

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΤΙΛΗΨΕΩΝ ΤΩΝ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ
ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΟΡΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΠΕ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΟΥΣ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ»**

ΚΟΥΛΤΖΗ ΕΙΡΗΝΗ

ΡΟΔΟΣ, *ΙΟΥΝΙΟΣ 2021*

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΥΛΤΖΗ ΕΙΡΗΝΗ

A.M: 4132018039

Τίτλος στα Ελληνικά

«Διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με χρήση ΤΠΕ για τη διδακτική τους αντιμετώπιση»

Τίτλος στα Αγγλικά

«Investigating people perceptions with visual difficulty about heat and temperature and developing educational material using ICT for teaching treatment»

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΣΚΟΥΜΙΟΣ ΜΙΧΑΗΛ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΣΟΦΟΣ ΑΛΙΒΙΖΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΦΩΚΙΔΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΡΟΔΟΣ, ***ΙΟΥΝΙΟΣ 2021***

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ - ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού με χρήση ΤΠΕ για τη διδακτική τους αντιμετώπιση.

*

Investigating people perceptions with visual difficulty about heat and temperature and developing educational material using ICT for teaching treatment

ΚΟΥΑΤΖΗ ΕΙΡΗΝΗ

Επιβλέπων: Σκουμιάς Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή στις 15 Ιουνίου 2021

1. Σκουμιάς Μιχαήλ, Αναπληρωτής Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



2. Σοφός Αλιβίζος, Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



3. Φωκίδης Εμμανουήλ, Επίκουρος Καθηγητής ΠΤΔΕ Παν. Αιγαίου



ΡΟΔΟΣ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2021

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.

Κουλτζή Ειρήνη

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Επιστήμες της Αγωγής-Εκπαίδευση με χρήση Νέων Τεχνολογιών» του τμήματος Π.Τ.Δ.Ε. της Σχολής Ανθρωπιστικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αιγαίου υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σκουμιό Μιχαήλ.

Στο σημείο αυτό, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσοι στήριξαν, ο καθένας με τον δικό του τρόπο, την εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή και επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Σκουμιό Μιχαήλ, για τη συνεχή στήριξη και καθοδήγηση που μου πρόσφερε, την εμπιστοσύνη και τον σεβασμό που μου έδειξε καθ' όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Οι πολύτιμες συμβουλές του και οι καίριες επιστημονικές παρατηρήσεις του υπήρξαν καθοριστικές για την ομαλή συγγραφή της εργασίας. Η ψυχολογική στήριξη, επίσης, που μου παρείχε αποδείχθηκε ένας σημαντικός βοηθός στην ψυχοφθόρα διαδικασία της συγγραφής μιας διπλωματικής εργασίας. Τον ευχαριστώ θερμά για όλα.

Ευχαριστίες θα ήθελα, επίσης, να απευθύνω σε όλους τους Καθηγητές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών για τις πολύτιμες γνώσεις και δεξιότητες που μου πρόσφεραν, ο καθένας από το δικό του αντικείμενο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον σύζυγό μου Παναγιώτη, το παιδί μου Δημήτρη τους γονείς μου, Νικόλαο και Ευαγγελία και τον αδερφό μου Αντώνη για την στήριξη, τη βοήθεια, την υπομονή, την αγάπη και τη φροντίδα που μου έδειξαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|----|
| Περίληψη | 12 |
| Abstract | 13 |
| Ευχαριστίες | 5 |
| Κατάλογος πινάκων..... | 10 |
| Κατάλογος Εικόνων | 11 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 14 |
| 1.1. Οριοθέτηση του θέματος..... | 14 |
| 1.2. Αναγκαιότητα της εργασίας..... | 14 |
| 1.3. Σκοπός και ερευνητικοί στόχοι | 16 |
| 1.4. Δομή της εργασίας | 16 |
| 1.5. Ανακεφαλαίωση..... | 17 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ | 18 |
| 2.1 Εισαγωγή..... | 18 |
| 2.2 Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες..... | 18 |
| 2.2.1 Συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών | 18 |
| 2.2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών | 20 |
| 2.3 Η επικοινωνιακή προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών | 22 |
| 2.4 Μάθηση των φυσικών επιστημών μέσα από τη χρήση επιστημονικών πρακτικών | 25 |
| 2.5 Το μαθησιακό μοντέλο 5E..... | 27 |
| 2.6 Ανακεφαλαίωση..... | 28 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ..... | 29 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 29 |
| 3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που εστιάζονται στις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας | 29 |
| 3.2.1 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα..... | 30 |
| 3.2.2 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία..... | 33 |

| | |
|---|----|
| 3.2.3 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία..... | 38 |
| 3.2.4 Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων | 38 |
| 3.2.5 Εξηγήσεις των μαθητών για τα θερμικά φαινόμενα | 40 |
| 3.2.6 Μοντέλα σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία | 42 |
| 3.2.7 Εμπόδια με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι οι μαθητές | 43 |
| 3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που εστιάζονται στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας..... | 44 |
| 3.4 Η έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για φαινόμενα των φυσικών επιστημών | 49 |
| 3.5 Συζήτηση και πρωτοτυπία της εργασίας | 53 |
| 3.6 Ανακεφαλαίωση..... | 54 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ..... | 55 |
| 4.1 Εισαγωγή..... | 55 |
| 4.2. Ερευνητικά ερωτήματα..... | 55 |
| 4.3 Συμμετέχοντες..... | 55 |
| 4.4 Ερευνητική Διαδικασία | 56 |
| 4.5 Το ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων | 57 |
| 4.5.1 Η επιλογή της ημι- δομημένης συνέντευξης | 57 |
| 4.5.2. Η ημι- δομημένη συνέντευξη της έρευνας | 58 |
| 4.6 Συλλογή των δεδομένων..... | 61 |
| 4.7 Ανακεφαλαίωση..... | 61 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ..... | 62 |
| 5.1. Εισαγωγή..... | 62 |
| 5.2. Πλαίσια ανάλυσης δεδομένων | 62 |
| 5.3. Διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων | 65 |
| 5.4Ανακεφαλαίωση..... | 65 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ | 65 |

| | |
|--|-----|
| 6.1. Εισαγωγή | 66 |
| 6.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας | 66 |
| 6.2.1. Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν στη χρήση μιας ή δύο οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων | 66 |
| 6.2.2 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του | 73 |
| 6.2.3 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν στη διαφοροποίηση ή μη της θερμοκρασίας και της θερμότητας | 86 |
| 6.2.4 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων | 90 |
| 6.3 Συσχέτιση απαντήσεων μαθητών με τα Μοντέλα σκέψης των μαθητών..... | 98 |
| 6.3.1 Αποτελέσματα ανάλυσης απαντήσεων | 100 |
| 6.3.2α Αποτελέσματα Ερωτήσεων 1 και 2 | 100 |
| 6.3.2β Αποτελέσματα Ερωτήσεων 3,4,5 και 7 | 101 |
| 6.3.2γ Αποτελέσματα Ερώτησης 6 | 102 |
| 6.3.2δ Αποτελέσματα Ερωτήσεων 8 και 9 | 103 |
| 6.3.3 Αντιστοίχιση μοντέλων σκέψης στους μαθητές | 103 |
| 6.4 Ανακεφαλαίωση..... | 104 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ | 105 |
| 7.1 Εισαγωγή | 105 |
| 7.2. Διαδικασία συγκρότησης του εκπαιδευτικού υλικού | 105 |
| 7.3. Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού | 110 |
| 7.4. Ανακεφαλαίωση..... | 118 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 119 |
| 8.1 Εισαγωγή | 119 |
| 8.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους | 120 |
| 8.3 Περιορισμοί της εργασίας..... | 124 |
| 8.4 Προτάσεις για μελλοντική εργασία | 124 |
| 8.5 Ανακεφαλαίωση..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 126 |
| Ελληνική βιβλιογραφία | 126 |
| Ξενόγλωσση βιβλιογραφία | 127 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ | 135 |
| Παράρτημα Ι Συνέντευξη | 135 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Απομαγνητοφωνημένη Συνέντευξη..... | 137 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ Διδακτικό Υλικό – Φύλλα Εργασίας..... | 140 |

Κατάλογος πινάκων

| | |
|---|-----|
| Πίνακας 4.1 Τα ζητήματα προς διερεύνηση, οι πιθανές αντιλήψεις των μαθητών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις της ημι-δομημένης συνέντευξης..... | 57 |
| Πίνακας 5.1 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία..... | 60 |
| Πίνακας 5.2 Μοντέλα σκέψης μαθητών για θερμικά φαινόμενα..... | 62 |
| Πίνακας 6.3.1 Αποτελέσματα απαντήσεων ανά μαθητή..... | 96 |
| Πίνακας 7.1α: Οι φάσεις διδασκαλίας με τις αντίστοιχες δραστηριότητες και επιστημονικές πρακτικές..... | 104 |
| Πίνακας 7.1β: Δομή Φύλλου Εργασίας..... | 107 |

Κατάλογος Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 2.2 Φάσεις μοντέλου επικοινωνιακής διδασκαλίας..... | 23 |
|---|----|

Περίληψη

Οι αντιλήψεις των μαθητών που έχουν διαμορφώσει πριν τη διδασκαλία για έννοιες των Φυσικών Επιστημών, επηρεάζουν σημαντικά τη μαθησιακή διαδικασία. Συνεπώς, είναι αναγκαία η μελέτη αυτών των αντιλήψεων των μαθητών. Ενώ είναι εκτεταμένη η έρευνα που μελετά τις αντιλήψεις των μαθητών διαφόρων ηλικιών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα, απουσιάζουν εργασίες που να μελετούν τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τις παραπάνω έννοιες. Η παρούσα εργασία επιδιώκει αφενός τη διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και αφετέρου τη σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με τη χρήση των ΤΠΕ για τη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των ατόμων. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν τρεις μαθητές της Ε΄ τάξης του δημοτικού με προβλήματα όρασης. Για την συλλογή των ερευνητικών δεδομένων συγκροτήθηκαν και πραγματοποιήθηκαν συνεντεύξεις, οι όποιες στόχευαν στην διερεύνηση των αντιλήψεων των παραπάνω μαθητών για την θερμότητα και την θερμοκρασία. Οι απαντήσεις των μαθητών στις ερωτήσεις, αποτέλεσαν τα δεδομένα της έρευνας. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι οι μαθητές με προβλήματα όρασης είχαν διαμορφωμένες αντιλήψεις για την θερμότητα και την θερμοκρασία που ήταν διαφορετικές της σχολικής γνώσης. Οι αντιλήψεις που εντοπίστηκαν αποτέλεσαν το υπόβαθρο για τη συγκρότηση εκπαιδευτικού υλικού για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα με αξιοποίηση ΤΠΕ, για τη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των μαθητών με προβλήματα όρασης.

Λέξεις-κλειδιά: θερμότητα, θερμοκρασία, αντιλήψεις, μαθητές με προβλήματα όρασης, εκπαιδευτικό υλικό, ΤΠΕ

Abstract

The perceptions of students who have formed before the teaching of concepts of Natural Sciences, significantly affects the learning process. Therefore, it is necessary to study these perceptions of students. While extensive research is being done to study, the perceptions of students of different ages about temperature and heat, there is a lack of work to study the perceptions of visually impaired people about the above concepts. The present work seeks on the one hand to explore the perceptions of visually impaired people about the concepts of heat and temperature and on the other hand to design educational material using ICT to teach these perceptions of people. The sample of the research consisted of three students of the 5th Grade of the primary school with vision problems. For the collection of research data, interviews were set up and conducted, which aimed to investigate the perceptions of the above students about heat and temperature. The students' answers to the questions were the data of this research. The analysis of the data showed that students with visual impairments had formed perceptions of heat and temperature that were different from school knowledge. The perceptions that were identified formed the background for the formation of educational material on temperature and heat using ICT, for the didactic treatment of the perceptions of visually impaired students.

Key-words: heat, temperature, perceptions, visually impaired students, educational material, ICT

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Οριοθέτηση του θέματος

Η παρούσα διπλωματική εργασία εντάσσεται στο ευρύτερο σώμα μελετών που στοχεύουν στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες και στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη διδακτική διαχείριση αυτών των αντιλήψεων των μαθητών (Harrisonetal., 1999· Baser, 2006).

Ειδικότερα, η εργασία αυτή αφενός διερευνά τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και αφετέρου στοχεύει στη σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση νέων τεχνολογιών για τη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.

1.2. Αναγκαιότητα της εργασίας

Η αναγκαιότητα πραγματοποίησης έρευνας για τις αντιλήψεις των ατόμων απορρέει από τις ακόλουθες θέσεις που υιοθετούνται από την παρούσα εργασία. Η πρώτη θέση συνδέεται με την εποικοδομητική άποψη για τη μάθηση, σύμφωνα με την οποία η γνώση δεν λαμβάνεται παθητικά αλλά οικοδομείται από το άτομο (Osborne&Freyberg 1985). Η δεύτερη θέση αφορά στη διαπίστωση ότι τα άτομα πριν ξεκινήσουν την εκπαίδευσή τους στο σχολικό πλαίσιο, έχουν ήδη διαμορφώσει τις δικές τους αντιλήψεις για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Driver, Guesne&Tiberghien 1985· Driver, Squires, Rushworth&Wood-Robinson 1994). Η τρίτη θέση αναφέρεται στη σχέση των αντιλήψεων των ατόμων με τη διδασκαλία. Η γνώση των αντιλήψεων των ατόμων επιτρέπει την καλύτερη οργάνωση μιας πιο αποτελεσματικής διδασκαλίας (Baviskar, Hartle&Whitney 2009· Driver&Oldham 1986).

Σειρά ερευνών καταδεικνύει ότι μαθητές κατέχουν αντιλήψεις για το φυσικό κόσμο οι οποίες έχουν διαμορφωθεί από τις εμπειρίες τους. Συνήθως αυτές οι αντιλήψεις είναι διαφορετικές από την επιστημονική γνώση και τη σχολική της εκδοχή (Driver, Guesne&Tiberghien 1985· Driver, Squires, Rushworth&Wood-Robinson 1994). Αυτές οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών αποτελούν το υπόβαθρο για την ανάπτυξη της διδακτικής διαδικασίας. Οι μαθητές

κατασκευάζουν μόνοι τους την καινούρια γνώση με την βοήθεια τόσο του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος όσο και των βιωματικών τους αντιλήψεων (Havu-Nuutinen, 2005).

Επιλέχθηκε η εννοιολογική περιοχή της θερμοκρασίας και της θερμότητας επειδή αυτή συνδέεται με καταστάσεις της καθημερινής ζωής των παιδιών και περιλαμβάνεται στα αναλυτικά προγράμματα της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ένα ακόμα στοιχείο που βοήθησε στο να επιλέξουμε την συγκεκριμένη εννοιολογική περιοχή είναι το γεγονός του ότι υπάρχει διαφορά ανάμεσα στις αντιλήψεις των μαθητών και στη σχολική γνώση που επιδιώκεται να αναπτύξουν (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000)

Επιπλέον, από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι έχουν διερευνηθεί επαρκώς οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα (ενδεικτικά: Erickson, 1975, 1979, 1980· Erickson & Tiberghien, 1985· Appleton, 1985· Watts & Gilbert, 1985· Briggs & Brook, 1984· Engel & Driver, 1985· Driver et al, 1994· Magnusson & Krajcik, 1993· Arnold et Millar, 1996· Καρανίκας, 1996· Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo, 2000· Kim, 2001· Καρύδας & Κουμαράς, 2000) καθώς και για τα εμπόδια των μαθητών αναφορικά με αυτές τις έννοιες (Skoumios & Hatzinikita, 2004· Skoumios & Hatzinikita, 2006). Επίσης, έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα στις αντιλήψεις των μαθητών (ενδεικτικά: Tiberghien, 1985· Linn & Songer, 1991· Thomaz et al, 1995· Arnold & Millar, 1996· Harrison et al., 1999· Baser, 2006· Baser & Geban, 2007· Lefkos et al., 2011), καθώς και στα εμπόδια των μαθητών (Skoumios & Hatzinikita, 2004· Skoumios & Hatzinikita, 2005, 2006).

Για τα άτομα με προβλήματα όρασης δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να εστιάζουν στις αντιλήψεις τους για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (Jones, 2013). Οι έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών είναι αρκετά δύσκολο να διδαχτούν σε μαθητές με προβλήματα όρασης καθώς τα άτομα αυτά αδυνατούν να λάβουν μέρος σε εργαστηριακά μαθήματα (Henderson, 1965) γεγονός που αποδυναμώνει τους νέους ερευνητές για την προσεγγίσει του θέματός.

Η έλλειψη ερευνών που να μελετούν τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία καθώς και η έλλειψη εκπαιδευτικού υλικού που να εστιάζεται στη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων, κάνουν αναγκαία την πραγματοποίηση μιας τέτοιας έρευνας.

1.3.Σκοπός και ερευνητικοί στόχοι

Σκοπός της εργασίας είναι αφενός η διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και αφετέρου η σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση ΤΠΕ για τη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των ατόμων.

Ειδικότερα, τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας αναφορικά με τον πρώτο άξονα της εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- (α) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμοκρασία;
- (β) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα;
- (γ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη σχέση θερμότητας και θερμοκρασίας;
- (δ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμική αγωγιμότητα;

1.4.Δομή της εργασίας

Η παρούσα εργασία αποτελείται από οχτώ κεφάλαια.

Το πρώτο κεφάλαιο περιλαμβάνει ένα εισαγωγικό κείμενο με πληροφορίες σχετικές με την διπλωματική εργασία και το αντικείμενο μελέτης, την παρουσίαση της αναγκαιότητας υλοποίησής της, τον σκοπό και τους ερευνητικούς στόχους της.

Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και διαπραγματεύεται ζητήματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών και στη διδακτική τους επεξεργασία.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, στην οποία παρουσιάζονται τα ευρήματα προηγούμενων μελετών όσον αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για την θερμοκρασία την θερμότητα και την θερμική αγωγιμότητα και τις διδακτικές παρεμβάσεις πάνω σε αυτές τις αντιλήψεις.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση αυτής της έρευνας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας

Στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται το νέο εκπαιδευτικό υλικό για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία.

Στο όγδοο κεφάλαιο σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της εργασίας και παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της.

1.5.Ανακεφαλαίωση

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί αφενός στη διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και αφετέρου στη σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση ΤΠΕ για τη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των ατόμων. Τα αποτελέσματά της παρέχουν δυνατότητες αξιοποίησης στο πεδίο της έρευνας και ειδικότερα στο πεδίο της διδακτικής πράξης (μέσα από το εκπαιδευτικό υλικό που θα δημιουργηθεί κατά την ολοκλήρωση της εργασίας).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

2.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, το οποίο αποτελείται από τέσσερις επιμέρους ενότητες. Στην πρώτη ενότητα γίνεται αναφορά σε στοιχεία από την έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.2). Στην δεύτερη ενότητα παρουσιάζεται η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών (βλ. ενότητα 2.3). Η τρίτη ενότητα αναφέρεται στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών με χρήση επιστημονικών πρακτικών (βλ. ενότητα 2.4). Στην τέταρτη ενότητα παρουσιάζεται το μαθησιακό μοντέλο 5E (βλ. ενότητα 2.5).

2.2 Η έρευνα για τις αντιλήψεις των μαθητών στις φυσικές επιστήμες

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικότερα συμπεράσματα της έρευνας που αφορά στις αντιλήψεις των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.1) και τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών (βλ. υποενότητα 2.2.2).

2.2.1 Συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών

Τα παιδιά μεγαλώνοντας στο φυσικό και κοινωνικό τους περιβάλλον, πριν εισέλθουν στο σχολικό περιβάλλον έχουν ήδη διαμορφώσει μια σειρά αντιλήψεων για τον κόσμο που τα περιβάλλει (Driver et al., 1994). Οι αντιλήψεις αυτές αποτελούν ένα σύνολο γνώσεων που προέρχονται από πολυσύνθετες άτυπες διαδικασίες μάθησης μέσα στην οικογένεια, στον κύκλο των συνομηλίκων ή αντλούνται από τα σύγχρονα μέσα ενημέρωσης και οι οποίες συγκροτούν με τη σειρά τους επεξηγηματικά πλαίσια τα οποία τις περισσότερες φορές δεν είναι συμβατά με αυτά 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 (Pfundt & Duit, 2004). «Οι αντιλήψεις είναι ο πρωταρχικός δεσμός που μπορεί να έχει το παιδί με τη νέα γνώση, είναι το

προσωπικό μοντέλο για του οποίου την εξέλιξη πρέπει να φροντίσουμε. Δεν μπορούμε να τις αγνοήσουμε για έναν απλό λόγο: αν αγνοήσουμε τις αντιλήψεις αυτές δεν εξαφανίζονται, απλώς απωθούνται»(Sanner, 1983, p. 173).

Η καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών για τις βασικότερες περιοχές της διδασκόμενης φυσικο-επιστημονικής γνώσης, απετέλεσε το αντικείμενο μελέτης ενός εκτεταμένου αριθμού εμπειρικών ερευνών την τελευταία εικοσιπενταετία (Driver et al. 1985, Driver et al. 1994, Pfundt & Duit 2004).

Τα κυριότερα συμπεράσματα, κοινά σε μεγάλο αριθμό αυτών των ερευνών, είναι τα εξής (Driver et al. 1985, Driver et al. 1994):

- Οι μαθητές προσέρχονται στη εκπαιδευτική διαδικασία με διαμορφωμένες ιδέες για τον κόσμο στον οποίο αναπτύσσονται, οι οποίες έχουν δημιουργηθεί με βάση τις αισθητηριακές τους εμπειρίες από το φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον, για έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών(Driver et al. 1985, Driver et al. 1994). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών αποκλίνουν από τις επιστημονικές ιδέες που έχουν κατασκευαστεί από την επιστημονική κοινότητα και σε ελάχιστες περιπτώσεις οι αντιλήψεις τους μπορούν να οδηγήσουν σε αυτές (Κουλαϊδής & Κουζέλης, 1990).
- Οι αντιλήψεις είναι ανθεκτικές στην αλλαγή (Giordan & Vecchi, 1990) και συχνά αντιστέκονται σε οποιαδήποτε προσπάθεια τροποποίησης τους, ενώ ελάχιστα επηρεάζονται από την παραδοσιακή διδασκαλία και αν αυτό συμβεί οποιοδήποτε μαθησιακό αποτέλεσμα δεν έχει χρονική διάρκεια.
- Ορισμένες αντιλήψεις που καταγράφονται από την έρευνα είναι πιο διαδεδομένες από άλλες με αποτέλεσμα να παρατηρούνται σε περισσότερους από ένα μαθητές.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις οι μαθητές μπορεί να διατηρούν μετά τη διδασκαλία τόσο την εξήγηση του δασκάλου από τη «σχολική επιστήμη», όσο και τις αντιλήψεις που είχαν ήδη διαμορφώσει. Είναι δυνατόν επίσης να προκύψει ένα είδος συγχώνευσης ή αλληλεπίδρασης των δύο συστημάτων αντιλήψεων.
- Στη διαμόρφωση των αντιλήψεων των μαθητών καθοριστικό ρόλο αποτελεί το πολιτιστικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ζουν και κυρίως η γλώσσα μέσω της οποίας επικοινωνούν.

2.2.2 Γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών

Οι αντιλήψεις που έχουν δημιουργήσει οι μαθητές πριν ακόμη εισέλθουν στο σχολικό περιβάλλον, εμφανίζουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά. Αυτά τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών παρουσιάζονται στη συνέχεια (Driver et al. 1985· Driver et al. 1994· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Κυριάρχηση της σκέψης από τα αντιληπτικά δεδομένα

Όταν οι μαθητές βρίσκονται αντιμέτωποι με ένα ερώτημα τείνουν να απαντούν με βάση αυτά που αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους (Haney, Czerniak&Lumpe, 1996· Ravanis&Bagakis, 1998). Ως παράδειγμα αναφέρεται στο ότι οι μαθητές συχνά τείνουν να θεωρούν πως όταν η ζάχαρη διαλύεται στο νερό εξαφανίζεται (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Οι μαθητές προσπαθούν να εξηγήσουν αυτό το φαινόμενο με βάση αυτό που παρατηρούν, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τους ότι η ζάχαρη δεν εξαφανίζεται στο νερό, αλλά διαλύεται.

Περιορισμένη εστίαση

Οι μαθητές συνηθίζουν να εξερευνούν μόνο ορισμένες από τις πτυχές των φυσικών φαινομένων, αγνοώντας κάποιες άλλες (Χαλκιά, 2010). Οι πτυχές στις οποίες θα εστιάσουν εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του φαινομένου (Καλλέρη & Ψύλλος, 2001· Newell&Ross, 1996). Επί παραδείγματι, σε ερώτηση σχετικά με τη θερμοκρασία που έχουν δύο παγάκια άνισου μεγέθους, οι μαθητές θεωρούν πως η θερμοκρασία αυτή εξαρτάται από το μέγεθος του αντικειμένου (Skoumios & Hatzinikita, 2005). Ως εκ τούτου, οι μαθητές εστιάζουν μόνο σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του φαινομένου που μελετάται (εν προκειμένω το διαφορετικό μέγεθος που έχουν τα παγάκια), τείνοντας να αγνοούν το ευρύτερο περιβάλλον (εν προκειμένω των κατάψυξη).

Εξάρτηση αντιλήψεων από το πλαίσιο χρήσης τους

Οι μαθητές ορισμένες φορές διαμορφώνουν αντιλήψεις για τα φυσικά φαινόμενα στη βάση της ενεργοποίησής τους εντός ενός συγκεκριμένου πλαισίου (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2003). Καθώς ένα φαινόμενο μπορεί να λαμβάνει χώρα σε διαφορετικές καταστάσεις, και ενδεχομένως με διαφορετικά αποτελέσματα, οι μαθητές ενδέχεται να διαμορφώσουν ακόμα

και αντιφατικές αντιλήψεις. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα των διαφορετικών αντιλήψεων που εκφράζουν οι μαθητές στην περίπτωση που έρχονται σε επαφή δύο σώματα με διαφορετική θερμοκρασία. Όπως αναφέρουν οι Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2003), στην περίπτωση αυτή οι μαθητές: α) οι μαθητές θεωρούν πως όταν ένα θερμό σώμα έρχεται σε επαφή με ένα λιγότερο θερμό, τότε το φαινόμενο που λαμβάνει χώρα είναι η μεταφορά θερμότητας, β) οι μαθητές θεωρούν πως όταν ένα ψυχρό σώμα έρχεται σε επαφή με ένα λιγότερο ψυχρό, τότε το φαινόμενο που λαμβάνει χώρα είναι η μεταφορά ψύχους, γ) οι μαθητές θεωρούν πως όταν ένα θερμό σώμα έρχεται σε επαφή με ένα ψυχρό, τότε το φαινόμενο που λαμβάνει χώρα είναι η μεταφορά θερμότητας και ψύχους ταυτόχρονα.

Έννοιες που δεν διαχωρίζονται

Οι μαθητές ενδέχεται να έχουν δυσκολία να διαχωρίσουν έννοιες στη βάση της καθημερινής τους απόδοσης και χρήσης και της επιστημονικής τους εννοιολόγησης. Αυτό σημαίνει πως οι μαθητές ενδεχομένως να μην μπορούν να διαχωρίσουν έννοιες που στην πραγματικότητα είναι διαφορετικές (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Επίσης, ενδέχεται να χρησιμοποιούν έννοιες ως ταυτόσημες, ενώ στην πραγματικότητα αυτές διακρίνονται, όπως οι έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας (Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2000· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός

Ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός αναπτύσσεται συχνά από τους μαθητές για να περιγράψουν ή να ερμηνεύσουν φαινόμενα ή να δώσουν μια κοινή εξήγηση για τα φαινόμενα αυτά. Σύμφωνα με το χαρακτηριστικό αυτό, οι μαθητές έχουν την τάση να εξηγούν και να ερμηνεύουν τις αλλαγές των συστημάτων χρησιμοποιώντας συλλογισμούς γραμμικούς, αιτιακούς και χρονικούς (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Αυτό σημαίνει πως οι μαθητές διατυπώνουν ένα πείραμα φάση προς φάση, συνδέοντας την κάθε φάση ξεχωριστά με τον χρόνο και την σχέση αιτίου-αποτελέσματος (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Για παράδειγμα, ο μαθητής θεωρεί ότι επειδή ένα σώμα είναι θερμό αυτό εκπέμπει θερμότητα, ενώ η Φυσική αναφέρει ότι επειδή υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σωμάτων διαδίδεται θερμότητα από το ένα σώμα στο άλλο (Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2000). Με άλλα λόγια, αναγνωρίζουν αυθόρμητα έναν διαμεσολαβητή, στη προκειμένη περίπτωση είναι η θερμότητα, ο οποίος μεταφέρεται από ένα σώμα (ενεργητικός παράγοντας) σε ένα άλλο σώμα (παθητικός παράγοντας) (Κολιόπουλος, 2014).

Οι αντιλήψεις είναι ανθεκτικές στην αλλαγή

Η εμπειρική έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όλων των βαθμίδων για μια ποικιλία θεμάτων της φυσικο-επιστημονικής γνώσης έχει αναδείξει τον ιδιαίτερο σταθερό και ανθεκτικό χαρακτήρα τους. Οι αντιλήψεις χαρακτηρίζονται από σταθερότητα και ανθεκτικότητα το γεγονός αυτό έρχεται και σε άμεση σχέση με την εννοιολογική αλλαγή, η οποία, όποτε λαμβάνει χώρα, αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία, που υπερβαίνει τις συνήθεις βραχύχρονες σχολικές διαδικασίες μάθησης. Για παράδειγμα, αναφέρεται έρευνα στην οποία το ποσοστό του ερωτούμενου πληθυσμού που απάντησε θετικά στην πρόταση: «Ο Ήλιος περιστρέφεται γύρω από τη Γη», ήταν πάνω από 30% (Giordan & Vecchi, 1990).

2.3 Η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών

Σύμφωνα με τον Glasersfeld (1993) η εποικοδομητική προσέγγιση για τη μάθηση βασίζεται στη θεωρία ότι ο μαθητής δεν λαμβάνει παθητικά τη γνώση αλλά την κατασκευάζει μέσα από την ενεργή εμπλοκή του στη διαδικασία ανοικοδόμησης με τη βοήθεια του εκπαιδευτικού.

Στόχος της εποικοδομητικής προσέγγισης, είναι οι ίδιοι οι μαθητές να οικοδομήσουν μια καινούργια γνώση για τα φυσικά φαινόμενα μέσω της αλληλεπίδρασης του υπάρχοντος γνωστικού τους συστήματος για αυτά και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (Κολιόπουλος, 2001; Widolo, Duit, & Muller, 2002). Η δομή αυτή λειτουργεί και ως δομή υποδοχής που επιτρέπει την αφομοίωση νέων πληροφοριών και την ερμηνεία και κατανόηση φαινομένων που οι αρχικές του ιδέες δεν τους επέτρεπαν. Στο σημείο αυτό, τα πειράματα μπορεί να επιφέρουν γνωστικές συγκρούσεις όταν στο αντιληπτικό πεδίο του μαθητή δημιουργείται αντιπαράθεση μεταξύ των αρχικών αντιλήψεων και των παρατηρούμενων αποτελεσμάτων (Ραβάνης, 2000) Επειδή, όμως, πολλές φορές ακόμη και οι συγκρούσεις αυτές δεν μπορούν να επιδράσουν στα γνωστικά σχήματα των μαθητών και υπάρχουν απλά ως γνώση, προσδιορίστηκαν οι δύο προϋποθέσεις που πρέπει να υπάρχουν στη γνωστική σύγκρουση (Ραβάνης, 2000).

Σύμφωνα με τους Hewson και Hewson (1984) οι προϋποθέσεις είναι οι εξής:

(α) Να κατανοούν τους συλλογισμούς αυτούς

Οι μαθητές πρέπει να κατανοούν τους συλλογισμούς με τους οποίους έρχονται σε αντίθεση. Αναλυτικότερα, οι μαθητές πρέπει να συγκρίνουν τις προβλέψεις που έκαναν πριν το πείραμα με τις διαπιστώσεις μετά το τέλος του σε ένα μοντέλο, το οποίο να επιτρέπει την κατανόηση του μηχανισμού με τον οποίο σκέφτηκαν (Hewson & Hewson, 1984). Επομένως, είναι απαραίτητο μετά την διαπίστωση της νέας γνώσης, οι μαθητές να την εντάξουν σε ένα μοντέλο με τις παρατηρήσεις τους, με σκοπό την επίδραση της στα γνωστικά σχήματα της σκέψης τους (Hewson & Hewson, 1984).

(β) Να έχουν συγκροτήσει στη σκέψη τους τις αναγκαίες παραμέτρους οι οποίες να επιτρέπουν τη σύγκριση των δύο συγκρουόμενων συλλογισμών

Η προϋπόθεση αυτή βασίζεται στην κατανόηση των χαρακτηριστικών ενός ποιοτικού μοντέλου για την έννοια που μελετάται με σκοπό τη συγκρότηση στη σκέψη τους των αναγκαίων παραμέτρων για την σύγκριση δύο συγκρουόμενων συλλογισμών (Hewson & Hewson, 1984).

Το μοντέλο διδασκαλίας που βασίζεται στην εποικοδομητική διδακτική προσέγγιση μπορεί να περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις (Driver & Oldham, 1986):

Η φάση του προσανατολισμού

Στη φάση αυτή πραγματοποιείται ο προσανατολισμός των μαθητών από τον εκπαιδευτικό προς το μάθημα του, ελκύνοντας το ενδιαφέρον τους και προκαλώντας την περιέργεια τους με αφορμή το εποπτικό υλικό, όπως την επίδειξη μια εικόνας, την αφήγηση μια σύντομης ιστορίας κ.α. Σ' αυτή τη φάση, ο ρόλος του εκπαιδευτικού πρέπει να είναι ενθαρρυντικός ως προς την έρευνα.

Φάση της ανάδειξης των αντιλήψεων των μαθητών

Στη φάση αυτή, στόχος είναι οι μαθητές μέσα από ομάδες, να εκφράσουν και να συγκρίνουν τις εναλλακτικές απόψεις τους καθώς και να αναδειχθούν οι αντιλήψεις τους για το προς μελέτη αντικείμενο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσα από τη συζήτηση, με ερωματολογία, εικόνες, με την παρουσίαση ατομικών εργασιών κλπ. Οι μαθητές, χωρίζονται σε μικρές ομάδες όπου εργάζονται στην αρχή ατομικά κι έπειτα ομαδικά. Έπειτα, η ομάδα, μέσα από την συζήτηση με σωστά επιχειρήματα, καταλήγει και καταγράφει ορισμένες απόψεις, τις οποίες ο εκπαιδευτικός συλλέγει και κατηγοριοποιεί στον πίνακα, με σκοπό να αντιληφθούν οι μαθητές πώς σκέφτονται οι ίδιοι για θέματα που αφορούν τη καθημερινότητά τους. Στο

σημείο αυτό, οι αντιδράσεις του εκπαιδευτικού πρέπει να είναι ενθαρρυντικές απέναντι σε όλες τις απόψεις χωρίς καμία διάθεση κριτικής ή ειρωνείας.

Φάση της αναδόμησης των ιδεών των μαθητών

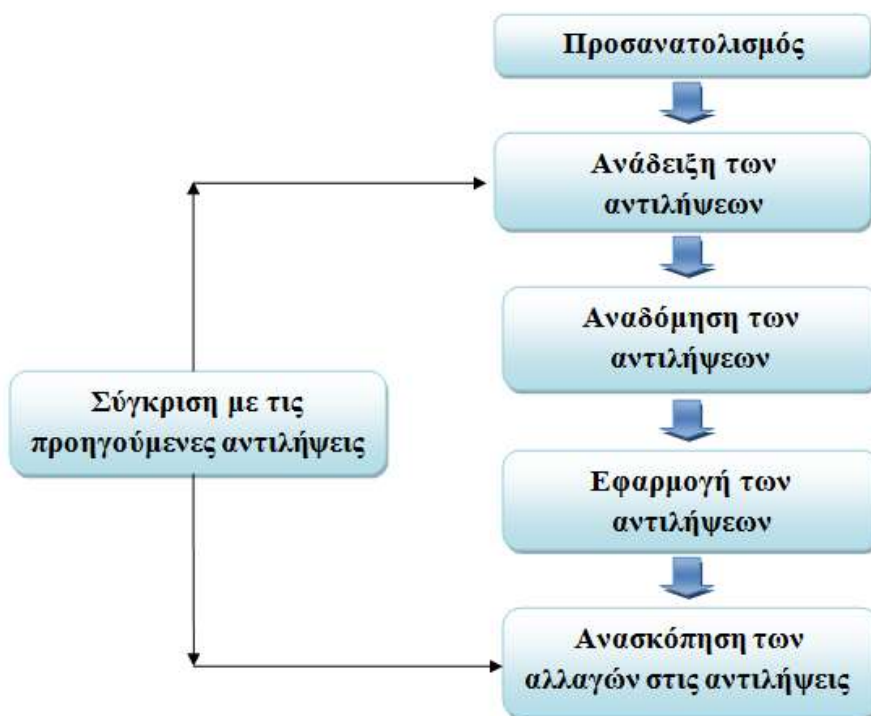
Στη φάση αυτή οι μαθητές, με τη βοήθεια του δασκάλου, ο οποίος τους καθοδηγεί με τη χρήση διαλόγου, καλούνται να ελέγξουν τις αντιλήψεις τους, με σκοπό να τις επεκτείνουν, να αναπτύξουν αντιλήψεις αν δεν είχαν πριν, ή να τις αντικαταστήσουν. Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες, εκτελούν πειράματα και προσπαθούν στο τέλος να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα συγκριτικά με τις προβλέψεις. Στην περίπτωση που τα αποτελέσματα του πειράματος δεν είναι τα αναμενόμενα με βάση τις προϋπάρχουσες ιδέες τους, οι μαθητές αιφνιδιάζονται και καταλήγουν σε γνωστική σύγκρουση. Αυτό ίσως τα οδηγήσει σε εννοιολογική αλλαγή και υιοθετήσουν τις ιδέες που είναι σύμφωνες με το επιστημονικό πρότυπο.

