική να εξάγουν συμπεράσματα (64%). Αντίθετα το 36% έδωσε μία εναλλακτική απάντηση.

5.6. Ανακεφαλαίωση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Αρχικά γίνεται αναφορά στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών μέσα από τις απαντήσεις που έδωσαν στα φύλλα εργασίας κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, η οποία βασίζεται στην εποικοδομητική προσέγγιση. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης των απαντήσεων των μαθητών στις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών. Στις τελευταίες δύο υποενότητες πραγματοποιείται η ποσοτική ανάλυση της συμβολής των διδασκαλιών στις αντιλήψεις και στις επιστημονικές πρακτικές πριν και μετά την εκπαιδευτική παρέμβαση.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική κοινότητα ερευνά συνεχώς την εκπαιδευτική διαδικασία και συγκεκριμένα τη διδασκαλία των ΦΕ προκειμένου να την κατανοήσει καλύτερα και να την κάνει πιο αποτελεσματική. Ήδη από νωρίς διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές έχουν αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα, οι οποίες τους εμποδίζουν να υιοθετήσουν νέες προς τη σχολική γνώση αντιλήψεις (ενδεικτικά: Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Duit, 1995; Barke, 2006). Αρκετές μελέτες έχουν ασχοληθεί με την καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για τις έννοιες της θερμοκρασίας, της θερμότητας και του φαινομένου του βρασμού, αλλά συγκριτικά λιγότερες είναι αυτές που εστιάζουν και στη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων αυτών μέσα από τη χρήση επιστημονικών πρακτικών (Chiappetta, 1997; Anderson, 2002; Chinn & Malhotra, 2002; Abd-El-Khalick et al., 2004; Flick & Lederman 2004; Crawford, 2007, 2012; Archer et al., 2010; Poon, Lee, Tan & Lim, 2012). Περιορισμένος είναι και ο αριθμός των ερευνών που εξετάζουν τα μαθησιακά αποτελέσματα μίας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται στη χρήση επιστημονικών πρακτικών καθ' όλη τη διάρκεια της εφαρμογής του εκπαιδευτικού υλικού μέσα από τη καταγραφή του λόγου των μαθητών (Σκουμιάς και Χατζηνικήτα, 2006). Επίσης, απουσιάζουν έρευνες, οι οποίες συνδυάζουν φυσικά και εικονικά μέσα με επιστημονικές πρακτικές και οι οποίες πλαισιώνουν την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης με το χώρο της μαγειρικής.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της συμβολής μιας διδακτικής παρέμβασης που υποστηρίζεται από εκπαιδευτικό λογισμικό για έννοιες των ΦΕ που υπεισέρχονται στη μαγειρική (θερμότητα, θερμοκρασία βρασμός), στην εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών και στην ανάπτυξη πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας είναι:

- Ποιες είναι οι "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών αναφορικά με τις έννοιες της θερμότητας, της θερμοκρασίας και του βρασμού στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που συγκροτήθηκε;
- Ποια η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών στη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης που συγκροτήθηκε;

- Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό;
- Ποια η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών;

Το δείγμα της εργασίας αποτέλεσαν 12 μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού. Η εργασία είναι ημι-ποιοτική και πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση σχεδιάστηκε το ερωτηματολόγιο που ερευνούσε τις αντιλήψεις και τις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών στη σχεδίαση ερευνών και αναπτύχθηκε το διδακτικό υλικό. Στην δεύτερη φάση πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσα από τα ερωτηματολόγια και την ηχογράφηση του λόγου των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια της παρέμβασης.

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της έρευνας. Αρχικά, παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της εργασίας και εξάγονται τα βασικά συμπεράσματά της (βλ. ενότητα 6.2.). Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι περιορισμοί της συγκεκριμένης εργασίας (βλ. ενότητα 6.3.) και τέλος καταγράφονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ ενότητα 6.4.)

6.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα μετά την ανάλυση των δεδομένων βάσει των ερευνητικών ερωτημάτων που έχουν τεθεί στη συγκεκριμένη εργασία. Αναλυτικά, στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται οι "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών αναφορικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών (βλ. υποενότητα 6.2.1.). Η δεύτερη υποενότητα αφορά στην παρουσίαση και τον σχολιασμό της εξέλιξης των πρακτικών των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών (βλ. υποενότητα 6.2.2.). Στις τελευταίες δύο υποενότητες παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στη συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού (βλ. υποενότητα 6.2.3.) και στη συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις πρακτικές των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών (βλ. υποενότητα 6.2.4.) αντίστοιχα.

6.2.1. Οι "μαθησιακές διαδρομές" των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών

Στη διάρκεια των διδασκαλιών, η εξέλιξη της νοητικής προόδου των μαθητών δεν ήταν ομοιόμορφη. Οι «μαθησιακές διαδρομές» που ακολούθησαν οι μαθητές, κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των αντιλήψεών τους για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό χαρακτηρίζονται από μια έντονη διαφορετικότητα (βλ. υποενότητα 5.2., Πίνακες 5.1. - 5.4.). Εντοπίστηκαν μαθητές με μια συνεχή νοητική πρόοδο και μαθητές με «παλινδρομήσεις» ανάμεσα στις αρχικές τους αντιλήψεις και στις επιδιωκόμενες από τη διδασκαλία αντιλήψεις. Φαίνεται ότι οι μαθητές δεν εγκαταλείπουν εύκολα ένα τρόπο σκέψης προς όφελος ενός εναλλακτικού τρόπου τον οποίο στοχεύει να οικοδομήσει η διδασκαλία. Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν μαθητές που υιοθετούν τις νέες αντιλήψεις και τις εφαρμόζουν συστηματικά μέχρι το τέλος των διδασκαλιών. Υπάρχουν όμως και μαθητές που «παλινδρομούν» ανάμεσα στις αρχικές και στις προς οικοδόμηση αντιλήψεις κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών μέχρι να αποκτήσουν την αντίληψη προς τη σχολική γνώση. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι πιο αποτελεσματικές αναδείχθηκαν οι δραστηριότητες που σχετίζονται με σχεδίαση και πραγματοποίηση ερευνών.

Η ανομοιογένεια στις «μαθησιακές διαδρομές» μπορεί να αποδοθεί στην ανθεκτικότητα των αντιλήψεων των μαθητών. Ο ισχυρός χαρακτήρας ορισμένων αντιλήψεων των μαθητών για το βρασμό, τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και το γεγονός ότι δύσκολα οι αντιλήψεις επηρεάζονται από διάφορες μορφές διδασκαλίας είναι επίσης αποτέλεσμα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί (ενδεικτικά: Harrison & Treagust 1995; Johnson, 1998; Kirbulut & Beeth, 2013; Paik, Kim, Cho & Park, 2004). Γενικότερα, ο ανθεκτικός χαρακτήρας των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών έχει επαρκώς τεκμηριωθεί στη συναφή ερευνητική βιβλιογραφία (ενδεικτικά: Chi, Kristensen, & Roscoe, 2012; Gunstone, Gray & Searle, 1992; Mestre & Touger, 1989; Pantazopoulou & Skoumios, 2013).

6.2.2. Η εξέλιξη των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών

Η εξέλιξη των πρακτικών των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών (αναγνώριση-διατύπωση ερωτημάτων για έρευνα και αναγνώριση-έλεγχος των μεταβλητών_ήταν

ανομοιογενής στη διάρκεια των διδασκαλιών. Στη διατύπωση των επιστημονικών ερωτημάτων και στην αναγνώριση των μεταβλητών εντοπίστηκαν μαθητές με μια συνεχή πρόοδο και μαθητές, οι οποίοι «παλινδρομούσαν» σε λανθασμένες διατυπώσεις ή δυσκολεύονται στην αναγνώριση των μεταβλητών (βλ. υποενότητα 5.3., Πίνακες 5.5. - 5.8.). Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν μαθητές που ανέπτυξαν την πρακτική διατύπωσης ερευνητικών ερωτημάτων και αναγνώρισης της ανεξάρτητης μεταβλητής, των μεταβλητών ελέγχου και της εξαρτημένης μεταβλητής και την εφάρμοζαν συστηματικά σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών. Υπάρχουν όμως και μαθητές που περιπτώσιακά διατυπώνουν σωστά ερευνητικά ερωτήματα και αναγνωρίζουν τις μεταβλητές, αλλά επιστρέφουν πάλι σε λανθασμένες διατυπώσεις και δεν ανέπτυξαν τις συγκεκριμένες πρακτικές μέχρι το τέλος της παρέμβασης. Οι περισσότεροι μαθητές μέχρι το τέλος των διδασκαλιών διατυπώνουν σωστά επιστημονικά ερωτήματα και αναγνωρίζουν την ανεξάρτητη μεταβλητή. Αποτελεσματικές στην ανάπτυξη των συγκεκριμένων πρακτικών αναδείχθηκαν οι δραστηριότητες που σχετίζονται με σχεδίαση ερευνών.

Η ανομοιογένεια στην εξέλιξη των πρακτικών σχεδίασης ερευνών μπορεί να αποδοθεί στο ότι οι μαθητές δεν είναι εξοικειωμένοι με αυτές τις πρακτικές και σπάνια εμπλέκονται με αυτές κατά τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στο σχολικό πλαίσιο (Kyriazi, & Constantinou, 2004). Η διαπίστωση αυτή συνάδει με αποτελέσματα συναφών ερευνών (Chen & Klahr, 1999; Duggan & Gott, 2000; Khishfe & Lederman, 2006; Lederman, 2007).