Φάση εφαρμογής των αντιλήψεων

Στη φάση αυτή οι μαθητές συσχετίζουν τις νέες γνώσεις με εμπειρίες της καθημερινής ζωής και ελέγχουν αν η λειτουργικότητα των νέων γνώσεων παρέχει επαρκέστερες ερμηνείες από τις δικές τους για την εξήγηση των φυσικών φαινομένων.

Φάση της ανασκόπησης

Εδώ οι μαθητές αναλογίζονται τον τρόπο με τον οποίο αποκτήθηκε η νέα γνώση συγκρίνοντας την με την παλιά και διαπιστώνοντας τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν κατά τη διαδικασία αυτή. Είναι το μέσον του αυτοελέγχου και της συνειδητοποίησης της γνωστικής πορείας (μεταγνώση).



Σχήμα 2.1 Φάσεις μοντέλου εποικοδομητικής διδασκαλίας (Driver & Oldham 1986)

2.4 Μάθηση των φυσικών επιστημών μέσα από τη χρήση επιστημονικών πρακτικών

Η κεντρική ιδέα της προσέγγισης αυτής είναι ότι η αναθεώρηση των αντιλήψεων των μαθητών γίνεται μέσω της χρήσης επιστημονικών πρακτικών από τους ίδιους τους μαθητές (NRC, 1996, 2000, 2012· Hewson, 2007· Loucks et al., 2003).

Ο σκοπός της εφαρμογής των πρακτικών αυτών είναι να βοηθήσουν τους μαθητές να κατανοήσουν και να εφαρμόζουν ιδέες και έννοιες των Φυσικών Επιστημών με αφετηρία την περιέργεια τους για τον κόσμο γύρω τους καθώς και τις πρώτες αντιλήψεις τους (NRC, 2012). Μ' αυτόν τον τρόπο οι μαθητές θα είναι σε θέση να ερμηνεύουν φαινόμενα, να επιλύουν προβλήματα και να λαμβάνουν αποφάσεις (NGSSLeadStates, 2013). Υποστηρίζεται ότι η ενεργός εμπλοκή των μαθητών με επιστημονικές πρακτικές μπορεί να βελτιώσει τα μαθησιακά αποτελέσματα. Όταν οι μαθητές εμπλέκονται ενεργά με επιστημονικές πρακτικές, έχουν την δυνατότητα να αναθεωρήσουν τις αντιλήψεις τους, να κατανοήσουν τον τρόπο ανάπτυξης της επιστημονικής γνώσης καθώς εργάζονται με τον τρόπο με τον οποίο μελετούν

οι επιστήμονες και επιπλέον προκαλείται το ενδιαφέρον τους και παρακινούνται σε περαιτέρω έρευνα (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007; NRC, 2012).

Για την εκπαίδευση των μαθητών στις Φυσικές Επιστήμες έχουν προταθεί οι ακόλουθες οκτώ επιστημονικές πρακτικές (NRC, 2012), (NGSS Lead States, 2013):

α) Υποβολή ερωτημάτων

Στη πρακτική αυτή, οι μαθητές διατυπώνουν και αξιολογούν ερωτήσεις για τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, οι οποίες μπορούν να απαντηθούν μέσω εμπειρικής έρευνας.

β) Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων

Κατά τη πρακτική αυτή, οι μαθητές εμπλέκονται με τη χρήση και συγκρότηση μοντέλων, τη μετατόπιση ανάμεσα σε διαφορετικούς τύπους μοντέλων, την αναγνώριση και αξιολόγηση των ορίων των μοντέλων και την αναθεώρηση των μοντέλων.

γ) Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας

Στη πρακτική αυτή, οι μαθητές προσδοκείται να είναι σε θέση να σχεδιάζουν και να πραγματοποιούν έρευνες. Συνεπώς, οι δραστηριότητες με τις οποίες εμπλέκονται αφορούν την υποβολή ερώτησης, την εκφορά μιας υπόθεσης, την αναγνώριση και την εξέταση των μεταβλητών, τον τρόπο με τον οποίο θα γίνει η συγκέντρωση των δεδομένων και κάτω από ποιες συνθήκες, τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν για την εγκυρότητα, καθώς επίσης και την επανάληψη των μετρήσεων για την πιστότητα της μέτρησης (NGSS, 2013).

δ) Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων

Στη πρακτική αυτή, οι μαθητές μετά τη συλλογή δεδομένων, περνούν στη ταξινόμηση και ανάλυση των δεδομένων αυτών χρησιμοποιώντας πίνακες, διαγράμματα, απεικονίσεις για την αντιπαραβολή και τη σύνοψη τους. Επίσης, χρησιμοποιούν και στοιχεία από τη στατιστική για να υπολογίζουν το σφάλμα στις μετρήσεις των μεταβλητών τους, έτσι ώστε η ανάλυση και η ερμηνεία των δεδομένων τους να είναι πιο έγκυρη και αξιόπιστη.

ε) Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης

Με τη πρακτική αυτή, οι μαθητές καλούνται να αναπαραστήσουν αριθμητικά τις φυσικές μεταβλητές, να κατασκευάσουν προσομοιώσεις, να αναλύσουν στατιστικά τα δεδομένα, να αναγνωρίζουν, να εκφράζουν και να εφαρμόζουν τις ποσοτικές σχέσεις (NGSS, 2013).

στ) Συγκρότηση εξηγήσεων

Η πρακτική αυτή εστιάζει στην συγκρότηση εξηγήσεων από τους μαθητές. Επιδιώκεται οι μαθητές να είναι ικανοί να διατυπώνουν ισχυρισμούς, τους οποίους είναι σε θέση να υποστηρίζουν με αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς για την υποστήριξη ή την αντίκρουση μιας εξήγησης καθώς και να αναγνωρίζουν κενά ή αδυναμίες σε μια εξήγηση.

ζ) Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία

Η συγκεκριμένη πρακτική, προσδοκά να καλλιεργήσει την ικανότητα στους μαθητές να αναγνωρίζουν τα δυνατά και αδύνατα σημεία σε ένα συλλογισμό έτσι ώστε να μπορούν να τεκμηριώνουν με σαφήνεια και ακρίβεια τις εξηγήσεις που κατασκευάζουν χρησιμοποιώντας αποδεικτικά στοιχεία και συλλογισμούς. Εξίσου σημαντικό είναι οι μαθητές, να είναι σε θέση να εμπλακούν σε επιχειρηματολογία για την εύρεση της καλύτερης εξήγησης για ένα φαινόμενο ατομικά ή ομαδικά και να προβάλλουν προβληματισμούς για την πειστικότητα και την ορθότητα των επιχειρημάτων των άλλων (Reiser, Berland & Kenyon, 2012).

η) Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών

Με τη πρακτική αυτή, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να εμπλακούν με δραστηριότητες που αφορούν τη προφορική ή γραπτή επικοινωνία ιδεών μέσω πινάκων, διαγραμμάτων ή συζητήσεων με τους συνομήλικους, την αξιολόγηση της αξιοπιστίας των επιστημονικών πληροφοριών και την ενοποίηση πληροφοριών που προέρχονται από επιστημονικές πηγές.

2.5 Το μαθησιακό μοντέλο 5E

Το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006), αποτελεί ένα μοντέλο για την ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού και της διδακτικής διαδικασίας.

Το μοντέλο αυτό αποτελείται από πέντε φάσεις:

- Ενεργοποίηση (φάση I)
- Εξερεύνηση (φάση II)
- Εξήγηση (φάση III)

- Εφαρμογή (φάση IV)
- Αξιολόγηση (φάση V)

Αναλυτικότερα, κατά τη φάση I, οι μαθητές καλούνται να επεξεργαστούν ένα πρόβλημα, το οποίο ζητά προβλέψεις και εξηγήσεις. Αρχικά η εργασία είναι ατομική με τον κάθε μαθητή να καταγράφει τις αιτιολογημένες προβλέψεις του. Στη συνέχεια, συζητούν στη τάξη τη διατύπωση ερωτημάτων τους προς έρευνα.

Στη φάση της εξερεύνησης (φάση II), σχεδιάζεται και πραγματοποιείται έρευνα από τους μαθητές, ώστε να απαντηθούν τα ερωτήματα που έθεσαν προηγουμένως.

Κατά τη φάση III, ακολουθεί επεξεργασία των δεδομένων, η εξαγωγή συμπερασμάτων και η σύγκριση με τις αρχικές υποθέσεις.

Στη φάση IV, οι μαθητές επεξεργάζονται προβλήματα, τα οποία διαφέρουν από τα αρχικά, ενώ στη τελική φάση (φάση V), τους ζητείται να συγκρίνουν τις αρχικές απαντήσεις με τις τελικές.

Στη κατηγορία αυτή των μαθησιακών μοντέλων, συμπεριλαμβάνονται επίσης ο μαθησιακός κύκλος του Whiteetal. (1999), το μαθησιακό μοντέλο 7E του Eisenkraft (2003), το διδακτικό πλαίσιο EIMA των Schwarz και Gwekwerere (2007), το μοντέλο 4EX2 των Marshalletal. (2009) και το πλαίσιο των Minneretal. (2010). Τα μοντέλα αυτά παρά τις διαφορές που έχουν μεταξύ τους αποτελούν μια βάση για την ανάπτυξη του εκπαιδευτικού υλικού υποστηρίζοντας έτσι το διδακτικό έργο του εκπαιδευτικού ώστε οι μαθητές να έχουν πολλαπλές ευκαιρίες να κατανοήσουν τις ιδέες και τις έννοιες.

2.6 Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάστηκε το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας. Αρχικά, παρουσιάστηκαν τα συμπεράσματα ερευνών για τις αντιλήψεις των μαθητών, τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών και η εποικοδομητική προσέγγιση στη μάθηση των φυσικών επιστημών. Στην συνέχεια, η μάθηση των φυσικών επιστημών μέσα από τη χρήση επιστημονικών πρακτικών και τέλος το μαθησιακό μοντέλο 5E των Bybee et al. (2006).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρατίθενται τα ευρήματα ερευνών που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν και είναι συναφή με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Το παρόν κεφάλαιο αποτελείται από τρεις ενότητες. Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει ευρήματα ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όσον αφορά στο φαινόμενο τόσο της θερμότητας, όσο και της θερμοκρασίας (βλ. ενότητα 3.2). Η δεύτερη ενότητα περιλαμβάνει ευρήματα ερευνών που αφορούν στη συνεισφορά διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα της θερμοκρασίας και της θερμότητας (βλ. ενότητα 3.3). Η τρίτη ενότητα παρουσιάζει τις έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών (βλ. ενότητα 3.4). Στην τελευταία ενότητα συνοψίζονται τα αποτελέσματα της βιβλιογραφικής ανασκόπησης και τεκμηριώνεται η πρωτοτυπία της εργασίας (βλ. ενότητα 3.5).

3.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που εστιάζονται στις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας

Η παρούσα ενότητα διαχωρίζεται σε επτά επί μέρους υποενότητες: αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα (βλ. υπό-ενότητα 3.2.1), αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία (βλ. υπο-ενότητα 3.2.2), αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία (βλ. υποενότητα 3.2.3), αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων (βλ. υποενότητα 3.2.4), εξηγήσεις των μαθητών για τα θερμικά φαινόμενα (βλ. υποενότητα 3.2.5), μοντέλα σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (βλ. υποενότητα 3.2.6), εμπόδια με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι οι μαθητές (βλ. υποενότητα 3.2.7).

Η ανασκόπηση των ερευνών που εστιάζονται στις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας, καλύπτει εργασίες οι οποίες έχουν δημοσιευτεί σε διεθνή και εθνικά επιστημονικά περιοδικά τα τελευταία σαράντα χρόνια.

3.2.1 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα

Διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών για: (α) τη φύση της θερμότητας, (β) το είδος της θερμότητας, γ) τη χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων και δ) τη διατήρηση ή μη της θερμότητας.

Α) Η φύση της θερμότητας

Αρχικά παρουσιάζονται αποτελέσματα που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών για τη φύση της θερμότητας. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτουν δύο κατηγορίες αντιλήψεων: α) η πρώτη αφορά την αντίληψη της θερμότητας ως ουσίας και β) η δεύτερη την αντίληψη της θερμότητας ως κίνησης σωματιδίων ύλης.

α) Αντίληψη της θερμότητας ως ουσίας

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται διάφορες έρευνες όπως των Erickson (1975, 1979, 1980, 1985), Tiberghien (1980, 1985), Engel (1982) και Harrison et al. (1999). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα αυτών των μελετών, οι μαθητές αποδίδουν στη θερμότητα υλική υπόσταση. Ως εκ τούτου, θεωρούν πως η θερμότητα αποτελεί μία ουσία που ρέει, διαθέτει κινητήρια δύναμη και μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο. Ο Erickson (1979), για παράδειγμα, υποστηρίζει πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται την θερμότητα ως ουσία και την περιγράφουν ως αέρα ή ατμό, που μεταφέρεται μεταξύ αντικειμένων. Η αντίληψη της θερμότητας ως ουσίας μπορεί επίσης να προέρχεται και από τις συζητήσεις που χρησιμοποιούμε στη καθημερινότητά μας έχοντας ως δεδομένο ότι η θερμότητα είναι κάτι που σχετίζεται με το ζεστό και όχι με το κρύο, με τη ζεστασιά των πραγμάτων και των ανθρώπων. Έτσι, εκφράσεις όπως «κλείσε το παράθυρο για να μην φύγει η θερμότητα», είναι πολύ συχνές.

β) Η αντίληψη της θερμότητας ως κίνησης σωματιδίων ύλης

Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η θερμότητα συνδέεται με την κίνηση των σωματιδίων (ατόμων ή μορίων) της ύλης (Erickson 1980, Hewson & Hamlyn 1984, Veiga 1988, Veiga et al. 1989, Kesidou & Duit 1993, Van Roon & Van Sprang 1994, Carlton 2000). Στο πλαίσιο αυτό, η θερμότητα προκύπτει είτε λόγω της κίνησης σωματιδίων (Maskill et al. 1997) είτε λόγω της σύγκρουσης μεταξύ τους (Hewson & Hamlyn 1984, Kesidou & Duit 1993).

B) Είδος φυσικού μεγέθους της θερμότητας

Οι αντιλήψεις των μαθητών αναφορικά με το είδος της θερμότητας, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: α) η πρώτη αφορά τις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα ως ποιοτικό μέγεθος, ενώ β) η δεύτερη τις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος.

α) Η αντίληψη της θερμότητας ως ποιοτικού μεγέθους

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται έρευνες όπως των Wisser (1986), Kesidou και Duit (1993) και Hewson & Hamlyn (1984). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές έχουν την αντίληψη ότι η θερμότητα αποτελεί ένα χαρακτηριστικό ή ιδιότητα των σωμάτων, η οποία μπορεί να μετρηθεί σε βαθμούς χρησιμοποιώντας το θερμόμετρο (Kesidou & Duit, 1993). Αυτή η αντίληψη είναι πιο ευρεία και κυρίαρχη σε μαθητές των πρώτων τάξεων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Hewson & Hamlyn, 1984· Wisser, 1986· Kesidou & Duit, 1993). Ενδιαφέροντα είναι και τα ευρήματα της μελέτης του Wisser (1986), βάσει των οποίων για τους μαθητές η θερμότητα είναι εντατικό μέγεθος, δηλαδή αντιλαμβάνονται τα αποτελέσματα της θερμότητας να είναι ίδια σε όλα τα σημεία του σώματος, και εκτατικό, με την έννοια ότι τα θερμά σώματα που έχουν μεγάλο μέγεθος, προκαλούν αποτελέσματα μεγαλύτερης έντασης (Wisser 1986).

(β) Η αντίληψη της θερμότητας ως ποσοτικού μεγέθους

Σύμφωνα με έρευνες των Kesidou&Duit 1993, Harissonetal. 1999, Loverude, Kautz&Heron 2002, Greenbowe&Meltzer 2003, ορισμένοι μαθητές θεωρούν πως η θερμότητα εμφανίζει χαρακτηριστικά ποσοτικού μεγέθους. Υπό το πρίσμα αυτό, οι μαθητές αντιλαμβάνονται πως διαφορετικές πηγές θερμότητας εκπέμπουν διαφορετικές ποσότητες θερμότητας, με άλλα λόγια, όσο πιο θερμό είναι ένα σώμα τόσο μεγαλύτερη είναι η θερμότητα που εκπέμπει. Ακόμα, θεωρούν ότι μεταξύ δύο σωμάτων που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, το σώμα μεγαλύτερης μάζας περιέχει περισσότερη ποσότητα θερμότητας. Η αντίληψη αυτή κυριαρχεί σε μαθητές ηλικίας 11-12 ετών (Wisser, 1986· Wisser, 1988· Greenbowe & Meltzer, 2003).

Γ) Χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων

Από τα βιβλιογραφικά ευρήματα (Erickson 1975, 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996) προκύπτει ότι, οι αντιλήψεις των μαθητών που αφορούν τη χρήση οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: (α) η αντίληψη της θερμότητας ως μίας οντότητας και (β) η αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων.

(α) Η αντίληψη της θερμότητας ως μίας οντότητας

Σύμφωνα με τους ερευνητές Erickson (1975, 1979, 1980, 1985), Appleton (1985), Engel&Driver (1985), Watts&Gilbert (1985), ArnoldetMillar (1996) οι μαθητές αντιλαμβάνονται ότι η θερμότητα εμφανίζεται με μία οντότητα, που είναι υπεύθυνη τόσο για τη θέρμανση όσο και για τη ψύξη των σωμάτων. Για αυτούς τους μαθητές η θερμότητα κινείται από τα θερμότερα σώματα στα ψυχρότερα: έτσι όταν αγγίζουν κάτι ψυχρό, η θερμότητα του χεριού τους κινείται προς το σώμα που αγγίζουν, ενώ όταν αγγίζουν κάτι θερμό η θερμότητα του σώματος κινείται προς το χέρι τους (Erickson, 1979). Σύμφωνα με τους Engel & Driver (1985) η αντίληψη αυτή επικρατεί στην ηλικία των 12 και άνω.

(β) Η αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων

Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η θερμότητα και το ψύχος είναι δύο διαφορετικές οντότητες και πιο συγκεκριμένα, η θερμότητα είναι υπεύθυνη για τη θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), είναι υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας & Κουμαράς 2000). Για τους μαθητές αυτούς το ψύχος είναι το αντίθετο της θερμότητας, πιο ισχυρό και κινείται πιο γρήγορα από αυτήν (Erickson, 1979· Watts & Gilbert, 1985). Επιπλέον, οι μαθητές έχουν την αντίληψη πως από ένα κρύο αντικείμενο μεταφέρεται κρύο, ενώ από ένα ζεστό μεταφέρεται ζέστη, αντίστοιχα. Θεωρούν δηλαδή το ψύχος ως μια οντότητα διαφορετική της θερμότητας που, όπως και η θερμότητα, μπορεί να μετακινείται (Erickson 1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero

1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996). Η αντίληψη αυτή υπάρχει στους μαθητές από 10 ετών και άνω (Engel & Driver, 1985).

Δ) Διατήρηση ή μη της θερμότητας

Οι αντιλήψεις των μαθητών που αφορούν τη διατήρηση της θερμότητας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: (α) η αντίληψη της διατήρησης της θερμότητας και (β) η αντίληψη της μη διατήρησης της θερμότητας.

(α) Η αντίληψη της διατήρησης της θερμότητας

Σύμφωνα με αυτήν την αντίληψη των μαθητών, η συνολική θερμότητα του συστήματος των σωμάτων κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των θερμικών φαινομένων διατηρείται (Jara-Guerrero 1993, Kesidou & Duit 1993, Van Roon et al. 1994, Loverude 1999, Meltzer 2001). Η αντίληψη αυτή κυριαρχεί στους μαθητές που θεωρούν τη θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος και συνήθως αποδέχονται τη διατήρηση της συνολικής θερμότητας του συστήματος των σωμάτων (Van Roon et al. 1994). Γι' αυτούς, η ποσότητα θερμότητας που χάνει ένα σώμα είναι ακριβώς ίση με την ποσότητα της θερμότητας που κερδίζει ένα άλλο σώμα («όση δίνει, τόση παίρνει») (Kesidou & Duit 1993). Η αντίληψη αυτή κυριαρχεί στους μαθητές από 13 ετών και άνω (JaraGuerrero, 1993· Van Roon et al., 1994).

(β) Η αντίληψη της μη διατήρησης της θερμότητας

Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης των μαθητών, η συνολική θερμότητα κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των θερμικών φαινομένων μεταβάλλεται και ειδικότερα μειώνεται (Wiser 1986). Για παράδειγμα, συχνά οι μαθητές θεωρούν ότι η θερμότητα που απορροφά ένα υγρό κατά τη θέρμανσή του είναι μεγαλύτερη από τη θερμότητα που χάνει κατά την ψύξη του (Wiser 1986, Φασουλόπουλος 2001). Η αντίληψη αυτή κυριαρχεί στους μαθητές που θεωρούν ότι η θερμότητα έχει χαρακτηριστικά ποιοτικού μεγέθους. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές αυτοί θεωρούν πως η θερμότητα που απορροφά ένα υγρό από τη θέρμανσή του είναι μεγαλύτερη από αυτήν που χάνει κατά την ψύξη του. Η αντίληψη αυτή κυριαρχεί στους μαθητές 10 ετών και άνω (Wiser, 1986).

3.2.2 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμοκρασία

Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, προκύπτει ότι τα ζητήματα ως προς τα οποία διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών αφορούσαν: α) στη μη διαφοροποίηση

θερμοκρασίας και θερμότητας και β) στον εντοπισμό παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η θερμοκρασία που αποκτούν τα σώματα

A) Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας

Με βάση το σύνολο σχεδόν των ερευνών, οι μαθητές δεν διαφοροποιούν τη θερμότητα από τη θερμοκρασία (Erickson, 1975, 1979, 1980, 1985· Summers, 1983· Briggs & Brooks, 1984· Tiberghien, 1985· Ellse, 1988· Ραβάνης, 1988· Καρανίκας, 1996· Arnold et al., 1996· Harrison et al., 1999· Καρύδας & Κουμαράς, 2000). Ως εκ τούτου, οι μαθητές υιοθετούν τις παρακάτω τρεις αντιλήψεις προκειμένου να εξηγήσουν τα θερμικά φαινόμενα:

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

Για αρκετούς μαθητές, η θερμοκρασία αποτελεί ένδειξη της έντασης της θερμότητας (ή και του ψύχους) που περιέχει ένα σώμα, όταν δίνουν εξηγήσεις σε διάφορες καταστάσεις θέρμανσης/ψύξης (Appleton, 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Kesidou, Duit & Glynn 1995, Meltzer 2001, Greenbowe & Meltzer 2003).

Επομένως, γι' αυτούς η θερμοκρασία γίνεται αντιληπτή ως ένα εντατικό μέγεθος, που δεν εξαρτάται από τη μάζα του σώματος. Επίσης, οι μαθητές θεωρούν πως σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης όταν βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία. Ακόμα πιστεύουν, πως έχουν δύο ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων όταν θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, παρόλο που οι χρόνοι θέρμανσής τους είναι διαφορετικοί (Kesidou & Duit, 1993). Επιπλέον, αξίζει να σημειωθεί ότι η αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξης της έντασης της θερμότητας εντοπίστηκε σε μαθητές 10 ετών και άνω (Wiser, 1986· Kesidou & Duit, 1993· Meltzer, 2001).

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

Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή, η θερμοκρασία θεωρείται από τους μαθητές ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας (ή και του ψύχους) που περιέχει ένα σώμα (Erickson, 1975, 1979, 1980, 1985· Tiberghien, 1980, 1985· Engel, 1982· Appleton, 1985· Brook et al., 1984· Hewson & Hamlyn, 1984· Engel et Driver, 1985· Ραβάνης, 1988· Wiser, 1986, 1988· Veiga et al., 1989· Linn & Songer, 1991· Kesidou & Duit, 1993· Arnold & Millar, 1994, 1996· Driver et al., 1994· Thomaz et al., 1995· Καρανίκας, 1996· Frederik et al., 1999· Harrison et al., 1999· Καρύδας & Κουμαράς, 2000, Greenbowe & Meltzer, 2003).

Συνήθως, οι μαθητές που χρησιμοποιούν αυτήν την αντίληψη, αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος (Kesidou & Duit 1993, Greenbowe & Meltzer 2003). Για τους μαθητές αυτούς, η προσθήκη ή η απομάκρυνση κάποιας ποσότητας θερμότητας οδηγεί σε αύξηση ή μείωση αντίστοιχα της θερμοκρασίας και αντίστροφα η θερμοκρασία μετρά την ποσότητα της θερμότητας που έχει ένα σώμα (Veiga et al., 1989). Οι μαθητές θεωρούν τη θερμοκρασία ως μέτρο της ποσότητας θερμότητας που περιέχει το σώμα (Driver & Russel, 1982). Συνεπώς, αν αναμείξουν δύο ίσες ποσότητες νερού θερμοκρασίας 50°C, η τελική θερμοκρασία του νερού που θα προκύψει είναι 100°C. Επίσης αν προστεθεί θερμότητα σε ένα σώμα, η θερμοκρασία του θα πρέπει απαραίτητα να αυξάνεται (Andersson, 1979, 1986· Tiberghien, 1985· Ραβάνης, 1988· Sciarretta et al., 1990· Nachmias et al., 1990· Arnold et al., 1994· Thomaz et al., 1995· Καρανίκας, 1996). Η αντίληψη αυτή είναι κυρίαρχη σε μαθητές από 11-12 ετών και άνω (Tiberghien, 1985· Thomaz et al., 1995).

(γ) Η αντίληψη της θερμοκρασίας ως μέτρου της ποσότητας θερμότητας ανά μονάδα μάζας (ή όγκου) του σώματος

Ένα μικρό ποσοστό μαθητών αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία όχι απλά ως μέτρο της θερμότητάς που περιέχεται σε ένα σώμα, αλλά και ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας που περιέχεται σε ένα σώμα ανά μονάδα όγκου ή μάζας του σώματος (Kesidou & Duit, 1993). Επιπλέον, για τους μαθητές αυτούς δεν γίνεται διαφοροποίηση των εννοιών της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

B) Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του

Με βάση τα βιβλιογραφικά ευρήματα, οι παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος είναι: (α) εξάρτηση της θερμοκρασίας από το μέγεθός του, (β) εξάρτηση από τη σύστασή του, (γ) εξάρτηση από την πυκνότητα ή τη σκληρότητά του και (δ) εξάρτηση από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.

(α) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του

Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή, οι μαθητές θεωρούν ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985,

Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001). Αναλυτικότερα, για τα θερμά σώματα σε συνθήκες δωματίου, υψηλότερη θερμοκρασία έχουν τα μεγαλύτερα σε μέγεθος από τα μικρότερα και για τα ψυχρά σώματα, τα μεγαλύτερα σε μέγεθος έχουν χαμηλότερη θερμοκρασία σε σχέση με τα μικρότερα.

Οι προβλέψεις αυτές συνδέονται με την αντίληψη των μαθητών, ότι η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας της θερμότητας ή του ψύχους που έχει ένα σώμα. Έτσι οι μαθητές αυτοί θεωρούν τη θερμοκρασία ως εντατικό μέγεθος μάλλον, παρά ως εκτατικό (Appleton, 1985· Maskill et al., 1997).

Με την αντίληψη των μαθητών ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του, σχετίζεται η αντίληψη των μαθητών ότι αν αναμειχθούν δύο υγρά, η θερμοκρασία που θα προκύψει θα είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Έχουν διεξαχθεί αρκετές εργασίες για τις ιδέες των παιδιών γύρω από την θερμοκρασία που θα προκύψει όταν αναμειχθούν όγκοι νερού ίσων ή διαφορετικών θερμοκρασιών (Erickson 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Strauss 1981, Engel 1982, Driver & Russel 1982, Strauss & Stavy 1983, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος 2001). Οι απαντήσεις των παιδιών χωρίστηκαν σε κατηγορίες ανάλογα με τις «στρατηγικές» που επιλέχθηκαν για την επίλυση του προβλήματος και την ηλικία τους και είναι οι ακόλουθες:

- «προσθετική στρατηγική»: οι μαθητές 7-9 ετών προτιμούν αυτή τη στρατηγική θεωρώντας ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμειξη δύο υγρών είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών θερμοκρασιών (Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russel 1982, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος 2001).
- «αφαιρετική στρατηγική»: οι μαθητές 13-14 ετών σε μεγάλο ποσοστό, εκτός από τη «προσθετική» στρατηγική, επιλέγουν και τη στρατηγική αυτή, πιστεύοντας πως η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμειξη δύο υγρών ισούται με τη διαφορά των αρχικών θερμοκρασιών (Stavy & Berkovitz, 1980· Driver & Russel, 1982· Καρανίκας, 1996),
- «στρατηγική επικράτησης»: ένα μικρό ποσοστό μαθητών προτιμά τη στρατηγική αυτή, θεωρώντας πως η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμειξη δύο υγρών ισούται με την επικρατέστερη τιμή των αρχικών τους θερμοκρασιών,
- «στρατηγική μέσου όρου»: μια σημαντική ομάδα μαθητών (13-14 ετών), χρησιμοποιεί τη στρατηγική αυτή, πιστεύοντας ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμειξη δύο υγρών ισούται με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

(β) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του

Σχετικά με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η φύση του υλικού ενός σώματος καθορίζει τη θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (Tiberghien, 1980,1985· Appleton, 1985· Erickson, 1975,1985· Thomaz et al., 1995· Καρανίκας, 1996· Harrison et al., 1999).

Οι μαθητές υποστηρίζουν ότι όταν έρχονται σε επαφή με δύο αντικείμενα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο περιβάλλον σε σταθερή θερμοκρασία, η εντύπωση που τους δημιουργείται είναι ότι αυτά τα αντικείμενα θα βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Appleton 1985, Gale 1993, Thomaz et al. 1995, Jasier & Oberem 2002). Συμπεραίνουν λοιπόν, ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του. Πολλοί μαθητές, για παράδειγμα, θεωρούν ότι τα μεταλλικά αντικείμενα είναι ψυχρότερα από τα ξύλινα (Tiberghien 1980). Συνεπώς, η θερμοκρασία γίνεται αντιληπτή ως μία ιδιότητα των υλικών και όχι ως μια φυσική παράμετρο για να περιγράψουν την κατάσταση ενός σώματος.

(γ) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από την πυκνότητα ή τη σκληρότητά του

Με βάση ορισμένους μαθητές, οι θερμοκρασίες των σωμάτων που βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον τους, εξαρτώνται από τη σκληρότητα ή την πυκνότητά τους (Tiberghien, 1980, 1985· Appleton, 1985· Brook et al., 1984· Engel et al., 1985). Επομένως, ανάλογα με τη σκληρότητα ή την πυκνότητα του υλικού κατασκευής τους, η θερμότητα εισέρχεται ή φεύγει από αυτά, άλλες φορές πιο εύκολα και άλλες πιο δύσκολα, με αποτέλεσμα τα σώματα αυτά να έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες (Gale 1993, Kesidou & Duit 1993). Η

(δ) Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του

Για ορισμένους μαθητές, που φοιτούν κυρίως στο Λύκειο, τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρονικό διάστημα στο ίδιο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem,

2002). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος, όπως το μέγεθος ή η σύσταση του, δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά το σώμα.

3.2.3 Αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία

Τα βιβλιογραφικά ευρήματα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική ισορροπία κάνουν φανερή την ύπαρξη δύο αντιλήψεων: α) η θερμική ισορροπία ως πιθανή κατάσταση και β) η θερμική ισορροπία ως αναγκαιότητα.

(α) Η αντίληψη της θερμικής ισορροπίας ως πιθανής κατάστασης

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι μαθητές αντιλαμβάνονται τη θερμική ισορροπία ως μια πιθανή ή δυνατή κατάσταση και όχι ως μια αναγκαιότητα (Duit & Kesidou 1988, Wisser 1986, Kesidou & Duit 1993, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Jasier & Oberem, 2002). Αναλυτικότερα, τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον, είναι πιθανόν να αποκτήσουν διαφορετικές ή ίσες θερμοκρασίες ((η εξίσωση των θερμοκρασιών γίνεται είτε σε επίπεδο έντασης είτε σε επίπεδο ποσότητας).

(β) Η αντίληψη της θερμικής ισορροπίας ως αναγκαιότητας

Για ορισμένους μαθητές, που φοιτούν κυρίως στο Λύκειο, η θερμική ισορροπία αποτελεί μια αναγκαιότητα. Πιο συγκεκριμένα, τα σώματα που βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον για αρκετό χρόνο, πρέπει πάντα να αποκτήσουν απαραίτητα την ίδια θερμοκρασία (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000).

3.2.4 Αντιλήψεις μαθητών για τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων

Σύμφωνα με έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί (Tiberghien 1979, 1985, Erickson 1980, 1985, Engel Clough & Driver 1985), οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμική συμπεριφορά των σωμάτων είναι οι εξής: α) οι μονωτές παράγουν θερμότητα, β) οι αγωγοί έλκουν θερμότητα σε θερμό περιβάλλον και ψύχος σε ψυχρό περιβάλλον και γ) τα σώματα είναι αποκλειστικά είτε αγωγοί είτε μονωτές.

Α) Η αντίληψη της παραγωγής θερμότητας από τους μονωτές

Σχετικά με την αντίληψη αυτή των μαθητών, οι μονωτές, όπως τα μάλλινα και βαμβακερά σώματα, μπορούν να θερμαίνουν τα σώματα καθώς έχουν την ιδιότητα να απορροφούν και να παράγουν θερμότητα (Erickson & Tiberghien, 1985· Watson & Kopniecek, 1990· Jara-

Guerrero, 1993· Vosniadou & Kempner, 1993· Lewis & Linn, 1994· Newell & Ross, 1996· Stylianidou, 1997).

Ακόμα, υποστηρίζουν την άποψη ότι, οι μονωτές θερμαίνουν τα σώματα (Erickson & Tiberghien, 1985· Sciarreta et al., 1990· Kempner, 1992· Lewis & Linn, 1994· Boohan, 1996· Newell & Ross, 1996). Επιπλέον θεωρούν ότι τα μάλλινα δημιουργούν θερμότητα και όχι πως επιβραδύνουν τη ροή θερμότητας που εκπέμπεται από τα σώματά τους (Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996).

Έτσι, πολλοί μαθητές εκπλήσσονται που ο πάγος μπορεί να διατηρηθεί περισσότερο μέσα σε μάλλινο ύφασμα ή εφημερίδα, παρά σε μεταλλικό φύλλο, καθώς έχουν και την αντίληψη πως ο πάγος λιώνει πιο γρήγορα πάνω σε ξύλο παρά σε μέταλλο, προβάλλοντας ως αιτιολογία ότι το ξύλο είναι θερμότερο συγκριτικά με το μέταλλο (Sciarreta et al.1990). Η αντίληψη των μαθητών ότι οι μονωτές παράγουν θερμότητα, εντοπίζεται σε πολύ μεγάλα ποσοστά σε μαθητές ηλικίας 10-11 ετών και άνω.

B) Η αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον

Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί, κυρίως τα μέταλλα, έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, το ψύχος ή τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Αναλυτικότερα, θεωρούν ότι: α) σε θερμό περιβάλλον οι αγωγοί έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν θερμότητα και β) σε ψυχρό περιβάλλον οι αγωγοί έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν ψύχος.