6.2.3. Η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού

Η διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μαθητών μέσα από το εκπαιδευτικό υλικό που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε αναδείχθηκε εφικτή. Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση διαφοροποιούνται (βλ. υποενότητα 5.4., Πίνακες 5.9 – 5.16). Συνεπώς, διαπιστώνεται ότι η διδακτική παρέμβαση συνέβαλε σημαντικά στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι δυνατόν να αποδοθούν σε λόγους που σχετίζονται με τις δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκαν. Η δομή των δραστηριοτήτων συνεισέφερε στη

δημιουργία αντιπαραθέσεων μεταξύ των μαθητών. Η συζήτηση μεταξύ των μαθητών κάθε ομάδας σε κάθε δραστηριότητα όπου οι μαθητές προσπαθούσαν να υποστηρίξουν τους ισχυρισμούς τους και να πείσουν τους συμμαθητές τους βοήθησε τους μαθητές να εμπλακούν ενεργά σε διαλογική επιχειρηματολογία που συνεισέφερε στην εννοιολογική αλλαγή (Asterhan & Schwarz, 2009; Skoumios, 2009). Επιπλέον, η χρήση επιστημονικών πρακτικών (σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας), συνεισέφερε στην αλλαγή των αντιλήψεων που αφορούν στις αλλαγές κατάστασης των σωμάτων και τη θερμοκρασία. Οι επιστημονικές πρακτικές αποτελούν τα «κλειδιά» για την κατανόηση των ιδεών και εννοιών των Φυσικών Επιστημών (NRC, 2012; NGSS Lead States, 2013). Η διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών υποβοηθήθηκε επίσης από τη χρήση ψηφιακών και πραγματικών υλικών στη σχεδίαση και πραγματοποίηση ερευνών. Έρευνες έχουν δείξει ότι οι προσομοιώσεις συμβάλουν σημαντικά στην αλλαγή των αντιλήψεων (ενδεικτικά: Τζιμογιάννης κ.ά., 1998; Τζιμογιάννης και Μικρόπουλος, 2000). Συν τοις άλλοις το θέμα της μαγειρικής που επιλέχτηκε βοήθησε τους μαθητές να κατανοήσουν τις έννοιες και τα φαινόμενα που διδάχθηκαν και να υιοθετήσουν πιο εύκολα αντιλήψεις προς τη σχολική γνώση. Η μαγειρική αποτελεί τη «γέφυρα» για τη σύνδεση της εκπαίδευσης των μαθητών στις ΦΕ με την καθημερινή ζωή. Όπως αναφέρεται και στην Strohl (2015) παραδείγματα από τον πραγματικό κόσμο προσφέρουν κάτι στον επιστημονικό γραμματισμό που είναι πιο δύσκολο να συλληφθεί στην παραδοσιακή τάξη.

6.2.4. Η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών

Η ανάπτυξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών μέσω του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε και εφαρμόστηκε αναδείχθηκε εφικτή. Πριν και μετά τη διδασκαλία φάνηκαν διαφορές στην ανάπτυξη των επιστημονικών πρακτικών (αναγνώριση ερωτημάτων για έρευνα και αναγνώριση έλεγχος των μεταβλητών) των μαθητών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών (βλ. υποενότητα 5.5., Πίνακες 5.17. – 5.22.). Η διδακτική παρέμβαση που εφαρμόστηκε φαίνεται να συνέβαλε και στην ανάπτυξη επιστημονικών πρακτικών που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.

Τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αποδοθούν στις δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκαν. Οι δραστηριότητες υποστήριζαν τους μαθητές να διατυπώσουν ερευνητικά ερωτήματα, να κάνουν υποθέσεις, να προβούν σε αναγνώριση και έλεγχο των μεταβλητών και να περιγράψουν

τη πειραματική διαδικασία. Το εικονικό εργαστήριο βοήθησε τους μαθητές να αναπτύξουν τις επιστημονικές πρακτικές που αφορούν στη σχεδίαση ερευνών.. Μέσα στα εικονικά εργαστήρια ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρατηρήσει στοιχεία που μπορούν να αλληλεπιδρούν και τις σχέσεις μεταξύ τους, καθώς επίσης και να τα τροποποιήσει, να μετρήσει με εικονικά όργανα και να καταγράψει τα αποτελέσματα των εικονικών πειραμάτων.

6.3. Περιορισμοί της έρευνας

Περιορισμό της έρευνας αποτελεί το δείγμα της. Στη συγκεκριμένη έρευνα συμμετείχαν 12 μαθητές της Ε΄ τάξης του Δημοτικού ενός ιδιωτικού σχολείου του Αγρινίου. Ο αριθμός των μαθητών και η εφαρμογή της παρέμβασης σε ένα μεγαλύτερο εύρος περιοχών θα οδηγούσε στην εξαγωγή πιο γενικών αποτελεσμάτων.

Επιπλέον, η εφαρμογή μίας διδασκαλίας, η οποία βασίζεται στον παραδοσιακό τρόπο με τη χρήση του σχολικού εγχειριδίου και η σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων μίας διδακτικής παρέμβασης που βασίζεται σε επιστημονικές πρακτικές με τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού σε έννοιες που υπεισέρχονται στη μαγειρική θα έδινε τη δυνατότητα να συγκριθούν οι δύο τρόποι διδασκαλίας και σε αυτόν τον άξονα.

6.4. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων και την καταγραφή των συμπερασμάτων της παρούσας εργασίας προκύπτουν οι παρακάτω προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

- Πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας και σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της με τα μαθησιακά αποτελέσματα μιας διδακτικής παρέμβασης για το ίδιο θέμα που βασίζεται στην παραδοσιακή προσέγγιση για τη μάθηση.
- Πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας σε μεγαλύτερο αριθμό μαθητών από διάφορες περιοχές της Ελλάδας, ώστε να διερευνηθεί αν τα μαθησιακά αποτελέσματα μπορούν να γενικευτούν.
- Πραγματοποίηση της ίδιας έρευνας έναν μήνα μετά τη διδακτική παρέμβαση, προκειμένου να διερευνηθούν αν τα μαθησιακά αποτελέσματα παραμένουν αμετάβλητα με την πάροδο του χρόνου.

- Πραγματοποίηση αντίστοιχης έρευνας σε άλλες εννοιολογικές περιοχές πέρα από τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και τον βρασμό και σύγκριση των μαθησιακών αποτελεσμάτων τους.

6.5. Ανακεφαλαίωση

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα κυριότερα ευρήματα της έρευνας. Συγκεκριμένα, καταγράφηκαν τα συμπεράσματα των "μαθησιακών διαδρομών" των μαθητών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών, η εξέλιξη των επιστημονικών πρακτικών των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών, η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία, τη θερμότητα και το φαινόμενο του βρασμού και η συμβολή του εκπαιδευτικού υλικού που συγκροτήθηκε στις επιστημονικές πρακτικές των μαθητών που αφορούν τη σχεδίαση ερευνών. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν οι περιορισμοί της εργασίας και κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενογλώσση Βιβλιογραφία

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419.
- Albert, E. (1978). Development of the concept of heat in children. *Science Education*, 62(3), 389–399.
- Altrichter, H., Posch, P., Somekh, B., & Feldman, A. (2005). *Teachers investigate their work: An introduction to action research across the professions*. Routledge.
- American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for science literacy*. Oxford University Press.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1–12.
- Andersson, B. (1979). Some aspects of children's understanding of boiling point. In *Proceedings of an International Seminar on Cognitive Development Research in Science and Mathematics*. Leeds: University of Leeds.
- Antoniadou, P., & Skoumios, G. M. (2013). Primary teachers' conceptions about science teaching and learning. *Science in Society*.
- Antwi, V., & Aryeetey, C. (2015). Students' conception on heat and temperature: A study on two senior high schools in the central region of Ghana. *International Journal of Innovative Research and Development*, 4(4).
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2010). "Doing" science versus "being" a scientist: Examining 10/11-year-old schoolchildren's constructions of science through the lens of identity. *Science Education*, 94(4), 617–639.
- Arnold, M., & Millar, R. (1994). Children's and lay adults' views about thermal equilibrium. *International Journal of Science Education*, 16(4), 405–419.
- Asterhan, C. S., & Schwarz, B. B. (2009). Transformation of robust misconceptions through peer argumentation. *Transformation of Knowledge through Classroom Interaction*, 159–172.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: A cognitive view* (Vol. 6). Holt, Rinehart and Winston New York.

- Bar, V., & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363–382.
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik: Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*.
- Barnes, D. (1976). *From communication to curriculum*. Harmondsworth: Penguin Books.
- Baser, M. (2006). Promoting conceptual change through active learning using open source software for physics simulations. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(3). <https://doi.org/10.14742/ajet.1290>
- Baser, M., & Geban, Ö. (2007). Effectiveness of conceptual change instruction on understanding of heat and temperature concepts. *Research in Science & Technological Education*, 25(1), 115–133. <https://doi.org/10.1080/02635140601053690>
- Belth, M. (1977). *The process of thinking*. David McKay Company.
- Black, M. (1962). Models and metaphors: Studies in language and philosophy.
- Bloom, B., Englehart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York, Toronto: Longmans, Green.
- Brook, A., Driver, R., Briggs, H., & Bell, B. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat: Full report*. Leeds, UK: University of Leeds, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Brown, A. L., & Campione, J. C. (1994). *Guided discovery in a community of learners*. The MIT Press.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88–98.
- Cajas, F. (1998). Using out-of-school experience in science lessons: an impossible task? *International Journal of Science Education*, 20(5), 623–625.
- Çalık, M. (2008). Facilitating students' conceptual understanding of boiling using a four-step constructivist teaching method. *Research in Science & Technological Education*, 26(1), 59–74. <https://doi.org/10.1080/02635140701847504>
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35(2), 101.
- Casperson, J. M., & Linn, M. C. (2006). Using visualizations to teach electrostatics. *American Journal of Physics*, 74(4), 316–323. <https://doi.org/10.1119/1.2186335>
- Casulleras, R. P., Lagarón, D. C., & Rodríguez, M. I. H. (2010). An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom. *Elearning Papers*, 20, 1–14.

- Chang, J.-Y. (1999). Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83(5), 511–526. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199909\)83:5<511::AID-SCE1>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199909)83:5<511::AID-SCE1>3.0.CO;2-E)
- Chen, Z., & Klahr, D. (1999). All other things being equal: Acquisition and transfer of the control of variables strategy. *Child Development*, 70(5), 1098–1120.
- Chi, M. T. H., Kristensen, A. K., & Roscoe, R. D. (2012). Misunderstanding Emergent Causal Mechanism in Natural Selection. In K. S. Rosengren, S. K. Brem, E. M. Evans, & G. M. Sinatra (Eds.), *Evolution Challenges* (pp. 145–173). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199730421.003.0007>
- Chi, M. T., Slotta, J. D., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4(1), 27–43.
- Chiappetta, E. L. (1997). Inquiry-Based Science. *Science Teacher*, 64(7), 22–26.
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175–218.
- Choi, H., Kim, E., Paik, S., Lee, K., & Chung, W. (2001). Investigating elementary students' understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature. *Elementary Science Education*, 20(5), 123–138.
- Claxton, J. W. (1993). Paving the way to acceptance. Psychological adaptation to death and dying in cancer. *Professional Nurse (London, England)*, 8(4), 206–211.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986a). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473–496.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986b). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473–496.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
- Collins, A. (1997). National science education standards: looking backward and forward. *The Elementary School Journal*, 97(4), 299–313.
- Coştu, B., Ayas, A., Niaz, M., Ünal, S., & Çalik, M. (2007). Facilitating Conceptual Change in Students' Understanding of Boiling Concept. *Journal of Science Education and Technology*, 16(6), 524–536. <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9079-x>
- Cotignola, M. I., Bordogna, C., Punte, G., & Cappannini, O. M. (2002). Difficulties in learning thermodynamic concepts are they linked to the historical development of this field? *Science & Education*, 11(3), 279–291.
- Cowan, R., & Sutcliffe, N. B. (1991). What children's temperature predictions reveal of their understanding of temperature. *British Journal of Educational Psychology*, 61(3), 300–309.

- Cox, M., Webb, M., Abbott, C., Blakeley, B., Beauchamp, T., & Rhodes, V. (2004). An investigation of the research evidence relating to ICT pedagogy.
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613–642.
- Crawford, B. A. (2012). Moving the essence of inquiry into the classroom: Engaging teachers and students in authentic science. In *Issues and challenges in science education research* (pp. 25–42). Springer.
- Dekkers, P. J. J. M., & Thijs, G. D. (1998). Making productive use of students' initial conceptions in developing the concept of force. *Science Education*, 82(1), 31–51. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199801\)82:1<31::AID-SCE3>3.0.CO;2-1](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199801)82:1<31::AID-SCE3>3.0.CO;2-1)
- Devereux, A., James, C., & Dewan, A. K. (2016). Alternative Conceptions: Heat and Temperature.
- Diesterweg, F. A. M. (1835). *Wegweiser zur Bildung für deutsche Lehrer*. Reprint in P. Heilmann (1909). *Quellenbuch der Pädagogik*. Leipzig: Dürrsche Buchhandlung.
- diSessa, A. A. (1983). Phenomenology and the evolution of physics. In D. Gentner & A. I. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 5–33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Dörfler, T. (2004). *Brennstoffe und Energie: Empirische Erhebungen zu Schülervorstellungen und Unterrichtsvorschläge zu deren Korrektur* (Staatsexamensarbeit). Münster.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Elivitch, R. (1990). Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change—some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74(5), 555–569. <https://doi.org/10.1002/sce.3730740506>
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.). (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes [Buckinghamshire]; Philadelphia: Open University Press.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. *Studies in Science Education*, 13(1), 105–122. <https://doi.org/10.1080/03057268608559933>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge.
- Duggan, S., & Gott, R. (2000). Intermediate General National Vocational Qualification (GNVQ) Science: a missed opportunity for a focus on procedural understanding? *Research in Science & Technological Education*, 18(2), 201–214.
- Duit, R. (1995). Vorstellungen und Lernen von Physik und Chemie. *Plus Lucis*, (2), 11–18.
- Duit, R. (2009). Bibliography–STCSE. *Students' and Teachers' Conceptions and Science Education* (Http://Www.Ipn.Uni-Kiel.de/Aktuell/Stcse/Download_stcse.Html).

- Duit, R. (2015). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In E. Kircher, R. Girwidz, & P. Häußler (Eds.), *Physikdidaktik* (pp. 657–680). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-41745-0_22
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671–688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63(2), 221–230.
- Erickson, G. L. (1980). Children's viewpoints of heat: A second look. *Science Education*, 64(3), 323–336.
- Erickson, G., & Tiberghien, A. (1985). Heat and Temperature. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's Ideas in Science* (pp. 52–84). Milton Keynes ; Philadelphia: Open University Press.
- Eylon, B.-S., & Linn, M. C. (1988). Learning and instruction: An examination of four research perspectives in science education. *Review of Educational Research*, 58(3), 251–301.
- Fensham, P. (2003). 1.3 School science and its problems with scientific literacy. *Reconsidering Science Learning*, 21.
- Fitzallen, N., Wright, S., Watson, J., & Duncan, B. (2016). Year 3 students' conceptions of heat transfer. In *Australian Association for Research in Education (AARE) Conference 2016: transforming education research* (pp. 1–12).
- Flick, L., & Lederman, N. G. (2004). Scientific inquiry and nature of science. *Contemporary Trends and Issues in Science Education*.
- Fuchs, H. U. (1987). Thermodynamics-A 'misconceived' theory. In *Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics* (Vol. 3, pp. 160–167). ERIC.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69–96. <https://doi.org/10.1080/03057269508560050>
- Giordan, A., & deVecchi, G. (1987). Les origines du savoir: des conceptions des élèves aux concepts scientifiques. *Delachaux et Niestlé, Paris*.
- Grayson, D., Harrison, A., & Treagust, D. (1995). A multidimensional study of changes that occurred during a short course on heat and temperature. In *Proceedings of Southern African Association for Research in Mathematics and Science Education 3rd Annual Meeting* (Vol. 1, pp. 273–283).

- Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In D. Krüger & H. Vogt (Eds.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung: Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (pp. 105–116). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_10
- Gunstone, R. F., Gray, C. R., & Searle, P. (1992). Some long-term effects of uninformed conceptual change. *Science Education*, 76(2), 175–197.
- Hackling, M., & Prain, V. (2005). Primary connections. *Australian Academy of Science*.
- Hackling, Mark W., & Fairbrother, R. W. (1996). Helping Students To Do Open Investigations in Science. *Australian Science Teachers Journal*, 42(4), 26–33.
- Hackling, Mark William. (1998). *Working Scientifically: Implementing and Assessing Open Investigation Work in Science: a Resource Book for Teachers of Primary and Secondary Science*. Education Department of Western Australia.
- Harrison, A. G., Grayson, D. J., & Treagust, D. F. (1999). Investigating a grade 11 student's evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 55–87. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199901\)36:1<55::AID-TEA5>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199901)36:1<55::AID-TEA5>3.0.CO;2-P)
- Hewson, M. G. A., & Hamlyn, D. (1984a). The influence of intellectual environment on conceptions of heat. *European Journal of Science Education*, 6(3), 245–262.
- Hewson, P. W., & Hewson, M. G. A. (5/1984b). The role of conceptual conflict in conceptual change and the design of science instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/BF00051837>
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education.
- Johnson, P. M. (1998). Children's understanding of state involving the gas state, Part 2. Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695–709.
- Jonassen, D. H. (2006). *Modeling with technology: Mindtools for conceptual change*. Pearson Merrill Prentice Hall Upper Saddle River, NJ.
- Kang, S., Scharmann, L. C., & Noh, T. (2004). Reexamining the Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. *Research in Science Education*, 34(1), 71–96. <https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000021001.77568.b3>
- Kariotogloy, P., Koumaras, P., & Psillos, D. (1993). A constructivist approach for teaching fluid phenomena. *Physics Education*, 28(3), 164.
- Kesidou, S., & Duit, R. (1993). Students' conceptions of the second law of thermodynamics—an interpretive study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 85–106.

- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 43(4), 395–418.
- Kim, E. (n.d.). *Investigation elementary students' understanding levels and alternative conceptions of heat and temperature* (Unpublished master's thesis). Korea National University of Education, Chung-buk.
- Kirbulut, Z. D., & Beeth, M. E. (2013). Consistency of students' ideas across evaporation, condensation, and boiling. *Research in Science Education*, 43(1), 209–232.
- Kircher, E., Girwidz, R., & Häußler, P. (Eds.). (2009). *Physikdidaktik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-01602-8>
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3–4), 313–350. <https://doi.org/10.1080/10508406.1998.9672057>
- Krajcik, J., Marx, R., Blumenfeld, P., Soloway, E., & Fishman, B. (2000). *Inquiry Based Science Supported by Technology: Achievement among Urban Middle School Students*. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED443676>
- Kwon, J. (1997). The necessity of cognitive conflict strategy in science teaching. Presented at the International Conference on Science Education: Globalization of Science Education, May 26 - 30, 1997, Seoul, Korea.
- Kyriazi, E., & Constantinou, C. (2004). The Science Fair as a Means for Developing Investigative Skills in Elementary School. In *Proceedings of the 1st International Conference on Hands on Science* (pp. 5–9).
- Lead States, N. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press Washington, DC.
- Lederman, N. G. (2013). Nature of science: Past, present, and future. In *Handbook of research on science education* (pp. 845–894). Routledge.
- Lee, Y. J. (1998). *The effect of cognitive conflict on students' conceptual change in Physics* (Doctoral dissertation). Korea National University of Education.
- Lewis, E. L., & Linn, M. C. (1994). Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(6), 657–677.
- Linn, M. C., & Songer, N. B. (1991). Teaching thermodynamics to middle school students: What are appropriate cognitive demands? *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 885–918. <https://doi.org/10.1002/tea.3660281003>

- Lunetta, V. N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. *International Handbook of Science Education, 1*, 249–264.
- Madu, B. C., & Orji, E. (2015). Effects of Cognitive Conflict Instructional Strategy on Students' Conceptual Change in Temperature and Heat. *SAGE Open, 5*(3), 215824401559466. <https://doi.org/10.1177/2158244015594662>
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Psychology Press.
- Mestre, J., & Touger, J. (1989). Cognitive research-what's in it for physics teachers? *The Physics Teacher, 27*(6), 447–456.
- Muller, D. (2011). *Misconceptions About Heat*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=hNGJ0WHXMyE>
- Muller, D. (2012). *Misconceptions About Temperature*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=vqDbMEDLiCs>
- Nachmias, R., Stavy, R., & Avrams, R. (1990). A microcomputer-based diagnostic system for identifying students' conception of heat and temperature. *International Journal of Science Education, 12*(2), 123–132. <https://doi.org/10.1080/0950069900120201>
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy of Sciences. National Research Council.(2012). *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Cross-Cutting*.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Niaz, M. (2000). A Framework to Understand Students' Differentiation Between Heat Energy and Temperature and its Educational Implications. *Interchange, 31*(1), 1–20. <https://doi.org/10.1023/A:1007665712824>
- Niaz, M. (2006). Can the study of thermochemistry facilitate students' differentiation between heat energy and temperature? *Journal of Science Education and Technology, 15*(3–4), 269.
- Nussbaum, J., & Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional Science, 11*(3), 183–200. <https://doi.org/10.1007/BF00414279>
- Ortony, A. (1975). Why Metaphors Are Necessary and Not Just Nice 1. *Educational Theory, 25*(1), 45–53.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions.

- Osborne, R. J., Bell, B. F., & Gilbert, J. K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5(1), 1–14.
- Osborne, R. J., & Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825–838. <https://doi.org/10.1002/tea.3660200905>
- Paik, S.-H., Cho, B.-K., & Go, Y.-M. (2007). Korean 4-to 11-year-old student conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(2), 284–302.
- Pantazopoulou, A., & Skoumios, M. (2012). The persistence of students' conceptions about buoyancy in gases. *Science in Society*, 95.
- Pfundt, H. (1975). Ursprüngliche Erklärungen der Schüler für chemische Vorgänge. In *MNU* 28 (pp. 157–162).
- Pfundt, H. (1981). Das Atom - letztes Teilungsstück oder erster Aufbaustein? Zu den Vorstellungen, die sich Schüler vom Aufbau der Stoffe machen. In *chimica didaktika* 7 (pp. 75–94).
- Phillips, D. A., & Shonkoff, J. P. (2000a). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies Press.
- Phillips, D. A., & Shonkoff, J. P. (2000b). *From neurons to neighborhoods: The science of early childhood development*. National Academies Press.
- Poon, C.-L., Lee, Y.-J., Tan, A.-L., & Lim, S. S. L. (2012). Knowing Inquiry as Practice and Theory: Developing a Pedagogical Framework with Elementary School Teachers. *Research in Science Education*, 42(2), 303–327. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9199-9>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Project, C. L. in S., Brook, A., Driver, R., Briggs, H., & Bell, B. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat: Summary report*. University, Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Roth, W. M. (1995). *Authentic school science (Vol. 1)*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Rumelhart, D. E., & Norman, D. A. (1976). *Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning*. CALIFORNIA UNIV SAN DIEGO LA JOLLA CENTER FOR HUMAN INFORMATION PROCESSING.
- Sassi, E. (2000). Computer supported lab-work in physics education: advantages and problems. In *International Conference on Physics Teacher Education beyond 2000*.

- Sciarretta, M. R., Stilli, R., & Missoni*, M. V. (1990). On the thermal properties of materials: common-sense knowledge of Italian students and teachers. *International Journal of Science Education*, 12(4), 369–379.
- Scott, P. H., Asoko, H. M., & Driver, R. H. (1991). Teaching for conceptual change: A review of strategies. *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*, 71–78.
- Shin, M. R. (1999). *A survey on heat-transfer conception of middle school students* (Unpublished master's thesis). Korea National University of Education, Chung-buk.
- Skoumios, M. (2008). Sociocognitive Conflict Processes in Science Learning: Benefits and limits. *Journal of Baltic Science Education*, 7(3).
- Skoumios, M. (2009). The Effect of Sociocognitive Conflict on Students' Dialogic Argumentation about Floating and Sinking. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(4), 381–399.
- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2004). Dealing with obstacles regarding heat and temperature. In D. Koliopoulos & A. Vavouraki (Eds.), *Science education at cross roads: meeting the challenges of the 21th century* (pp. 107–118). Athens: Science Education Association.
- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2005). The Role of Cognitive Conflict in Science Concept Learning. *The International Journal of Learning*, 12, 185–193.
- Skoumios, M., & Hatzinikita, V. (2006). Research-based teaching about science at the upper primary school level. *International Journal of Learning*, 13(5), 29–42.
- Solomon, J. (1984). Alternative views of energy. *Physics Education*, 19(2), 56.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science.
- Solomon, L. J., & Rothblum, E. D. (1984). Academic procrastination: Frequency and cognitive-behavioral correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 31(4), 503–509. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.31.4.503>
- Sözbilir, M. (2003). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi University Journal of Education*, 20(1), 25–41.
- Stears, M., James, A., & Good, M.-A. (2011). Teachers as learners: a case study of teachers' understanding of astronomy concepts and processes in an ACE course. *South African Journal of Higher Education*, 25(3), 568–582.
- Strohl, C. (2015). *Scientific Literacy in Food Education: Gardening and Cooking in School* (Doctoral dissertation). University of California.
- Symington, D., & Kirkwood, V. (1995). Science in the primary school classroom. *Teaching and Learning in Science: The Constructivist Classroom*, 193–207.

- Thomaz, M. F., Malaquias, I., Valente, M., & Antunes, M. (1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30(1), 19.
- Tiberghien, A. (1985). Heat and Temperature, part B. *Children's Ideas in Science*, 52–84.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2009). Multiple perspectives of conceptual change in science and the challenges ahead. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, 32(2), 89–104.
- Trowbridge, J. E., & Mintzes, J. J. (1985). Students' Alternative Conceptions of Animals and Animal Classification. *School Science and Mathematics*, 85(4), 304–316. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1985.tb09626.x>
- Turgut, U., & Gurbuz, F. (2012). Effect of conceptual change text approach on removal of students' misconceptions about heat and temperature. *International Journal of Innovation and Learning*, 11(4), 386–403.
- Tytler, R. (1998). The nature of students' informal science conceptions. *International Journal of Science Education*, 20(8), 901–927. <https://doi.org/10.1080/0950069980200802>
- van Roon, P. (1992). Work" and" Heat" in teaching thermodynamics. *Empirical Research in Chemistry and Physics Education*, 135–148.
- van Roon, P. H., van Sprang, H. F., & Verdonk, A. H. (1994). 'Work' and 'Heat': on a road towards thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 16(2), 131–144. <https://doi.org/10.1080/0950069940160203>
- Widolo, A., Duit, R., & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior. Presented at the National Association for Research in Science Teaching Annual Meeting, New Orleans.
- Wiser, M. (1986). The Differentiation of Heat and Temperature: An Evaluation of the Effect of Microcomputer Teaching on Students' Misconceptions. Technical Report 87-5.
- Wiser, M., & Amin, T. (2001). "Is heat hot?" Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. *Learning and Instruction*, 11(4), 331–355.
- Wiser, M., & Carey, S. (1983). When heat and temperature were one. *Mental Models*, 267–297.
- Yager, R. E. (1991). The constructivist learning model. *The Science Teacher*, 58(6), 52.
- Zacharia, Z. C., Olympiou, G., & Papaevripidou, M. (2008). Effects of experimenting with physical and virtual manipulatives on students' conceptual understanding in heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1021–1035. <https://doi.org/10.1002/tea.20260>
- Zohar, A., & Aharon-Kravetsky, S. (2005). Exploring the effects of cognitive conflict and direct teaching for students of different academic levels. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 829–855.