(α) Έλξη, διατήρηση ή απορρόφηση θερμότητας από αγωγούς

Αναφορικά με την αντίληψη αυτή, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί όταν βρίσκονται σε θερμό περιβάλλον, έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν θερμότητα. Η ίδια αντίληψη εμφανίζεται και στην περίπτωση που επιθυμούν να διατηρήσουν ένα σώμα σε υψηλή θερμοκρασία με τη χρήση αγωγού (όπως το μεταλλικό δοχείο ή αλουμινόχαρτο), γιατί σύμφωνα με τα παραπάνω, ο αγωγός έχει την ιδιότητα να διατηρεί τη θερμότητα (Tiberghien, 1979, 1985· Engel & Driver, 1985).

Με βάση τα προηγούμενα και δεδομένου ότι οι μαθητές έχουν την αίσθηση ότι τα μέταλλα είναι πιο θερμά σε σχέση με άλλα υλικά σε θερμό περιβάλλον, οδηγούνται στο συμπέρασμα

πως οι αγωγοί έχουν την ιδιότητα έλξης, διατήρησης, ή απορρόφησης της θερμότητας. Έτσι, θεωρούν ότι επειδή τα μέταλλα είναι θερμά, θα είναι κατάλληλα για να «κρατούν τα πράγματα ζεστά», συγχέοντας τη διαδικασία μεταφοράς ενέργειας με τη θερμοκρασία ενός δεδομένου υλικού. Αυτό είναι πιθανό να συμβαίνει γιατί και στο σπίτι αλλά και στα εστιατόρια οι άνθρωποι συνηθίζουν να τυλίγουν τα φαγητά σε αλουμινόχαρτο για να διατηρηθούν ζεστά (Lewis & Linn, 1994).

(β) Έλξη, διατήρηση ή απορρόφηση ψύχους, από αγωγούς

Αρκετοί μαθητές πιστεύουν ότι σε ψυχρό περιβάλλον, οι αγωγοί έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν, ή να απορροφούν ψύχος. Ο αγωγός, σύμφωνα με αυτούς, διατηρεί την ψυχρή κατάσταση του αντικειμένου, που είναι στο εσωτερικό του, γιατί έχει την ιδιότητα να απορροφά και να διατηρεί το ψύχος (Tiberghien 1979,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985). Αυτό συμβαίνει διότι οι μαθητές αισθάνονται τα μέταλλα πιο ψυχρά σε σχέση με τα άλλα υλικά σε ψυχρό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να πιστεύουν πως οι αγωγοί έχουν την ιδιότητα έλξης, διατήρησης, ή απορρόφησης του ψύχους. Έτσι στην περίπτωση που επιθυμούν να διατηρήσουν ψυχρό το φαγητό οι μαθητές θεωρούν πως πρέπει να τυλίγουν τα φαγητά σε αλουμινόχαρτο, εφόσον τα μέταλλα, έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν ψύχος (Lewis & Linn, 1994).

Γ) Η αντίληψη της κατάταξης των σωμάτων είτε στους αγωγούς είτε στους μονωτές

Οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα μπορούν να ταξινομηθούν είτε ως μονωτές, είτε ως αγωγοί (Brook et al. ,1984). Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή, οι μαθητές θεωρούν ότι το κατά πόσο ένα σώμα είναι αγωγός ή μονωτής, είναι αποκλειστική ιδιότητα του σώματος, και δεν εξαρτάται από το σώμα με το οποίο θέλουμε να το συγκρίνουμε. Για παράδειγμα, οι μαθητές τείνουν να θεωρούν το γυαλί ως μονωτή, κάτι το οποίο ισχύει όταν το γυαλί συγκρίνεται με το αλουμίνιο, αλλά δεν ισχύει όταν συγκρίνεται με το μαλλί (Brook et al., 1984).

3.2.5 Εξηγήσεις των μαθητών για τα θερμικά φαινόμενα

Η ταξινόμηση των εξηγήσεων των μαθητών για τα θερμικά φαινόμενα χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, ανάλογα με το αν συγκροτούνται στη βάση μιας ανάγνωσης των καταστάσεων α) με όρους δράσεων μεταξύ των σωμάτων ή β) με όρους διαφοράς στις τιμές των θερμοκρασιών των σωμάτων.

(α) Εξηγήσεις με όρους δράσης (δράσεων) του ενός σώματος πάνω στο άλλο, με ενδιάμεσους παράγοντες δύο «ποιότητες» ή ποσότητες (θερμότητα και ψύχος)

Οι μαθητές εμφανίζουν την τάση να ερμηνεύουν τα θερμικά φαινόμενα, με όρους δράσης (δράσεων) του ενός σώματος, που διαδραματίζει ένα ρόλο ενεργητικού παράγοντα, πάνω στο άλλο σώμα, που διαδραματίζει ένα ρόλο παθητικού υφιστάμενου των δράσεων του πρώτου σώματος (Andersson 1986, Κολιόπουλος 1997).

Ειδικότερα, σε καταστάσεις θέρμανσης, ως αιτία ροής θερμότητας θεωρείται από τους μαθητές το θερμό (ή το ψυχρό) σώμα και όχι η διαφορά θερμοκρασίας των σωμάτων (Wiser, 1986· Tiberghien, 1998· Viennot, 1997). Για παράδειγμα, στην περίπτωση που ένα θερμό (ή ψυχρό) σώμα Α έρθει σε επαφή με ένα άλλο σώμα Β, από τις απαντήσεις των μαθητών συνάγεται ότι, το θερμό (ή ψυχρό) σώμα Α (ενεργητικός παράγοντας) εκπέμπει αυθόρμητα θερμότητα (ή ψύχος) (Wiser 1986, Tiberghien 1998).

Σε καταστάσεις μόνωσης, όπου ένα δοχείο χρησιμοποιείται για να μονώσει ένα θερμό (ή ψυχρό) σώμα, οι μαθητές θεωρούν ότι το δοχείο έλκει ή απορροφά θερμότητα ή ψύχος και διατηρεί τη θερμική κατάσταση του πιο θερμού ή ψυχρού σώματος, είτε το θερμό ή ψυχρό σώμα δίνει θερμότητα (ή ψύχος) που διαπερνάει το δοχείο και κατευθύνεται προς το περιβάλλον, με ταχύτητα ανάλογη της σύστασης του δοχείου (Tiberghien, 1998).

(β) Εξηγήσεις με όρους διαφοράς των τιμών θερμοκρασίας των σωμάτων, με ενδιάμεσο παράγοντα μια ποσότητα (θερμότητα)

Στο πλαίσιο των εξηγήσεων που εντάσσονται στην κατηγορία αυτή, οι μαθητές εξηγούν τα θερμικά φαινόμενα με όρους διαφοράς των τιμών θερμοκρασίας των σωμάτων, με ενδιάμεσο παράγοντα τη θερμότητα, χρησιμοποιώντας κατάλληλα τις έννοιες θερμότητα και θερμοκρασία. Θεωρούν, δηλαδή, ότι αν δύο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας, έρθουν σε επαφή, τότε μεταφέρεται θερμότητα από το σώμα που βρίσκεται στην υψηλότερη προς το σώμα με τη χαμηλότερη θερμοκρασία (Linn & Songer 1991, Arnold & Millar 1996, Harisson et al. 1999). Έτσι η θερμοκρασία του θερμότερου σώματος μειώνεται, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η θερμοκρασία του ψυχρότερου σώματος έως ότου οι θερμοκρασίες των δύο σωμάτων να εξισωθούν (κατάσταση θερμικής ισορροπίας) (Linn & Songer, 1991· Lewis & Linn, 1994· Arnold & Millar, 1996· Harisson et al., 1999).

3.2.6 Μοντέλα σκέψης των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία

Ως μοντέλο ορίζεται η απλή αναπαράσταση μιας ιδέας ή ενός συστήματος που αναδεικνύει ορισμένα στοιχεία του (Gilbert, 1991). Μέσα από τη δημιουργία μοντέλων επιτυγχάνεται η δημιουργία μίας επιστημονικής θεωρίας. Με τη συγκρότηση των μοντέλων, που οι επιστήμονες επιδιώκουν, συντελείται η κατασκευή μιας επιστημονικής θεωρίας και θεωρούνται τα μοντέλα εργαλεία μάθησης και διδασκαλίας στις Φ.Ε. Σύμφωνα με τους Σκουμιός & Χατζηνικήτα (2000, 2002) οι αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας – θερμοκρασίας ταξινομούνται στα ακόλουθα μοντέλα σκέψης των μαθητών :

ΜΟΝΤΕΛΟ Ι

Η θερμότητα και το κρύο είναι ποιοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται από άλλα σώματα, ενώ η θερμοκρασία αφορά την μέτρηση της έντασής τους. Η θερμική ισορροπία είναι πιθανή κατάσταση όπου τα σώματα αποκτούν θερμότητα ίσης έντασης, ενώ η τελική θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του (όπως το υλικό, η πυκνότητα και η σύσταση).

ΜΟΝΤΕΛΟ ΙΙ

Η θερμότητα και το κρύο είναι ποσοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται από άλλα σώματα και η θερμοκρασία αφορά την μέτρηση της ποσότητάς τους. Η θερμική ισορροπία είναι πιθανή κατάσταση όπου τα σώματα αποκτούν ίσες ποσότητες θερμότητας, ενώ η τελική θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του (μέγεθος, σύσταση, πυκνότητα).

ΜΟΝΤΕΛΟ ΙΙΙ

Η θερμότητα είναι ποσοτικό μέγεθος, που μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας από ένα σώμα υψηλότερης σε ένα άλλο χαμηλότερης θερμοκρασίας, έως ότου αυτά φθάσουν σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας. Η θερμοκρασία είναι ένα μέγεθος που δείχνει το πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα και που καθορίζει αν δύο ή περισσότερα σώματα είναι σε θερμική ισορροπία ή όχι. Η θερμική ισορροπία είναι μια αναγκαιότητα που χαρακτηρίζεται από εξίσωση των θερμοκρασιών των σωμάτων. Επίσης διατηρείται η συνολική θερμότητα του συστήματος των σωμάτων.

3.2.7 Εμπόδια με τα οποία έρχονται αντιμέτωποι οι μαθητές

Η έννοια του εμποδίου, αν και συνδέεται στενά με αυτή των αντιλήψεων, εντούτοις μπορεί να χαρακτηριστεί ως πλέον γενική και εγκάρσια έννοια. Το εμπόδιο έχει έναν περισσότερο εγκάρσιο χαρακτήρα σε σχέση με τις αντιλήψεις, καθώς μπορεί να αφορά σε διάφορες εννοιολογικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών και έτσι από ένα εμπόδιο να απορρέουν ποικίλες αντιλήψεις για διάφορες έννοιες (Peterfalvi, 1995). Οι αντιλήψεις αποτελούν κυρίως εκδηλώσεις ενός εμποδίου, παρά το ίδιο το εμπόδιο (Peterfalvi, 1995). Οι Skoumios και Hatzinikita (2009) πρότειναν τα ακόλουθα εμπόδια των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας:

Εμπόδιο I

Εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα όταν βρίσκεται για αρκετό χρόνο σε ένα περιβάλλον από ορισμένα χαρακτηριστικά του ίδιου του σώματος.

Εμπόδιο II

Εξάρτηση της αίσθησης του θερμού ή του ψυχρού μόνο από τη θερμοκρασία του σώματος.

Εμπόδιο III

Εξομοίωση της θερμότητας (θεωρούμενης ως ποιοτικό μέγεθος) με τη θερμοκρασία.

Εμπόδιο IV

Το ψύχος είναι διαφορετική οντότητα από τη θερμότητα.

Εμπόδιο V

Η αιτία διάδοσης της θερμότητας συνδέεται με χαρακτηριστικά ενός μεμονωμένου σώματος.

Εμπόδιο VI

Η θερμότητα εμφανίζει χαρακτηριστικά ουσίας.

3.3 Βιβλιογραφική ανασκόπηση ερευνών που εστιάζονται στη συμβολή διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται η ανασκόπηση των διδακτικών παρεμβάσεων που έχουν πραγματοποιηθεί με στόχο την επεξεργασία των αντιλήψεων των μαθητών για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας.

(α) Η έρευνα των Linn και Songer (1991)

Στην έρευνα των Linn και Songer (1991) σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μια διδακτική παρέμβαση, με στόχο την εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Η διδακτική παρέμβαση ήταν βασισμένη στο πρόγραμμα διδασκαλιών, CLP (Computer as Lab Partner Curriculum), με τη χρήση υπολογιστή (Linn&Songer, 1991). Το πρόγραμμα αυτό αποτελούνταν από τέσσερις διαφορετικές εκδοχές (εκπαιδευτικό λογισμικό 1, 2, 3 και 4), όπου η κάθε εκδοχή αφορούσε διαφορετική ομάδα. Οι 4 εκδοχές του προγράμματος περιελάμβαναν τα ίδια πειράματα με τη χρήση λογισμικού συλλογής δεδομένων. Ωστόσο, καθώς εξελίσσονταν οι εκδοχές (από το εκπαιδευτικό λογισμικό 1 έως το 4), η εμπλοκή των μαθητών γινόταν πιο ενεργή. Η εργασία αποτελούνταν από 4 ομάδες με 100 έως 200 μαθητές ηλικίας 14 ετών. Η πρώτη ομάδα ακολούθησε το εκπαιδευτικό λογισμικό 1, η δεύτερη το 2, η τρίτη το 3 και η τέταρτη το 4.

Το 1ο εκπαιδευτικό λογισμικό περιείχε την εργασία των μαθητών με γραφήματα και, ενώ φάνηκε ότι οι μαθητές να αντιλαμβάνονται τις μεταβλητές που επηρεάζουν τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, στην πορεία δεν κατάφεραν να διαχωρίζουν τη θερμότητα και τη θερμοκρασία ως έννοιες μεταξύ τους. Στο 2ο εκπαιδευτικό λογισμικό προστέθηκαν πειράματα που αφορούσαν την αρχική θερμοκρασία των σωμάτων και οι μαθητές φαινόταν να ανταποκρίνονται στο πείραμα, όμως στο τέλος ο διαχωρισμός των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας πάλι δεν ήταν εφικτός. Στο εκπαιδευτικό λογισμικό 3 οι μαθητές έκαναν προβλέψεις, στη συνέχεια έκαναν καταγραφή των αποτελεσμάτων σε γράφημα και στο τέλος σύγκριναν τα αποτελέσματα με τις προβλέψεις τους. Στο τέλος αυτού ήταν σε θέση να ξεχωρίσουν το ρόλο της θερμικής μόνωσης. Ακόμη, βελτιώθηκαν στην παρατήρηση και την πρόβλεψη, δίνοντας εξηγήσεις με έμφαση στην περιγραφή στοιχείων που περιλαμβάνονταν στο πείραμα. Ο διαχωρισμός θερμότητας και θερμοκρασίας έφθασε το 95% σε σχέση με το 87% του εκπαιδευτικού λογισμικού 2. Στο 4ο εκπαιδευτικό λογισμικό οι μαθητές ήταν σε θέση να αντιλαμβάνονται το ρόλο των μεταβλητών, να παρατηρούν και να

προβλέπουν. Ο συνδυασμός των δύο τελευταίων έκαναν τους μαθητές να ξεχωρίσουν καλύτερα τις έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα σε σχέση με το λογισμικό 3. Μόνο το 11% των συμμετεχόντων δεν ξεχώρισε τη θερμότητα από τη θερμοκρασία.

Συγκρίνοντας οι ερευνητές τα αποτελέσματα, συμπέραναν πως όσο περισσότερη εμπλοκή στην έρευνα ζητούσαν από τους μαθητές τα λογισμικά, τόσο οι απαντήσεις τους βελτιώνονταν. Επίσης οι μαθητές είχαν ιδιαίτερη ευκολία στη διαχείριση των μεταβλητών και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων

β) Η έρευνα των Thomaz et al. (1995)

Στην έρευνα των Thomaz et al. (1995) σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε μία διδακτική παρέμβαση, με στόχο την εννοιολογική αλλαγή στις αντιλήψεις των μαθητών σε σχέση με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας, η οποία βασίστηκε στο μοντέλο διδασκαλίας του Rogers (Thomaz & Fernandes, 1986). Η εννοιολογική αλλαγή επιταχύνθηκε μέσα από 5 στάδια: αφύπνιση, ενδιαφέρον, αξιολόγηση, δοκιμή και υιοθέτηση. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 79 μαθητές ηλικίας 14 ετών, οι 48 μαθητές αποτέλεσαν την «πειραματική ομάδα», ενώ οι 31 μαθητές την «ομάδα ελέγχου» για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

Στους μαθητές, αρχικά, δόθηκαν ερωτηματολόγια προ- τεστ που περιελάμβαναν ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής και μία ανοιχτού τύπου ερώτηση που αφορούσαν την θερμότητα και τη θερμοκρασία. Στη συνέχεια, έγινε ανάλυση των αποτελεσμάτων των προ-τεστ, η οποία οδήγησε στον σχεδιασμό και στην εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης ακολούθησε το μετά-τεστ που περιείχε τις ίδιες ερωτήσεις με το προ-τεστ.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι αρχικές εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμική ισορροπία και όλες τους οι εξηγήσεις αφορούσαν το υλικό κατασκευής των σωμάτων, πίστευαν δηλαδή ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του. Μετά το πέρας των διδασκαλιών όμως, φάνηκε πως στην πειραματική ομάδα οι εναλλακτικές αντιλήψεις μειώθηκαν αισθητά, ενώ στην ομάδα ελέγχου υπήρξε μία ελάχιστη μείωση. Αξιοσημείωτη είναι η αναφορά σε μία ανοιχτού τύπου ερώτηση όπου οι μαθητές ερωτούνταν τι είναι η θερμοκρασία και τι η θερμότητα. Οι σωστές απαντήσεις εξέλειπαν πλήρως από το προ-τεστ και των δύο ομάδων, πειραματικής και ελέγχου, και το ίδιο συνέβη και στο μετά-τεστ της ομάδας ελέγχου. Αντιθέτως στο μετά-τεστ της πειραματικής ομάδας η αύξηση ήταν εντυπωσιακή, αγγίζοντας το 67%. Συνοψίζοντας, σύμφωνα με τους ερευνητές το μοντέλο αυτό κατάφερε να αλλάξει τις εναλλακτικές ιδέες

των μαθητών σε θεμελιώδεις ιδέες που αφορούν την θερμότητα και τη θερμοκρασία, σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο.

γ) Η έρευνα των Harrison et al. (1999)

Η έρευνα των Harrison et al. (1999) είχε ως στόχο τη σχεδίαση και εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία που στοχεύει στην εννοιολογική αλλαγή. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μία τάξη που ειδικεύεται στις Φυσικές Επιστήμες και αποτελούνταν από πέντε μαθητές ηλικίας 16 ετών. Η συλλογή των δεδομένων ξεκίνησε με το μοίρασμα ερωτηματολογίων πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία περιελάμβανε ομαδο-συνεργατική εργασία των μαθητών, συζήτηση με τους καθηγητές και ενδιάμεση αξιολόγηση με στόχο τον έλεγχο προόδου τους. Στην συνέχεια, δημιουργήθηκε ένας φάκελος με τις εργασίες των μαθητών και τις μαγνητοφωνημένες συνομιλίες τους, καθώς και συλλογή δεδομένων με μετά-τεστ. Από τα αποτελέσματα, φάνηκε ότι αρχικά οι μαθητές είχαν εναλλακτικές ιδέες για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα, ενώ μετά τη διδακτική παρέμβαση αντιλήφθηκαν καλύτερα τη θερμική ισορροπία και τη θερμική μόνωση, ενώ ξεχώρισαν τις δύο έννοιες. Από τους 5 μαθητές, επιλέχθηκε να διερευνηθεί η περίπτωση ενός μαθητή, ο οποίος μετά τη διδακτική παρέμβαση ήταν περισσότερο υπεύθυνος τη μελέτη των μαθημάτων των φυσικών επιστημών και αυξήθηκε η κριτική του σκέψη.

δ) Η εργασία των Σκουμιού και Χατζηνικήτα (2004)

Η έρευνα των Σκουμιού και Χατζηνικήτα (2004) είχε ως στόχο τη σχεδίαση και εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης που στοχεύει στην αντιμετώπιση 5 εμποδίων που προέκυψαν από τα μοντέλα σκέψης των μαθητών που σχετίζονται με την θερμότητα και τη θερμοκρασία. Η διδακτική παρέμβαση για κάθε εμπόδιο βασίστηκε στο δυναμικό δίκτυο του εμποδίου (Astolfi & Peterfalvi, 1993) και περιλάμβανε τρεις φάσεις: α) αποσταθεροποίηση των εμποδίων, β) γνωστική ανακατασκευή των εμποδίων και γ) αναγνώριση των εμποδίων. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν μαθητές ηλικίας 11-12 ετών. Οι ερευνητές μετά από ανάλυση των συζητήσεων και των γραπτών των μαθητών όρισαν τέσσερις ομάδες, για να περιγράψουν τη γνωστική πορεία τους. Στην 1η ομάδα ανήκουν οι μαθητές εκείνοι που διατήρησαν τις αρχικές αντιλήψεις τους, παρόλο που τα αποτελέσματα των πειραμάτων ήταν διαφορετικά από τις προβλέψεις τους. Οι μαθητές αυτοί, ενώ εξέφρασαν νέες αντιλήψεις, όταν το πλαίσιο άλλαξε (μελέτη νέων καταστάσεων) επανέρχονταν στις παλιές τους αντιλήψεις. Στην 2η ομάδα ανήκουν οι μαθητές που εξέφρασαν νέες αντιλήψεις. Όταν, όμως άλλαξε το πλαίσιο, αρχικά ταλαντεύτηκαν ως προς τη χρήση των αρχικών τους ή των νέων αντιλήψεων. Ωστόσο

στο τέλος έκαναν χρήση των νέων αντιλήψεων. Στην 3η ομάδα ανήκουν οι μαθητές αυτοί που μετά το πρώτο πείραμα κατασκεύασαν νέες αντιλήψεις και με αυτές πορεύθηκαν και αργότερα στην αλλαγή πλαισίου. Τέλος στην 4η ανήκουν οι μαθητές στους οποίους δεν παρατηρήθηκε καμία εννοιολογική αλλαγή από την αρχή ως το τέλος της διδασκαλίας.

ε) Η εργασία του Baser (2006)

Η έρευνα του Baser (2006) είχε ως στόχο τη σχεδίαση και εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης που αφορούσε την αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών στην Τουρκία. Η διδακτική παρέμβαση ακολούθησε την εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση υπό την καθοδήγηση εκπαιδευτικού (CCTI). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 82 μαθητές ηλικίας 11 ετών, οι 42 μαθητές αποτέλεσαν την «πειραματική ομάδα» υπό εποικοδομητική διδασκαλία, ενώ οι υπόλοιποι 40 αποτέλεσαν την «ομάδα ελέγχου» υπό παραδοσιακή διδασκαλία, για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε επίπεδα: προ-τεστ, πειραματική διδακτική παρέμβαση, μετά-τεστ. Η διεξαγωγή της έρευνας ξεκίνησε με ένα προ-τεστ, εκδοχή του τεστ TCE (Yeo & Zadnik, 2001) που περιελάμβανε 28 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, που αφορούσαν την θερμότητα και τη θερμοκρασία. Στη συνέχεια, έγινε ανάλυση των αποτελεσμάτων των προ-τεστ, η οποία οδήγησε στον σχεδιασμό και στην εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης. Μετά την ολοκλήρωσή της, ακολούθησε το μετά-τεστ που περιείχε τις ίδιες ερωτήσεις με το προ-τεστ. Στις απαντήσεις των προ-τεστ δε φάνηκε να υπάρχει καμία αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ των ομάδων. Η διαφορά στις απαντήσεις στα μετά-τεστ μεταξύ των δύο ομάδων ήταν εντυπωσιακή. Για παράδειγμα, σε ερώτηση που αφορούσε τη θερμοκρασία που θα έχουν τα σώματα που βρίσκονται στο ίδιο περιβάλλον, οι περισσότεροι συμμετέχοντες της πειραματικής ομάδας απάντησαν σωστά, ενώ δε συνέβη το ίδιο με την ομάδα ελέγχου. Ωστόσο, παρόλο που η πειραματική ομάδα αντιλήφθηκε πως ένα σώμα για να παραμείνει ζεστό μπορούμε να το τυλίξουμε με μάλλινο ύφασμα, απέτυχε να καταλάβει πως το ίδιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη διατήρηση του κρύου, με αποτέλεσμα τα ποσοστά στην περίπτωση αυτή να είναι χαμηλά όπως και στις απαντήσεις της ομάδας ελέγχου. Το γεγονός αυτό σημαίνει πως ακόμη και μετά την εποικοδομητική διδασκαλία, οι αντιλήψεις που οι μαθητές έχουν σχηματίσει από τα ερεθίσματα της καθημερινότητά τους είναι πιο ισχυρές από αυτές του εργαστηρίου Φυσικής.

στ) Η εργασία των Baser & Geban (2007)

Η έρευνα των Baser & Geban (2007) στόχευε στη σχεδίαση και εφαρμογή μιας διδακτικής παρέμβασης που στοχεύει στη εννοιολογική αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών και η διδακτική παρέμβαση ακολούθησε την εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και τη μάθηση υπό την καθοδήγηση εκπαιδευτικού (CCTI). Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 72 μαθητές ηλικίας 13 ετών, οι 34 μαθητές αποτέλεσαν την «πειραματική ομάδα» υπό εποικοδομητική διδασκαλία και οι υπόλοιποι 38 μαθητές υπό παραδοσιακή διδασκαλία αποτέλεσαν την «ομάδα ελέγχου» για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σε τρία επίπεδα: α) προ-τεστ, β) πειραματική διδακτική παρέμβαση γ) μετά-τεστ. Η έρευνα ξεκίνησε με ένα προ-τεστ που δημιουργήθηκε από τους ερευνητές (Heat and Temperature Concepts Test) που περιελάμβανε 32 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, που αφορούσαν την θερμότητα και τη θερμοκρασία. Τα αποτελέσματα του προ-τεστ οδήγησαν στον κατάλληλο σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης. Μετά από 4 εβδομάδες που ολοκληρώθηκε η διδακτική παρέμβαση ακολούθησε το μετά-τεστ που περιείχε τις ίδιες ερωτήσεις με το προ-τεστ. Όσον αφορά τα αποτελέσματα, στο προ-τεστ δεν αποδείχθηκε καμία διαφορά μεταξύ των ομάδων σχετικά με τις αντιλήψεις για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία αλλά και την ικανότητα λογικής σκέψης των μαθητών. Ωστόσο στα μετά-τεστ υπήρξε σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα καθώς οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είχαν πολύ υψηλότερες επιδόσεις. Πιο συγκεκριμένα, ενώ η πλειοψηφία της πειραματικής ομάδας αντιλήφθηκε ότι δύο αντικείμενα στον ίδιο χώρο θα έχουν την ίδια θερμοκρασία, δε φάνηκε να συμβαίνει το ίδιο με την ομάδα ελέγχου όπου οι μισοί μαθητές θεώρησαν πως ένα μικρότερο και ένα μεγαλύτερο αντικείμενο έχουν διαφορετική θερμοκρασία όταν παραμείνουν στον ίδιο χώρο για μεγάλο διάστημα. Οι μαθητές της ίδιας ομάδας δυσκολεύτηκαν στην πλειοψηφία τους να αναγνωρίσουν ότι ένα μάλλινο ύφασμα μπορεί να διατηρήσει τη θερμοκρασία ενός σώματος, αλλά και να συνειδητοποιήσουν πως η θερμότητα που μεταφέρεται στα σώματα επηρεάζει την θερμοκρασία τους ανεξάρτητα του μεγέθους τους. Παρόλο που η ομάδα υπό την εποικοδομητική διδασκαλία κατάφερε να αποκτήσει πιο επιστημονικές αντιλήψεις σε σχέση με την άλλη, ωστόσο δεν φάνηκε να έχει απόλυτη κατανόηση, σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο.

ζ) Η εργασία των Chu et al. (2012)

Η έρευνα των Chu et al. (2012) είχε ως στόχο την μελέτη της αλλαγής των αντιλήψεων των μαθητών στα χρόνια διδασκαλίας στο σχολείο. Πιο συγκεκριμένα, η μέθοδος που επέλεξαν

ήταν η σύγκριση των αντιλήψεων 2 τυχαίων ομάδων μαθητών Δημοτικού με διαγνωστικό τεστ. Ένα χρόνο αργότερα οι ερευνητές χώρισαν τους ίδιους μαθητές σε 2 ομάδες με την προϋπόθεση, η μία ομάδα να αποτελείται από όσους μαθητές μελετούσαν κύκλο σπουδών σχετικό με τις Φυσικές Επιστήμες και η άλλη από τους υπόλοιπους μαθητές. Πιο αναλυτικά το δείγμα της έρευνας τον 1ο χρόνο αποτέλεσαν 515 μαθητές ηλικίας 10-11 ετών. Το ίδιο πείραμα εφαρμόστηκε ένα χρόνο αργότερα στους ίδιους συμμετέχοντες 11-12 ετών, οι οποίοι στην ηλικία αυτή είχαν επιλέξει κύκλο σπουδών με έμφαση στις Φ.Ε. Αυτό που διαπιστώθηκε είναι πως όλοι οι μαθητές την πρώτη χρονιά είχαν δυσκολία να ξεχωρίσουν τις έννοιες θερμοκρασία και θερμότητα μεταξύ τους, όπως επίσης και την μεταφορά θερμότητας μεταξύ αντικειμένων διαφορετικής θερμοκρασίας. Κατά το δεύτερο χρόνο διαπιστώθηκε πως οι αντιλήψεις των μαθητών, που ακολουθούσαν θετικό κύκλο σπουδών, στη μεταφορά θερμότητας και την θερμική ισορροπία διέφεραν ελάχιστα από αυτές των υπόλοιπων μαθητών. Έτσι, έγινε αντιληπτό ότι, οι διαμορφωμένες από την καθημερινότητα αντιλήψεις είναι πιο ισχυρές από αυτές του εργαστηρίου Φυσικής και για να πραγματοποιηθεί αλλαγή αντιλήψεων θα πρέπει οι μέθοδοι διδασκαλίας να εξελιχθούν.

3.4 Η έρευνα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για φαινόμενα των φυσικών επιστημών

Ολοκληρώνοντας τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θεωρείται σκόπιμο στο σημείο αυτό, να αναφερθούμε σε σχετικές με τις φυσικές επιστήμες, έρευνες που έχουν προηγηθεί σε άτομα με προβλήματα όρασης και αφορούν στις αντιλήψεις τους.

Η έρευνα του Κώτση (2007), έχει στόχο να αναδείξει το πως μαθητές με προβλήματα όρασης αναπτύσσουν ιδιαίτερους μηχανισμούς και ορθότερους τρόπους αντίληψης των φυσικών εννοιών σε σχέση με τους μαθητές χωρίς προβλήματα όρασης. Τα δεδομένα της παρούσας μελέτης, στηρίχτηκαν σε εμπειρικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από τους Κώτση και Ανδρέου (2004, 2005) και ερεύνησαν την ικανότητα εκτίμησης διαστάσεων και τις αντιλήψεις σε έννοιες της φυσικής, τυφλών και βλεπόντων μαθητών του Δημοτικού Σχολείου. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 78 μαθητές με και χωρίς τύφλωση ηλικίας 9-13 ετών. Την πρώτη ομάδα αποτέλεσαν 23 μαθητές με τύφλωση, οι οποίοι φοιτούσαν στο Κέντρο Εκπαίδευσης και Αποκατάστασης Τυφλών στην Αθήνα (ΚΕΑΤ) και ήταν μαθητές της Γ', Δ', Ε, ΣΤ' του Δημοτικού, ηλικίας 9,10,11 και 12 ετών. Τη δεύτερη ομάδα

αποτελέσαν 55 βλέποντες μαθητές της Δ', Ε', και ΣΤ' τάξης Δημοτικού Σχολείου της πόλης των Ιωαννίνων, ηλικίας 10, 11, και 12 ετών. Η επιλογή του σχολείου έγινε με απλή τυχαία δειγματοληψία. Για τη συλλογή του απαραίτητου ερευνητικού υλικού, χρησιμοποιήθηκε γραπτό ερωτηματολόγιο το οποίο περιελάμβανε ερωτήσεις κλειστού τύπου. Ζητήθηκε από τους μαθητές να εκτιμήσουν το μήκος της πόρτας της αίθουσας, το μήκος του κρεβατιού τους, το εμβαδόν του θρανίου τους και να συγκρίνουν το εμβαδόν και τον όγκο αντικειμένων με τα οποία έρχονται σε επαφή, π.χ. το κάθισμα τους, το ποτήρι που πίνουν το γάλα τους κ.λπ.

Αναλυτικότερα, από τις έρευνες αυτές προέκυψε, ότι επειδή τα παιδιά με προβλήματα όρασης χρησιμοποιούν καλύτερα τις υπόλοιπες αισθήσεις τους έχουν την δυνατότητα να αντιλαμβάνονται καλύτερα την έννοια του χώρου συσχετίζοντάς τον με το σώμα τους. Έτσι για να προσανατολιστούν σε ένα χώρο αναγκάζονται να χρησιμοποιήσουν τη διαδικασία της μέτρησης, σε αντίθεση με τα βλέποντα παιδιά, τα οποία έρχονται σε επαφή με τις μονάδες βασικών μεγεθών θεωρητικά. Η σημασία αυτού του ευρήματος έγκειται στο ότι οι μαθητές με προβλήματα όρασης, ως επί το πλείστον, χρησιμοποιούν στην καθημερινή τους ζωή τη διαδικασία της μέτρησης με αποτέλεσμα να έχουν καλύτερη εκτίμηση των διαστάσεων και των φυσικών εννοιών ακόμα και όταν διδάσκονται τις έννοιες αυτές από ότι τα άτομα χωρίς προβλήματα όρασης. Επομένως, για να αντιληφθούν τις έννοιες αυτές στις διδακτικές παρεμβάσεις πρέπει να γίνεται χρήση οργάνων (Baughman and Zoliman, 1977), τα οποία μετρούν και συγκρίνουν δίνοντας κατά κάποιο τρόπο τη δυνατότητα στους μαθητές αυτούς να «βλέπουν» τις υπό μελέτη έννοιες. Σύμφωνα με τον Κώστη (2007)θα πρέπει και οι βλέποντες μαθητές στο πλαίσιο της εκπαίδευσης τους στο Δημοτικό Σχολείο να αποκτήσουν αυτήν την ικανότητα, την οποία αποκτούν λόγω της αναπηρίας τους, τα παιδιά με προβλήματα όρασης. Είναι ιδιαίτερα σημαντική η απόκτηση δεξιοτήτων στην διαδικασία της μέτρησης, τόσο για την διδασκαλία εννοιών της Φυσικής, όσο και για την καθημερινή ζωή.

Η μελέτη των Sahin και Yorek (2009), έχει σκοπό να διερευνήσει και να περιγράψει τους τρόπους με τους οποίους οι μαθητές με προβλήματα όρασης μαθαίνουν φυσικές επιστήμες. Επιπλέον, ερευνά πιθανές προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσουν στα σχολεία, ειδικές ρυθμίσεις και προσαρμογές που απαιτούνται στα μαθησιακά περιβάλλοντα καθώς επίσης και τα χαρακτηριστικά των μαθητών αυτών.

Η μελέτη που πραγματοποίησαν ήταν ποιοτικού χαρακτήρα και οι μέθοδοι συλλογής δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η συμμετοχική παρατήρηση καθώς και η

ηχογράφηση και βιντεοσκόπηση ημι-δομημένων συνεντεύξεων. Ο ερευνητής ως συμμετέχων παρατηρητής, παρατηρούσε μια τάξη όπου διδάσκονταν φυσικές επιστήμες και κρατούσε συστηματικά σημειώσεις. Οι συνεντεύξεις προγραμματίστηκαν με μία εκπαιδευτικό των φυσικών επιστημών, η οποία εργαζόταν σε δημόσιο σχολείο για τυφλούς για 12 χρόνια, έναν τυφλό απόφοιτο από το κρατικό πανεπιστήμιο της ίδιας πόλης, και με μια σύμβουλο από το Γραφείο Υπηρεσιών Αναπηρίας στο κρατικό πανεπιστήμιο. Ωστόσο, ο απόφοιτος φοιτητής ακύρωσε τη συνέντευξη και η συνέντευξη δόθηκε από έναν 48χρονο κύριο με προβλήματα όρασης, ο οποίος εργαζόταν σε μια υπηρεσία αφύπνισης. Ήταν πολύ εξοικειωμένος με τη χρήση τεχνολογικών συσκευών, όπως Η/Υ κ.α.. Η παρατήρηση διήρκεσε δύο ώρες και οι συνεντεύξεις περίπου μία ώρα η κάθε μία.