Ελληνόγλωσση Βιβλιογραφία

- Βοσνιάδου, Β. (1994). Η εννοιολογική αλλαγή στην παιδική ηλικία: Παραδείγματα από το χώρο της αστρονομίας, Στο Β. Κουλαϊδής (επιμ.), *Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου* (σς 233–261). Αθήνα: Gutenberg.
- Δανασσύς - Αφεντάκης, Α. (2004). *Η εξέλιξη της παιδαγωγικής και διδακτικής σκέψης (17ος - 20ος αι.)*. Αθήνα.
- Καλαμπούκας, Η., Τσέτσιλας, Γ., & Τσουμέτης, Α. (2008). Το εκπαιδευτικό λογισμικό στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών: Η περίπτωση της ενότητας “Θερμότητα - Θερμοκρασία”. Στο Π. Κουμαράς, & Φ. Σέρογλου (Επ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου της ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών με θέμα: «Αναλυτικά προγράμματα και βιβλία φυσικών επιστημών»* (σς 591–599). Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Καλαμπούκας, Η., Τσέτσιλας, Γ., & Τσουμέτης, Α. (2009). Ανιχνεύοντας Τρόπους Αξιοποίησης του Διαδικτύου στη Διδασκαλία και στη Μάθηση Εννοιών και Φαινομένων Αστρονομίας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Παρουσιάστηκε στο 1ο Εκπαιδευτικό Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην εκπαιδευτική διαδικασία». Ανακτήθηκε από <http://www.etpe.gr/conf/?cid=14>
- Καρανίκας, Ι., & Κόκκοτας, Π. (1997). Πρόταση διδακτικής παρέμβασης για έννοιες που χρησιμοποιούνται αδιάκριτα: η περίπτωση των εννοιών θερμότητα και θερμοκρασία. (σς 62–67). Παρουσιάστηκε στο *Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία στην Α'βάθμια Εκπαίδευση*, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική Φυσικών Επιστημών II*. Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Κόκκοτας, Π. (2004). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Μέρος II. Σύγχρονες Προσεγγίσεις στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. (5η έκδ.)*. Αθήνα: Συγγραφέας.
- Κόκκοτας, Π. (2008). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Γρηγόρης.
- Κουλαϊδής, Β. (1994). Επιστημολογία και κατασκευή Αναλυτικών Προγραμμάτων: Η επιλογή περιεχομένου για την διδασκαλία των ΦΕ. Στο *Σύγχρονη Εκπαίδευση* (τ. 75, σς 22–29).
- Κουλαϊδής, Β. (2001). Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: αντικείμενο και αναγκαιότητα, Στο Β. Κουλαϊδής (επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, (τόμος Α)*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.

- Κωνσταντίνου, Ν., & Ζαχαρία, Ζ. Χ. (2008). Η επίδραση πραγματικών και εικονικών περιβαλλόντων μάθησης στις αντιλήψεις παιδιών της Α΄ Δημοτικού για την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής αναφορικά με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Στο *Ποιότητα στην Εκπαίδευση: Έρευνα και Διδασκαλία* (σς 294–316). Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία. Ανακτήθηκε από http://www.pek.org.cy/Proceedings_2008/pdf/f3.pdf
- Μπουλουζή, Α. (2012). *Οι γνώσεις και οι αντιλήψεις που αποκτούν οι μαθητές για την έννοια ενέργεια κατά τη διδασκαλία των μαθημάτων χημείας, φυσικής και βιολογίας* (PhD Thesis). Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ). Σχολή Θετικών Επιστημών. Τμήμα Χημείας. Ανακτήθηκε από <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/29256>
- Παππάς, Θ. Γ. (2002). *Η μεθοδολογία της επιστημονικής έρευνας στις ανθρωπιστικές επιστήμες*. Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα.
- Ραβάνης, Κ. (1997). Συγκρουσιακές διδακτικές διαδικασίες: από τις περιγραφικές στις συστηματικές όψεις. Το παράδειγμα της Οπτικής. Στο Καλκάνης Γ. (επιμ.), *Οι Φυσικές Επιστήμες και η Τεχνολογία στην Α΄ βάρθμια Εκπαίδευση*. Ανακοινώσεις Δημερίδας, 7 - 8 Φεβ. 1997 (σς 84–89). Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ραβάνης, Κωνσταντίνος. (1991). *Η συμβολή της συγκρουσιακής δυναμικής στη διδακτική μεθοδολογία του μετασχηματισμού των αυθόρμητων παραστάσεων των μαθητών της 5ης Δημοτικού για το φως* (Διδακτορική διατριβή). Π. Τ. Ν., Πάτρα.
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (2007). *Μάθηση και Διδασκαλία στην εποχή της πληροφορίας. Ολική προσέγγιση. Τόμος, Α΄*. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Σκουμιάς, Μ. (2005). *Διδακτική επεξεργασία εμποδίων για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας*. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα.
- Σκουμιάς, Μ. (2012). Σημειώσεις Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση. Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου. Ανακτήθηκε από http://www.pre.aegean.gr/lab-fe/downloads/dfe/DFE_Athmia_EKPAIDEYSH_SHMEIWSEIS_2012_2013.pdf
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα. Στο *Επιθεώρηση της Φυσικής* (τ. 31, σς 58–71).
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2002). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα και θερμοκρασία. Στο Α. Μαργετουσάκη & Π. Γ. Μιχαηλίδης (Επιμ.), *Πρακτικά 3 ου πανελλήνιου συνεδρίου διδακτικής των φυσικών επιστημών και την εφαρμογή νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση* (σς 316–324). Αθήνα: Εκδοτικός Όμιλος Ίων.
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2003). Επιπτώσεις παραγόντων του πλαισίου στις αντιλήψεις μαθητών για τη θερμότητα. Στο: Π. Κόκκοτας, Ι. Βλάχος, Π. Πήλιουρας & Α. Πλακίτση

- (Επιμ.), Πρακτικά 1ου πανελληνίου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή και θέμα: Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην κοινωνία της πληροφορίας (σσ 743–747). Αθήνα: Γρηγόρης.
- Σκουμιάς, Μ., & Χατζηνικήτα, Β. (2006). Πρόταση για τη διδακτική επεξεργασία της «αίσθησης του θερμού/ψυχρού» στη διδασκαλία της θερμότητας-θερμοκρασίας. Στο Ε. Σταυρίδου (Επιμ.), *Πρακτικά 3ου πανελληνίου συνεδρίου της ένωσης για τη διδακτική των φυσικών επιστημών: «Διδακτική φυσικών επιστημών: μέθοδοι και τεχνολογίες μάθησης»* (σσ 194–202). Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες Τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα: Μεταίχμιο.
- Τζιμογιάννης, Α., Κωσταδήμας, Ε., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (1998). Διδασκαλία Φυσικής και Υπολογιστές. Μελέτη της συμβολής των προσομοιώσεων στη διδασκαλία της κινηματικής. Στο Α. Τζιμογιάννης (Επιμ.), *1η Πανεπειρωτική ημερίδα Πληροφορική και Εκπαίδευση* (σσ 64–78). Ιωάννινα.
- Τζιμογιάννης, Α., & Μικρόπουλος, Τ. Α. (2000). Η χρήση των προσομοιώσεων πειραμάτων στη διδασκαλία της έννοιας της επιτάχυνσης. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 112, 127–134.
- Τσιώλης, Γ. (2014). *Μέθοδοι και τεχνικές ανάλυσης στην ποιοτική κοινωνική έρευνα*. Αθήνα: Κριτική.
- Φίλιας, Β. (1996). *Εισαγωγή στη Μεθοδολογία και τις τεχνικές των Κοινωνικών Ερευνών*. Αθήνα: Gutenberg.
- Χαλκιά, Κ. (2010). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις (Τόμος Α')*. Αθήνα: Εκδόσεις Πατάκης.
- Χαλκιά, Κ. (2011). *Σημειώσεις του μαθήματος: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Α' Τόμος)*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Χατζηνικήτα, Β., & Χρηστίδου, Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση μαθητών: γενικά χαρακτηριστικά, στο Β. Κουλαϊδής (Επιστ. ευθ.), *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*, (τόμος Α) (σσ 153–158). Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Ψύλλος, Δ, Αργυράκης, Π., Βλαχάβας, Ι., Χατζηκρανιώτης, Ε., Μπισδικιάν, Γ., Ρεφανίδης, Ι., ... Νικολαΐδης, Ι. (2000). Σύνθετο Εικονικό Περιβάλλον για τη διδασκαλία Θερμότητας - Θερμοδυναμικής. Στο *Πρακτικά 2 ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή: «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Ψύλλος, Δημήτρης. (2007). Μοντέλα και κόσμοι στους εικονικούς χώρους. Στο *ΠΡΑΚΤΙΚΑ 5ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ, ΤΕΥΧΟΣ Α'*. Ανακτήθηκε από

http://kodipheet.chem.uoi.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teyχος_A/1_kentrikes_omilies/3_KO-1-Psillos.pdf

Ψύλλος, Δημήτρης, Κουμαράς, Π., & Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της γνώσης στην τάξη με συνέρευνα δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση: Τρίμηνη Επιθεώρηση Εκπαιδευτικών Θεμάτων*, (70), 34–42.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

(Ερωτηματολόγιο)

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ (1^ο μέρος)

Όνομα: _____

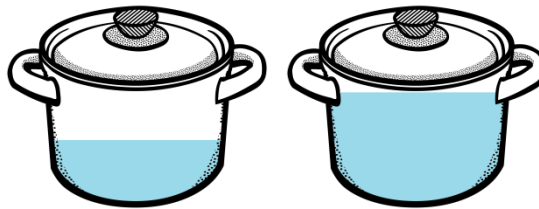
Τάξη / Σχολείο: _____



Γεια σου, είμαι ο Δημήτρης και θέλω να γίνω ο καλύτερος Chef της Ελλάδας! Έχω όμως κάποιες απορίες και χρειάζομαι τη βοήθειά σου!

Κύκλωσε το σωστό γράμμα και αιτιολόγησε την απάντησή σου.

- 1) Εχθές ήθελα να φτιάξω δύο σούπες. Πήρα λοιπόν δύο ίδιες κατσαρόλες και γέμισα τη μία ως τη μέση και την άλλη εντελώς με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

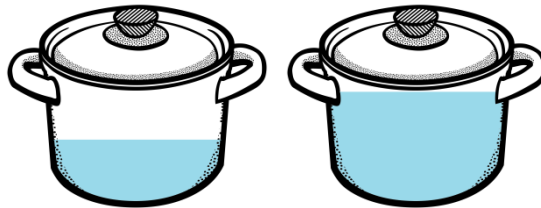


Έβαλα τις δύο κατσαρόλες ταυτόχρονα πάνω σε ίδιες εστίες. Άναψα τις δυο εστίες ταυτόχρονα σε ίδια ένταση. Μετά από 3 λεπτά οι δύο κατσαρόλες πήραν την ίδια θερμότητα. Στη συνέχεια έβαλα σε κάθε κατσαρόλα ένα θερμόμετρο. Η θερμοκρασία ήταν:

- α) ίδια.
- β) διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία.
- γ) διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μικρότερη θερμοκρασία.
- δ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

- 2) Σ' ευχαριστώ! Πέτυχαν οι σούπες και ξετρέλαναν τους πάντες! Τους άρεσαν τόσο πολύ, που μου ζήτησαν, να τους τις ξαναφτιάξω! Έκανα λοιπόν ξανά το ίδιο. Πήρα δύο κατσαρόλες και γέμισα τη μία ως τη μέση και την άλλη εντελώς με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Έβαλα τις δύο κατσαρόλες πάνω σε αναμμένες εστίες. Θέρμανα την πρώτη και στη συνέχεια τη δεύτερη κατσαρόλα, ώστε να φτάσουν στην ίδια θερμοκρασία. Η θερμότητα που πήραν ήταν:

- α) ίδια.
- β) διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα πήρε μεγαλύτερη θερμότητα.
- γ) διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα πήρε μικρότερη θερμότητα.
- δ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

- 3) Οι σούπες έγιναν καταπληκτικές! Την επόμενη μέρα ήθελα να τις σερβίρω και τις έβαλα πάλι στις εστίες.



Μετά από μερικά λεπτά άρχισαν οι σούπες να βράζουν. Τοποθέτησα ένα θερμομέτρο στην κάθε κατσαρόλα. Τι έδειξαν τα θερμομέτρα;

- α) Οι δύο σούπες βράζουν στην ίδια θερμοκρασία!
- β) Οι δύο σούπες βράζουν σε διαφορετική θερμοκρασία. Η γεμάτη κατσαρόλα βράζει σε μεγαλύτερη θερμοκρασία.

γ) Οι δύο κατσαρόλες βράζουν σε διαφορετική θερμοκρασία. Η γεμάτη βράζει σε μικρότερη θερμοκρασία.

δ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

4) Βγάζω τη μισογεμάτη κατσαρόλα από την εστία και μετά από λίγο μετράω τη θερμοκρασία της. Το θερμόμετρο γράφει 60°C . Στη συνέχεια αδειάζω τη σούπα σε δύο μπολ, ώστε κάθε μπολ να έχει την ίδια ποσότητα.



Τι θερμοκρασία θα έχει η σούπα στο κάθε μπολ;

α) Η σούπα στο μπολ θα έχει 60°C .

β) Η σούπα στο μπολ θα έχει 30°C .

γ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

5) Αρρώστησα και θέλω να βράσω νερό, για να φτιάξω ένα τσάι για τον λαιμό μου. Όταν αρχίζει να βράζει το νερό, η θερμοκρασία του είναι 100°C .



Στη συνέχεια αυξάνω την ένταση της φλόγας.



Η θερμοκρασία του νερού θα:

- α) είναι ίση με τους 100°C .
- β) είναι μεγαλύτερη από τους 100°C .
- γ) είναι μικρότερη από τους 100°C .
- δ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

- 6) Τρελαίνομαι για γλυκά και ιδιαίτερα για σουφλέ σοκολάτας! Και εσύ, ε; Έφτιαξα εχθές δύο, ένα μικρό και ένα μεγάλο και τα έβαλα στον φούρνο να ψηθούν. Όταν ήταν έτοιμα, έκλεισα τον φούρνο και τα άφησα στο τραπέζι της κουζίνας.**



Την επόμενη μέρα τα σουφλέ είχαν:

- α) την ίδια θερμοκρασία.
- β) διαφορετική θερμοκρασία.
- γ) Άλλο: _____

Γιατί; _____

- 7) Μια άλλη μέρα έφτιαξα ένα σουφλέ μέσα σε ένα αλουμινένιο ταψάκι. Όταν ψήθηκε, το έβγαλα από τον φούρνο και άφησα το σουφλέ και το ταψάκι στο τραπέζι της κουζίνας.



Την επόμενη μέρα το σουφλέ και το ταψάκι είχαν:

- α) την ίδια θερμοκρασία.
- β) διαφορετική θερμοκρασία.
- γ) Άλλο. _____

Γιατί; _____

- 8) Το σουφλέ τρώγεται καλύτερα με παγωτό. Όταν όμως βγάλω το παγωτό από την κατάψυξη, μου "παγώνουν" τα χέρια. Γιατί γίνεται αυτό;

- α) Επειδή μεταφέρεται θερμότητα από το χέρι στο παγωτό.
- β) Επειδή μεταφέρεται κρύο από το παγωτό στο χέρι.
- γ) Επειδή μεταφέρεται κρύο από το παγωτό στο χέρι και θερμότητα από το χέρι στο παγωτό.
- δ) Άλλο. _____

Γιατί; _____

Καλή τύχη!

Ερωτηματολόγιο (2^ο μέρος)

Όνομα: _____

Τάξη / Σχολείο: _____

Διάβασε το παρακάτω κείμενο και απάντησε στις ερωτήσεις βάζοντας "X" στο αντίστοιχο κουτάκι. Σε κάποιες ερωτήσεις μπορεί να υπάρχουν περισσότερες σωστές επιλογές.

Ο Δημήτρης πεινάει και θέλει να βράσει γρήγορα νερό για να ρίξει μακαρόνια. Κάπου διάβασε, ότι, αν προσθέσεις αλάτι στο νερό, το νερό βράζει πιο γρήγορα. Αποφάσισε λοιπόν να κάνει μια έρευνα.

9) Ποιο από τα παρακάτω ερωτήματα έχει να ερευνήσει;

- Η αρχική θερμοκρασία επηρεάζει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό;
- Η ένταση της εστίας επηρεάζει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό;
- Η ποσότητα του αλατιού επηρεάζει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό;
- Η ποσότητα του νερού επηρεάζει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό;

10) Τι θα πρέπει να αλλάξει στην έρευνα που θα κάνει;

- Την αρχική θερμοκρασία του νερού.
- Την ένταση της εστίας.
- Την κατσαρόλα.
- Την ποσότητα του αλατιού.
- Την ποσότητα του νερού.
- Τις συνθήκες περιβάλλοντος.

11) Τι θα πρέπει να μην αλλάξει στην έρευνα που θα κάνει;

- Την αρχική θερμοκρασία του νερού.
- Την ένταση της εστίας.
- Την κατσαρόλα.
- Την ποσότητα του αλατιού.
- Την ποσότητα του νερού.
- Τις συνθήκες περιβάλλοντος.

12) Τι θα πρέπει να ελέγξει (να μετρήσει) στην έρευνα που θα κάνει;

- Την αρχική θερμοκρασία.
- Την κατσαρόλα.
- Την ποσότητα του νερού.
- Τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.

13) Ποια πειραματική διαδικασία πρέπει να ακολουθήσει;

- Θα θερμάνει στον ίδιο χώρο με διαφορετικού μεγέθους φλόγες δύο ίδιες κατσαρόλες με ίδιες ποσότητες νερού, ίδιας αρχικής θερμοκρασίας, που περιέχουν ίδιες ποσότητες αλατιού και θα μετρήσει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.
- Θα θερμάνει στον ίδιο χώρο με την ίδια φλόγα δύο ίδιες κατσαρόλες με ίδιες ποσότητες νερού, ίδιας αρχικής θερμοκρασίας, που περιέχουν διαφορετικές ποσότητες αλατιού και θα μετρήσει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.
- Θα θερμάνει στον ίδιο χώρο με την ίδια φλόγα δύο ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού, ίδιας αρχικής θερμοκρασίας, που περιέχουν διαφορετικές ποσότητες αλατιού και θα μετρήσει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.
- Θα θερμάνει στον ίδιο χώρο με την ίδια φλόγα δύο ίδιες κατσαρόλες με ίδιες ποσότητες νερού, διαφορετικής αρχικής θερμοκρασίας, που περιέχουν διαφορετικές ποσότητες αλατιού και θα μετρήσει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.
- Θα θερμάνει στον ίδιο χώρο με την ίδια φλόγα δύο ίδιες κατσαρόλες με διαφορετικές ποσότητες νερού, ίδιας αρχικής θερμοκρασίας, που περιέχουν ίδιες ποσότητες αλατιού και θα μετρήσει τον χρόνο μέχρι να βράσει το νερό.

14) Ο Δημήτρης βρήκε σε μια συνταγή για κοτόπουλο στον φούρνο τον παρακάτω πίνακα:

Κοτόπουλο (σε κιλά)	Χρόνος ψησίματος (σε λεπτά)
1	90
1,5	130
2	170
2,5	200

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα σε ποιο συμπέρασμα μπορεί να καταλήξει;

Καλή τύχη!

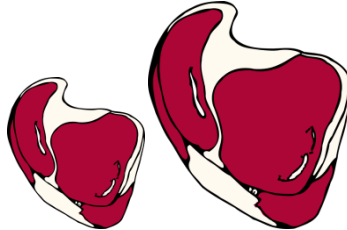
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

(Διδακτικό Υλικό)

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

1η Δραστηριότητα

Ο Δημήτρης έψησε εχθές μια μικρή και μια μεγάλη μπριζόλα και τις άφησε στο τραπέζι της κουζίνας.



Την επόμενη μέρα μέτρησε με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία της κάθε μπριζόλας.