Από τη μέθοδο της παρατήρησης φάνηκε ότι οι μαθητές στη τάξη των φυσικών επιστημών ήταν αρκετά εξοικειωμένοι με το χώρο και τον εξοπλισμό αυτού. Επιπλέον, οι ακουστικές τους δεξιότητες αλλά και οι δεξιότητες που αφορούσαν την αφή ήταν σε μεγάλο βαθμό ανεπτυγμένες. Η επαφή τους με τη μέθοδο Braille αλλά και τους υπολογιστές ήταν πολύ καλή και έδειχναν ότι μπορούν να παραμένουν συγκεντρωμένοι, να κρατούν σημειώσεις και να μην αποσπάται η προσοχή τους. Το γεγονός όμως ότι η διδασκαλία των φυσικών επιστημών σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την οπτική παρατήρηση, φανερώνει ενδεχομένως μια δυσκολία στη κατασκευή αφηρημένων εννοιών. Οι μαθητές με προβλήματα όρασης μπορούν να πραγματοποιήσουν πειράματα και να αναλάβουν ρόλους σε μια ομάδα με την καθοδήγηση και τη συνεργασία τόσο των βλεπόντων μαθητών όσο και του δασκάλου.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων, βρέθηκε ότι αν και οι μαθητές με προβλήματα όρασης είναι πιο αργοί στην γραφή και στην ανάγνωση, εντούτοις ο υψηλός βαθμός λειτουργικότητας κάποιων αισθήσεών τους, όπως οι δεξιότητες ακρόασης, τους καθιστά ικανούς να συνεχίσουν να είναι μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας των φυσικών επιστημών.

Συμπερασματικά, αν και η μελέτη αυτή θεωρείται μικρής κλίμακας, μπορεί να υποστηριχθεί ότι οι μαθητές με προβλήματα όρασης, χρειάζονται διαφοροποιημένα εκπαιδευτικά ερεθίσματα, όπως για παράδειγμα περισσότερα ηχητικά ερεθίσματα, προκειμένου το γνωστικό αντικείμενο των φυσικών επιστημών να είναι ευκολότερα προσβάσιμο σε αυτούς.

Οι Dickman, Martins, Ferreira και Andrade (2014), επέλεξαν και δοκίμασαν μια σειρά από απτικά σύμβολα, που μοιάζουν με τις ανάγλυφες κουκίδες που χρησιμοποιούνται στον κώδικα Braille, μιας και οι μαθητές με τύφλωση είναι εξοικειωμένοι με αυτόν, με σκοπό τα

σύμβολα αυτά να αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται συχνά σε διαγράμματα μηχανικής όπως διανύσματα, τροχαλίες, σχοινιά κ.α. Αρχικά, πραγματοποίησαν συνέντευξη με δύο μαθητές λυκείου με τύφλωση που φοιτούσαν σε γενικό σχολείο και με έναν μαθητή με τύφλωση που μόλις είχε τελειώσει το λύκειο, για να εντοπίσουν τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν σχετικά με την περιγραφή των σχημάτων. Χρησιμοποίησαν τη μέθοδο της προφορικής ιστορίας για να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με το πώς περιγράφονται γι' αυτούς οι εικόνες στις δραστηριότητες της τάξης. Οι μαθητές ήταν ηλικίας 18-23 ετών και όλοι ήταν εκ γενετής τυφλοί. Σύμφωνα με τους μαθητές, οι βοηθοί αναγνώστες δεν γνώριζαν αρκετά για το πως να περιγράψουν τις εικόνες γι' αυτούς με αποτέλεσμα να δυσκολεύονται στη μελέτη των φυσικών επιστημών και των μαθηματικών.

Η κατανόηση και στη συνέχεια η αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών, οδήγησε τους ερευνητές στη δημιουργία σύμβολων για τις τροχαλίες, τις ακίνητες επιφάνειες (δαπέδου, τοίχου, οροφής, τραπέζι, ράμπα), τα κινητά αντικείμενα (εμπόδια), σχοινιά και τα παρουσίασαν. Στη συνέχεια έκαναν πιλοτικές δοκιμές για να ελέγξουν την αποτελεσματικότητα των συμβόλων τους. Το διδακτικό υλικό δοκιμάστηκε σε εξειδικευμένη σχολή τυφλών στο Belo Horizonte (πολιτεία Minas Gerais, Βραζιλία). Πήραν συνέντευξη από τρεις μαθητές και έναν υπάλληλο, ηλικίας 19-30 ετών. Στη συνέντευξη έγινε συλλογή δεδομένων σχετικά με την οπτική ικανότητα (αν υπήρχε) των συμμετεχόντων, τις γνώσεις τους για τον κώδικα Braille και πήραν πληροφορίες σχετικά με την σχολική τους εμπειρία. Στο δεύτερο μέρος της συνέντευξης, έλεγξαν τα σύμβολα, παρουσιάζοντάς τα στους συμμετέχοντες, μαζί με τα αντικείμενα που αντιπροσωπεύουν και τις καταστάσεις που αποτυπώνουν.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των συνεντεύξεων, είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι όλοι οι συμμετέχοντες ήταν τυφλοί, εκτός από έναν, ο οποίος είχε χαρακτηριστεί ως άτομο με χαμηλή όραση και γνώριζαν όλοι τον κώδικα Braille. Οι τρεις μαθητές παρακολουθούσαν το Λύκειο, ενώ η μία έχει ήδη τελειώσει τις σπουδές της. Όλοι οι συμμετέχοντες, διαμαρτυρήθηκαν για την εκτεταμένη χρήση των σχημάτων της φυσικής και της χημείας, το οποίο δείχνει ότι, στην πραγματικότητα, η διδασκαλία της φυσικής εξακολουθεί να βασίζεται σε μεγάλο βαθμό στις οπτικές αναφορές και υπάρχει έλλειψη εναλλακτικών στρατηγικών για μαθητές με τύφλωση. Οι τρεις μαθητές αντιμετώπισαν διάφορα προβλήματα, όπως δυσκολία στη κατανόηση και σημασία των συμβόλων. Από την άλλη πλευρά, η υπάλληλος, η οποία εργαζόταν προσαρμόζοντας κείμενα και στοιχεία στον κώδικα Braille, κατανόησε τα

σύμβολα και διέκρινε την κατάσταση εύκολα με τη χρήση των συμβόλων, χωρίς περαιτέρω βοήθεια.

Αναφορικά με τα αποτελέσματα, αξίζει να τονιστεί ότι με την κατάλληλη εκπαίδευση, οι μαθητές με τύφλωση, δεν θα χρειάζονται την περιγραφή προκειμένου να εντοπίζουν τα σύμβολα σε ένα πρόβλημα. Οι ερευνητές πιστεύουν ότι τα σύμβολα μπορούν να βοηθήσουν μαθητές με τύφλωση να επιτύχουν τους ίδιους όρους αυτονομίας όπως και οι βλέποντες, κατά τη μελέτη των φυσικών επιστημών.

3.5 Συζήτηση και πρωτοτυπία της εργασίας

Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές μελέτες αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με φαινόμενα Φυσικών Επιστημών (Καλλέρη & Ψύλλος, 2001· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001· Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2003), και ιδιαίτερα για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας (ενδεικτικά: Erickson, 1979· Tiberghien, 1985· Driver, 1998). Επίσης έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα στις αντιλήψεις των μαθητών (Linn & Songer, 1991· Thomaz et al., 1993· Harrison et al., 1999· Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2005· Baser et Geban, 2007· Baser, 2007· Chu et al, 2012).

Επομένως, διαπιστώνεται ότι ενώ έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες για τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, δεν υπάρχει αντίστοιχο ερευνητικό ενδιαφέρον για τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης. Οι έρευνες που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών, είναι πραγματικά ελάχιστες (Κώτσης, 2007· Sahin & Yorek 2009· Dickman et al., 2014). Ειδικότερα, η διδασκαλία της θερμότητας, της θερμοκρασίας, της θερμικής αγωγιμότητας αλλά και οι έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών είναι αρκετά δύσκολο να διδαχτούν σε μαθητές με προβλήματα όρασης καθώς τα άτομα αυτά αδυνατούν να λάβουν μέρος σε εργαστηριακά μαθήματα (Henderson, 1965) γεγονός που αποδυναμώνει τους νέους ερευνητές για την προσεγγίσει του θέματός

Επομένως, λόγω της έλλειψης ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία αλλά και της έλλειψης

εκπαιδευτικού υλικού που να εστιάζεται στη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων, αναδύεται η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας, έγκειται στο ότι όχι μόνο διερευνά τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία αλλά στοχεύει και στη σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση νέων τεχνολογιών για τη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, ζήτημα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

3.6 Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, παρουσιάστηκαν τα ευρήματα ερευνών που έχουν διεξαχθεί στο παρελθόν και είναι συναφή με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν τα ευρήματα ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών όσον αφορά στο φαινόμενο της θερμότητας και της θερμοκρασίας, τη συνεισφορά διδακτικών παρεμβάσεων στις αντιλήψεις των μαθητών για τα φαινόμενα της θερμοκρασίας και της θερμότητας και τις έρευνες σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών. Τέλος, λόγω της έλλειψης σχετικών με το υπό μελέτη θέμα ερευνών, κρίθηκε η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης της παρούσας μελέτης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία. Πιο συγκεκριμένα, η πρώτη ενότητα αφορά στα ερευνητικά ερωτήματα(βλ. 4.2), η δεύτερη ενότητα εστιάζεται στους συμμετέχοντες της έρευνας (βλ. 4.3), η τρίτη στην ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε (βλ. 4.4), η τέταρτη στα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν (βλ. 4.5) και η πέμπτη ενότητα στην συλλογή των δεδομένων (βλ. ενότητα 4.6).

4.2. Ερευνητικά ερωτήματα

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας εργασίας είναι τα ακόλουθα:

- (α) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμοκρασία;
- (β) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα;
- (γ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη σχέση θερμότητας και θερμοκρασίας;
- (δ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμική αγωγιμότητα

4.3 Συμμετέχοντες

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 3 μαθητές της Έ τάξης δημοτικού. Πρόκειται για μαθητές με προβλήματα όρασης που φοιτούσαν στο Ειδικό Δημοτικό Σχολείο Τυφλών Καλλιθέας Αττικής. Πιο συγκεκριμένα στην έρευνα έλαβαν μέρος δύο αγόρια και ένα κορίτσι ηλικίας 11 ετών. Το κορίτσι και το ένα από τα δύο αγόρια γεννήθηκαν με ολική

απώλεια όρασης, ενώ το δεύτερο αγόρι είχε ολική απώλεια όρασης αν και σε μικρότερη ηλικία είχε μερική.

4.4 Ερευνητική Διαδικασία

Η ποιοτική έρευνα αποτελεί την καταλληλότερη μεθοδολογική επιλογή για την διερεύνηση αντιλήψεων, στάσεων, κινήτρων και συμπεριφορών(Παρασκευοπούλου-Κόλλια, 2008). Η ποιοτική έρευνα στοχεύει στην ολιστική κατανόηση των παραπάνω και δεν περιορίζεται στην απλή περιγραφή τους. Χαρακτηριστικό της αποτελούν το μικρό δείγμα συμμετεχόντων και η ανάλυση του λόγου και των κειμένων. Για τους λόγους αυτούς, η παρούσα έρευνα κατατάσσεται στην κατηγορία των ποιοτικών ερευνών.

Αρχικά, επιλέχθηκε η ενότητα των Φυσικών Επιστημών πάνω στην οποία στηρίχθηκε η εν λόγω εργασία και οι συνεντεύξεις. Η ενότητα αυτή αφορούσε τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Στην συνέχεια, συγκροτήθηκε η ημι- δομημένη συνέντευξη με ερωτήσεις , οι όποιες στόχευαν στην διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών για την θερμότητας και την θερμοκρασία.

Η έρευνα διεξήχθη σε δυο φάσεις συνολικά ως εξής:

Στην πρώτη φάση (πυλοτική ερευνα), συγκροτήθηκε ημι-δομημένη συνέντευξη στην πρώτη της εκδοχή. Ακολούθησαν πυλοτικές συνεντεύξεις σε οικεία πρόσωπα, με σκοπό την αξιολόγηση της σαφήνειας των ερωτήσεων και της αναγνωσιμότητας τους. Στην συνέχεια, σύμφωνα με τις παρατηρήσεις που προέκυψαν, έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις και διαμορφώθηκε η τελική μορφή της συνέντευξης.

Στην δεύτερη φάση αρχικά, ζητήθηκε άδεια από τον Διευθυντή του Σχολείου και ενημερώθηκαν οι γονείς με σκοπό να εγκρίνουν την συμμετοχή των μαθητών στην έρευνα. Μετά την συγκατάθεση όλων, ακολούθησε η κύρια έρευνα, κατά την οποία, πραγματοποιήθηκαν οι συνεντεύξεις στους μαθητές και η μαγνητοφώνηση τους. Στην συνέχεια, συλλέχθηκαν τα δεδομένα, έγινε η απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων και η ανάλυση των δεδομένων.

4.5 Το ερευνητικό εργαλείο συλλογής δεδομένων

Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει δύο υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται οι λόγοι επιλογής της ημι- δομημένης συνέντευξης ως εργαλείο συλλογής δεδομένων (βλ.4.4.1) και στην δεύτερη η ημι- δομημένη συνέντευξη που δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια για την παρούσα έρευνα σχετικά με την ανάδειξη αντιλήψεων των μαθητών για τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας (βλ. 4.4.2)

4.5.1 Η επιλογή της ημι- δομημένης συνέντευξης

Για την συλλογή των ερευνητικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν ερωτήσεις, με μορφή συνέντευξης. Η συνέντευξη αποτελεί βασικό εργαλείο ποιοτικής έρευνας, το οποίο παρέχει στον ερευνητή πολλές δυνατότητες διερεύνησης των θεμάτων, με τα οποία έχει να ασχοληθεί (Mishler 1996). Κατά την διάρκεια μια συνέντευξης πραγματοποιείται η επικοινωνία μεταξύ προσώπων, η οποία καθοδηγείται από τον ερευνητή με σκοπό την συλλογή πληροφοριών που σχετίζονται με το θέμα της έρευνας. Σε αυτούς τους τύπους συνέντευξης οι ερευνητές προσπαθούν να αποσπάσουν όσο το δυνατόν πλουσιότερο υλικό δίνοντας την ευκαιρία στους ερωτώμενους να διατυπώσουν τις απόψεις τους, να αναφέρουν τις γνώσεις τους, να εκφράσουν τις αντιλήψεις τους και να αφηγηθούν τις εμπειρίες τους ελεύθερα και σε βάθος (Robson, 2007).

Στην παρούσα εργασία οι συνεντεύξεις που πραγματοποιήθηκαν σχεδιάστηκαν σύμφωνα με τα πρότυπα της ημι- δομημένης συνέντευξης. Η ημι- δομημένη συνέντευξη χαρακτηρίζεται από ένα σύνολο προκαθορισμένων ερωτήσεων. Στο σημείο αυτό, πρέπει όμως να αναφερθεί ότι ο συγκεκριμένος τύπος συνέντευξης παρουσιάζει ευελιξία ως προς την σειρά των ερωτήσεων, ως προς τη τροποποίηση του περιεχομένου των ερωτήσεων ανάλογα με τον ερωτώμενο και ως προς την προσθαφαίρεση ερωτήσεων και θεμάτων για συζήτηση. Έτσι η ημι- δομημένη συνέντευξη αποτελεί την πιο ευέλικτη μορφή συνέντευξης και επιτρέπει την περαιτέρω εμβάθυνση στο θέμα (Αβραμίδης & Καλύβα, 2006· Ιωσηφίδης, 2008).

4.5.2. Η ημι- δομημένη συνέντευξη της έρευνας

Η ημι- δομημένη συνέντευξη, με ερωτήσεις που στοχεύουν στην μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας (βλ. Παράρτημα Α) συντάχθηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Η συγκρότηση της ημι- δομημένης συνέντευξης έγινε με βάση τους στόχους της έρευνας και διαμορφώθηκε με τέτοιο τρόπο, ώστε να λαμβάνει υπόψη τα χαρακτηριστικά του δείγματος.

Συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις ήταν εννέα , τις οποίες οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν και να αιτιολογήσουν την απάντησή. Η διατύπωση των ερωτήσεων ήταν όσο το δυνατόν απλούστερη χωρίς δυσνόητους επιστημονικούς όρους.

Όσον αφορά στη δομή της ημι- δομημένης συνέντευξης, διατυπώθηκαν εννέα ερωτήσεις που αφορούσαν στην ανάδειξη των αντιλήψεων των μαθητών σε τέσσερις επιμέρους θεματικές ενότητες: (α) χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων, (β) μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας και (γ) παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (δ) θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τη χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων συγκροτήθηκαν 2 ερωτήματα ώστε να διερευνηθεί αν οι μαθητές εξηγούν τα θερμικά φαινόμενα χρησιμοποιώντας μία οντότητα (θερμότητα) ή δύο οντότητες (θερμότητα και κρύο).

Στη συνέχεια, όσον αφορά τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, συγκροτήθηκαν 4 ερωτήματα ώστε να διερευνηθεί αν οι μαθητές αναφέρονται στη θερμοκρασία ενός σώματος στηριζόμενοι στο μέγεθός του σώματος, στη σύστασή του, στην πυκνότητα/σκληρότητά του ή στη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.

Σχετικά με τη μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας συγκροτήθηκε μία ερώτηση ώστε να διερευνηθεί αν οι μαθητές αντιλαμβάνονται την θερμοκρασία ως ένδειξης της έντασης ή ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας που υπάρχει στο σώμα (Ερώτηση 6).

Τέλος, όσον αφορά τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων συγκροτήθηκαν 2 ερωτήματα ώστε να διερευνηθεί αν οι μαθητές έχουν την αντίληψη ότι από τους μονωτές παράγεται θερμότητα.

Πίνακας 4.1 Τα ζητήματα προς διερεύνηση, οι πιθανές αντιλήψεις των μαθητών και οι αντίστοιχες ερωτήσεις της ημιδομημένης συνέντευξης

| Ζητήματα προς διερεύνηση | Πιθανές αντιλήψεις μαθητών | Ερωτήσεις |
|--|--|------------------|
| Χρήση μιας ή δυο οντοτήτων για εξήγηση των θερμικών φαινομένων | Η αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων | 1,2 |
| Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας | Η αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξης της έντασης ή ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας | 6 |
| Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του | -Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του -Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του | 3,5,7 4 |
| Θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων | Η αντίληψη της παραγωγής θερμότητας από μονωτές | 8,9 |

Στη συνέχεια περιγράφονται οι ερωτήσεις της ημι-δομημένης συνέντευξης (βλ. Παράρτημα Α).

Ερώτηση 1: Οι μαθητές ερωτώνται τι θα συμβεί αν πιάσουν ένα παγάκι στο χέρι τους. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν αν θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι, θερμότητα από το παγάκι στο χέρι, θερμότητα από το χέρι στο παγάκι ή θερμότητα από το χέρι το παγάκι και κρύο από το παγάκι το χέρι. Οι μαθητές επιλέγουν μία από τις τέσσερις απαντήσεις και καλούνται να σχολιάσουν την απάντησή τους.

Ερώτηση 2: Οι μαθητές ερωτώνται τι θα συμβεί αν πιάσουν μία κούπα με ζεστό γάλα στο χέρι τους. Οι μαθητές καλούνται να προβλέψουν αν θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι, θερμότητα από το χέρι στην κούπα, κρύο από το χέρι στην κούπα ή τίποτα από τα παραπάνω. . Οι μαθητές επιλέγουν μία από τις τέσσερις απαντήσεις και καλούνται να σχολιάσουν την απάντησή τους.

Ερώτηση 3: Οι μαθητές ερωτώνται ποια θα είναι η θερμοκρασία του υγρού αν σε 100 ml νερού θερμοκρασίας 80°C προσθέσουν 100 ml νερού θερμοκρασίας 40°C . Οι μαθητές επιλέγουν μία από τις 5 απαντήσεις[α) 40°C , β) 100°C , γ) 60°C δ) 80°C ε) 120°C]. και στη συνέχεια δικαιολογούν την επιλογή τους και την σχολιάζουν.

Ερώτηση 4: Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν τις θερμοκρασίες ενός μεταλλικού κουταλιού και ενός πλαστικού που βρίσκονται στον πάγκο της κουζίνας του σπιτιού τους για αρκετό χρόνο. Οι μαθητές επιλέγουν μία από τρεις απαντήσεις που τους δίνονται: α) η θερμοκρασία του μεταλλικού κουταλιού είναι υψηλότερη από αυτή του πλαστικού, β) η θερμοκρασία του πλαστικού κουταλιού είναι υψηλότερη από αυτή του μεταλλικού και γ) έχουν και τα δύο ίσες θερμοκρασίες και στην συνέχεια καλούνται να σχολιάσουν την απάντησή τους.

Ερώτηση 5: Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν η θερμοκρασία σε μια μεγάλη λεκάνη η σε ένα μικρό ποτήρι με νερό που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, του οποίου η θερμοκρασία είναι συνεχώς 15°C , για ένα ολόκληρο βράδυ θα είναι υψηλότερη και στην συνέχεια καλούνται να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Ερώτηση 6: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι υπάρχουν 2 δοχεία Α και Β με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπου το δοχείο Α περιέχει περισσότερο νερό από το Β. Αν υποθέσουμε πως ζεσταίνουμε το δοχείο Α και στη συνέχεια το δοχείο Β ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου Α. Οι μαθητές καλούνται να

απαντήσουν αν το νερό στο δοχείο Α πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β ή όχι. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

Ερώτηση 7: Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι υπάρχουν 2 δοχεία Α και Β με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπου το δοχείο Α περιέχει περισσότερο νερό από το Β. Αν υποθέσουμε πως ζεσταίνουμε το δοχείο Α και στη συνέχεια το δοχείο Β ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου Α. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν το νερό που περιέχει κάθε δοχείο έφθασε στην ίδια θερμοκρασία ή όχι. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

Ερώτηση 8: Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν που θα προτιμούσαν να τυλίξουν ένα ζεστό ψωμί ώστε να το μεταφέρουν στο σπίτι τους και να παραμείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό, σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

Ερώτηση 9: Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν που θα προτιμούσαν να τυλίξουν ένα παγωτό ώστε να το μεταφέρουν στο σπίτι τους και να παραμείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο, σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

4.6 Συλλογή των δεδομένων

Αρχικά, έγινε η συνάντηση με τους τρεις μαθητές της Έ τάξης δημοτικού, με προβλήματα όρασης που φοιτούσαν στο Ειδικό Δημοτικό Σχολείο Τυφλών Καλλιθέας Αττικής. Έπειτα, πραγματοποιήθηκαν οι συνεντεύξεις σε κάθε παιδί ξεχωριστά. Οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν στις ερωτήσεις της ημι-δομημένης συνέντευξης, οι οποίες στόχευαν την ανάδειξη των αντιλήψεων τους σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

4.7 Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση της μεθοδολογίας της έρευνας της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν το δείγμα της έρευνας, η ερευνητική διαδικασία που ακολουθήθηκε, τα ερευνητικά εργαλεία (ημι-δομημένη συνέντευξη) καθώς και ο τρόπος συλλογής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

5.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιείται ανάλυση των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα πλαίσια ανάλυσης των δεδομένων (βλ. ενότητα 5.2). Στην δεύτερη ενότητα η διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων (βλ. ενότητα 5.3).

5.2. Πλαίσια ανάλυσης δεδομένων

Οι απαντήσεις των μαθητών ταξινομήθηκαν σε κατηγορίες με βάση ένα πλαίσιο κατηγοριοποίησης των αντιλήψεων για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (Σκουμιός, 2018) (βλ. Πίνακα 5.1). Στον Πίνακα αυτόν παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών για τη φύση της θερμότητας, το είδος φυσικού μεγέθους της θερμότητας και τον αριθμό οντοτήτων της θερμότητας. Ακόμη, παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών για τη διατήρηση της θερμότητας, τη μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας και τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα (όταν βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του). Επίσης, παρουσιάζονται οι αντιλήψεις των μαθητών για την αναγκαιότητα της ύπαρξης θερμικής ισορροπίας και τέλος για τη θερμική συμπεριφορά των σωμάτων.

Πίνακας 5.1 Οι αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία (Σκουμιός, 2018).

| | Διαστάσεις | Αντιλήψεις μαθητών |
|--|---------------------|----------------------------------|
| | Φύση της θερμότητας | Η θερμότητα ως ουσία |
| | | Η θερμότητα ως κίνηση σωματιδίων |
| | Είδος φυσικού | Η θερμότητα ως ποιοτικό μέγεθος |

| | | |
|---|--|--|
| Θερμότητα | μεγέθους της θερμότητας | Η θερμότητα ως ποσοτικό μέγεθος |
| | Αριθμός οντοτήτων της θερμότητας | Η θερμότητα εμφανίζεται με δύο οντότητες (θερμότητα και ψύχος) |
| | | Η θερμότητα εμφανίζεται με μια οντότητα (θερμότητα) |
| | Διατήρηση της θερμότητας | Η θερμότητα διατηρείται |
| Η θερμότητα μεταβάλλεται. | | |
| Θερμοκρασία | Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας | Η θερμοκρασία είναι ένδειξη της «ποιότητας» της θερμότητας |
| | | Η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας της θερμότητας |
| | | Η θερμοκρασία συνδέεται με την ποσότητας της θερμότητας ανά μονάδα μάζας του σώματος. |
| | Παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα (όταν βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του) | Εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του |
| | | Εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του |
| | | Εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από την πυκνότητά του |
| | | Εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του |
| | Θερμική ισορροπία | Αναγκαιότητα ύπαρξης θερμικής ισορροπίας |
| Τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον αποκτούν αναγκαστικά ίσες θερμοκρασίες (θερμική ισορροπία ως αναγκαιότητα). | | |

| | | |
|---------------------|-----------------------------|---|
| Θερμική αγωγιμότητα | Θερμική συμπεριφορά σωμάτων | Οι μονωτές παράγουν θερμότητα |
| | | Οι αγωγοί έλκουν θερμότητα σε θερμό περιβάλλον και ψύχως σε ψυχρό περιβάλλον |
| | | Οι αγωγοί άγουν τη θερμότητα πιο γρήγορα (ή πιο αργά) σε σχέση με τους μονωτές σε θερμό (ή σε ψυχρό) περιβάλλον |
| | | Τα σώματα είναι αποκλειστικά αγωγοί ή μονωτές. |

Ανάλογα με τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές κατατάχθηκαν και στο αντίστοιχο μοντέλο σκέψης στο οποίο ανήκαν, σύμφωνα με τα μοντέλα σκέψης που έχουν διαμορφωθεί από τους Σκουμιός και Χατζηνικήτα (2000) (βλ. Πίνακας 5.2). Τα μοντέλα αυτά συνδυάζουν τις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, τη θερμική ισορροπία και τη θερμική αγωγιμότητα.

Πίνακας 5.2: Μοντέλα σκέψης μαθητών για θερμικά φαινόμενα (Σκουμιός και Χατζηνικήτα,2000).

| | |
|------------|---|
| MONTELO I | Η θερμότητα και το κρύο είναι ποιοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται αυθόρμητα από τα σώματα και η θερμοκρασία είναι μέτρο της έντασης τους. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους ιδιοτήτων και δράσης του ενός σώματος πάνω στο άλλο. Η συνολική θερμοκρασία του συστήματος των σωμάτων δεν διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια πιθανή κατάσταση στην οποία τα σώματα αποκτούν θερμότητες ίσων εντάσεων. Η τελική θερμοκρασία των σωμάτων εξαρτάται από ορισμένα χαρακτηριστικά τους (σύσταση, μέγεθος, πυκνότητα). |
| MONTELO II | Η θερμότητα και το κρύο είναι ποσοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται αυθόρμητα από τα σώματα και η θερμοκρασία είναι μέτρο της ποσότητας τους. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους ιδιοτήτων και δράσης του ενός σώματος πάνω στο άλλο. Η συνολική θερμοκρασία του συστήματος των σωμάτων διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια πιθανή κατάσταση στην οποία τα σώματα αποκτούν |

| | |
|-------------|--|
| | ίσες ποσότητες θερμότητας. Η τελική θερμοκρασία των σωμάτων εξαρτάται από ορισμένα χαρακτηριστικά τους (σύσταση, μέγεθος, πυκνότητα). |
| ΜΟΝΤΕΛΟ III | Η θερμότητα είναι ποσοτικό μέγεθος, που μεταφέρεται λόγω διαφοράς θερμοκρασίας από ένα σώμα υψηλότερης σε ένα άλλο χαμηλότερης θερμοκρασίας, μέχρι αυτά να φθάσουν σε κατάσταση θερμικής ισορροπίας. Η θερμοκρασία είναι ένα μέγεθος που δείχνει το πόσο θερμό ή ψυχρό είναι ένα σώμα και που καθορίζει αν δύο ή περισσότερα σώματα είναι σε θερμική ισορροπία ή όχι. Τα θερμικά φαινόμενα εξηγούνται με όρους αλληλεπίδρασης. Η συνολική θερμότητα του συστήματος των σωμάτων, διατηρείται. Η θερμική ισορροπία είναι μια αναγκαιότητα που χαρακτηρίζεται από εξίσωση των θερμοκρασιών των σωμάτων. |

5.3. Διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων

Αρχικά, έγινε η απομαγνητοφώνηση των συνεντεύξεων, μια διαδικασία που είχε ως αποτέλεσμα τη μετατροπή του προφορικού λόγου σε γραπτό κείμενο. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αναλυθούν πληρέστερα τα δεδομένα. Στη συνέχεια, η ανάλυση των δεδομένων για κάθε μαθητή περιελάμβανε τρία βήματα: τη συσχέτιση των δεδομένων που έχουν καταγραφεί στη βιβλιογραφία (βλ. Πίνακα 5.1), τη συσχέτιση των δεδομένων με τα μοντέλα σκέψης των μαθητών (βλ. Πίνακα 5.2) και την εξαγωγή των συμπερασμάτων.

5.4 Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας εργασίας. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν τα πλαίσια ανάλυσης των δεδομένων καθώς και η διαδικασία ανάλυσης τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

6.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας (βλ. ενότητα 5.2). Στην δεύτερη ενότητα τα αποτελέσματα που αφορούν τα μοντέλα σκέψης των μαθητών για τα θερμικά φαινόμενα (βλ. ενότητα 5.3).

6.2 Οι αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας

Στην ενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν στις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τις έννοιες της θερμοκρασίας και της θερμότητας. Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται σε τέσσερις υποενότητες. Στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών που αφορούν στη χρήση μιας ή δύο οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων (απαντήσεις στις ερωτήσεις 1,2) (βλ. υποενότητα 5.2.1). Στη δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά τις αντιλήψεις των μαθητών που αφορούν τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (απαντήσεις στις ερωτήσεις 3, 4, 5, 7) (βλ. υποενότητα 5.2.2). Στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας (απάντηση στην ερώτηση 6) (βλ. υποενότητα 5.2.3). Στην τέταρτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων (απαντήσεις στις ερωτήσεις 8,9) (βλ. υποενότητα 5.2.4).

6.2.1. Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν στη χρήση μιας ή δύο οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων

Ερώτηση 1

Οι μαθητές ερωτώνται τι θα συμβεί αν πιάσουν ένα παγάκι στο χέρι τους. Πιο συγκεκριμένα, καλούνται να προβλέψουν αν θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι, θερμότητα από το παγάκι στο χέρι, θερμότητα από το χέρι στο παγάκι ή θερμότητα από το χέρι το παγάκι και κρύο από το παγάκι το χέρι.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι απαντήσεις των μαθητών για την ερώτηση 1 και οι αντιλήψεις στις οποίες αυτές παραπέμπουν.

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 1 αναφέρει πως θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι του στο παγάκι και κρύο από το παγάκι στο χέρι του, αιτιολογώντας την απάντησή του λέγοντας πως έχοντας το παγάκι στο χέρι σου νιώθεις το κρύο από το παγάκι, αλλά και την θερμότητα που είναι στο χέρι σου κατά την διάρκεια που λιώνει το παγάκι.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια.

- *M: Το τελευταίο*
- *E: Δηλαδή την τέταρτη επιλογή εννοείς; Μπορείς να μου το σχολιάσεις;*
- *M: Ναι εννοώ την επιλογή που είναι και τα δύο, ας πούμε καταλαβαίνεις και τη θερμότητα που είναι στο χέρι σου το παγάκι και το παγάκι που ξεπαγώνει εκείνη τη στιγμή*
- *E: Ωραία, θέλεις να προσθέσεις κάτι άλλο;*
- *M: Όχι, αυτά έχω στο μυαλό μου!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι μεταφέρεται θερμότητα από το χέρι του προς το παγάκι και κρύο από το παγάκι προς το χέρι του. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες. Σύμφωνα με την αντίληψή αυτή ο μαθητής θεωρεί την θερμότητα υπεύθυνη για την θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων. (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας & Κουμαράς 2000).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β αναφέρει ότι, στους περισσότερους τραυματισμούς του ο ίδιος χρησιμοποιεί πάγο, όμως έχουν υπάρξει φορές που ο πάγος του είχε δημιουργήσει έγκαυμα. Με βάση λοιπόν, την προσωπική του εμπειρία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι ο πάγος θερμαίνεται όταν τον κρατάς με αποτέλεσμα να εκπέμπει θερμότητα, για τον λόγο αυτό πιστεύει ότι θα μεταφερθεί θερμότητα από το παγάκι στο χέρι του.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *M: Εγώ όταν χτυπάω χρησιμοποιώ πάγο! Υπάρχουν φορές που ο πάγος μου δημιούργησε έγκαυμα! Άρα, πιστεύω ότι ο πάγος εκπέμπει θερμότητα κρατώντας το, δηλαδή θερμαίνεται όταν το κρατάς και εκπέμπει θερμότητα!*
- *E: Θα μεταφερθεί δηλαδή θερμότητα από το παγάκι στο χέρι;*
- *M: Ναι! Θα μεταφερθεί θερμότητα πιστεύω.*
- *E: Άρα συμφωνείς με τη δεύτερη επιλογή. Θα μεταφερθεί θερμότητα από το παγάκι στο χέρι μας! Ωραία, λοιπόν κατάλαβα θέλεις να προσθέσεις κάτι άλλο;*
- *M: Όχι, δεν έχω κάτι άλλο να πω!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι μεταφέρεται θερμότητα από το παγάκι προς το χέρι του. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την θερμότητα ως μία οντότητα. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, η θερμότητα εμφανίζεται με μία οντότητα, που είναι υπεύθυνη τόσο για τη θέρμανση όσο και για τη ψύξη των σωμάτων (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Arnold et al. 1996, Loverude 1999).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ αναφέρει ότι, θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι μας και αιτιολογεί την απάντησή του λέγοντας ότι το παγάκι όταν το πιάνουμε στο χέρι μας είναι νιώθουμε το κρύο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *M: Το πρώτο, θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι μας! Γιατί πιάνουμε το παγάκι και είναι κρύο στο χέρι μας!*
- *E: Έτσι όπως το νιώθουμε εννοείς;*
- *M: Ναι αυτό ακριβώς!*
- *E: Ωραία, θέλεις να προσθέσεις κάτι άλλο;*
- *M: Όχι, όχι !*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι μεταφέρεται κρύο από το παγάκι στο χέρι μας. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες. Σύμφωνα με την αντίληψή αυτή ο μαθητής θεωρεί την θερμότητα υπεύθυνη για την θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων. (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας&Κουμαράς 2000).

Ερώτηση 2

Οι μαθητές ερωτώνται τι θα συμβεί αν πιάσουν μία κούπα με ζεστό γάλα στο χέρι τους. Πιο συγκεκριμένα, καλούνται να προβλέψουν αν θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι, θερμότητα από το χέρι στην κούπα, κρύο από το χέρι στην κούπα ή τίποτα από τα παραπάνω.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι απαντήσεις και των μαθητών για την ερώτηση 2.