- Το θερμόμετρο έδειξε, ότι:
 - η θερμοκρασία της μικρής μπριζόλας ήταν υψηλότερη.
 - η θερμοκρασία της μεγάλης μπριζόλας ήταν υψηλότερη.
 - οι δύο μπριζόλες είχαν την ίδια θερμοκρασία.
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

Για να απαντήσεις στην ερώτηση σχετικά με τη θερμοκρασία της μικρής και της μεγάλης μπριζόλας, έλαβες υπόψη:

- το μέγεθός τους.
- το υλικό, από το οποίο έχουν φτιαχτεί.
- το πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το υλικό από το οποίο έχουν φτιαχτεί.
- τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
- όλα τα παραπάνω.

2η Δραστηριότητα

Πάνω στο τραπέζι υπήρχε, επίσης, από εχθές ένα μεταλλικό και ένα ξύλινο κουτάλι.



Την επόμενη μέρα μέτρησε με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία του κάθε κουταλιού.

- Το θερμόμετρο έδειξε, ότι:
 - η θερμοκρασία του μεταλλικού κουταλιού ήταν υψηλότερη.
 - η θερμοκρασία του ξύλινου κουταλιού ήταν υψηλότερη.
 - τα δύο κουτάλια είχαν την ίδια θερμοκρασία.
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- Για να απαντήσεις στην ερώτηση σχετικά με τη θερμοκρασία του μεταλλικού και του ξύλινου κουταλιού, έλαβες υπόψη:
 - το μέγεθός τους.
 - το υλικό, από το οποίο έχουν φτιαχτεί.
 - το πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το υλικό, από το οποίο έχουν φτιαχτεί.
 - τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
 - όλα τα παραπάνω.

3η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;

- Ποιες απόψεις έχουμε;

- Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Σώματα	Θερμοκρασία (°C)

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

- Τι άλλο θέλετε να ερευνήσετε;

4η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;

- Ποιες απόψεις έχουμε;

- Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Σώματα	Θερμοκρασία (°C)

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

- Τι άλλο θέλετε να ερευνήσετε;

5η Δραστηριότητα

Συζήτησε τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας σου. Μετά τη συζήτηση που είχες με την ομάδα σου, άλλαξες άποψη για κάτι;

6η Δραστηριότητα

Τοποθετούμε στο ψυγείο μας διάφορα υλικά και την επόμενη μέρα μετράμε τη θερμοκρασία τους. Τα τρόφιμα θα έχουν:

- ίδιες θερμοκρασίες.
- διαφορετικές θερμοκρασίες.

Γιατί: _____

7η Δραστηριότητα

Ξανακοίταξε την 1η και 2η δραστηριότητα.

- Τι άποψη είχες αρχικά;

Τι άποψη έχεις τώρα;

Γιατί: _____

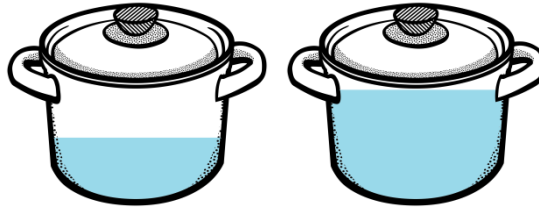
Από τι εξαρτάται η θερμοκρασία που θα έχει ένα αντικείμενο το οποίο βρίσκεται για αρκετό χρονικό διάστημα σε έναν χώρο;

Καλή τύχη!

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

1η Δραστηριότητα

Ο Δημήτρης μια μέρα ήθελε να βράσει μακαρόνια. Πήρε λοιπόν δύο ίδιες κατσαρόλες και γέμισε τη μία ως τη μέση και την άλλη εντελώς με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

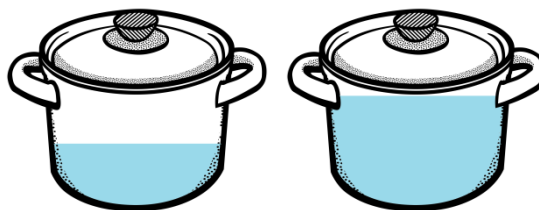


Έβαλε τις δύο κατσαρόλες ταυτόχρονα πάνω σε ίδιες εστίες. Άναψε τις δύο εστίες ταυτόχρονα σε ίδια ένταση. Μετά από 5 λεπτά οι δύο κατσαρόλες πήραν την ίδια θερμότητα. Στη συνέχεια έβαλε σε κάθε κατσαρόλα ένα θερμόμετρο.

- Η θερμοκρασία ήταν:
 - ίδια.
 - διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία.
 - διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μικρότερη θερμοκρασία.
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

2η Δραστηριότητα

Μια άλλη μέρα πήρε ξανά δύο κατσαρόλες και γέμισε τη μία ως τη μέση και την άλλη εντελώς με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Έβαλε τις δύο κατσαρόλες πάνω σε αναμμένες εστίες. Θέρμανε την πρώτη και στη συνέχεια τη δεύτερη κατσαρόλα, ώστε να φτάσουν στην ίδια θερμοκρασία.

- Η θερμότητα που πήραν ήταν:
 - ίδια.

- διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μεγαλύτερη θερμότητα.
- διαφορετική. Το νερό στη γεμάτη κατσαρόλα θα έχει μικρότερη θερμότητα.
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

3η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας (Λογισμικό Σ.Ε.Π.)

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;
- Ποιες απόψεις έχουμε;
- Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Ποσότητα νερού	Θερμοκρασία (°C)

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

- Τι άλλο θέλετε να ερευνήσετε;

4η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας (Λογισμικό Σ.Ε.Π.)

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;

- Ποιες απόψεις έχουμε;

- Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Ποσότητα νερού	Χρόνος θέρμανσης

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

- Τι άλλο θέλετε να ερευνήσετε;

5η Δραστηριότητα

Συζήτησε τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας σου.

Μετά τη συζήτηση που είχες με την ομάδα σου, άλλαξες άποψη για κάτι;

6η Δραστηριότητα

Ο Δημήτρης τρελαίνεται για γλυκά. Μία μέρα έφτιαξε δύο σουφλέ σοκολάτας, ένα μικρό και ένα μεγάλο και τα έβαλε στον φούρνο να ψηθούν, όπως φαίνεται παρακάτω.



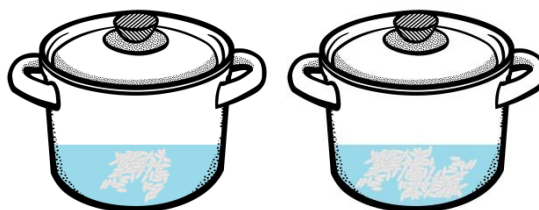
Στη συνταγή έγραφε ότι ο χρόνος ψησίματος είναι 30 λεπτά στους 220°C. Τα δύο σουφλέ θα έχουν:

- ίδιο χρόνο ψησίματος.
- διαφορετικό χρόνο ψησίματος.

Γιατί; _____

7η Δραστηριότητα

Μια άλλη μέρα ο Δημήτρης ήθελε να βράσει ρύζι. Πήρε λοιπόν δύο ίδιες κατσαρόλες και τις γέμισε με ίδιες ποσότητες νερού. Στη μία κατσαρόλα έβαλε μία συσκευασία ρύζι και στην άλλη δύο, όπως φαίνεται παρακάτω.



Το νερό βράζει και στις δύο κατσαρόλες, όταν ρίξουμε το ρύζι μέσα. Στη συσκευασία του ρυζιού γράφει ότι το ρύζι θέλει 12 λεπτά μέχρι να είναι έτοιμο. Το ρύζι στις δύο κατσαρόλες θα είναι έτοιμο:

- την ίδια χρονική στιγμή.
- σε διαφορετική χρονική στιγμή.

Γιατί; _____

8η Δραστηριότητα

Ξανακοίταξε την 1η και 2η δραστηριότητα.

- Τι άποψη είχες αρχικά;

Τι άποψη έχεις τώρα;

Γιατί;

Η θερμοκρασία εξαρτάται από _____.

- Η θερμότητα εξαρτάται από _____.
- Με ποια από τις δύο παρακάτω απόψεις συμφωνείς περισσότερο;
 - Θερμοκρασία και θερμότητα είναι το ίδιο πράγμα.
 - Θερμοκρασία και θερμότητα είναι διαφορετικές έννοιες.

Καλή τύχη!

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

1η Δραστηριότητα

α) Ο Δημήτρης έβαλε μία κατσαρόλα με κρέμα πάνω σε μία αναμμένη εστία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Τι πιστεύεις θα πάθει η θερμοκρασία της κρέμας; Γιατί;

Σχεδιάσε με ένα βέλος τη ροή θερμότητας.

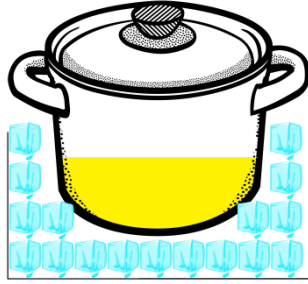
β) Στη συνέχεια άφησε την κατσαρόλα στο τραπέζι της κουζίνας.



Τι πιστεύεις θα πάθει η θερμοκρασία της κρέμας; Γιατί;

Σχεδιάσε με ένα βέλος τη ροή θερμότητας.

γ) Στη συνέχεια πήρε την κατσαρόλα με την κρέμα και την έβαλε σε ένα μεγάλο δοχείο με πάγο, όπως φαίνεται παρακάτω.



Τι πιστεύεις θα πάθει η θερμοκρασία της κρέμας; Γιατί;

Σχεδιάσε με ένα βέλος τη ροή θερμότητας.

δ) Στη συνέχεια άφησε την κατσαρόλα ξανά στο τραπέζι της κουζίνας.