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 2 αναφέρει ότι αυτό που νιώθεις είναι η θερμότητα που μεταφέρεται από την κούπα στο χέρι σου. Στην συνέχεια, σχολιάζει την απάντηση του λέγοντας ότι στην περίπτωση του κρύου, όπως παράδειγμα με το παγάκι, νιώθεις ότι μεταφέρεται θερμότητα από το χέρι σου στο παγάκι και από το παγάκι στο χέρι σου, γιατί το κρύο παγάκι, παγώνει το χέρι σου και αντίστοιχα, το ζεστό χέρι σου, ζεσταίνει το παγάκι, το οποίο λιώνει. Στην περίπτωση όμως, του παραδείγματός της κούπας, νιώθεις να μεταφέρεται θερμότητα μόνο από την κούπα στο χέρι σου.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *M: Το πρώτο, αυτό που νιώθεις είναι η θερμότητα που νιώθεις που μεταφέρεται από την κούπα στο χέρι σου*
- *E: το πρώτο ωραία, θες να μου το σχολιάσεις;*
- *M: Ναι όταν είναι κάτι κρύο νιώθεις ότι μεταφέρεται η θερμότητα του χεριού σου. Παράδειγμα στη περίπτωση με το παγάκι, το χέρι ζεσταίνει το παγάκι. Δηλαδή, όταν πιάνεις κάτι κρύο μετά από ένα σημείο ζεσταίνεται και αυτό το κρύο πράγμα που κρατάς νιώθεις και εσένα να σου μεταφέρει τι χαμηλή θερμοκρασία, στη περίπτωση της κούπας, όμως νιώθεις να μεταφέρεται μόνο η θερμότητα πάνω στο χέρι σου. Όχι, ότι εσύ όταν το πιάσεις δεν θα μεταφερθεί κάποια θερμοκρασία για να κρυώσει ας πούμε κάτι που κρατάς καλά, παρόλα αυτά δεν είναι το ίδιο.*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι μεταφέρεται θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες. Σύμφωνα με την αντίληψή αυτή ο μαθητής θεωρεί την θερμότητα υπεύθυνη για την θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων. (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας&Κουμαράς 2000).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β αναφέρει ότι όταν κρατήσεις μία καυτή κούπα στο χέρι σου, καίγεται. Αυτό συμβαίνει γιατί, βγαίνει θερμότητα από την κούπα, η οποία δηλαδή μεταφέρεται στο χέρι μας.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Μ:Θα μεταφερθεί η θερμότητα στο χέρι σου!*
- *Ε:Θα μεταφερθεί, δηλαδή, θερμότητα από την κούπα στο χέρι! Μπορείς να μου σχολιάσεις την απάντησή σου;*
- *Μ:Απλά πιστεύω, επειδή καίγεται όταν κρατήσεις μία καυτή κούπα πιστεύω πως εννοείται ότι βγάζει θερμότητα στο χέρι η κούπα!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι μεταφέρεται θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες. Σύμφωνα με την αντίληψή αυτή ο μαθητής θεωρεί την θερμότητα υπεύθυνη για την θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων. (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας&Κουμαράς 2000).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Β αναφέρει ότι, όταν πιάνεις ένα αντικείμενο στο χέρι σου, το οποίο είναι ζεστό, θα ζεσταθείς. Στην περίπτωση της συγκεκριμένης ερώτησης, καταλαβαίνεις, ότι η κούπα είναι πιο ζεστή από το χέρι σου. Έτσι καταλήγει στο συμπέρασμα, ότι μεταφέρεται θερμότητα από την κούπα στο χέρι.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *M:Το πρώτο, θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι μου*
- *E:Ωραία! Μπορείς να μου το σχολιάσεις;*
- *M:Όταν πιάσεις κάτι ζεστό θα ζεσταθείς, θα καταλάβεις, δηλαδή ότι η κούπα είναι πιο ζεστή από το χέρι σου! Αυτό!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι μεταφέρεται θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες. Σύμφωνα με την αντίληψή αυτή ο μαθητής θεωρεί την θερμότητα υπεύθυνη για την θέρμανση των σωμάτων και το ψύχος (ψυχρότητα ή κρύο), υπεύθυνο για την ψύξη των σωμάτων. (Erickson 1979, 1980, 1985, Appleton, 1984, 1985, Briggs & Brook 1984, Engel Clough & Driver 1985, Watts & Gilbert 1985, Magnusson, Krajcik & Borko 1993, Arnold et al. 1996, Καρανίκας 1996, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Καρύδας&Κουμαράς 2000).

Αποτελέσματα Ερωτήσεων 1 και 2

Οι μαθητές στις ερωτήσεις κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν στην χρήση μίας ή δύο οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις Ερωτήσεις 1 και 2 οι μαθητές Α και Γ αντιλαμβάνονται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες, καθώς μέσα από τις απαντήσεις τους έγινε αντιληπτό ότι ανήκουν στους μαθητές που θεωρούν ότι όταν αγγίζουμε ένα θερμό αντικείμενο η αίσθηση του θερμού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους και όταν αγγίζουμε ένα ψυχρό αντικείμενο θεωρούν ότι η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στο ψύχος που αφήνει το ψυχρό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους. Θεωρούν δηλαδή το ψύχος ως μια οντότητα διαφορετική της θερμότητας που, όπως και η θερμότητα, μπορεί να μετακινείται (Erickson 1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero 1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996).

Ο μαθητής Β στην Ερώτηση 1 αντιλαμβάνεται την θερμότητα ως μία οντότητα θεωρεί ότι όταν αγγίζει μια αρκετά ψυχρή επιφάνεια η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το σώμα τους και κινείται προς το ψυχρό αντικείμενο. Για αυτούς, η θερμοκρασία ενός θερμού σώματος μειώνεται, όταν έρθει σε επαφή με ένα ψυχρό σώμα, γιατί, η θερμότητα φεύγει από το θερμό σώμα και πηγαίνει στο ψυχρό (Erickson 1979). Στην Ερώτηση 2, όμως ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δυο διαφορετικές οντότητες, καθώς μέσα από την απάντησή του γίνεται κατανοητό ότι ανήκει στους μαθητές που θεωρούν ότι όταν αγγίζουμε ένα θερμό αντικείμενο η αίσθηση του θερμού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα μας (Erickson 1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero 1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996).

6.2.2 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του

Ερώτηση 3

Οι μαθητές ερωτώνται ποια θα είναι η θερμοκρασία του υγρού αν σε 100 ml νερού θερμοκρασίας 80°C προσθέσουν 100 ml νερού θερμοκρασίας 40°C. Οι μαθητές επιλέγουν μία από τις 5 απαντήσεις[α)40°C, β)100°C, γ)60°C) 80°C ε) 120°C].

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 3 αναφέρει ότι επειδή σε νερό με θερμοκρασία 80°C προσθέτουμε νερό ίδιας ποσότητας με θερμοκρασία 40°C, η θερμοκρασία που θα προκύψει θα είναι κάπου στο ενδιάμεσο, δηλαδή στους 60 βαθμούς Κελσίου.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *M: Λοιπόν είναι 80, Το πρώτο είναι 80 έτσι?*
- *E: Ναι και προσθέτουμε 40 βαθμούς Κελσίου*
- *M: ναι πόσο νερό την ίδια ποσότητα?*

- *Ε: Την ίδια ποσότητα νερού, σε νερό θερμοκρασίας 80 βαθμούς Κελσίου προσθέτουμε την ίδια ποσότητα νερού θερμοκρασία 40 βαθμούς Κελσίου*
- *Μ: Κοίτα, πιστεύω κάπου στο ενδιάμεσο κάπου στα 60, γιατί βάζουμε νερό με πιο χαμηλή θερμοκρασία, οπότε θα κρυώσει λίγο το νερό, ας το πούμε έτσι, αλλά όχι και τελείως ! Άρα, πιστεύω από τις επιλογές που μου λες ότι θα έχει θερμοκρασία 60 βαθμούς Κελσίου.*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι το υγρό που θα προκύψει θα έχει θερμοκρασία 60°C. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Με την αντίληψη αυτή σχετίζεται η αντίληψη ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στην δική μας περίπτωση ο μαθητής Α ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που ακολουθούν την «στρατηγική μέσου όρου, οι οποία θεωρεί δηλαδή ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β αναφέρει ότι επειδή σε νερό με θερμοκρασία 80°C προσθέτουμε νερό ίδιας ποσότητας με θερμοκρασία 40°C, πιστεύει ότι το νερό των 40°C θα δώσει μια «παγωνιά» στο νερό των 80°C, αλλά στο τέλος δεν θα έχουν και την ίδια θερμοκρασία. Έτσι, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία που θα προκύψει θα είναι κάπου στο ενδιάμεσο, δηλαδή στους 60 βαθμούς Κελσίου.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Εδώ είναι λίγο δύσκολο σε 80 βαθμούς να ρίξουμε νεράκι 40 βαθμών;*
- *Ναι την ίδια ποσότητα ακριβώς!*

- *Την ίδια ποσότητα αλλά σε χαμηλότερη θερμοκρασία! Λοιπόν, πιστεύω ότι θα δώσει μία παγωνιά το νερό 40 βαθμών στους 80 θα το κρυώσει λίγο.*
- *Πολύ ωραία, οπότε οι επιλογές μας σε αυτή την περίπτωση είναι
A) 40 βαθμούς Κελσίου και B) 60 βαθμούς Κελσίου! Ποια είναι οι απάντησή σου;*
- *Πιστεύω ότι η απάντηση είναι η δεύτερη: 60 βαθμούς Κελσίου, γιατί θα δώσει μια παγωνιά το νερό των 40 βαθμών αλλά, δεν θα το κάνει όμως και ίδια θερμοκρασίας, οπότε θα είναι κάτι στο ενδιάμεσο!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι το υγρό που θα προκύψει θα έχει θερμοκρασία 60°C. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Με την αντίληψη αυτή σχετίζεται η αντίληψη ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στην δική μας περίπτωση ο μαθητής Β ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που ακολουθούν την «στρατηγική μέσου όρου, οι οποία θεωρεί δηλαδή ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ αναφέρει ότι επειδή σε ζεστό νερό προσθέτουμε κρύο, το αποτέλεσμα που θα προκύψει θα είναι μείωση της αρχικής θερμοκρασίας. Έτσι, από τις επιλογές που δίνονται καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η θερμοκρασία που θα προκύψει θα είναι στους 60 βαθμούς Κελσίου.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *60 βαθμούς Κελσίου*
- *Δηλαδή, μέσα σε μία ποσότητα νερού 80 βαθμούς Κελσίου προσθέτουμε την ίδια ποσότητα νερού θερμοκρασίας 40 βαθμούς Κελσίου, η θερμοκρασία που θα προκύψει θα είναι 60 βαθμούς Κελσίου! Μπορείς να μου πεις για το πιστεύεις αυτό;*
- *Αφού στο ζεστό θα προσθέσουμε κρύο θα μειωθεί η θερμοκρασία για αυτό το λόγο είπα 60!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι το υγρό που θα προκύψει θα έχει θερμοκρασία 60°C. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Με την αντίληψη αυτή σχετίζεται η αντίληψη ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στην δική μας περίπτωση ο μαθητής Γ ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που ακολουθούν την «στρατηγική μέσου όρου, οι οποία θεωρεί δηλαδή ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

Ερώτηση 4

Οι μαθητές καλούνται να συγκρίνουν τις θερμοκρασίες ενός μεταλλικού κουταλιού και ενός πλαστικού που βρίσκονται στον πάγκο της κουζίνα του σπιτιού τους για αρκετό χρόνο. Οι μαθητές επιλέγουν μία από τρεις απαντήσεις που τους δίνονται: α) η θερμοκρασία του μεταλλικού κουταλιού είναι υψηλότερη από αυτή του πλαστικού, β) η θερμοκρασία του πλαστικού κουταλιού είναι υψηλότερη από αυτή του μεταλλικού και γ) έχουν και τα δύο ίσες θερμοκρασίες

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 4 αναφέρει ότι το πλαστικό κουτάλι έχει πιο υψηλή θερμοκρασία από το μεταλλικό κουτάλι και αιτιολογεί την απάντηση του λέγοντας ότι το μεταλλικό κουτάλι όταν το πιάνουμε το νιώθουμε πάντα πιο κρύο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Συμφωνώ με την δεύτερη επιλογή, πιστεύω ότι το πλαστικό έχει πιο υψηλή θερμοκρασία από το μεταλλικό, γιατί το νιώθουμε όταν το πιάνουμε πάντα πιο κρύο!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι η θερμοκρασία του πλαστικού θα είναι υψηλότερη από αυτήν του μεταλλικού κουταλιού. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται στην συγκεκριμένη περίπτωση ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η φύση του υλικού ενός σώματος καθορίζει την θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (Tiberghien 1980,1985, Appleton 1984, 1985, Erickson 1975,1985, Frenkel & Strauss 1985, Thomaz et al. 1995, Καρανίκας 1996, Maskill et al.1997, Harrison et al. 1999, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Jasier & Oberem 2002).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Στην συγκεκριμένη ερώτηση ο μαθητής Β, δεν είχε ακούσει καλά την ερώτηση στην αρχή, με αποτέλεσμα να μπερδέψει την θερμοκρασία με την θερμότητα, δηλαδή το ζητούμενο της ερώτησης. Στην συνέχεια, έγινε επανάληψη της ερώτησης και ο μαθητής έδωσε την απάντησή του. Πιο συγκεκριμένα, στην απάντησή του αναφέρει ότι το πλαστικό κουτάλι έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από το μεταλλικό κουτάλι, καθώς όταν αγγίζουμε το πλαστικό το νιώθουμε πιο κρύο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Πιστεύω ότι το μεταλλικό έχει μεγαλύτερη θερμότητα*
- *Θερμοκρασία εννοείς;*
- *Ναι, ναι μπερδεύτηκα! Έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία!*
- *Άρα, συμφωνούμε με την πρώτη επιλογή μας! Η θερμοκρασία του μεταλλικού είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του πλαστικού! Γιατί το πιστεύεις αυτό; Μπορείς να μου το σχολιάσεις;*
- *Να σας πω το πιστεύω, γιατί το πλαστικό μπορεί να λιώσει κιόλας! Αν το βάλεις σε μεγάλη θερμότητα, αλλά πιστεύω ότι στο μεταλλικό μένει η θερμότητα!*
- *Όχι, δεν έχεις ακούσει καλά την ερώτηση! Έχουμε ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα πλαστικό κουτάλι πάνω στον πάγκο μας όταν τα αγγίζουμε αυτά τα δύο αυτά τα δύο έχουν την ίδια θερμοκρασία, πρόσεξε θερμοκρασία ή όχι!*
- *Ααα! Κατάλαβα! Όχι δεν έχουν την ίδια θερμοκρασία! Το πλαστικό έχει χαμηλότερη θερμοκρασία!*

- *Άρα, συμφωνείς με τη δεύτερη πρόταση η θερμοκρασία του μεταλλικού είναι υψηλότερη από αυτήν του πλαστικού κουταλιού.*
- *Το μεταλλικό έχει υψηλότερη, όταν αγγίζουμε το πλαστικό είναι πιο κρύο από το μεταλλικό!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι η θερμοκρασία του μεταλλικού θα είναι υψηλότερη από αυτήν του πλαστικού κουταλιού. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται στην συγκεκριμένη περίπτωση ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η φύση του υλικού ενός σώματος καθορίζει την θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (Tiberghien 1980,1985, Appleton 1984, 1985, Erickson 1975,1985, Frenkel & Strauss 1985, Thomaz et al. 1995, Καρανίκας 1996, Maskill et al.1997, Harrison et al. 1999, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Jasier & Oberem 2002).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ αναφέρει ότι επειδή τα δύο κουτάλια θα τα αφήσουμε στον ίδιο χώρο χωρίς να κάνουμε κάτι, θα έχουν τις ίδιες θερμοκρασίες, καθώς δεν έρχεται σε επαφή το ένα ή το άλλο με κάποιο άλλο κρύο ή ζεστό αντικείμενο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Θα τα αφήσουμε εκεί χωρίς να τα κάνουμε κάτι και τα δύο;*
- *Ναι!*
- *Πιστεύω ότι θα έχουν ίδιες θερμοκρασίες!*
- *Γιατί το πιστεύεις αυτό;*
- *Γιατί δεν είναι ότι ακουμπάει κάπου το ένα το άλλο ή ακουμπάνε σε κάποιο ζεστό ή κρύο αντικείμενο! Αυτό!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι και δύο κουτάλια θα έχουν τις ίδιες θερμοκρασίες. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του. Ο μαθητής Γ ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που θεωρούν ότι τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem, 2002). Συνεπώς, γι' αυτούς τους μαθητές, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος (π.χ. μέγεθος, σύσταση) δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα.

Ερώτηση 5

Περιγραφή απάντησης

Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν η θερμοκρασία σε μια μεγάλη λεκάνη ή σε ένα μικρό ποτήρι με νερό που βρίσκονται στον ίδιο χώρο, του οποίου η θερμοκρασία είναι συνεχώς 15°C, για ένα ολόκληρο βράδυ θα είναι υψηλότερη και στην συνέχεια καλούνται να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α στην ερώτηση 5 δίνει την απάντησή του λέγοντας ότι οι θερμοκρασίες που θα έχουν μία μεγάλη λεκάνη με νερό και ένα μικρό ποτήρι με νερό, θα είναι ίδιες. Ο μαθητής αιτιολογεί την απάντησή του λέγοντας πως, παίρνουν την θερμοκρασία του δωματίου, καθώς είναι το ίδιο στοιχείο νερό με νερό και τονίζει πως δεν είναι για παράδειγμα ούισκι με νερό για να έχουν διαφορετική.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *την ίδια θερμοκρασία πιστεύω ότι θα έχουν*
- *και γιατί το πιστεύεις αυτό;*
- *γιατί παίρνουν τη θερμοκρασία του δωματίου και είναι και το ίδιο στοιχείο. Δεν είναι για παράδειγμα ούισκι με νερό για να έχει άλλη θερμοκρασία, έχουμε να κάνουμε νερό με νερό*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι το νερό της λεκάνης και το νερό του ποτηριού θα έχουν ίσες θερμοκρασίες, καθώς, περιέχουν το ίδιο υγρό(νερό). Δεν τον ενδιαφέρει η διαφορά της ποσότητας του νερού που βρίσκεται μέσα στην λεκάνη και στο ποτήρι, εστιάζει κυρίως στο γεγονός ότι περιέχουν και τα δύο νερό και όχι διαφορετικά υγρά. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται στην συγκεκριμένη περίπτωση ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Σύμφωνα με αυτή την αντίληψη των μαθητών, η φύση του υλικού ενός σώματος καθορίζει την θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του (Tiberghien 1980,1985, Appleton 1984, 1985, Erickson 1975,1985, Frenkel & Strauss 1985, Thomaz et al. 1995, Καρανίκας 1996, Maskill et al.1997, Harrison et al. 1999, Aiello-Nicosia & Sperandeo-Mineo 2000, Jasier & Oberem 2002). Οι μαθητές της αντίληψης αυτής σκέπτονται με βάση την ουσία και κατά περίπτωση, δηλαδή, σύμφωνα με την πειραματική κατάσταση. Δεν εγκαθιστούν μια συστηματική αιτιακή σύνδεση μεταξύ της θέρμανσης της ουσίας και του γεγονότος ότι η θερμοκρασία της αυξάνεται. Μικρό ποσοστό των μαθητών αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία όλων των σωμάτων αυξάνει όταν αυτά θερμαίνονται. Πολλοί μάλιστα από τους μαθητές προβλέπουν ότι ορισμένα υλικά (π.χ. άμμος, ζάχαρη) δεν μπορούν να θερμανθούν (Tiberghien 1985, Gale 1993).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β στην ερώτηση 5 δίνει την απάντηση του λέγοντας πως το νερό στην λεκάνη θα έχει υψηλότερη θερμοκρασία και αιτιολογεί την απάντηση του τονίζοντας πως αν αφήσεις ένα ποτήρι νερό σε θερμοκρασία δωματίου θα αποκτήσει μία «παγωνιά», ενώ το νερό στην λεκάνη θα αλλάξει με μεγαλύτερη δυσκολία θερμοκρασία, λόγω της μεγαλύτερης ποσότητας νερού που περιέχει.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Το νερό της λεκάνης έχει υψηλότερη θερμοκρασία!*
- *Και γιατί το πιστεύεις αυτό; Μπορείς να μου το σχολιάσεις;*
- *Γιατί, αν αφήσεις ένα ποτήρι νερό σε θερμοκρασία δωματίου θα αποκτήσει μία παγωνιά ας πούμε,*

- *Το νερό, δηλαδή στη λεκάνη είναι πιο δύσκολο να αλλάξει θερμοκρασία επειδή έχει περισσότερη ποσότητα νερού;*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι το νερό στην λεκάνη θα έχει υψηλότερη θερμοκρασία. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Οι μαθητές της αντίληψης θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ στην ερώτηση 5 δίνει την απάντηση του λέγοντας ότι οι θερμοκρασίες που θα έχουν το νερό της λεκάνης, με το νερό του μικρού ποτηριού θα είναι ίδιες. Ο μαθητής αιτιολογεί την απάντηση του λέγοντας ότι ο λόγος που θα έχουν τις ίδιες θερμοκρασίες είναι ότι βρίσκονται στον ίδιο χώρο, στο ίδιο δωμάτιο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Πιστεύω το ίδιο!*
- *Μπορείς να μου το σχολιάσεις;*
- *Πιστεύω το ίδιο, γιατί θα είναι σε ένα δωμάτιο και θα έχει την ίδια θερμοκρασία θα είναι στον ίδιο χώρο δηλαδή!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι το νερό της λεκάνης και το νερό στο ποτήρι θα έχουν τις ίδιες θερμοκρασίες. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του. Ο μαθητής Γ ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που θεωρούν ότι τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο

περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem, 2002). Συνεπώς, γι' αυτούς τους μαθητές, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος (π.χ. μέγεθος, σύσταση) δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα.

Ερώτηση 7

Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι υπάρχουν 2 δοχεία A και B με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπου το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B. Αν υποθέσουμε πως ζεσταίνουμε το δοχείο A και στη συνέχεια το δοχείο B ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου A. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν το νερό που περιέχει κάθε δοχείο έφθασε στην ίδια θερμοκρασία ή όχι. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

Μαθητής A

Περιγραφή απάντησης μαθητή A

Ο μαθητής A στην ερώτηση 7 δίνει την απάντηση του λέγοντας το νερό που περιέχει κάθε δοχείο δεν θα φθάσει στην ίδια θερμοκρασία και αιτιολογεί την απάντηση του λέγοντας πως το μεγαλύτερο δοχείο θα χρειαστεί περισσότερο χρόνο για να ζεσταθεί.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Όχι, γιατί το μεγαλύτερο δοχείο θέλει περισσότερο χρόνο για να ζεσταθεί*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή A

Ο μαθητής A θεωρεί ότι το νερό που περιείχε κάθε δοχείο δεν έφθασε στην ίδια θερμοκρασία, καθώς το νερό που βρισκόταν στο μεγαλύτερο δοχείο χρειάζεται περισσότερο χρόνο για να φτάσει την θερμοκρασία του νερού στο μικρότερο δοχείο. Ο μαθητής A αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Οι μαθητές της αντίληψης αυτής θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β στην ερώτηση 7 δίνει την απάντηση του λέγοντας ότι στην συγκεκριμένη ερώτηση σημαντικό ρόλο κατέχει η ποσότητα του νερού , που βρίσκεται σε κάθε δοχείο και σχολιάζει την απάντηση του τονίζοντας πως το δοχείο με το περισσότερο νερό δε θα φτάσει την ίδια θερμοκρασία με το δοχείο που έχει λιγότερο νερό. Έτσι, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το δοχείο με το λιγότερο νερό θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία από το δοχείο με την περισσότερη ποσότητα νερού.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Σε αυτήν την περίπτωση πιστεύω ότι η ποσότητα έχει σημαντικό ρόλο! Οπότε, το δοχείο με το περισσότερο νερό δε θα φτάσει την ίδια θερμοκρασία με το δοχείο που έχει πιο λίγο νερό! Το δοχείο με το λίγο νερό θα έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι το νερό που περιείχε κάθε δοχείο δεν έφθασε στην ίδια θερμοκρασία , καθώς το νερό που βρισκόταν στο μεγαλύτερο δοχείο θα έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του νερού στο μικρότερο δοχείο. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Οι μαθητές της αντίληψης αυτής θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ στην ερώτηση 7 δίνει την απάντηση του λέγοντας το νερό που περιέχει κάθε δοχείο δεν θα φθάσει στην ίδια θερμοκρασία και αιτιολογεί την απάντηση του τονίζοντας πως το δοχείο με την μεγαλύτερη ποσότητα νερού θα ζεσταθεί πιο αργά από το δοχείο με την μικρότερη ποσότητα νερού, το οποίο θα ζεσταθεί σε λιγότερο χρόνο.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Όχι, γιατί το πολύ ζεσταίνεται πιο αργά! Δεν είναι το ίδιο με το λίγο! Το λίγο ζεσταίνεται πιο γρήγορα! Έχει να κάνει με την ποσότητα του νερού!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι το νερό που περιείχε κάθε δοχείο δεν έφθασε στην ίδια θερμοκρασία, καθώς το νερό που βρισκόταν στο μεγαλύτερο δοχείο θα ζεστάθηκε πιο αργά από το νερό που βρισκόταν στο μικρότερο δοχείο. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθος του. Οι μαθητές της αντίληψης αυτής θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Αποτελέσματα Ερωτήσεων 3, 4, 5 και 7

Οι μαθητές στις ερωτήσεις κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 3 και 7 και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται ότι θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του. Την

αντίληψη αυτή διατηρεί ο μαθητής Β και για την ερώτηση 5. Οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Με την αντίληψη των μαθητών ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του, σχετίζεται η αντίληψη ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση της ερώτησης 3, οι μαθητές ακολουθούν στρατηγική του «μέσου όρου», θεωρούν δηλαδή ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

Στην ερώτηση 4 οι μαθητές Α και Β αντιλαμβάνονται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή υποστηρίζουν ότι η διαφορετική αίσθηση που τους δημιουργείται όταν αγγίζουν δύο αντικείμενα (που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο σταθερής θερμοκρασίας περιβάλλον), τους δίνει την εντύπωση ότι αυτά τα αντικείμενα θα βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Appleton 1985, Gale 1993, Thomaz et al. 1995, Jasier & Oberem 2002). Συμπεραίνουν τότε ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του. Ο μαθητής Α διατηρεί την ίδια αντίληψη και στην ερώτηση 5. Στην περίπτωση αυτή, ο μαθητής Α ανήκει με τους μαθητές που σκέπτονται και με βάση την ουσία και κατά περίπτωση, δηλαδή, σύμφωνα με την πειραματική κατάσταση. Δεν εγκαθιστούν μια συστηματική αιτιακή σύνδεση μεταξύ της θέρμανσης της ουσίας και του γεγονότος ότι η θερμοκρασία της αυξάνεται. Μικρό ποσοστό των μαθητών αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία όλων των σωμάτων αυξάνει όταν αυτά θερμαίνονται. Πολλοί μάλιστα από τους μαθητές προβλέπουν ότι ορισμένα υλικά (π.χ. άμμος, ζάχαρη) δεν μπορούν να θερμανθούν (Tiberghien 1985, Gale 1993).

Ο μαθητής Γ, στις ερωτήσεις 4 και 5, αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του. Ο μαθητής Γ ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που θεωρούν ότι τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996,

Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem, 2002). Συνεπώς, γι' αυτούς τους μαθητές, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος (π.χ. μέγεθος, σύσταση) δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα.

6.2.3 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν στη διαφοροποίηση ή μη της θερμοκρασίας και της θερμότητας

Ερώτηση 6

Στους μαθητές δίνεται η πληροφορία ότι υπάρχουν 2 δοχεία A και B με νερό ίδιας θερμοκρασίας, όπου το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B. Αν υποθέσουμε πως ζεσταίνουμε το δοχείο A και στη συνέχεια το δοχείο B ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου A. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αν το νερό στο δοχείο A πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο B ή όχι. Με την απάντηση τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντηση τους.

Μαθητής A

Περιγραφή απάντησης μαθητή A

Ο μαθητής A δίνει την απάντηση του λέγοντας ότι το νερό στο δοχείο A πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο B, με την διαφορά ότι χρειάστηκε περισσότερος χρόνος και αιτιολόγησε την απάντηση του λέγοντας ότι σε ένα βραστήρα, ο οποίος έχει κλείσει καθώς, περιέχει νερό που έχει φθάσει στη θερμοκρασία που πρέπει, έχοντας πάρει την θερμότητα που πρέπει, αν προσθέσουμε νερό θα ξεκινήσει πάλι να δουλεύει μέχρι να συμβεί το ίδιο. Έτσι, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι στο τέλος τα νερά και στα δυο δοχεία θα έχουν πάρει την ίδια θερμότητα.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *το μετράμε αυτό έτσι; Ότι το ζεσταίνουμε μέχρι να φτάσει τη θερμοκρασία του νερού στην ίδια θερμοκρασία*
- *ναι ναι!*
- *θα πάρει πιο πολλή ώρα αλλά θα πάρει την θερμότητα που πρέπει, να σου δώσω και ένα παράδειγμα! Ας υποθέσουμε ότι έχουμε 3 ποτήρια νερό στο βραστήρα και ρίχνουμε και 6 ποτήρια νερό, ο θερμοστάτης του βραστήρα θα σταματήσει αφού συμπληρωθεί η θερμοκρασία, η ίδια θερμοκρασία και θα πάρει πάλι την ίδια θερμότητα!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι το νερό στο δοχείο Α πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β, απλά χρειάστηκε περισσότερος χρόνος. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας. Σύμφωνα με τους μαθητές της αντίληψης αυτής, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης. Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β δίνει την απάντηση του λέγοντα πως τα νερά και στα δύο δοχεία θα πάρουν την ίδια θερμότητα και σχολιάζει την απάντηση του λέγοντας πως δεν έχει σημασία η ποσότητα του νερού.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Θα πάρουν την ίδια θερμότητα, πιστεύω!*
- *Γιατί το πιστεύεις αυτό;*
- *Γιατί νομίζω ότι δεν έχει σημασία η ποσότητα του νερού!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι το νερό στο δοχείο Α πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β, απλά χρειάστηκε περισσότερος χρόνος. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας. Σύμφωνα με τους μαθητές της αντίληψης αυτής, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης. Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ δίνει την απάντηση του λέγοντας πως το νερό στο δοχείο Α θα φτάσει στην θερμοκρασία του δοχείου Β, έχοντας πάρει την ίδια θερμότητα, με την διαφορά ότι θα χρειαστεί περισσότερος χρόνος.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Το δοχείο Α έχει πιο πολύ νερό και το δοχείο Β πιο λίγο! Θέλουμε το δοχείο Β να φτάσει τη θερμοκρασία του δοχείου Α! Άρα θα πάρει την ίδια θερμότητα αλλά θα γίνει σε πιο λίγη ώρα! Αφού η ποσότητα του νερού είναι λιγότερη το δοχείο Β έχει*

πιο λίγο νερό !Άρα πιο γρήγορα θα φτάσουμε στη θερμοκρασία του δοχείου Α αλλά θα έχουν πάρει την ίδια θερμότητα απλά πιο γρήγορα!

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι το νερό στο δοχείο Α πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β, απλά χρειάστηκε περισσότερος χρόνος. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται την θερμοκρασία ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας. Σύμφωνα με τους μαθητές της αντίληψης αυτής, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης. Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

Αποτελέσματα Ερώτησης 6

Οι μαθητές στην ερώτηση 6 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν στη διαφοροποίηση ή μη της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 6 και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται την θερμοκρασία ως ένδειξη έντασης της θερμότητας. Θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι μια ένδειξη της έντασης της θερμότητας (ή και του ψύχους) που περιέχει ένα σώμα, όταν δίνει εξηγήσεις σε διάφορες καταστάσεις θέρμανσης/ψύξης (Appleton, 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Kesidou, Duit & Glynn 1995, Meltzer 2001, Greenbowe & Meltzer 2003). Οι μαθητές που χειρίζονται αυτή την αντίληψη, αντιλαμβάνονται τη

θερμότητα ως μέγεθος που χαρακτηρίζεται μόνο από την έντασή του, και κατά συνέπεια είναι ανεξάρτητη της μάζας του σώματος. Η θερμότητα λοιπόν σύμφωνα με αυτούς τους μαθητές, εμφανίζει χαρακτηριστικά εντατικού μεγέθους και η θερμοκρασία εκλαμβάνεται ως «βαθμός της θερμότητας» (Appleton 1985, Wisser 1986, Kesidou & Duit 1993, Greenbowe & Meltzer 2003). Έτσι, σύμφωνα με τους μαθητές, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης. Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

6.2.4 Αντιλήψεις μαθητών που αφορούν τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων

Ερώτηση 8

Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν που θα προτιμούσαν να τυλίξουν ένα ζεστό ψωμί ώστε να το μεταφέρουν στο σπίτι τους και να παραμείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό, σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα. Με την απάντησή τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α δίνει την απάντησή του λέγοντας ότι σε αλουμινόχαρτο είναι καλύτερα να τυλίξεις ένα ζεστό ψωμί, καθώς χρησιμοποιώντας αλουμίνιο είναι πιο καλό το τύλιγμα και δεν χάνει το ψωμί την θερμότητά του.

Η απάντησή στην συνέντευξη αυτούσια:

- *σε μάλλινο ύφασμα να τυλίξεις ψωμί δεν νομίζω να είναι σωστό, σε αλουμινόχαρτο πιστεύω!*
- *Γιατί το πιστεύεις αυτό; Μπορείς να μου δικαιολογήσεις την απάντησή σου;*

- *Ναι! Γιατί δεν φεύγει η θερμότητα με το αλουμίνιο, είναι πιο στεγανό το τύλιγμα και δεν χάνει το ψωμί τη θερμότητα του!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι σε αλουμινόχαρτο θα προτιμούσε να τυλίξει ένα ζεστό ψωμί, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Με την αντίληψη της έλξης, διατήρησης ή απορρόφησης της θερμότητας ή του ψύχους σχετίζεται και η αντίληψη ότι τα μέταλλα είναι μονωτές, αφού, όπως έχει αναφερθεί, τα μέταλλα είναι ιδανικά στο να κρατούν τα πράγματα θερμά ή ψυχρά. Αυτή η αντίληψη ενισχύεται από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα υλικά στην καθημερινή ζωή. Ένα παράδειγμα με το οποίο φαίνεται να ενισχύεται η αντίληψη ότι τα μέταλλα έχουν μονωτικές ιδιότητες, είναι η συνηθισμένη πρακτική μαγείρων σε εστιατόρια να τυλίγουν τα φαγητά για το σπίτι σε αλουμινόχαρτο με την αιτιολογία ότι έτσι θα διατηρηθούν ζεστά (Lewis & Linn 1994). Αλλά και στο σπίτι, συχνά οι μητέρες των μαθητών σκεπάζουν τα ζεστά φαγητά με αλουμινόχαρτο όταν τα βγάζουν από το φούρνο, λέγοντας ότι έτσι θα τα διατηρήσουν ζεστά (Lewis & Linn 1994).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β δίνει την απάντηση του λέγοντας ότι σε αλουμινόχαρτο θα ήταν καλύτερα να έβαζε το ψωμί, καθώς σαν υλικό είναι ειδικά φτιαγμένο για να κρατάει τις θερμοκρασίες

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- Σε αλουμινόχαρτο διατηρείται νομίζω, γιατί είναι ειδικά φτιαγμένο για να κρατάει συγκεκριμένα τις θερμοκρασίες! Οπότε θα έβαζα το ψωμί σε αλουμινόχαρτο!

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι σε αλουμινόχαρτο θα προτιμούσε να τυλίξει ένα ζεστό ψωμί, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Με την αντίληψη της έλξης, διατήρησης ή απορρόφησης της θερμότητας ή του ψύχους σχετίζεται και η αντίληψη ότι τα μέταλλα είναι μονωτές, αφού, όπως έχει αναφερθεί, τα μέταλλα είναι ιδανικά στο να κρατούν τα πράγματα θερμά ή ψυχρά. Αυτή η αντίληψη ενισχύεται από τον τρόπο με τον οποίο χρησιμοποιούνται τα υλικά στην καθημερινή ζωή. Ένα παράδειγμα με το οποίο φαίνεται να ενισχύεται η αντίληψη ότι τα μέταλλα έχουν μονωτικές ιδιότητες, είναι η συνηθισμένη πρακτική μαγείρων σε εστιατόρια να τυλίγουν τα φαγητά για το σπίτι σε αλουμινόχαρτο με την αιτιολογία ότι έτσι θα διατηρηθούν ζεστά (Lewis & Linn 1994). Αλλά και στο σπίτι, συχνά οι μητέρες των μαθητών σκεπάζουν τα ζεστά φαγητά με αλουμινόχαρτο όταν τα βγάζουν από το φούρνο, λέγοντας ότι έτσι θα τα διατηρήσουν ζεστά (Lewis & Linn 1994).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ δίνει την απάντηση του λέγοντας πως καλύτερα θα ήταν να τυλίξουμε το ψωμί σε ένα μάλλινο ύφασμα. Πιο συγκεκριμένα αναφέρει ότι και στα δύο μπορούμε να το βάλουμε για να το κρατήσουμε ζεστό, όμως στο αλουμινόχαρτο πιστεύει ότι θα δημιουργηθεί υγρασία, ενώ το ύφασμα θα την απορροφήσει.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Αλλα πράγματα σε αλουμινόχαρτο τα βάζουμε! Συνήθως το ψωμί το βάζουμε σε μία πετσετούλα! Οπότε σε ύφασμα πιστεύω! Σε μάλλινο ύφασμα νομίζω ότι θα κρατήσει καλύτερα τη θερμότητα, και στο αλουμινόχαρτο το κρατάει βέβαια! Βασικά, αν είχε επιλογή και στα δύο θα έλεγα αυτήν! Αλλά αφού είναι να διαλέξω ανάμεσα σε αυτές τις δύο πιστεύω το ύφασμα γιατί συνήθως το ψωμί το βάζουμε σε ένα ύφασμα!*
- *Και τα δύο κρατάνε τη θερμοκρασία;*
- *Ναι! Πιστεύω και τα δύο! Απλώς το ύφασμα δεν θα δημιουργήσει υγρασία ενώ το αλουμινόχαρτο θα δημιουργήσει υγρασία. Το ύφασμα θα απορροφήσει την υγρασία.*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι σε μάλλινο ύφασμα θα προτιμούσε να τυλίξει ένα ζεστό ψωμί, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται την παραγωγή της θερμότητας από μονωτές. Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή των μαθητών, οι μονωτές (και πιο συγκεκριμένα τα μάλλινα και βαμβακερά σώματα) έχουν την ιδιότητα να απορροφούν αλλά κυρίως να δημιουργούν (παράγουν) θερμότητα και κατά συνέπεια να θερμαίνουν τα σώματα (Erickson & Tiberghien 1985, Bruce & Korpnicek 1990, Jara-Guerrero 1993, Lewis 1991, 1996, Vosniadou & Kempner 1993, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996, Stylianidou 1997). Οι μαθητές, στους οποίους κυριαρχεί η αντίληψη αυτή, γνωρίζουν από την καθημερινή τους εμπειρία ότι όταν φορούν αρκετά ρούχα, τότε ζεσταίνονται. Αναφέρουν λοιπόν ότι οι μονωτές θερμαίνουν τα σώματα (Reterfalvi 1982, Erickson & Tiberghien 1985, Sciarreta et al. 1990, Kempner 1992, Lewis & Linn 1994, Boohan 1996, Newell & Ross 1996). Θεωρούν τα μάλλινα ως αντικείμενα που δημιουργούν θερμότητα και όχι ότι απλά επιβραδύνουν τη ροή θερμότητας που εκπέμπεται από τα σώματά τους (Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996). Πολλοί μαθητές εκπλήσσονται συχνά όταν ένας κύβος πάγου τυλιγμένος με μάλλινο ύφασμα ή με κομμάτια εφημερίδας «κρατάει περισσότερο» από έναν άλλο τοποθετημένο μέσα σε μεταλλικό φύλλο (Bruce & Korpnicek, 1990). Παρόμοια, πιστεύουν ότι ο πάγος θα λιώσει πιο γρήγορα πάνω σε ξύλο, παρά σε μέταλλο, προβάλλοντας ως αιτιολόγηση την αντίληψη σύμφωνα με την οποία, το ξύλο είναι πιο ζεστό σε σχέση με το μέταλλο και έτσι το ξύλο θα θερμάνει πιο γρήγορα τον πάγο (Sciarreta et al. 1990).

Ερώτηση 9

Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν που θα προτιμούσαν να τυλίξουν ένα παγωτό ώστε να το μεταφέρουν στο σπίτι τους και να παραμείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο, σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα. Με την απάντησή τους οι μαθητές καλούνται επίσης να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Μαθητής Α

Περιγραφή απάντησης μαθητή Α

Ο μαθητής Α δίνει την απάντησή του λέγοντας πως καλύτερα να τυλίξεις σε ένα αλουμινόχαρτο το παγωτό, γιατί αν το τυλίξεις σε μάλλινο ύφασμα αυτό θα λιώσει πιο γρήγορα και τότε θα «χάσουμε» και το παγωτό και το ύφασμα.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *και εδώ σε αλουμινόχαρτο γιατί αν τυλίξεις σε μάλλινο ύφασμα το παγωτό, αυτό θα λιώσει πιο γρήγορα τότε πάει και το παγωτό πάει και το ύφασμα!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Α

Ο μαθητής Α θεωρεί ότι σε αλουμινόχαρτο θα προτιμούσε να τυλίξει ένα παγωτό, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο. Ο μαθητής Α αντιλαμβάνεται την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Σε καταστάσεις μόνωσης ενός ψυχρού σώματος, τα υλικά που με το άγγιγμα φαίνονται ψυχρά, επιλέγονται από τους μαθητές, για να κρατήσουν κρύα για όσο το δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα, τα ψυχρά αντικείμενα. Οι μαθητές εγκαθιστούν μια αιτιακή σχέση του τύπου: «επειδή το υλικό είναι ψυχρό, ψύχει». Ειδικότερα, το αλουμινόχαρτο θεωρείται ως το καλύτερο υλικό με το οποίο πρέπει να 36 τυλιχθεί ένα ψυχρό σώμα, για να παραμείνει όσο το δυνατόν για περισσότερο χρονικό διάστημα ψυχρό (Lewis & Linn 1994). Η εξήγηση που δίνουν οι μαθητές γι' αυτή την επιλογή τους, είναι ότι το

αλουμινόχαρτο και γενικά τα μέταλλα έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν ψύχος (Lewis & Linn 1994). Σύμφωνα με τους μαθητές, η βασική ιδιότητα των αγωγών, σε ψυχρό περιβάλλον, είναι ότι οι αγωγοί «διατηρούν τα πράγματα κρύα» (Lewis & Linn 1994).

Μαθητής Β

Περιγραφή απάντησης μαθητή Β

Ο μαθητής Β δίνει την απάντηση του λέγοντας πως καλύτερα θα ήταν να βάλουμε το παγωτό στο αλουμινόχαρτο, καθώς πιστεύει ότι οποιαδήποτε θερμοκρασία και να βάλουμε μέσα στο αλουμινόχαρτο, αυτό θα την κρατήσει, λόγω του υλικού του, που είναι ειδικά διαμορφωμένο για αυτό.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- *Να διατηρηθεί κρύο σε μάλλινο καλύτερα! Βασικά, νομίζω πως όχι! Μισό λεπτό να το αλλάξω, σε αλουμινόχαρτο να βάλουμε το παγωτό καλύτερα για να μη λιώσει! Νομίζω, ότι θερμοκρασία και να βάλουμε στο αλουμινόχαρτο την κρατάει!*
- *Δηλαδή ότι και να βάλουμε στο αλουμινόχαρτο αυτό θα κρατήσει την θερμοκρασία που θέλουμε;*
- *Ναι, ναι! Μπορεί να κρατήσει και τη ζεστασιά και την παγωνιά πιστεύω, για αυτό σας είπα πριν ότι θα κρατήσει περισσότερο το αλουμινόχαρτο τη θερμότητα για το ψωμί!*

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Β

Ο μαθητής Β θεωρεί ότι σε αλουμινόχαρτο θα προτιμούσε να τυλίξει ένα παγωτό, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο. Ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Σε καταστάσεις μόνωσης ενός ψυχρού σώματος, τα υλικά που με το άγγιγμα φαίνονται ψυχρά, επιλέγονται από τους μαθητές, για να κρατήσουν κρύα για όσο το

δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα, τα ψυχρά αντικείμενα. Οι μαθητές εγκαθιστούν μια αιτιακή σχέση του τύπου: «επειδή το υλικό είναι ψυχρό, ψύχει». Ειδικότερα, το αλουμινόχαρτο θεωρείται ως το καλύτερο υλικό με το οποίο πρέπει να 36 τυλιχθεί ένα ψυχρό σώμα, για να παραμείνει όσο το δυνατόν για περισσότερο χρονικό διάστημα ψυχρό (Lewis & Linn 1994). Η εξήγηση που δίνουν οι μαθητές γι' αυτή την επιλογή τους, είναι ότι το αλουμινόχαρτο και γενικά τα μέταλλα έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν ψύχος (Lewis & Linn 1994). Σύμφωνα με τους μαθητές, η βασική ιδιότητα των αγωγών, σε ψυχρό περιβάλλον, είναι ότι οι αγωγοί «διατηρούν τα πράγματα κρύα» (Lewis & Linn 1994).

Μαθητής Γ

Περιγραφή απάντησης μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ δίνει την απάντηση του λέγοντας ότι και τα δύο υλικά μπορούν να κρατήσουν το παγωτό κρύο, όμως επιλέγει το αλουμινόχαρτο, γιατί σε περίπτωση που λιώσει, να μείνει μέσα στο αλουμινόχαρτο, ώστε να μην λερωθεί.

Η απάντηση στην συνέντευξη αυτούσια:

- Στο αλουμινόχαρτο!
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;
- Κανέναν δεν πιστεύω από τα δύο να σου πω την αλήθεια, ότι θα το κρατήσει κρύο, αλλά από αυτά τα δύο αν είναι να διαλέξω πιστεύω το αλουμινόχαρτο! Βέβαια και το αλουμινόχαρτο ζεσταίνει! Είναι λίγο μπέρδεμα αυτή η ερώτηση! Και το μάλλινο βέβαια θα μπορούσες ,όπως και στην προηγούμενη ερώτηση θα μπορούσες και με το αλουμινόχαρτο να τυλίξει το ψωμί! Οπότε στην περίπτωση αυτή διαλέγω το αλουμινόχαρτο για να μη λιώσει κιόλας το παγωτό και λερωθώ!

Αντίληψη στην οποία παραπέμπει η απάντηση του μαθητή Γ

Ο μαθητής Γ θεωρεί ότι σε αλουμινόχαρτο θα προτιμούσε να τυλίξει ένα παγωτό, ώστε να το μεταφέρει στο σπίτι του και να μείνει όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο. Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Σε καταστάσεις μόνωσης ενός ψυχρού σώματος, τα υλικά που με το άγγιγμα φαίνονται ψυχρά, επιλέγονται από τους μαθητές, για να κρατήσουν κρύα για όσο το δυνατόν περισσότερο χρονικό διάστημα, τα ψυχρά αντικείμενα. Οι μαθητές εγκαθιστούν μια αιτιακή σχέση του τύπου: «επειδή το υλικό είναι ψυχρό, ψύχει». Ειδικότερα, το αλουμινόχαρτο θεωρείται ως το καλύτερο υλικό με το οποίο πρέπει να 36 τυλιχθεί ένα ψυχρό σώμα, για να παραμείνει όσο το δυνατόν για περισσότερο χρονικό διάστημα ψυχρό (Lewis & Linn 1994). Η εξήγηση που δίνουν οι μαθητές γι' αυτή την επιλογή τους, είναι ότι το αλουμινόχαρτο και γενικά τα μέταλλα έλκουν, διατηρούν ή απορροφούν ψύχος (Lewis & Linn 1994). Σύμφωνα με τους μαθητές, η βασική ιδιότητα των αγωγών, σε ψυχρό περιβάλλον, είναι ότι οι αγωγοί «διατηρούν τα πράγματα κρύα» (Lewis & Linn 1994).

Αποτελέσματα Ερωτήσεων 8 και 9

Οι μαθητές στις ερωτήσεις 8 και 9 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 8 και 9 στους μαθητές A & B κυριαρχεί η αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994,

Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Την ίδια αντίληψη έχει και ο μαθητής Γ στην ερώτηση 9.

Ο μαθητής Γ στην ερώτηση 8 αντιλαμβάνεται την παραγωγή της θερμότητας από μονωτές. Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή των μαθητών, οι μονωτές (και πιο συγκεκριμένα τα μάλλινα και βαμβακερά σώματα) έχουν την ιδιότητα να απορροφούν αλλά κυρίως να δημιουργούν (παράγουν) θερμότητα και κατά συνέπεια να θερμαίνουν τα σώματα (Erickson & Tiberghien 1985, Bruce & Kopniecek 1990, Jara-Guerrero 1993, Lewis 1991, 1996, Vosniadou & Kempner 1993, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996, Stylianidou 1997).

6.3 Συσχέτιση απαντήσεων μαθητών με τα Μοντέλα σκέψης των μαθητών

Στην ενότητα αυτή γίνεται κατάταξη των μαθητών στο αντίστοιχο μοντέλο, στο οποίο ανήκουν, με βάση τα αποτελέσματα της ανάλυσης των απαντήσεων τους. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη υποενότητα παρατίθενται τα αποτελέσματα των απαντήσεων (βλ. υποενότητα 6.3.1) και στην δεύτερη υποενότητα γίνεται αντιστοίχιση των μαθητών με το μοντέλο που ανήκει ο καθένας (βλ. υποενότητα 6.3.2).

Πίνακας 6.3.1 Αποτελέσματα απαντήσεων ανά μαθητή

| | Μαθητής Α | Μαθητής Β | Μαθητής Γ |
|------------------|--|--|--|
| ΕΡΩΤΗΣΗ 1 | Αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων | Αντίληψη της θερμότητας ως μίας οντότητας | Αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 2 | Αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων | Αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων | Αντίληψη της θερμότητας και του ψύχους ως δύο διαφορετικών οντοτήτων |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 3 | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα |

| | | | |
|------------------|---|---|--|
| | από το μέγεθός του | από το μέγεθός του | από το μέγεθός του |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 4 | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 5 | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 6 | Αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξης της έντασης της θερμότητας | Αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξης της έντασης της θερμότητας | Αντίληψη της θερμοκρασίας ως ένδειξης της έντασης της θερμότητας |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 7 | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του | Αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 8 | Αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον | Αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον | Αντίληψη της παραγωγής θερμότητας από τους μονωτές |
| ΕΡΩΤΗΣΗ 9 | Αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον | Αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον | Αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον |

6.3.1 Αποτελέσματα ανάλυσης απαντήσεων

Στην υποενότητα αυτήν παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων. Πιο συγκεκριμένα στην πρώτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 1 και 2 (βλ. υποενότητα 6.3.2α) , στην δεύτερη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 3,4,5,7 (βλ. υποενότητα 6.3.2β), στην τρίτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ερώτησης 6(βλ. υποενότητα 6.3.2γ)στην τέταρτη υποενότητα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ερωτήσεων 8 και 9 (βλ. υποενότητα 6.3.2δ).

6.3.2α Αποτελέσματα Ερωτήσεων 1 και 2

Οι μαθητές στις ερωτήσεις 1 και 2 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν στην χρήση μίας ή δύο οντοτήτων για την εξήγηση των θερμικών φαινομένων.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις Ερωτήσεις 1 και 2 οι μαθητές Α και Γ αντιλαμβάνονται την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες, καθώς μέσα από τις απαντήσεις τους έγινε αντιληπτό ότι ανήκουν στους μαθητές που θεωρούν ότι όταν αγγίζουμε ένα θερμό αντικείμενο η αίσθηση του θερμού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους και όταν αγγίζουμε ένα ψυχρό αντικείμενο θεωρούν ότι η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στο ψύχος που αφήνει το ψυχρό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους. Θεωρούν δηλαδή το ψύχος ως μια οντότητα διαφορετική της θερμότητας που, όπως και η θερμότητα, μπορεί να μετακινείται (Erickson 1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero 1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996).

Ο μαθητής Β στην Ερώτηση 1 αντιλαμβάνεται την θερμότητα ως μία οντότητα θεωρεί ότι όταν αγγίζει μια αρκετά ψυχρή επιφάνεια η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το σώμα τους και κινείται προς το ψυχρό αντικείμενο. Για αυτούς, η θερμοκρασία ενός θερμού σώματος μειώνεται, όταν έρθει σε επαφή με ένα ψυχρό σώμα, γιατί, η θερμότητα φεύγει από το θερμό σώμα και πηγαίνει στο ψυχρό (Erickson 1979). Στην Ερώτηση 2, όμως ο μαθητής Β αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δυο

διαφορετικές οντότητες, καθώς μέσα από την απάντηση του γίνεται κατανοητό ότι ανήκει στους μαθητές που θεωρούν ότι όταν αγγίζουμε ένα θερμό αντικείμενο η αίσθηση του θερμού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα μας (Erickson 1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero 1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996).

6.3.2β Αποτελέσματα Ερωτήσεων 3,4,5 και 7

Οι μαθητές στις ερωτήσεις 3,4,5 και 7 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν τους παράγοντες εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 3 και 7 και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται ότι θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του. Την αντίληψη αυτή διατηρεί ο μαθητής Β και για την ερώτηση 5. Οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Με την αντίληψη των μαθητών ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του, σχετίζεται η αντίληψη ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το άθροισμα των αρχικών τους θερμοκρασιών. Πιο συγκεκριμένα στην περίπτωση της ερώτησης 3, οι μαθητές ακολουθούν στρατηγική του «μέσου όρου», θεωρούν δηλαδή ότι η θερμοκρασία που προκύπτει από την ανάμιξη δύο υγρών, είναι ίση με το μέσο όρο των αρχικών τους θερμοκρασιών.

Στην ερώτηση 4 οι μαθητές Α και Β αντιλαμβάνονται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή υποστηρίζουν ότι η διαφορετική αίσθηση που τους δημιουργείται όταν αγγίζουν δύο αντικείμενα (που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο σταθερής θερμοκρασίας περιβάλλον), τους δίνει την εντύπωση ότι αυτά τα αντικείμενα θα βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Appleton 1985, Gale 1993, Thomaz et al. 1995, Jasier & Oberem 2002). Συμπεραίνουν τότε ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό

κατασκευής του. Ο μαθητής Α διατηρεί την ίδια αντίληψη και στην ερώτηση 5. Στην περίπτωση αυτή, ο μαθητής Α ανήκει με τους μαθητές που σκέπτονται και με βάση την ουσία και κατά περίπτωση, δηλαδή, σύμφωνα με την πειραματική κατάσταση. Δεν εγκαθιστούν μια συστηματική αιτιακή σύνδεση μεταξύ της θέρμανσης της ουσίας και του γεγονότος ότι η θερμοκρασία της αυξάνεται. Μικρό ποσοστό των μαθητών αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία όλων των σωμάτων αυξάνει όταν αυτά θερμαίνονται. Πολλοί μάλιστα από τους μαθητές προβλέπουν ότι ορισμένα υλικά (π.χ. άμμος, ζάχαρη) δεν μπορούν να θερμανθούν (Tiberghien 1985, Gale 1993).

Ο μαθητής Γ, στις ερωτήσεις 4 και 5, αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του. Ο μαθητής Γ ανήκει στην κατηγορία των μαθητών που θεωρούν ότι τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem, 2002). Συνεπώς, γι' αυτούς τους μαθητές, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος (π.χ. μέγεθος, σύσταση) δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα.

6.3.2γ Αποτελέσματα Ερώτησης 6

Οι μαθητές στην ερώτηση 6 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν στη διαφοροποίηση ή μη της θερμοκρασίας και της θερμότητας.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 6 και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται την θερμοκρασία ως ένδειξη έντασης της θερμότητας. Θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι μια ένδειξη της έντασης της θερμότητας (ή και του ψύχους) που περιέχει ένα σώμα, όταν δίνει εξηγήσεις σε διάφορες καταστάσεις θέρμανσης/ψύξης (Appleton, 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Kesidou, Duit & Glynn 1995, Meltzer 2001, Greenbowe & Meltzer 2003). Οι μαθητές που χειρίζονται αυτή την αντίληψη, αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως μέγεθος που χαρακτηρίζεται μόνο από την έντασή του, και κατά συνέπεια είναι ανεξάρτητη της μάζας του σώματος. Η θερμότητα λοιπόν σύμφωνα με αυτούς τους μαθητές, εμφανίζει χαρακτηριστικά εντατικού μεγέθους και η θερμοκρασία εκλαμβάνεται ως «βαθμός της θερμότητας» (Appleton 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Greenbowe & Meltzer 2003). Έτσι, σύμφωνα με τους μαθητές, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που

βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης. Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

6.3.2δ Αποτελέσματα Ερωτήσεων 8 και 9

Οι μαθητές στις ερωτήσεις 8 και 9 κατάφεραν με τις απαντήσεις τους να αναδείξουν τις αντιλήψεις τους που αφορούν τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων.

Με βάση την ανάλυση των απαντήσεων στις ερωτήσεις 8 και 9 στους μαθητές Α και Β κυριαρχεί η αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Στο πλαίσιο αυτής της αντίληψης, οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Την ίδια αντίληψη έχει και ο μαθητής Γ στην ερώτηση 9.

Ο μαθητής Γ στην ερώτηση 8 αντιλαμβάνεται την παραγωγή της θερμότητας από μονωτές. Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή των μαθητών, οι μονωτές (και πιο συγκεκριμένα τα μάλλινα και βαμβακερά σώματα) έχουν την ιδιότητα να απορροφούν αλλά κυρίως να δημιουργούν (παράγουν) θερμότητα και κατά συνέπεια να θερμαίνουν τα σώματα (Erickson & Tiberghien 1985, Bruce & Kopniecek 1990, Jara-Guerrero 1993, Lewis 1991, 1996, Vosniadou & Kempner 1993, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996, Stylianidou 1997).

6.3.3 Αντιστοίχιση μοντέλων σκέψης στους μαθητές

Με βάση τα αποτελέσματα από την ανάλυση των απαντήσεων των μαθητών, προκύπτει ότι οι μαθητές παρουσιάζουν ελάχιστες διαφορές ως προς τις αντιλήψεις τους, από το γεγονός αυτό προκύπτει ότι και οι τρεις μαθητές ανήκουν στο ίδιο μοντέλο σκέψης των θερμικών φαινομένων.

Στους μαθητές κυριαρχούν οι αντιλήψεις που αφορούν την θερμότητα και το ψύχος ως διαφορετικές οντότητες, την εξάρτηση της θερμοκρασίας ενός σώματος από την σύσταση ή το μέγεθός του (στο σημείο αυτό υπήρξε και η διαφορά καθώς ο μαθητής Γ ήταν ο μόνος , ο οποίος είχε σε δυο ερωτήσεις την αντίληψη για την εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του),την θερμοκρασίας ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας και τέλος την έλξη από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον.

Το μοντέλο σκέψης στο οποίο ανήκουν και οι τρεις μαθητές σύμφωνα με τα παραπάνω είναι το μοντέλο σκέψης I, κατά το οποίο για τους μαθητές η θερμοκρασία και το κρύο είναι ποιοτικά μεγέθη που εκπέμπονται ή απορροφώνται από άλλα σώματα, ενώ η θερμοκρασία αφορά την μέτρηση της έντασής τους. Η θερμική ισορροπία είναι πιθανή κατάσταση όπου τα σώματα αποκτούν θερμότητα ίσης έντασης, ενώ η τελική θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του (όπως το υλικό, η πυκνότητα και η σύσταση).

6.4 Ανακεφαλαίωση

Στην ενότητα αυτή παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της ημι- δομημένης συνέντευξης σχετικά με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αποτελεσμάτων των απαντήσεων των μαθητών και συσχέτιση των απαντήσεων των τους με τα Μοντέλα σκέψης των μαθητών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΓΙΑ ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

7.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα αφορά στη διαδικασία συγκρότησης του εκπαιδευτικού υλικού(βλ. ενότητα 6.2) ενώ στη δεύτερη ενότητα γίνεται η παρουσίαση του (βλ. ενότητα 6.3).

7.2. Διαδικασία συγκρότησης του εκπαιδευτικού υλικού

Το εκπαιδευτικό υλικό (βλ. Παράρτημα Β) δημιουργήθηκε από την ερευνήτρια για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας. Η αρχική του έκδοση, δόθηκε σε εκπαιδευτικούς και σε ερευνητές της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών με σκοπό να γίνει έλεγχος για τυχόν ελλείψεις ή ασάφειες. Με βάση τις παρατηρήσεις αυτές, έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις κι έτσι το εκπαιδευτικό υλικό πήρε την τελική του μορφή.

Η συγκρότηση του εκπαιδευτικού υλικού βασίστηκε στο εκπαιδευτικό μοντέλο 5E (Bybee et al., 2006) για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Οι δραστηριότητες των φύλλων εργασίας ακολούθησαν τις πέντε φάσεις του εκπαιδευτικού μοντέλου 5E: Ενεργοποίηση, Διερεύνηση, Ερμηνεία/Εξήγηση, Επεξεργασία/Εφαρμογή, Αξιολόγηση (Bybee et al., 2006).

Για την εύκολη πρόσβαση των μαθητών με προβλήματα όρασης στο εκπαιδευτικό υλικό, θα γίνει εφαρμογή ενός προγράμματος , η χρήση του οποίου, είναι καθημερινή στην εκπαίδευση των τυφλών μαθητών στην Ελλάδα. Το πρόγραμμα αυτό είναι το NVDA.

Το πρόγραμμα NVDA είναι ένας αναγνώστης οθόνης που διαβάζει οτιδήποτε εμφανίζεται στην οθόνη και ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τι θέλει να διαβάσει εστιάζοντας σε ένα συγκεκριμένο αντικείμενο της οθόνης. Επίσης μπορεί να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί κείμενα στο word, καθώς και μορφές διαφορετικών κειμένων, όπως για παράδειγμα TXT.

Υπάρχουν δύο τρόποι που τα άτομα με προβλήματα όρασης με την βοήθεια του προγράμματος NVDA μπορούν να διαβάσουν το περιεχόμενο που εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή τους.

- Ο ένας τρόπος είναι με την ακουστική περιγραφή που γίνεται με τις μηχανές μετατροπής κειμένου σε ομιλία, για παράδειγμα με την μέθοδο αυτή το NVDA στέλνει το επιλεγμένο κείμενο της οθόνης σε μια άλλη εφαρμογή που μετατρέπει το κείμενο σε ομιλία.

- Ο δεύτερος τρόπος είναι η αποστολή του επιλεγμένου κειμένου της οθόνης του υπολογιστή σε μια εξωτερική οθόνη «Braille Display», όπου ο χρήστης με προβλήματα όρασης μπορεί να αγγίξει και να διαβάσει το περιεχόμενο του κειμένου σε μορφή Braille.

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί ο πρώτος τρόπος εφαρμογής του προγράμματος NVDA.

Στον παρακάτω πίνακα (βλ. Πίνακα 4.3α) παρουσιάζονται οι φάσεις διδασκαλίας με τις αντίστοιχες δραστηριότητες - προβλήματα καθώς και τις επιστημονικές πρακτικές που εμπλέκονται κάθε φορά σε αυτές.

Πίνακας 7.1 α: Οι φάσεις διδασκαλίας με τις αντίστοιχες δραστηριότητες και επιστημονικές πρακτικές

| Ενότητες | Φάσεις διδασκαλίας | Δραστ/τες | Πρακτικές Φ.Ε |
|--|--------------------|-----------|---|
| Θερμότητα και Ψύχος (Φύλλο εργασίας 1) | Ενεργοποίηση | 1,2 | Υποβολή ερωτημάτων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξερεύνηση | 3 | Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξήγηση | 4,5 | Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εφαρμογή | 6,7 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. |
| | Αξιολόγηση | 8,9 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| Θερμοκρασία σωμάτων (Φύλλο εργασίας 2) | Ενεργοποίηση | 1,2,3 | Υποβολή ερωτημάτων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Διερεύνηση | 4,5 | Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξήγηση | 6 | Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εφαρμογή | 8,9,10 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που |

| | | | |
|---|--------------|-------------|---|
| | | | εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. |
| | Αξιολόγηση | 11 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| Θερμότητα και θερμοκρασία (Φύλλο εργασίας 3) | Ενεργοποίηση | 1,2 | Υποβολή ερωτημάτων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξερεύνηση | 3,4,5,6,7,8 | Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξήγηση | 9 | Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εφαρμογή | 10 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. |
| | Αξιολόγηση | 11 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| Μετάδοση της θερμότητας με αγωγή (Φύλλο εργασίας 4) | Ενεργοποίηση | 1,2,3 | Υποβολή ερωτημάτων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Διερεύνηση | 4,5,6,7 | Σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας. Ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων. Ανάπτυξη και χρήση μοντέλων. Χρήση μαθηματικής και υπολογιστικής σκέψης. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εξήγηση | 8 | Συγκρότηση εξηγήσεων. Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |
| | Εφαρμογή | 9 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. Συγκρότηση εξηγήσεων Εμπλοκή σε επιχειρηματολογία που εδράζεται σε αποδεικτικά στοιχεία. |
| | Αξιολόγηση | 10 | Απόκτηση, αξιολόγηση και ανταλλαγή πληροφοριών. |

Φάση 1. Ενεργοποίηση

Καθένα από τα 4 φύλλα εργασίας ξεκινά με μια δραστηριότητα που στοχεύει στην πρόκληση του ενδιαφέροντος των μαθητών και την ανάδειξη των αρχικών τους αντιλήψεων. Οι μαθητές αρχικά, με την βοήθεια του προγράμματος NVDA ακούν τις εκφωνήσεις των δραστηριοτήτων και στην συνέχεια με την χρήση πληκτρολογίου του Η/Υ, απαντούν ατομικά κάνοντας και αιτιολόγηση της απάντησης τους. Στη συνέχεια συζητούν τις απαντήσεις τους με τα μέλη της ομάδας τους, προσπαθώντας ο καθένας να πείσει τους άλλους για τις απόψεις του. Αφού ομαδοποιηθούν οι απόψεις της ομάδας παρουσιάζονται στην τάξη και μετά από συζήτηση της τάξης με τον εκπαιδευτικό προκύπτει το ερευνητικό ερώτημα που θα μελετηθεί.

Φάση 2. Διερεύνηση

Στην φάση αυτή οι μαθητές πρέπει να καταφέρουν να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν έρευνα, με σκοπό να απαντήσουν στα ερευνητικά ερωτήματα που διατύπωσαν στο τέλος της προηγούμενης φάσης. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές καλούνται να διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα για την έρευνα που θα πραγματοποιήσουν και να διατυπώσουν τη δική τους υπόθεση. Έπειτα καλούνται να ελέγξουν τις μεταβλητές: να επιλέξουν ποιος παράγοντας θα πρέπει να μεταβληθεί, ποιοι παράγοντες θα πρέπει να παραμείνουν σταθεροί και ποιος παράγοντας θα μετρηθεί για τη συγκεκριμένη διερεύνηση. Οι μαθητές πάντα με την βοήθεια του προγράμματος που αναφέρθηκε παραπάνω καλούνται να περιγράψουν όσο πιο αναλυτικά τα βήματα της πειραματικής διαδικασίας η οποία αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη διερεύνηση. Επιπλέον, ζητείται από αυτούς να καταγράψουν τι θα κάνουν για να διερευνήσουν το ερευνητικό ερώτημα που έθεσαν καθώς και τα υλικά που θα χρειαστούν. Στη συνέχεια προχωρούν στην πραγματοποίηση της έρευνας, με την βοήθεια του εκπαιδευτικού, οποίος είναι ο οδηγός τους, και καταγράφουν τα ευρήματά τους σε πίνακα ώστε να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Τέλος, συγκρίνουν τα αποτελέσματα της έρευνας με τις αρχικές αντιλήψεις τους που είχαν αρχικά καταγράψει.

Φάση 3. Εξήγηση

Σε αυτή τη φάση οι μαθητές, με την βοήθεια του προγράμματος NVDA ακούν τα δεδομένα των δραστηριοτήτων και στην συνέχεια καλούνται να ασχοληθούν με την επεξεργασία αυτών ώστε να εξάγουν τα συμπεράσματά τους. Οι μαθητές εδώ προτρέπονται να συγκροτήσουν τεκμηριωμένες εξηγήσεις, σύμφωνα με τα στοιχεία που έχουν συλλέξει από την προηγούμενη φάση. Ο εκπαιδευτικός είναι αρωγός στην προσπάθειά τους αυτή.

Φάση 4. Εφαρμογή

Στην φάση αυτή οι μαθητές καλούνται να εφαρμόσουν τις νέες αντιλήψεις που έχουν αποκτήσει σε νέα προβλήματα. Οι μαθητές αρχικά δουλεύουν ατομικά, ακούγοντας με την βοήθεια του προγράμματος NVDA τις εκφωνήσεις και τα δεδομένα των δραστηριοτήτων και απαντώντας και δικαιολογώντας στην συνέχεια τις απόψεις τους, με την χρήση του πληκτρολογίου του Η/Υ. Αμέσως μετά συζητούν τις απαντήσεις τους αρχικά στην ομάδα τους και έπειτα με την υπόλοιπη τάξη.

Φάση 5. Αξιολόγηση

Στη φάση αυτή οι μαθητές, πάντα με την βοήθεια του προγράμματος NVDA, καλούνται να απαντήσουν ξανά στο αρχικό πρόβλημα και να δικαιολογήσουν την άποψη τους. Έπειτα συγκρίνουν τις αρχικές με τις νέες αντιλήψεις τους και απαντούν καταγράφουν τι τους

βοήθησε να αλλάξουν άποψη. Για την ανάπτυξη της πρακτικής των Φυσικών Επιστημών που αφορά στη σχεδίαση και πραγματοποίηση έρευνας, χρησιμοποιήθηκε ένα φύλλο εργασίας με συγκριμένη δομή το οποίο καθοδηγούσε τους μαθητές στη διαδικασία σχεδίασης και υλοποίησης της έρευνας (βλ. Σχήμα 6.1).

Πίνακας 7.1β: Δομή Φύλλου Εργασίας

| <p>ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τι πρόκειται να ερευνήσουμε; • Ποιες είναι οι απόψεις μας; • Γιατί το πιστεύουμε αυτό; <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%; text-align: center;">Τι αλλάζουμε</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Τι κρατάμε σταθερά</th> <th style="width: 33%; text-align: center;">Τι μετράμε</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τι θα κάνουμε; <p>Βήμα 1</p> <p>Βήμα 2</p> <p>Βήμα 3</p> <p>Αναφέρουμε τα αποτελέσματα</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Σώματα</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Θερμοκρασία (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε; • Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα; • Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε; | | | Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε | | | | Σώματα | Θερμοκρασία (°C) | | | | |
|--|--------------------|------------|--------------|--------------------|------------|--|--|--|--------|------------------|--|--|--|--|
| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Σώματα | Θερμοκρασία (°C) | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

7.3. Παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού

Στην συνέχεια θα γίνει παρουσίαση των δραστηριοτήτων του εκπαιδευτικού υλικού σύμφωνα με τις φάσεις του μαθησιακού μοντέλου 5E.

Διδασκαλία 1

Ενότητα: εξήγηση των θερμικών φαινομένων με τη θερμότητα

Αντίληψη προς επεξεργασία: Η θερμότητα και του ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες

Επιδιωκόμενος στόχος: Η αντίληψη της θερμότητας ως μίας οντότητας

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Φάση 1. Ενεργοποίηση

Στους μαθητές θα δοθεί με περιγραφή μια εικόνα με ένα φλιτζάνι ζεστό τσάι (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 1). Οι μαθητές με την βοήθεια του προγράμματος NVDA θα ακούσουν την περιγραφή και τις ερωτήσεις που θα ακολουθήσουν. Στην συνέχεια οι μαθητές θα ερωτηθούν τι θα ένιωθαν αν άγγιζαν το φλιτζάνι αυτό και με την δυνατότητα που τους παρέχει το πρόγραμμα NVDA (δημιουργίας και επεξεργασίας κειμένου)θα καταγράψουν την απάντησή τους. Έπειτα θα ζητηθεί σε αυτούς, πάντα με την βοήθεια των προγραμμάτων να περιγράψουν τι μεταφέρεται και από πού. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές, θα εισαχθούν στο θέμα των δραστηριοτήτων που θα ακολουθήσουν. Αργότερα οι μαθητές θα χωριστούν σε ομάδες, με στόχο να αναλογιστούν τι θα συμβεί και με σκοπό να συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους και να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 1).

Έπειτα, θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας εικόνας με ένα ποτήρι κρύα λεμονάδα. (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 2). Οι μαθητές θα ερωτηθούν τι θα ένιωθαν αν άγγιζαν το ποτήρι αυτό και θα καταγράψουν την απάντησή τους. Στην συνέχεια, θα ζητηθεί σε αυτούς, πάντα με την βοήθεια των προγραμμάτων να περιγράψουν τι μεταφέρεται και από πού. Αργότερα, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα.

Φάση 2. Εξερεύνηση

Έπειτα θα τους δοθούν ξανά οι 2 αυτές δραστηριότητες με την προτροπή να εξηγήσουν τα φαινόμενα υποθέτοντας ότι μόνο θερμότητα μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 3). Επίσης θα τους ζητηθεί να περιγράψουν τι κινείτε από το ένα σώμα στο άλλο. Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα.

Φάση 3. Εξήγηση

Στους μαθητές θα δοθεί μέσω μιας περιγραφής εικόνων μία αναλογία ώστε να αντιληφθούν το φαινόμενο. Ο αναλογικός συλλογισμός περιλάμβανε ένα πικρό και ένα γλυκό τσάι από τη μία και ένα ψυχρό και ένα θερμό σώμα από την άλλη. Στους μαθητές θα εξηγηθεί πως όπως το τσάι είναι πικρό, όχι γιατί περιέχει πίκρα αλλά λιγότερη ζάχαρη, έτσι και το ψυχρό σώμα δεν περιέχει κρύο ή ψύχος, αλλά λιγότερη θερμότητα. Στη συνέχεια, θα ζητηθεί από τους ίδιους και πάλι μέσα από αναλογία να προβλέψουν τι θα συμβεί αν αναμείξω πολύ γλυκό τσάι με πολύ πικρό και κατά ανάλογο τρόπο αν φέρω σε επαφή ένα πολύ ζεστό σώμα με ένα πολύ κρύο (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 4). Έπειτα οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους. Στη συνέχεια, θα ζητηθεί στους μαθητές, μέσα από αναλογία, να προβλέψουν τι θα συμβεί αν αναμείξουν πιο πικρό τσάι με λιγότερο πικρό και φέρουν σε επαφή ένα πιο κρύο σώμα με ένα λιγότερο κρύο (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 5). Αμέσως μετά, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να αναθεωρήσουν τις απόψεις τους.