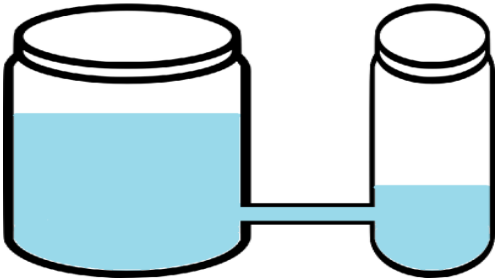
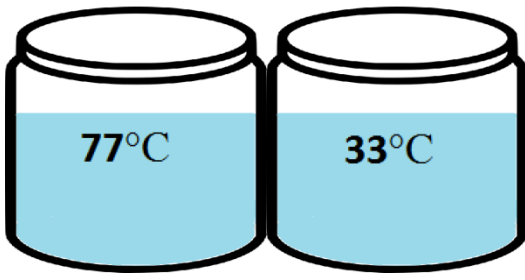
Τι πιστεύεις θα πάθει η θερμοκρασία της κρέμας; Γιατί;

Σχεδιάσε με ένα βέλος τη ροή θερμότητας.

2η Δραστηριότητα

Δύο δοχεία περιέχουν νερό του οποίου η στάθμη είναι διαφορετική στο καθένα. Ενώνουμε τα δύο δοχεία με σωλήνα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Τι θα παρατηρήσεις;

Δύο δοχεία περιέχουν νερό το οποίο έχει διαφορετική θερμοκρασία στο καθένα. Τα δύο δοχεία ακουμπούν μεταξύ τους. Τι θα παρατηρήσεις;

	
<p style="text-align: center;">Δοχείο Α Δοχείο Β</p>	<p style="text-align: center;">Δοχείο Α Δοχείο Β</p>
<p>Συμπλήρωσε τις προτάσεις.</p>	<p>Συμπλήρωσε τις προτάσεις.</p>
<p>Επειδή η στάθμη του νερού στο δοχείο Α είναι υψηλότερη από τη στάθμη του στο δοχείο Β, θα μεταφερθεί από το Α προς το Β, μέχρι η στάθμη του νερού να είναι ίδια και στα δύο δοχεία.</p>	<p>Επειδή η του νερού στο δοχείο Α είναι από τη του νερού του δοχείου Β, θα μεταφερθεί από το Α προς το Β, μέχρι η του νερού να είναι ίδια και στα δύο δοχεία.</p>

3η Δραστηριότητα

Συζήτησε τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας σου. Μετά τη συζήτηση που είχες με την ομάδα σου, άλλαξε άποψη για κάτι;

4η Δραστηριότητα

Ο γνωστός άγγλος Chef Heston Blumenthal δημιούργησε ένα εντυπωσιακό πιάτο το οποίο ονόμασε "Hot and Iced Tea", δηλαδή "ζεστό και παγωμένο τσάι".



(Ο Chef Heston Blumenthal και το "Hot and Iced Tea", όπως αυτό σερβίρεται στο εστιατόριο του "The Fat Duck" στην Αγγλία)

Ο Δημήτρης, όταν διάβασε για το "ζεστό και παγωμένο τσάι", ήθελε αμέσως να δοκιμάσει να το φτιάξει.

Συμφωνείς με την ονομασία του πιάτου; Γιατί;

Δοκίμασε και εσύ να το φτιάξεις. Τι παρατηρείς;

Γιατί συμβαίνει αυτό;

Πώς πιστεύεις το κατάφερε ο Chef;

Φτιάξε και εσύ το "Hot and Iced Tea" με τον δάσκαλό σου. Βάλε ένα θερμομέτρο στο τσάι χαμηλής θερμοκρασίας και ένα στο τσάι με την υψηλότερη θερμοκρασία. Τι παρατηρείς;

Γιατί συμβαίνει αυτό;

Αυτό το πιάτο πρέπει να σερβιριστεί γρήγορα ή αργά και γιατί;

5η Δραστηριότητα

Ξανακοίταξε την 1η δραστηριότητα.

- Τι άποψη είχες αρχικά;

Τι άποψη έχεις τώρα;

Γιατί; _____

Συμπλήρωσε το παρακάτω κείμενο με τις λέξεις: **θερμότητα, θερμοκρασία, ενέργεια, "ζεστό", χαμηλής, "κρύο", υψηλής.**

_____ ονομάζεται το μέγεθος το οποίο μας βοηθάει να περιγράψουμε πόσο _____ ή _____ είναι ένα σώμα.

_____ ονομάζεται η _____ που ρέει από ένα σώμα _____ θερμοκρασίας σε ένα σώμα _____ θερμοκρασίας.

Καλή τύχη!

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

1η Δραστηριότητα

α) Ο Δημήτρης γέμισε μία κατσαρόλα ως τη μέση με νερό και την έβαλε μαζί με ένα θερμομέτρο πάνω σε μία εστία, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Στη συνέχεια γέμισε μία άλλη κατσαρόλα εντελώς με νερό και την έβαλε μαζί με ένα θερμομέτρο πάνω σε μία εστία.

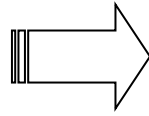


Το νερό στις δύο κατσαρόλες άρχισε να βράζει σε:

- ίδια θερμοκρασία.
- διαφορετική θερμοκρασία. Το νερό στη μισογεμάτη κατσαρόλα βράζει σε υψηλότερη θερμοκρασία.
- διαφορετική θερμοκρασία. Το νερό στη μισογεμάτη κατσαρόλα βράζει σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Γιατί; _____

β) Σ' ένα άλλο πείραμα, όταν το νερό άρχισε να βράζει, είχε θερμοκρασία 100°C . Στη συνέχεια αυξάνουμε την ένταση της φλόγας, όπως φαίνεται παρακάτω.



Τι θα δείξει το θερμόμετρο;

2η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας (Λογισμικό Σ.Ε.Π.)

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;

- Ποιες απόψεις έχουμε;

- Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Ποσότητα νερού	Θερμοκρασία βρασμού(°C)

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

3η Δραστηριότητα

Σχεδίαση έρευνας (Λογισμικό Σ.Ε.Π.)

- Τι θέλουμε να ερευνήσουμε;

- Ποιες απόψεις έχουμε;

Γιατί έχουμε αυτές τις απόψεις;

Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα

Τι αλλάζουμε;	Τι ΔΕΝ αλλάζουμε;	Τι μετράμε;

Πραγματοποίηση έρευνας

- Τι θα κάνουμε;

Τι βρήκαμε;

Συμπληρώστε τον πίνακα με τα αποτελέσματα της έρευνας.

Ένταση φλόγας	Θερμοκρασία βρασμού (°C)

- Τι διαπιστώσατε από την έρευνα που κάνατε;

- Αυτό που διαπιστώσατε ήταν αυτό που περιμένατε;

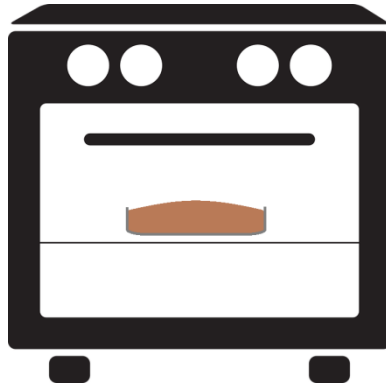
4η Δραστηριότητα

Συζήτησε τα αποτελέσματα των ερευνών με τους συμμαθητές της ομάδας σου.

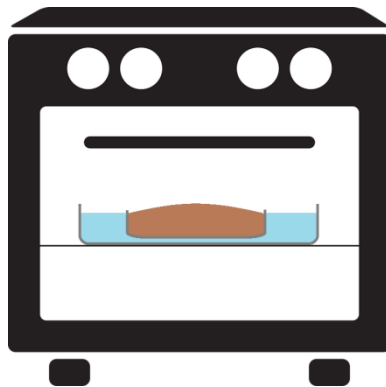
Μετά τη συζήτηση που είχες με την ομάδα σου, άλλαξες άποψη για κάτι;

5η Δραστηριότητα

Ο Δημήτρης ήθελε να φτιάξει μία τέλεια σοκολατόπιτα για τα γενέθλια του φίλου του. Έφτιαξε τη ζύμη, την έβαλε σε ένα ταψί και την έψησε στον φούρνο στους 220°C για αρκετή ώρα, όπως φαίνεται παρακάτω.



Στη συνέχεια την έβγαλε από τον φούρνο και είδε ότι είχε γίνει πολύ σκληρή! Έψαξε στο διαδίκτυο και βρήκε ότι οι chef για να φτιάξουν μαλακιά σοκολατόπιτα βάζουν το ταψί με τη ζύμη σε ένα άλλο μεγαλύτερο ταψί και το γεμίζουν με νερό. Αυτό το κόλπο λέγεται bain-marie. Όταν ο Δημήτρης διάβασε τις οδηγίες, πήγε και έκανε μία καινούρια ζύμη και την έβαλε στον φούρνο, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί, και την έψησε πάλι στους 220°C για αρκετή ώρα.



Όντως, ή σοκολατόπιτα με αυτόν τον τρόπο έγινε τέλεια, γιατί όμως;

6η Δραστηριότητα

Ξανακοίταξε την 1η δραστηριότητα.

- Τι άποψη είχες αρχικά;

Τι άποψη έχεις τώρα;

Γιατί; _____

Συμπλήρωσε το παρακάτω κείμενο με τις λέξεις: **αέριο, αλλάζει, βρασμός, θερμοκρασία, θερμοκρασία βρασμού, θερμότητα, παραμένει σταθερή** (2 λέξεις δεν ταιριάζουν).

Το φαινόμενο κατά το οποίο ένα υγρό μετατρέπεται σε _____ ονομάζεται _____.

Η _____ στην οποία ένα υγρό βράζει λέγεται _____.

Η θερμοκρασία του υγρού _____ κατά τη διάρκεια του βρασμού.

Καλή τύχη!