Φάση 4. Εφαρμογή των αντιλήψεων

Στη φάση αυτή θα δοθεί μία δραστηριότητα με 3 υπο-δραστηριότητες (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 6). Στους μαθητές αρχικά θα δοθεί η περιγραφή μιας εικόνας, πάντα με τη βοήθεια του προγράμματος που έχει προαναφερθεί, όπου ένα γυάλινο ποτήρι με πολύ κρύο νερό τοποθετείται μέσα σε μια λεκάνη με νερό σε θερμοκρασία δωματίου. Οι μαθητές θα ερωτηθούν γιατί το κρύο νερό ζεσταίνεται και θα ζητηθεί από αυτούς να περιγράψουν τη ροή της θερμότητας. Έπειτα θα τους δοθεί η περιγραφή μιας εικόνας, όπου σε ένα ποτήρι με κρύο νερό προσθέσαμε 2 παγάκια. Οι μαθητές θα ερωτηθούν γιατί το νερό κρυώνει και θα ζητηθεί από αυτούς να περιγράψουν τη ροή της θερμότητας. Στη συνέχεια, θα τους δοθεί η περιγραφή μιας εικόνας δόθηκε με ένα φρούτο από τον πάγκο της κουζίνας που τοποθετείται στο ψυγείο. Από τους μαθητές θα ζητηθεί να απαντήσουν γιατί το φρούτο κρυώνει και να περιγράψουν τη ροή της θερμότητας. Στο τέλος οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους τα όσα έχουν καταγράψει, εντοπίζοντας κοινές και διαφορετικές απόψεις, καθώς και την άποψη που είχαν μετά την συζήτηση στην ομάδα.

Φάση 5. Αξιολόγηση

Σε αυτή τη φάση δόθηκε στους μαθητές η 2η δραστηριότητα και κλήθηκαν να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις σχετικά με το γιατί νιώθουμε τα χέρια μας να κρυώνουν, όταν αγγίζουμε ένα ποτήρι με κρύο νερό (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 7). Έπειτα τους ζητήθηκε να ανατρέξουν στις αρχικές τους απαντήσεις (αντιλήψεις πριν τη διδασκαλία), να τις συγκρίνουν με τις νέες αντιλήψεις και να καταγράψουν το λόγο που τις άλλαξαν. Επίσης δόθηκε μία ακόμη δραστηριότητα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 8) όπου η 1η περίπτωση αφορούσε τι νιώθουν όταν αγγίζουν με το χέρι τους ένα παγωτό και η 2η τι συμβαίνει όταν βάζουμε σε μία λεκάνη με πολύ κρύο νερό, ένα ποτήρι με λιγότερο κρύο νερό. Και για τις 2 περιπτώσεις ζητήθηκε αιτιολόγηση, καθώς και η άποψή τους για το τι πίστευαν πως θα απαντούσαν πριν τη διδασκαλία.

Διδασκαλία 2

Ενότητα: Θερμοκρασία σωμάτων που βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον τους.

Αντιλήψεις προς επεξεργασία: α) εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από το μέγεθός του β) εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη σύστασή του γ) εξάρτηση της θερμοκρασίας που αποκτά ένα σώμα από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.

Επιδιωκόμενος στόχος: Η θερμοκρασία ενός σώματος, που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται μόνο από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Φάση 1. Ενεργοποίηση

Στους μαθητές θα δοθεί με περιγραφή ένα σκίτσο που απεικονίζει ένα μικρό και ένα μεγάλο μήλο, τα οποία βρίσκονταν πάνω σε ένα τραπέζι ξεχασμένα από την προηγούμενη ημέρα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 1). Οι μαθητές με την βοήθεια του προγράμματος NVDA θα ακούσουν την περιγραφή και τις ερωτήσεις που θα ακολουθήσουν. Στην συνέχεια θα ερωτηθούν ποιο μήλο πιστεύουν πως θα είχε υψηλότερη θερμοκρασία και θα απαντήσουν ατομικά. Έπειτα θα δοθεί με περιγραφή ένα σκίτσο που απεικονίζει ένα αλουμινόχαρτο και ένα κομμάτι μάλλινο ύφασμα, τα οποία βρίσκονταν πάνω σε ένα τραπέζι ξεχασμένα από την προηγούμενη ημέρα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 2). Οι μαθητές θα ερωτηθούν ποιο σώμα πιστεύουν πως θα είχε υψηλότερη θερμοκρασία και θα απαντήσουν ατομικά. Στη συνέχεια, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους εντοπίζοντας κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες, με την βοήθεια του ειδικού πληκτρολογίου θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη τάξη (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 3). Έπειτα, αφού συζητηθούν οι απόψεις των ομάδων στην τάξη με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές θα διατυπώσουν τα ερευνητικά ερωτήματα.

Φάση 2. Διερεύνηση

Οι μαθητές στην φάση αυτή θα προχωρήσουν στη σχεδίαση δύο ερευνών (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητες 4 και 5). Αρχικά, θα καταγράψουν, με την δυνατότητα που τους παρέχει το πρόγραμμα NVDA (δημιουργίας και επεξεργασίας κειμένου) τι θα ερευνήσουν και ποιες είναι οι αντιλήψεις τους. Έπειτα, θα ορίσουν και θα χωρίσουν τις μεταβλητές σε ανεξάρτητες, μεταβλητές ελέγχου και εξαρτημένες και, αφού επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά, θα περιγράψουν τις πειραματικές διαδικασίες και θα πραγματοποιήσουν πάντα με την βοήθεια του εκπαιδευτικού τα πειράματα. Στη συνέχεια, θα γίνει καταγραφή των παρατηρήσεων τους με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των διαπιστώσεων τους από τα πειράματα με τις αρχικές προβλέψεις τους.

Φάση 3. Εξήγηση

Οι μαθητές στην φάση αυτή θα χρησιμοποιήσουν τις διαπιστώσεις τους από τα πειράματα και αμέσως μετά θα τους ζητηθεί να εξηγήσουν τι συμβαίνει με τη θερμοκρασία των σωμάτων που βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον τους. Στη συνέχεια σε πλαίσιο που θα τους έχει δοθεί θα καταγράψουν πάντα με την βοήθεια των εργαλείων, που έχουν αναφερθεί παραπάνω, τις εξηγήσεις τους (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 6).

Φάση 4. Εφαρμογή των αντιλήψεων

Στη φάση αυτή, θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας λεκάνης μέσα στην οποία θα αναμειχθούν 400 ml νερού 100°C και 400 ml νερού 20°C (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 8). Από τους μαθητές θα ζητηθεί να προβλέψουν τι θα συμβεί με τη θερμοκρασία του νερού μετά την ανάμειξη και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη.

Επιπλέον, θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας εικόνας με ένα ψυγείο (που λειτουργεί στους 4°C) με τρόφιμα και θα ζητηθεί από τους ίδιους να προβλέψουν ποια θα είναι η θερμοκρασία σε δύο από τα τρόφιμα που βρίσκονται μέσα σε αυτό (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 9^η). . Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη.

Στην επόμενη δραστηριότητα θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας εικόνας με 2 πιρουνάκια ίδιου μεγέθους, εκ των οποίων το ένα ξύλινο και το άλλο μεταλλικό (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 10^η). Τα πιρουνάκια αυτά θα τοποθετηθούν στο φούρνο στους 40°C για 5 ώρες και θα ζητηθεί από τους μαθητές να προβλέψουν τι θα συμβεί με τη θερμοκρασία των πιρουνιών και καταγράψουν ατομικά τις απόψεις τους. Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη.

Φάση 5. Αξιολόγηση

Σε αυτή τη φάση θα δοθούν στους μαθητές οι δύο πρώτες δραστηριότητες και στην συνέχεια θα ζητηθεί να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις για τις ερωτήσεις «ποιο από τα 2 μήλα θα είχε υψηλότερη θερμοκρασία;» και «ποιο από τα 2 σώματα, το αλουμινόχαρτο ή το μάλλινο κομμάτι ύφασμα», θα είχε επίσης υψηλότερη θερμοκρασία;» (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 11). Έπειτα θα τους ζητηθεί να ανατρέξουν στις αρχικές τους απαντήσεις (αντιλήψεις πριν τη διδασκαλία), να τις συγκρίνουν με τις νέες αντιλήψεις και να καταγράψουν το λόγο που τις άλλαξαν.

Διδασκαλία 3

Ενότητα: Αλλαγή θερμοκρασίας και θερμότητα

Αντιλήψεις προς επεξεργασία: η θερμοκρασία ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας ή ως μέτρο της ποσότητας της θερμότητας.

Επιδιωκόμενος στόχος: η αλλαγή στη θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται όχι μόνο από τη θερμότητα που δέχεται το σώμα αυτό, αλλά και από τη μάζα του σώματος και από το είδος του σώματος.

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Φάση 1. Ενεργοποίηση

Στους μαθητές θα δοθεί η περιγραφή ενός σκίτσου που απεικονίζει δύο όμοια δοχεία που περιέχουν ίδιες ποσότητες νερού και δύο εστίες ρυθμισμένες στην ίδια ένδειξη. Οι μαθητές θα ερωτηθούν πώς θα μπορέσουν να κάνουν το δοχείο Α να έχει νερό υψηλότερης θερμοκρασίας και το δοχείο Β να έχει νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 1). Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 2).

Φάση 2. Εξερεύνηση

Στην φάση αυτή θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή ενός σκίτσου που απεικονίζει δύο δοχεία Α και Β που περιέχουν την ίδια ποσότητα νερού στην ίδια θερμοκρασία (βλ. Παράρτημα 2Β Δραστηριότητα 3). Οι μαθητές θα ερωτηθούν ποια πιστεύουν πως θα ήταν η θερμοκρασία που θα έπαιρνε καθένα από τα δοχεία, αν ζέσταιναν με την ίδια φλόγα για 1' το Α δοχείο και για 2' το Β. Επίσης, θα ερωτηθούν τι πιστεύουν πως θα συνέβαινε με τη θερμοκρασία των 2 δοχείων. Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα. Έπειτα με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές θα διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 4). Οι μαθητές θα προχωρήσουν στη σχεδίαση της έρευνας της 3ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 5). Αρχικά, θα καταγράψουν τι θα ερευνήσουν και ποιες είναι οι αντιλήψεις τους. Έπειτα, θα ορίσουν και θα χωρίσουν τις μεταβλητές σε ανεξάρτητες, μεταβλητές ελέγχου και εξαρτημένες και, αφού επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά, θα περιγράψουν τις πειραματικές διαδικασίες και θα πραγματοποιήσουν πάντα με την βοήθεια του εκπαιδευτικού τα πειράματα. Στη συνέχεια, θα γίνει καταγραφή των παρατηρήσεων τους με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των διαπιστώσεων τους από τα πειράματα με τις αρχικές προβλέψεις τους.

Έπειτα θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή ενός σκίτσου που απεικονίζει δύο δοχεία Α και Β που περιέχουν δύο διαφορετικές ποσότητες νερού ίδιας θερμοκρασία (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 6). Οι μαθητές θα ερωτηθούν ποια πιστεύουν πως θα ήταν η θερμοκρασία που θα έπαιρνε καθένα από τα δοχεία, αν τα ζέσταιναν με την ίδια φλόγα και τα 2 δοχεία για 2'. Επίσης, θα ερωτηθούν τι πιστεύουν πως θα συνέβαινε με τη θερμοκρασία των 2 δοχείων.

Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα. Έπειτα με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές θα διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 7). Οι μαθητές θα προχωρήσουν στη σχεδίαση της έρευνας της 6ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 8). Αρχικά, θα καταγράψουν τι θα ερευνήσουν και ποιες είναι οι αντιλήψεις τους. Έπειτα, θα ορίσουν και θα χωρίσουν τις μεταβλητές σε ανεξάρτητες, μεταβλητές ελέγχου και εξαρτημένες και, αφού επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά, θα περιγράψουν τις πειραματικές διαδικασίες και θα πραγματοποιήσουν πάντα με την βοήθεια του εκπαιδευτικού τα πειράματα. Στη συνέχεια, θα γίνει καταγραφή των παρατηρήσεων τους με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των διαπιστώσεων τους από τα πειράματα με τις αρχικές προβλέψεις τους.

Φάση 3. Εξήγηση

Οι μαθητές στην φάση αυτή θα χρησιμοποιήσουν τις διαπιστώσεις τους από τα πειράματα και αμέσως μετά θα τους ζητηθεί να εξηγήσουν από τι εξαρτάται η αλλαγή στη θερμοκρασία ενός σώματος. Στη συνέχεια σε πλαίσιο που θα τους έχει δοθεί θα καταγράψουν πάντα με την βοήθεια του προγράμματος, που έχει αναφερθεί παραπάνω, τις εξηγήσεις τους (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 9^η).

Φάση 4. Εφαρμογή των αντιλήψεων

Στη φάση αυτή θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας εικόνας με δύο έτοιμα κέικ (ένα μικρό και ένα μεγάλο), τα οποία η μαμά τα έβαλε για να ζεσταθούν στο φούρνο στους 40°C (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 10^η). Οι μαθητές έπειτα θα ερωτηθούν ποιο πιστεύουν από τα κέικ αυτά θα είχε υψηλότερη θερμοκρασία μετά από 1'. Επίσης θα ερωτηθούν τι θερμοκρασία θα έχουν τα δύο κέικ, αν μείνουν για πολύ χρόνο μέσα στο φούρνο με θερμοκρασία 40°C. Στη συνέχεια οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη.

Φάση 5. Αξιολόγηση

Σε αυτή τη φάση θα δοθεί στους μαθητές η δραστηριότητα 6, στους όποιους θα ζητηθεί να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις για το ποια ήταν η θερμοκρασία των δύο δοχείων (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 11). Έπειτα θα τους ζητηθεί να ανατρέξουν στις αρχικές τους απαντήσεις (αντιλήψεις πριν τη διδασκαλία), να τις συγκρίνουν με τις νέες αντιλήψεις και να καταγράψουν το λόγο που τις άλλαξαν.

Διδασκαλία 4

Ενότητα: Θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων.

Αντιλήψεις προς επεξεργασία: παραγωγή της θερμότητας από μονωτές

Επιδιωκόμενος στόχος: Οι μονωτές δεν παράγουν θερμότητα αλλά επιβραδύνουν τη διάδοση της θερμότητας. Στους αγωγούς διαδίδεται πιο γρήγορα η θερμότητα σε σχέση με τους μονωτές

Περιγραφή Δραστηριοτήτων

Φάση 1. Ενεργοποίηση

Στους μαθητές θα δοθεί με περιγραφή ένα σκίτσο που απεικονίζει ένα τραπέζι κουζίνας πάνω στο οποίο υπάρχουν ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο, ένα κομμάτι χαρτί και μία ζεστή τυρόπιτα. (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 1). Οι μαθητές με την βοήθεια του προγράμματος NVDA θα ακούσουν την περιγραφή και τις ερωτήσεις που θα ακολουθήσουν. Στην συνέχεια θα ερωτηθούν σε αλουμινόχαρτο ή σε χαρτί θα προτιμούσαν να τυλίξουν την τυρόπιτα, ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστή και θα απαντήσουν ατομικά. Έπειτα θα δοθεί με περιγραφή ένα σκίτσο που απεικονίζει ένα τραπέζι κουζίνας πάνω στο οποίο υπάρχουν ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο, ένα κομμάτι χαρτί και ένα κομμάτι πάγου (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 2). Οι μαθητές θα ερωτηθούν σε αλουμινόχαρτο ή σε χαρτί θα προτιμούσαν να τυλίξουν το κομμάτι πάγου, ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο και θα απαντήσουν ατομικά. Στη συνέχεια, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους εντοπίζοντας κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες, με την βοήθεια του πληκτρολογίου του Η/Υ θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη τάξη (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 3). Έπειτα, αφού συζητηθούν οι απόψεις των ομάδων στην τάξη με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές θα διατυπώσουν τα ερευνητικά ερωτήματα.

Φάση 2. Διερεύνηση

Οι μαθητές στην φάση αυτή θα προχωρήσουν στη σχεδίαση δύο ερευνών (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητες 3 και 4). Αρχικά, θα καταγράψουν με την δυνατότητα που τους παρέχει το πρόγραμμα NVDA (δημιουργίας και επεξεργασίας κειμένου) τι θα ερευνήσουν και ποιες είναι οι αντιλήψεις τους. Έπειτα, θα ορίσουν και θα χωρίσουν τις μεταβλητές σε ανεξάρτητες, μεταβλητές ελέγχου και εξαρτημένες και, αφού επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά, θα περιγράψουν τις πειραματικές διαδικασίες και θα πραγματοποιήσουν πάντα με την βοήθεια του εκπαιδευτικού τα πειράματα. Στη συνέχεια, θα γίνει καταγραφή των παρατηρήσεων τους με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των διαπιστώσεων τους από τα πειράματα με τις αρχικές προβλέψεις τους.

Αμέσως μετά, θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας εικόνας όπου πάνω από μία φλόγα κρατάμε με το χέρι μας την άκρη ενός σιδερένιου καρφιού και στη συνέχεια θα αναφέρεται ότι το καρφί μετά από λίγο θα γίνει τόσο καυτό που δεν θα μπορούμε να το κρατάμε (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 5). Από τους μαθητές, θα ζητηθεί από να περιγράψουν τι συμβαίνει. Έπειτα, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας με σκοπό να εντοπίσουν κοινές αλλά και διαφορετικές απόψεις, τις οποίες θα καταγράψουν και θα ανακοινώσουν στην υπόλοιπη ομάδα. Έπειτα με την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού οι μαθητές θα διατυπώσουν το ερευνητικό ερώτημα (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 6). Οι

μαθητές θα προχωρήσουν στη σχεδίαση της έρευνας της 7ης δραστηριότητας (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 7). Αρχικά, θα καταγράψουν τι θα ερευνήσουν και ποιες είναι οι αντιλήψεις τους. Έπειτα, θα ορίσουν και θα χωρίσουν τις μεταβλητές σε ανεξάρτητες, μεταβλητές ελέγχου και εξαρτημένες και, αφού επιλέξουν τα κατάλληλα υλικά, θα περιγράψουν τις πειραματικές διαδικασίες και θα πραγματοποιήσουν πάντα με την βοήθεια του εκπαιδευτικού τα πειράματα. Στη συνέχεια, θα γίνει καταγραφή των παρατηρήσεων τους με τη βοήθεια κατάλληλων ερωτήσεων και θα πραγματοποιηθεί σύγκριση των διαπιστώσεων τους από τα πειράματα με τις αρχικές προβλέψεις τους.

Φάση 3. Εξήγηση

Οι μαθητές στην φάση αυτή θα χρησιμοποιήσουν τις διαπιστώσεις τους από τα πειράματα και αμέσως μετά θα τους ζητηθεί να εξηγήσουν τι συμβαίνει με τη θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων. Στη συνέχεια σε πλαίσιο που θα τους έχει δοθεί θα καταγράψουν πάντα με την βοήθεια του προγράμματος, που έχει αναφερθεί παραπάνω, τις εξηγήσεις τους (βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 6).

Φάση 4. Εφαρμογή των αντιλήψεων

Στη φάση αυτή, θα δοθεί στους μαθητές η περιγραφή μιας κατσαρόλας πάνω στο μάτι της κουζίνας(βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 9). Από τους μαθητές θα ζητηθεί να περιγράψουν τι συμβαίνει καθώς αν ακουμπήσουν την κατσαρόλα που είναι πάνω στο μάτι θα καούν , αν όμως την πιάσουν από τα χερούλια όχι και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Αμέσως μετά, οι μαθητές θα κλιθούν να περιγράψουν τι συμβαίνει τα μάλλινα ρούχα, το χειμώνα μας κρατάνε περισσότερο ζεστούς. Στη συνέχεια, οι μαθητές θα συζητήσουν στο πλαίσιο της ομάδας τους με σκοπό να εντοπίσουν κοινές και διαφορετικές απόψεις μεταξύ τους. Έπειτα, μετά από την συζήτηση με την ομάδα τους θα ζητηθεί να διατυπώσουν μια κοινή άποψη.

Φάση 5. Αξιολόγηση

Σε αυτή τη φάση θα δοθούν στους μαθητές οι δύο πρώτες δραστηριότητες και στην συνέχεια θα ζητηθεί να συγκρίνουν τις αρχικές τους απαντήσεις για τις ερωτήσεις «σε αλουμινόχαρτο ή σε χαρτί θα προτιμούσαν να τυλίξουν την τυρόπιτα, ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστή;» και «σε αλουμινόχαρτο ή σε χαρτί θα προτιμούσαν να τυλίξουν το κομμάτι πάγου , ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο»,(βλ. Παράρτημα Β, Δραστηριότητα 11). Έπειτα θα τους ζητηθεί να ανατρέξουν στις αρχικές τους απαντήσεις (αντιλήψεις πριν τη διδασκαλία), να τις συγκρίνουν με τις νέες αντιλήψεις και να καταγράψουν το λόγο που τις άλλαξαν.

7.4. Ανακεφαλαίωση

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο πραγματοποιήθηκε η παρουσίαση του εκπαιδευτικού υλικού για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Ειδικότερα, παρουσιάστηκαν, η διαδικασία της συγκρότησης του εκπαιδευτικού υλικού, το πρόγραμμα NVDA για την εφαρμογή του εκπαιδευτικού υλικού, καθώς και οι δραστηριότητες του εκπαιδευτικού υλικού σύμφωνα με τις φάσεις του μαθησιακού μοντέλου 5E.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 Εισαγωγή

Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας προκύπτει ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει αρκετές μελέτες αναφορικά με τις αντιλήψεις των μαθητών σχετικά με φαινόμενα Φυσικών Επιστημών (Καλλέρη & Ψύλλος, 2001· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001· Σκουμιός & Χατζηνικήτα, 2003), και ιδιαίτερα για την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας και της θερμοκρασίας (ενδεικτικά: Erickson, 1979· Tiberghien, 1985· Driver, 1998). Επίσης έχουν πραγματοποιηθεί έρευνες που μελετούν την επίδραση διδακτικών παρεμβάσεων για τη θερμοκρασία και τη θερμότητα στις αντιλήψεις των μαθητών (Linn & Songer, 1991· Thomaz et al., 1993· Harrison et al., 1999· Σκουμιός και Χατζηνικήτα, 2005· Baser et Geban, 2007· Baser, 2007· Chu et al, 2012) (βλ. ενότητα 3).

Όμως, διαπιστώνεται ότι ενώ έχουν διεξαχθεί αρκετές έρευνες για τις αντιλήψεις των μαθητών για τις έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών, δεν υπάρχει αντίστοιχο ερευνητικό ενδιαφέρον για τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης σχετικά με τη θερμοκρασία και τη θερμότητα. Γενικότερα, οι έρευνες που αφορούν τις αντιλήψεις των μαθητών με προβλήματα όρασης για τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών, είναι πραγματικά ελάχιστες (Κώτσης, 2007· Sahin & Yorek 2009· Dickman et al., 2014). Ειδικότερα, η διδασκαλία της θερμότητας, της θερμοκρασίας, της θερμικής αγωγιμότητας αλλά και οι έννοιες και τα φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών είναι αρκετά δύσκολο να διδαχτούν σε μαθητές με προβλήματα όρασης καθώς τα άτομα αυτά αδυνατούν να λάβουν μέρος σε εργαστηριακά μαθήματα γεγονός που αποδυναμώνει τους νέους ερευνητές για την προσέγγιση του θέματός (Henderson, 1965).

Επομένως, λόγω της έλλειψης ερευνών σχετικά με τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία αλλά και της έλλειψης εκπαιδευτικού υλικού που να εστιάζεται στη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων, αναδύεται η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας. Η πρωτοτυπία της παρούσας εργασίας, έγκειται στο ότι όχι μόνο διερευνά τις αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία αλλά στοχεύει και στη σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση νέων τεχνολογιών για τη διδακτική αντιμετώπιση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, ζητήματα για το οποίο δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα.

Σκοπός της εργασίας ήταν αφενός η διερεύνηση των αντιλήψεων των ατόμων με προβλήματα όρασης για τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και αφετέρου η σχεδίαση εκπαιδευτικού υλικού με χρήση ΤΠΕ για τη διδακτική αντιμετώπιση αυτών των αντιλήψεων των ατόμων.

Ειδικότερα τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας αυτής ήταν τα ακόλουθα:

- (α) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμοκρασία;
- (β) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμότητα;
- (γ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη σχέση θερμότητας και θερμοκρασίας;
- (δ) Ποιες είναι οι αντιλήψεις των ατόμων με προβλήματα όρασης για τη θερμική αγωγιμότητα;

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας.

Ειδικότερα, το κεφάλαιο αυτό αποτελείται από τρεις ενότητες. Στην πρώτη ενότητα παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα κύρια ευρήματα της έρευνας (βλ. ενότητα 7.2), στη δεύτερη ενότητα αναφέρονται οι περιορισμοί της έρευνας (βλ. ενότητα 7.3) και στην τρίτη ενότητα διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα (βλ. ενότητα 7.4).

8.2. Κύρια ευρήματα και σχολιασμός τους

Η θερμότητα και το ψύχος ως δύο οντότητες

Αναφορικά με το αν η θερμότητα εμφανίζεται με μια ή δύο οντότητες, οι μαθητές Α και Γ αντιλαμβάνονταν την θερμότητα και το ψύχος ως δύο διαφορετικές οντότητες, καθώς μέσα από τις απαντήσεις τους έγινε αντιληπτό ότι ανήκουν στους μαθητές που θεωρούν ότι όταν αγγίζουμε ένα θερμό αντικείμενο η αίσθηση του θερμού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το θερμό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους και όταν αγγίζουμε ένα ψυχρό αντικείμενο θεωρούν ότι η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στο ψύχος που αφήνει το ψυχρό αντικείμενο και κινείται προς το σώμα τους. Θεωρούν δηλαδή το ψύχος ως μια οντότητα διαφορετική της θερμότητας που, όπως και η θερμότητα, μπορεί να μετακινείται. Η αντίληψη αυτή συνάδει με τα ευρήματα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί με μαθητές που θεωρούσαν ότι τα ψυχρά σώματα εκπέμπουν κρύο ενώ τα θερμά ζέστη.(Erickson

1977,1979,1985, Appleton, 1984, 1985, Brook et al.1984, Tiberghien1985, Watts et al.1985, Jara-Guerrero 1993, Arnold et al.1996, Newell & Ross 1996).

Ο μαθητής Β με βάση την απάντησή του σε μια ερώτηση αντιλαμβάνεται την θερμότητα ως μία οντότητα θεωρεί δηλαδή ότι όταν αγγίζει μια αρκετά ψυχρή επιφάνεια η αίσθηση του ψυχρού, οφείλεται στη θερμότητα που αφήνει το σώμα τους και κινείται προς το ψυχρό αντικείμενο. Η αντίληψη αυτή συνάδει με τα ευρήματα ερευνών σύμφωνα με τα οποία οι μαθητές θεωρούν ότι η θερμοκρασία ενός θερμού σώματος μειώνεται, όταν έρθει σε επαφή με ένα ψυχρό σώμα, γιατί, η θερμότητα φεύγει από το θερμό σώμα και πηγαίνει στο ψυχρό (Erickson 1979). Όμως ο μαθητής Β με βάση την απάντησή του σε άλλη ερώτηση αντιλαμβάνεται την θερμότητα και το ψύχος ως δυο διαφορετικές οντότητες.

Η τάση των μαθητών να χρησιμοποιούν τη θερμότητα και το ψύχος στις εξηγήσεις τους μπορεί να ενισχύεται από την καθημερινή εμπειρία (π.χ. την αίσθηση που έχουν οι μαθητές όταν ακουμπούν ψυχρά αντικείμενα όπου το ψύχος φαίνεται να ρέει μέσα στο σώμα τους) και από τον καθημερινό λόγο (π.χ. τη χρήση φράσεων όπως «κλείσε την πόρτα για να μείνει το κρύο έξω») (Newell & Ross 1996).

Η θερμοκρασία σωμάτων που βρίσκονται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον τους εξαρτάται από χαρακτηριστικά των σωμάτων

Αναφορικά με το αν η θερμοκρασία των σωμάτων εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των σωμάτων (μέγεθος, σύσταση) και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται ότι θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το μέγεθός του. Σύμφωνα με έρευνες οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή θεωρούν, ότι η θερμοκρασία ενός σώματος που βρίσκεται σε θερμική ισορροπία με το περιβάλλον του, εξαρτάται από το μέγεθός του, και όχι από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντός του (Erickson 1979, 1980, Viennot 1979, Stavy & Berkovitz 1980, Driver & Russell 1982, Appleton 1984, 1985, Frenkel & Strauss 1985, Rozier & Viennot 1991, Καρανίκας 1996, Φασουλόπουλος, 2001).

Οι μαθητές Α και Β αντιλαμβάνονται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την σύστασή του. Οι μαθητές που έχουν την αντίληψη αυτή υποστηρίζουν ότι η διαφορετική αίσθηση που τους δημιουργείται όταν αγγίζουν δύο αντικείμενα (που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο σταθερής θερμοκρασίας περιβάλλον), τους δίνει την εντύπωση ότι αυτά τα αντικείμενα θα βρίσκονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες (Appleton 1985, Gale 1993, Thomaz et al. 1995, Jasier & Oberem 2002). Ο μαθητής Α διατηρεί την ίδια αντίληψη

και σε άλλη ερώτηση. Η αντίληψη της εξάρτησης της θερμοκρασίας ενός σώματος από τα χαρακτηριστικά του (μέγεθος, σύσταση) συνάδει με αποτελέσματα προγενέστερων ερευνών αφού, σύμφωνα με τους Appleton (1985), Thomaz et al. (1995), Paik et al. (2007) οι μαθητές υποστηρίζουν ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από το υλικό κατασκευής του (Driver et al., 1993) ή την πυκνότητα ή την σκληρότητα του υλικού κατασκευής τους (Kesidou & Duit, 1993). Οι παραπάνω αντιλήψεις των μαθητών συνδέονται με ένα γενικό χαρακτηριστικό των αντιλήψεων των μαθητών, την περιορισμένη εστίαση. Οι μαθητές εμφανίζουν την τάση να επικεντρώνουν το ενδιαφέρον τους σε συγκεκριμένες όψεις του φαινομένου που μελετούν, αγνοώντας τις υπόλοιπες (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Όμως, ο μαθητής Γ σε απαντήσεις του σε άλλες ερωτήσεις αντιλαμβάνεται ότι η θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα εξαρτάται από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος του. Για ορισμένους μαθητές τα σώματα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο στο ίδιο περιβάλλον, πρέπει απαραίτητα να έχουν την ίδια θερμοκρασία με αυτήν του περιβάλλοντός τους (Linn & Songer 1991, Thomaz et al. 1995, Arnold & Millar 1996, Frederik, Van der Valk, Leite & Thoren 1999, Jasier & Oberem, 2002). Συνεπώς, γι' αυτούς τους μαθητές, τα χαρακτηριστικά ενός σώματος (π.χ. μέγεθος, σύσταση) δεν επηρεάζουν τη θερμοκρασία που αποκτά ένα σώμα.

Μη διαφοροποίηση θερμοκρασίας και θερμότητας

Αναφορικά με τη διάκριση της θερμοκρασίας από τη θερμότητα και οι τρεις μαθητές αντιλαμβάνονται την θερμοκρασία ως ένδειξη της έντασης της θερμότητας. Η αντίληψη αυτή συνάδει με τα ευρήματα ερευνών σύμφωνα με τα οποία οι μαθητές θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι μια ένδειξη της έντασης της θερμότητας (ή και του ψύχους) που περιέχει ένα σώμα, όταν δίνουν εξηγήσεις σε διάφορες καταστάσεις θέρμανσης/ψύξης (Appleton, 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Kesidou, Duit & Glynn 1995, Meltzer 2001, Greenbowe & Meltzer 2003). Οι μαθητές που χειρίζονται αυτή την αντίληψη, αντιλαμβάνονται τη θερμότητα ως μέγεθος που χαρακτηρίζεται μόνο από την έντασή του, και κατά συνέπεια είναι ανεξάρτητη της μάζας του σώματος. Η θερμότητα λοιπόν σύμφωνα με αυτούς τους μαθητές, εμφανίζει χαρακτηριστικά εντατικού μεγέθους και η θερμοκρασία εκλαμβάνεται ως «βαθμός της θερμότητας» (Appleton 1985, Wiser 1986, Kesidou & Duit 1993, Greenbowe & Meltzer 2003). Έτσι, σύμφωνα με τους μαθητές, σώματα διαφορετικού όγκου ή μάζας, που βρίσκονται στην ίδια θερμοκρασία, θεωρούνται από τους μαθητές ότι περιέχουν θερμότητες ίδιας έντασης.

Επιπλέον, όταν ίσες ποσότητες διαφορετικών σωμάτων θερμανθούν από όμοιες πηγές και φθάσουν στην ίδια θερμοκρασία, αν και οι χρόνοι θέρμανσης τους είναι διαφορετικοί, οι μαθητές θεωρούν ότι τα σώματα έχουν λάβει την ίδια θερμότητα. Ακόμα και όταν τους τονίζεται το γεγονός ότι θερμαίνονται για διαφορετικό χρόνο, ένα μεγάλο μέρος αυτών εξακολουθεί να θεωρεί ότι έχουν λάβει την ίδια θερμότητα (Kesidou & Duit 1993). Γι' αυτούς, η θερμοκρασία εξομοιώνεται με τη θερμότητα, και αφού τα σώματα φθάνουν στην ίδια θερμοκρασία, θα πρέπει να έχουν δεχθεί ίδιες θερμότητες.

Η αντίληψη της μη διάκρισης της θερμοκρασίας από τη θερμότητα συνάδει με τα αποτελέσματα ερευνών προγενέστερων ετών των Erickson 1979, 1980, 1985· Summers, 1983· Warren, 1983· Briggs & Brooks, 1984· Tiberghien, 1985· Ellse, 1988· Ραβάνης, 1988· Καρανίκας, 1996· Arnold et al., 1996· Harrison et al., 1999· Καρύδας & Κουμαράς, 2000). Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, αυτή η αντίληψη που εμφάνισαν οι μαθητές σχετίζεται με ένα από τα γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεών τους και αφορά έννοιες που, ενώ είναι διαφορετικές (θερμότητα και θερμοκρασία), δε τις διαχωρίζουν οι μαθητές (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001). Οι μαθητές πολλές φορές χρησιμοποιούν έννοιες με διαφορετική σημασία ως ταυτόσημες χωρίς να το συνειδητοποιούν (Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Οι μονωτές παράγουν θερμότητα και οι αγωγοί έλκουν θερμότητα ή κρύο

Αναφορικά με την θερμική αγωγιμότητα των σωμάτων στους μαθητές κυριαρχεί η αντίληψη της έλξης από τους αγωγούς θερμότητας σε θερμό περιβάλλον και ψύχους σε ψυχρό περιβάλλον. Έχει προκύψει ότι οι μαθητές θεωρούν ότι οι αγωγοί (και ειδικότερα τα μέταλλα), έχουν την ιδιότητα να έλκουν, να διατηρούν ή να απορροφούν, ανάλογα με το περιβάλλον στο οποίο βρίσκονται, άλλες φορές το ψύχος και άλλες φορές τη θερμότητα (Tiberghien 1979,1985, Erickson 1980,1985, Tiberghien et al. 1983, Engel Clough & Driver 1985, Kesidou & Duit 1993, Lewis 1991, 1996, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Harrison et al. 1999). Ο μαθητής Γ αντιλαμβάνεται ότι οι μονωτές είναι σώματα που παράγουν θερμότητα Αυτή η αντίληψη συνάδει με τα αποτελέσματα ερευνών σύμφωνα με τα οποία για τους μαθητές, οι μονωτές (και πιο συγκεκριμένα τα μάλλινα και βαμβακερά σώματα) έχουν την ιδιότητα να απορροφούν αλλά κυρίως να δημιουργούν (παράγουν) θερμότητα και κατά συνέπεια να θερμαίνουν τα σώματα (Erickson & Tiberghien 1985, Bruce & Kornicek 1990,

Jara-Guerrero 1993, Lewis 1991, 1996, Vosniadou & Kempner 1993, Harrison 1994, Lewis & Linn 1994, Newell & Ross 1996, Stylianidou 1997).

Οι παραπάνω αντιλήψεις συνδέονται με γενικά χαρακτηριστικά των αντιλήψεων των μαθητών όπως είναι η κυριαρχία από τις αισθήσεις, η περιορισμένη εστίαση και ο γραμμικός αιτιακός συλλογισμός (Driver et al. 1985· Driver et al. 1994· Χατζηνικήτα & Χρηστίδου, 2001).

Η εργασία αυτή συνεισφέρει στην έρευνα για τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών με προβλήματα όρασης, για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία και στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη διδακτική διαχείριση αυτών των αντιλήψεων των μαθητών, ζητήματα για τα οποία δεν υπήρχαν ερευνητικά δεδομένα.

8.3 Περιορισμοί της εργασίας

Ένας σημαντικός περιορισμός της παρούσας έρευνας αποτελεί το δείγμα της. Πιο συγκεκριμένα, το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 3 μαθητές της Έ τάξης δημοτικού. Πρόκειται για μαθητές με προβλήματα όρασης που φοιτούν στο Ειδικό Δημοτικό Σχολείο Τυφλών Καλλιθέας Αττικής. Αναλυτικότερα, στην έρευνα έλαβαν μέρος δύο αγόρια και ένα κορίτσι ηλικίας 11 ετών. Το κορίτσι και το ένα από τα δύο αγόρια γεννήθηκαν με ολική απώλεια όρασης, ενώ το δεύτερο αγόρι είχε ολική απώλεια όρασης αν και σε μικρότερη ηλικία είχε μερική. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι το δείγμα της έρευνας ήταν περιορισμένο αριθμητικά.

Ένας ακόμη περιορισμός της έρευνας ήταν η αποκλειστική χρήση της ημι-δομημένης συνέντευξης ως μέσου συλλογής των δεδομένων, καθώς δεν ήταν εφικτό λόγω των προβλημάτων όρασης των μαθητών να χρησιμοποιηθεί και άλλο εργαλείο (όπως ερωτηματολόγιο), στην έρευνα συμπληρωματικά με τη συνέντευξη.

8.4 Προτάσεις για μελλοντική εργασία

Από τα ευρήματα της έρευνας, καθώς και τους περιορισμούς της προκύπτουν κάποιες προτάσεις για περαιτέρω έρευνα. Μία από αυτές θα ήταν να υλοποιηθεί η ίδια έρευνα σε μεγαλύτερο δείγμα και σε περισσότερες περιοχές της Ελλάδας ώστε να διερευνηθεί αν τα αποτελέσματα μπορούν να γενικευτούν.

Επίσης, η έρευνα αυτή θα μπορούσε να υλοποιηθεί σε μαθητές Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης με τη χρήση των ίδιων ερωτήσεων.

Ακόμα, μία άλλη πρόταση για μελλοντική εργασία είναι η υλοποίηση του προτεινόμενου εκπαιδευτικού υλικού σε μαθητές με προβλήματα όρασης και η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

8.5 Ανακεφαλαίωση

Στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας παρουσιάστηκαν και σχολιάστηκαν τα κυριότερα ευρήματα της παρούσας έρευνας που αφορούσαν τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών με προβλήματα όρασης, για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία, τα οποία και αποτέλεσαν τα δεδομένα στην ανάπτυξη εκπαιδευτικού υλικού για τη διδακτική διαχείριση αυτών των αντιλήψεων των μαθητών. Έπειτα αναφέρθηκαν οι περιορισμοί της εργασίας και τέλος παρουσιάστηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

- Καλλέρη, Μ., Ψύλλος, Δ., & Τζουριάδου, Μ. (2001). Δραστηριότητες Φυσικών Επιστημών στο νηπιαγωγείο: το αναλυτικό πρόγραμμα και η "πραγματικότητα" της τάξης, Στο Κ. Ραβάνης (Επιμ.), *Η μόηση των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*, 77-82, Πάτρα.
- Καλλέρη, Μ., & Ψύλλος, Δ. (2001). Οι αντιλήψεις των νηπιαγωγών για έννοιες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου, Στο: Κ. Ραβάνης (επιμ.), *Η μόηση των μικρών παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες* (σσ. 95-99). Πάτρα.
- Καρανίκας, Ι. (1996). *Μελέτη των προβλημάτων της Διδασκαλία των θερμικών Φαινομένων. Πρόταση για Εποικοδομητική Προσέγγιση στη διδασκαλία και στη Μάθηση των θερμικών Φαινομένων στους 4ετείς φοιτητές του ΠΤΔΕ*. Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Καρύδας, Α., Κουμαράς, Π. (2000). *Η Ιστορία της επιστήμης και προτάσεις για τη διδακτική της εκμετάλλευση: Η περίπτωση της θερμότητας και των θερμικών φαινομένων*. Στο: Βαλανίδης Ν., (επιμέλεια) Πρακτικά του 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και εφαρμογών των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, τόμος ΙΙ, σελίδες 331 - 339. Λευκωσία.
- Κολιόπουλος, Δ. (2014). *Ενέργεια στην Εκπαίδευση*. Αθήνα: Ίων
- Κουλαϊδής, Β., & Κουζέλης, Γ. (1990). Για την παραδειγματική συγκρότηση της Διδακτικής των φυσικών επιστημών: Μια επιστημολογική προσέγγιση, *Νέα παιδεία*, 53, 151-169.
- Κώτσης, Κ. (2007). Η ικανοποιητική δεξιοότητα των τυφλών μαθητών στη διαδικασία της. *Διδακτική Φυσικών Επιστημών Και Νέες Τεχνολογίες Στην Εκπαίδευση Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Τεύχος Α΄*. ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- Ραβάνης, Κ. (1988). Μεταβολές καταστάσεων και θερμική ισορροπία. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 39, 83-89.
- Ραβάνης, Κ., Solomon, J., Τσατσαρώνη, Α., Χατζηνικήτα, Β., Χρηστίδου, Β. (Επιμ.). (2000) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Τόμος Α* (σελ.153-178). Πάτρα: ΕΑΠ.
- Σκουμιός, Μ. & Χατζηνικήτα, Β. (2000). Μοντέλα μαθητών για θερμότητα, θερμοκρασία και θερμικά φαινόμενα, *Επιθεώρηση Φυσικής*, 31, 58-71.
- Σκουμιός, 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 (σελ. 743-747). Αθήνα: Γρηγόρης

Χαλκιά, Κ. (2010α). *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες. Θεωρητικά ζητήματα, προβληματισμοί, προτάσεις* (Τόμος Α'). Εκδόσεις Πατάκη, Αθήνα

Χατζηνικήτα, Β. & Χρηστίδου Β. (2001). Πρακτικο-βιωματική γνώση των μαθητών: Γενικά χαρακτηριστικά. Στο: J. Bliss, G. Cooper, Δ. Κολιόπουλος, Β. Κουλαϊδής, Κ.

Ξενογλώσση βιβλιογραφία

Aiello-Nicosia, M. L., & Sperandio-Mineo, R. M. (2000). Educational reconstruction of the physics content to be taught and pre-service teacher training. *International Journal of Science Education*, 22, 1085–1097.

Andersson, B. (1979). *Some aspects of children's understanding of boiling point. Proceedings of an International Seminar on Cognitive Development Research in Science and Mathematics*, Leeds, University of Leeds.

Andersson, B. (1986). The experimental gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, 8 (2), 155-171.

Appleton, K. (1984). Children's ideas about hot and cold. Learning in science project (primary), Science Education Research Unit (Hamilton, New Zealand, Waikato University), ERIC Document Reproduction Service No. ED 252 407.

Appleton, K. (1985). Children's ideas about temperature, *Research in Science Education* 15, 122-126.

Arnold, M. & Millar, R. (1994). Children's and lay adults' views about thermal equilibrium. *International Journal of Science Education* 16 (4), 405-419.

Arnold, M. & Millar, R. (1996). Learning the scientific "story": a case study in the teaching and learning of elementary thermodynamics. *Science Education*, 80 (3), 249-281.

Astolfi, J. P. & Peterfalvi, B. (1993). Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *Aster*, 16, 103-141.

Baser, M. (2006). Promoting conceptual change through active learning using open source software for physics simulations. *Australasian Journal of Educational Technology*, 22(3), 336-354.

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.

Baughman, J. and Zoliman, D. (1977), 'Physics Lab for the Blind', *The Physics Teacher* 15, pp. 333-342.

- Boohan, R. (1996). Exploring hot and cold with temperature sensitive film. *School Science Review*, 77 (281), 91-92.
- Briggs, H., Brook, A. (1984). *Students' ideas of heat. A paper presented at the SSCR conference on learning, doing and understanding in science. Children's learning in science project.* Leeds, University of Leeds.
- Brook, A., Briggs, H., Bell, B. & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of heat: full report. Centre for Studies in Science and Mathematics Education.* University of Leeds, Leeds, UK.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices.* Portsmouth, NH: Heinemann.
- Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, 35, 101- 105.
- Chu, H., Treagust, D., Yeo, S. & Zadnik, M. (2012). Evaluation of Students' Understanding of Thermal Concepts in Everyday Contexts. *International Journal of Science Education*, DOI:10.1080/09500693.2012.657714
- Dickman, Martins, Ferreira, & Andrade. (2014). Adapting diagrams from physics textbooks: a way to improve the autonomy of blind students. *Physics Education*.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 18, 105-122
- Driver, R. & Russell, T. (1982). *An investigation of the ideas of heat, temperature and change of state of children aged between 8 and 14 years*, Centre for Studies and Mathematics Education, University of Leeds.
- Driver, R., Guesne, E. & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science.* Milton Keynes. Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science—research into children's ideas.* London: Routledge
- Duit, R. & Kesidou, S. (1988). Students' understanding of basic ideas of the second law of thermodynamics. *Research in Science Education*, 18, 186-195
- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in grades K-8.* Washington, DC: National Academies Press.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *The Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Ellse, M. (1988). Transferring not transforming energy. *School Science Review*, 69 (248), 427-437.

- Engel Clough, E. & Driver, R. (1985). Secondary students' conceptions of the conduction of heat: ringing together personal and scientific views. *Physics Education* 20: 175-182.
- Engel, E. (1982). *The development of understanding of selected aspects of pressure, heat and evolution in pupils aged between 12-16 years*. Unpublished PhD thesis, Leeds, University of Leeds.
- Erickson, G. (1975). *An analysis of children's ideas of heat phenomena*, Vancouver: University of British Columbia.
- Erickson, G. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2), 221-230.
- Erickson, G. (1980). Children's viewpoints of heat: A second look. *Science Education* 64 (3), 323-336.
- Erickson, G. L. & Tiberghien, A. (1985). Heat and temperature. In: Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A.: *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press
- Frederik, I., Van der Valk, T., Leite, L. & Thoren, I. (1999). Pre-service Physics Teachers and Conceptual Difficulties on Temperature and Heat. *European Journal of teacher Education*, 22 (1), 61-74.
- Gale, C.I. (1993). The influence of microcomputer-based labs on children's conceptions of temperature and temperature change. In: Novak, J.: *Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*. Ithaca, New York: Cornell University (distributed electronically).
- Giordan, A. & De Vecchi, (1987), *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Greenbowe, T. J., & Meltzer, D. E. (2003). Student learning of thermochemical concepts in the context of solution calorimetry. *International Journal of Science Education*, 25(7), 779-800.
- Haney, I. J., Czerniak, C. M., & Lumpe, A. T. (1996). Teacher beliefs and intentions regarding the implementation of science education reform strands. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 971-993
- Harrison, A., Grayson, D., Treagust, D. (1999). Investigating a grade 11 students evolving conceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (1), 55-87.
- Hewson, M., Hamlyn, D. (1984). 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.B. (1984). The Role of Conceptual Conflict in Conceptual Change and the Design on Science Instruction. *Instructional Science*, 13(1), 1-13

- Hewson, P.W. (2007). Teacher professional development in science. In S.K. Abell and N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jara-Guerrero S. (1993). "Misconceptions on heat and temperature" in The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: Ithaca, NY (1993).
- Jasien, P. & Oberem, G. (2002). Understanding of elementary concepts in heat and temperature among college students and K-12 teachers, *Journal of Chemistry Education*, 79, 889-895.
- Kesidou, S., Duit, R. (1993). Students' conceptions of law of thermodynamics-An interpretative study. *Journal of research in science teaching*, 30 (1), 85-106.
- Kesidou, S., Duit, R., and Glynn, S. (1995). *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ.
- Kingsley, M. (1997). The Effects of a Visual Loss. In H. Mason, & S. McCall, *Visual impairment: Access to education for children and young people* (pp. 23-29). London: David Fulton Publishers.
- Lewis, E., Linn, M. (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, 885-918.
- Loucks-Horsley, S., Love, N., Stiles, K.E., Mundry, S., and Hewson, P.W. (2003). *Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Loverude, M. E. (1999). *Investigation of student understanding of hydrostatics and thermal physics and of the underlying concepts from mechanics*, Ph.D. dissertation, University of Washington; unpublished.
- Loverude, M. E., Kautz, C. H., & Heron, P. R. L. (2002). Student understanding of the first law of thermodynamics: Relating work to the adiabatic compression of an ideal gas. *American Journal of Physics*, 70 (2), 137-148.
- Magnusson, S., Krajcik, J. (1993). *Teacher knowledge and representation of content in instruction about heat energy and temperature*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA.
- Marshall, J. C., Horton, B, Smart, J. (2009). 4E X 2 Instructional Model: Uniting Three Learning Constructs to Improve Praxis in Science and Mathematics Classrooms *Journal of Science Teacher Education*, 20, 501-516.

- Maskill, R. & Pedrosa de Jesus, H. (1997). Pupils' questions, alternative frameworks and the design of science teaching. *International Journal of Science Education* ,19 (7), 781-799.
- Meltzer, D. E. (2001). Student reasoning regarding work, heat, and the first law of thermodynamics in an introductory physics course, in *Proceedings of the 2001 Physics Education Research Conference*, edited by Scott Franklin, Jeffrey Marx, and Karen Cummings (Rochester, NY), 107-110.
- Minner, D., Levy, A.J, Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction - What Is It and Does it Matter: Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002. [Science Education]. *Journal of Research in Science Teaching* 47(4), 474-496.
- 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.
- National Research Council (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on Conceptual Framework for the New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newell, A. & Ross, K. (1996). Children's conceptions of thermal conduction-or the story of a woollen hat. *School science Review* ,78 (282), 33-38.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Peterfalvi, B. (1995). "Activités réflexives d'élèves en classe de sciences: des compétences méthodologiques au travail sur les obstacles." In A. Giordan, J. L., Martinand, D. Raichvarg (Eds.), *Actes des XVIIes Journales Internationales sur la Communication, l'Education et la Culture Scientifiques et Industrielles: Que savons – nous des saviors scientifiques et techniques?*(pp. 131-138). France.
- Pfundt, H. & Duit, R. (2004) Bibliography: Students' and teachers' conceptions and science education. Kiel: IPN.

- Ravanis, K. & Bagakis G. (1998). Science education in kindergarten: sociocognitive perspective, *International Journal of Early Years Education*, 6(3), 315-327
- Reiser, B., Berland, L.K., & Kenyon, L.O. (2012). Engaging Students in the Scientific Practices of Explanation and Argumentation: Understanding a Framework for K-12 Science Education. *The Science Teacher*, 79(4), 3439.
- Sahin, M., & Yorek, N. (2009, Apr). Teaching Science to Visually Impaired Students: A Small-Scale Qualitative Study. *US-China Education Review*, ISSN1548- 6613, USA.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186
- Sciarreta, M., Stilli, R. & Vicentini Missoni, M. (1990). On the thermal properties of materials: common-sense knowledge of Italian students and teachers. *International Journal of Science Education*, 12 (4), 369-379.
- 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), Association for Science Education, Athens.
- Skoumios, M. & Hatzinikita, V. (2005). The role of cognitive conflict in science concept learning, *International Journal of Learning*, 12 (7), p. 185-194.
- Skoumios, M. & Xatzinikita, V. (2009). Research-based Teaching about Science at the Upper-Primary School Level, *The International journal of learning*, 13 (5)
- Stavy, R. & Berkovitz, (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64 (5), 679-692.
- Stavy, R. & Strauss, S. (1983). Educational-developmental psychology and curriculum development: the case heat and temperature. In *Misconceptions in Science and Mathematics: Proceedings of an International Seminar*, Edited by: Helm, H. and Novak, J. D. Ithaca: Cornell University Press.
- Stylianidou, F. (1997). Children's learning about energy and processes of change. *School science Review*, 79 (286), 91-97
- Summers, M. K. (1983). Teaching heat: An analysis of misconceptions. *School Science Review*, 64, 670-676.
- Thomaz, M. (1986). Towards a constructivist model for science teacher education, unpublished PhD thesis. University of Surrey.
- Thomaz, M., Malaquias, I., Valente, M. & Antunes, M. (1995). An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 30 (1), 19-26.

- Tiberghien, A. (1980). *Un exemple de restructuration de l'organisation conceptuelle à l'occasion d'un enseignement concernant la notion de chaleur*. In *Comptes rendus des Deuxièmes Journées sur l'Education Scientifique*. Chamonix, France.
- Tiberghien, A. (1985). Heat and Temperature, part B, In R. Driver, E. Guesnes & A. Tiberghien (Eds.), *Childrens' Ideas in Science*. (pp. 52-84). Milton Keynes: Open University Press.
- Van Roon, P., Van Sprang, H., Verdonk, A., (1994). Work and Heat: on a road towards thermodynamics. *International Journal of Science Education*, 16 (2), 131-144.
- Veiga, L., Pereira, D. & Maskill, R. (1989). Teachers' language and pupils' ideas in science lessons: can teachers avoid reinforcing wrong ideas?. *International Journal of Science Education*, 11 (4), 465-479.
- Veiga, M.L.F.C. (1988). A study of the scientific and everyday versions of some fundamental science concepts. Unpublished PhD thesis, University of East Anglia, Norwich.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2):205-221.
- Viennot, L. (1997). *Experimental facts and ways of reasoning in thermodynamics: Learners' common approach*. An I.C.P.E. book. International Commission on Physics Education, C3.
- Vosniadou, S. & Kempner, W.F. (1993). *Mental Models of Heat, Paper presented at the biennial meeting of the society for research in child development*, New Orleans.
- Watson, B. & Kopniecek, R. (1990). Teaching for conceptual change: confronting children's experience. *Phi Delta Kappan*, 680- 685.
- Watts, D. M., Gilbert, J.K. (1985). *Appraising the understanding of science concepts: heat*, Department of Educational Studies, University of Surrey, Guildford.
- White, B., Shimoda, T, Frederiksen, J. (1999). Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning: Computer Support for Metacognitive Development. *International Journal of Artificial Intelligence*, 10, 151-182.
- Widolo, A., Duit, R. & Muller, C. (2002). Constructivist views of teaching and learning in practice: teachers' views and classroom behavior, *Paper presented at the Annual meeting of the national Association for Research in Science Teaching*, New Orleans
- Wiser, M. (1986). The differentiation of heat and temperature: History of science and novice-expert shift. In *Ontogeny, Phylogeny & Historical Development*, Norwood, N.J., Ablex Publishing Company, (1-48).
- Wiser, M. (1988). "The differentiation of heat and temperature: history of science and novice-expert shift". In S. Strauss (Ed.): *Ontogeny, Phylogeny, and Historical Development*, Edited by: Strauss, (28-48), Norwood, NJ: Ablex.

Yeo, S. & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding, *Phys. Teach.* 39, (496–504)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Παράρτημα Ι Συνέντευξη

Ερώτηση 1

Πιάνεις στο χέρι σου ένα παγάκι. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

- A) Θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι σου.
- B) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το παγάκι στο χέρι σου.
- Γ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι σου στο παγάκι.
- Δ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι στο παγάκι και κρύο από το παγάκι στο χέρι σου
- E) Δεν γνωρίζω

Τι άλλο;

Σχολίασε.....

Ερώτηση 2

Πιάνεις στο χέρι σου μία κούπα με ζεστό γάλα. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

- A) Θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου.
- B) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι σου στην κούπα.
- Γ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου και κρύο από το χέρι σου στην κούπα.
- Δ) Θα μεταφερθεί κρύο από το χέρι σου στη κούπα.
- E) Δε θα συμβεί τίποτα από τα παραπάνω.

Τι άλλο;

Σχολίασε.....

Ερώτηση 3

Σε νερό θερμοκρασίας 80°C προσθέτουμε την ίδια ποσότητα νερού θερμοκρασίας 40°C. Το υγρό που προκύπτει θα έχει θερμοκρασία:

- A) 40°C. B) 60°C. Γ) 80°C Δ) 120°C

Τι άλλο;

Γιατί;

Σχολίασε.....

Ερώτηση 4

Έχεις στην κουζίνα του σπιτιού σου ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα πλαστικό με ίδιο μέγεθος για αρκετές ώρες. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

A) Η θερμοκρασία του μεταλλικού είναι υψηλότερη από αυτήν του πλαστικού κουταλιού.

B) Η θερμοκρασία του πλαστικού είναι υψηλότερη από αυτήν του μεταλλικού κουταλιού.

Γ) Και τα δύο έχουν ίδιες θερμοκρασίες.

Σχολίασε.....

Ερώτηση 5

Γεμίζουμε μια μεγάλη λεκάνη και ένα μικρό ποτήρι με νερό. Τα αφήνουμε σε μια γωνιά για ένα ολόκληρο βράδυ. Η θερμοκρασία του δωματίου είναι συνεχώς 15°C. Το νερό της λεκάνης ή το νερό που είναι στο ποτήρι έχει υψηλότερη θερμοκρασία; Γιατί;

Ερώτηση 6

Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό ίδιας θερμοκρασίας. Το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B. Ζεσταίνουμε το δοχείο A. Στη συνέχεια ζεσταίνουμε το δοχείο B ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου A. Το νερό στο δοχείο A πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο B ή όχι; Γιατί;

Ερώτηση 7

Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό ίδιας θερμοκρασίας. Το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B.. Ζεσταίνουμε τα δοχεία A και B για το ίδιο χρονικό διάστημα. Το νερό που περιέχει κάθε δοχείο έφθασε στην ίδια θερμοκρασία ή όχι; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

Ερώτηση 8

Σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα, θα προτιμούσες να τυλίξεις ένα ζεστό ψωμί ώστε να το μεταφέρεις στο σπίτι σου και να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

Ερώτηση 9

Σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα, θα προτιμούσες να τυλίξεις ένα παγωτό ώστε να το μεταφέρεις στο σπίτι σου και να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ Απομαγνητοφωνημένη Συνέντευξη

Απομαγνητοφώνηση Συνέντευξης

- Καλησπέρα, είσαι έτοιμος να ξεκινήσουμε?
- Ναι , βέβαια!
- Λοιπόν, οι ερωτήσεις μας είναι 9! Ας ξεκινήσουμε με την πρώτη ερώτηση!

Πιάνεις στο χέρι σου ένα παγάκι. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

- A) Θα μεταφερθεί κρύο από το παγάκι στο χέρι σου.
- B) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το παγάκι στο χέρι σου.
- Γ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι σου στο παγάκι.
- Δ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι στο παγάκι και κρύο από το παγάκι στο χέρι σου
- E) Δεν γνωρίζω
- Τι άλλο;.....

- Το τελευταίο
- Δηλαδή την τέταρτη επιλογή εννοείς; Μπορείς να μου το σχολιάσεις;
- Ναι εννοώ την επιλογή που είναι και τα δύο, ας πούμε καταλαβαίνεις και τη θερμότητα που είναι στο χέρι σου το παγάκι και το παγάκι που ξεπαγώνει εκείνη τη στιγμή
- Ωραία, θέλεις να προσθέσεις κάτι άλλο;
- Όχι, αυτά έχω στο μυαλό μου!
- Τέλεια! Ας περάσουμε στην δεύτερη ερώτηση!

Πιάνεις στο χέρι σου μία κούπα με ζεστό γάλα. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

- A) Θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου.
- B) Θα μεταφερθεί θερμότητα από το χέρι σου στην κούπα.
- Γ) Θα μεταφερθεί θερμότητα από την κούπα στο χέρι σου και κρύο από το χέρι σου στην κούπα.
- Δ) Θα μεταφερθεί κρύο από το χέρι σου στη κούπα.
- E) Δε θα συμβεί τίποτα από τα παραπάνω.
- Τι άλλο;

Σχολίασε.....

- Το πρώτο, αυτό που νιώθεις είναι η θερμότητα που νιώθεις που μεταφέρεται από την κούπα στο χέρι σου
- το πρώτο ωραία, θες να μου το σχολιάσεις;
- Ναι όταν είναι κάτι κρύο νιώθεις ότι μεταφέρεται η θερμότητα του χεριού σου. Παράδειγμα στη περίπτωση με το παγάκι, το χέρι ζεσταίνει το παγάκι. Δηλαδή, όταν πιάνεις κάτι κρύο μετά από ένα σημείο ζεσταίνεται και αυτό το κρύο πράγμα που κρατάς νιώθεις και εσένα να σου μεταφέρει τι χαμηλή θερμοκρασία, στη περίπτωση της κούπας, όμως νιώθεις να μεταφέρεται μόνο η θερμότητα πάνω στο χέρι σου . Όχι

,ότι εσύ όταν το πιάσεις δεν Θα μεταφερθεί κάποια θερμοκρασία για να κρυώσει ας πούμε κάτι που κρατάς καλά ,παρόλα αυτά δεν είναι το ίδιο.

- Πολύ ωραία συνεχίζουμε στην τρίτη ερώτηση!

Σε νερό θερμοκρασίας 80°C προσθέτουμε την ίδια ποσότητα νερού θερμοκρασίας 40°C. Το υγρό που προκύπτει θα έχει θερμοκρασία:

A) 40°C. B) 60°C. Γ) 80°C Δ) 120°C

Τι άλλο;

Γιατί;

Σχολίασε.....

- Λοιπόν είναι 80, Το πρώτο είναι 80 έτσι?
- Ναι και προσθέτουμε 40 βαθμούς Κελσίου
- ναι πόσο νερό την ίδια ποσότητα?
- Την ίδια ποσότητα νερού, σε νερό θερμοκρασίας 80 βαθμούς Κελσίου προσθέτουμε την ίδια ποσότητα νερού θερμοκρασία 40 βαθμούς Κελσίου
- Κοίτα, πιστεύω κάπου στο ενδιάμεσο κάπου στα 60, γιατί βάζουμε νερό με πιο χαμηλή θερμοκρασία, οπότε θα κρυώσει λίγο το νερό, ας το πούμε έτσι, αλλά όχι και τελείως ! Άρα, πιστεύω από τις επιλογές που μου λες ότι θα έχει θερμοκρασία 60 βαθμούς Κελσίου.
- Τέλεια, μου σχολίασες και την απάντηση σου! Ας περάσουμε τώρα στη τέταρτη ερώτηση!

Έχεις στην κουζίνα του σπιτιού σου ένα μεταλλικό κουτάλι και ένα πλαστικό με ίδιο μέγεθος για αρκετές ώρες. Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

A) Η θερμοκρασία του μεταλλικού είναι υψηλότερη από αυτήν του πλαστικού κουταλιού.

B) Η θερμοκρασία του πλαστικού είναι υψηλότερη από αυτήν του μεταλλικού κουταλιού.

Γ) Και τα δύο έχουν ίδιες θερμοκρασίες.

Σχολίασε.....

- Συμφωνώ με την δεύτερη επιλογή, πιστεύω ότι το πλαστικό έχει πιο υψηλή θερμοκρασία από το μεταλλικό, γιατί το νιώθουμε όταν το πιάνουμε πάντα πιο κρύο!
- Πολύ ωραία, κατάλαβα πως το εννοείς! Θέλεις να προσθέσεις κάτι άλλο;
- Όχι, αυτό έχω να πω!
- Εντάξει, πάμε στην πέμπτη ερώτηση!

Γεμίζουμε μια μεγάλη λεκάνη και ένα μικρό ποτήρι με νερό. Τα αφήνουμε σε μια γωνιά για ένα ολόκληρο βράδυ. Η θερμοκρασία του δωματίου είναι συνεχώς 15°C. Το νερό της λεκάνης ή το νερό που είναι στο ποτήρι έχει υψηλότερη θερμοκρασία; Γιατί;

- την ίδια θερμοκρασία πιστεύω ότι θα έχουν
- και γιατί το πιστεύεις αυτό;
- γιατί παίρνουν τη θερμοκρασία του δωματίου και είναι και το ίδιο στοιχείο. Δεν είναι για παράδειγμα ούισκι με νερό για να έχει άλλη θερμοκρασία, έχουμε να κάνουμε νερό με νερό
- Ωραία! Να σου διαβάσω την έκτη ερώτηση?
- Ναι, ναι!

- Λοιπόν, Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό ίδιας θερμοκρασίας. Το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B. Ζεσταίνουμε το δοχείο A. Στη συνέχεια ζεσταίνουμε το δοχείο B ώστε το νερό που περιέχει να φτάσει στην ίδια θερμοκρασία με το νερό του δοχείου A. Το νερό στο δοχείο A πήρε την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο B ή όχι; Γιατί;

- το μετράμε αυτό έτσι;

Ότι το ζεσταίνουμε μέχρι να φτάσει τη θερμοκρασία του νερού στην ίδια θερμοκρασία

- ναι ναι!
- θα πάρει πιο πολλή ώρα αλλά θα πάρει την θερμότητα που πρέπει, να σου δώσω και ένα παράδειγμα! Ας υποθέσουμε ότι έχουμε 3 ποτήρια νερό στο βραστήρα και ρίχνουμε και 6 ποτήρια νερό, ο θερμοστάτης του βραστήρα θα σταματήσει αφού συμπληρωθεί η θερμοκρασία, η ίδια θερμοκρασία και θα πάρει πάλι την ίδια θερμότητα!
- Τέλεια, θέλεις κάτι άλλο να μου πεις;
- Όχι ,όχι!
- Εντάξει! Έβδομη ερώτηση!

Τα δοχεία A και B περιέχουν νερό ίδιας θερμοκρασίας. Το δοχείο A περιέχει περισσότερο νερό από το B.. Ζεσταίνουμε τα δοχεία A και B για το ίδιο χρονικό διάστημα. Το νερό που περιέχει κάθε δοχείο έφθασε στην ίδια θερμοκρασία ή όχι; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- Όχι , γιατί το μεγαλύτερο δοχείο θέλει περισσότερο χρόνο για να ζεσταθεί
Κατάλαβα, ωραία! Όγδοη ερώτηση!

Σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα, θα προτιμούσες να τυλίξεις ένα ζεστό ψωμί ώστε να το μεταφέρεις στο σπίτι σου και να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστό; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- σε μάλλινο ύφασμα να τυλίξεις ψωμί δεν νομίζω να είναι σωστό, σε αλουμινόχαρτο πιστεύω!
- Γιατί το πιστεύεις αυτό; Μπορείς να μου δικαιολογήσεις την απάντησή σου;
- Ναι! Γιατί δεν φεύγει η θερμότητα με το αλουμίνιο, είναι πιο στεγανό το τύλιγμα και δεν χάνει το ψωμί τη θερμότητα του!
- Πολύ ωραία! Τελευταία ερώτηση!

Σε αλουμινόχαρτο ή σε μάλλινο ύφασμα, θα προτιμούσες να τυλίξεις ένα παγωτό ώστε να το μεταφέρεις στο σπίτι σου και να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο; Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- και εδώ σε αλουμινόχαρτο γιατί αν τυλίξεις σε μάλλινο ύφασμα το παγωτό, αυτό θα λιώσει πιο γρήγορα τότε πάει και το παγωτό πάει και το ύφασμα!(γέλια)
- Τέλεια, σε ευχαριστώ πάρα πολύ για τον χρόνο που μου αφιέρωσες!
- Τίποτα, καλή σου συνέχεια!
- Σε ευχαριστώ πολύ και σε εσένα!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ Διδακτικό Υλικό – Φύλλα Εργασίας

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^H

Πάνω στον πάγκο της κουζίνας βρίσκεται ένα φλιτζάνι με ζεστό τσάι

- Τι θα νιώσεις αν πιάσεις με τα χέρια σου το φλιτζάνι;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;
- Μπορείς να περιγράψεις τι μεταφέρεται και από που;

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^H

Πάνω στον πάγκο της κουζίνας βρίσκεται ένα ποτήρι με κρύα λεμονάδα.

- Τι θα νιώσεις αν πιάσεις με τα χέρια σου το ποτήρι;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;
- Μπορείς να περιγράψεις τι μεταφέρεται και από που;

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^H

Προσπάθησε να εξηγήσεις τα δύο παραπάνω φαινόμενα αν υποθέσεις ότι μόνο θερμότητα μεταφέρεται από το ένα σώμα στο άλλο.

- 1 η περίπτωση: κούπα με ζεστό τσάι σε επαφή με το χέρι μου

Περιέγραψε τι κινείται από το ένα σώμα στο άλλο.

- 2 η περίπτωση: ποτήρι με παγωμένη λεμονάδα σε επαφή με το χέρι μου

Περιέγραψε τι κινείται από το ένα σώμα στο άλλο.

- Πιστεύεις ότι και οι δύο τρόποι μπορούν να εξηγήσουν τα φαινόμενα;

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΨΥΧΟΣ

Κάθε ρόφημα τσαγιού περιέχει ορισμένη ποσότητα ζάχαρης. Ας υποθέσουμε πως προετοιμάζουμε 2 κούπες με ίσες ποσότητες τσαγιού. Στην αριστερή κούπα προσθέτω μισό κουταλάκι ζάχαρη, ενώ στην δεξιά προσθέτω 2 κουταλιές. Στην δεξιά κούπα το τσάι είναι γλυκό γιατί περιέχει περισσότερη ζάχαρη από ότι το τσάι στην αριστερή. Το τσάι είναι πικρό, όχι γιατί περιέχει πίκρα, αλλά λιγότερη ζάχαρη. Κάθε σώμα περιέχει ορισμένη ποσότητα θερμότητας. Ας υποθέσουμε πως παίρνουμε 2 σώματα ίσου μεγέθους, ένα θερμό και ένα ψυχρό. Το θερμό σώμα έχει περισσότερη ποσότητα θερμότητας από ότι το ψυχρό. Το ψυχρό σώμα δεν περιέχει κρύο ή ψύχος, αλλά λιγότερη θερμότητα.

Επομένως υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ του γλυκού και πικρού τσαγιού και του θερμού και ψυχρού σώματος.

| ΓΛΥΚΟ ΚΑΙ ΠΙΚΡΟ ΤΣΑΙ | ΘΕΡΜΟ ΚΑΙ ΨΥΧΡΟ ΣΩΜΑ |
|----------------------|----------------------|
| τσάι | σώμα |
| Μάζα τσαγιού | Μάζα σώματος |
| Ποσότητα ζάχαρης | Ποσότητα θερμότητας |
| γλυκύτητα | θερμοκρασία |

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4^H

ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΠΟΛΥ ΓΛΥΚΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΜΕ ΠΟΛΥ ΠΙΚΡΟ

Θέλω να αναμείξω μία κούπα πολύ γλυκό τσάι με μία κούπα πολύ πικρό. Τι θα συμβεί όταν αναμειχθούν οι 2 ποσότητες τσαγιού;

Πρόβλεψη:

Αποτέλεσμα:

ΕΠΑΦΗ ΠΟΛΥ ΘΕΡΜΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΟΛΥ ΚΡΥΟ

Φέρνω σε επαφή ένα πολύ θερμό σώμα με ένα πολύ κρύο. Τι θα συμβεί όταν θα έρθουν σε επαφή τα 2 σώματα;

Πρόβλεψη:

Αποτέλεσμα:

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;

- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5^H

ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΠΙΚΡΟΥ ΤΣΑΓΙΟΥ ΜΕ ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΠΙΚΡΟ

Θέλω να αναμείξω μία κούπα πικρού τσαγιού με μία κούπα λιγότερο πικρό. Τι θα συμβεί όταν αναμειχθούν οι 2 ποσότητες τσαγιού;

Πρόβλεψη:

Αποτέλεσμα:

ΕΠΑΦΗ ΚΡΥΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΚΡΥΟ

Φέρνω σε επαφή ένα κρύο σώμα με ένα λιγότερο κρύο. Τι θα συμβεί όταν θα έρθουν σε επαφή τα 2 σώματα;

Πρόβλεψη:

Αποτέλεσμα:

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;
- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6^H

A) Μέσα σε ένα γυάλινο ποτήρι υπάρχει πολύ κρύο νερό. Το ποτήρι τοποθετείται μέσα σε μια λεκάνη που περιέχει νερό θερμοκρασίας δωματίου.

- Γιατί ζεσταίνεται το κρύο νερό; Τι μεταφέρεται και από πού; Περιέγραψε αυτό που συμβαίνει.

B) Σε ένα ποτήρι με κρύο νερό, πρόσθεσε 2 παγάκια.

- Γιατί κρύνει το νερό; Τι μεταφέρεται και από πού; Περιέγραψε αυτό που συμβαίνει.

Γ) Παίρνω ένα μήλο από τον πάγκο της κουζίνας μου και το βάζω στο ψυγείο.

- Γιατί κρύνει το μήλο; Τι μεταφέρεται και από πού; Περιέγραψε αυτό που συμβαίνει.

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

- Μετά τη συζήτηση που είχες με τους συμμαθητές σου, έχεις την ίδια άποψη;

- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7^H

Στην ερώτηση «Αγγίζουμε ένα ποτήρι με κρύο νερό. Νιώθουμε τα χέρια μας να κρυώνουν. Τι συμβαίνει; Γιατί;»:

- Τι απάντηση έδωσες πριν τη διδασκαλία;

- Τι απάντηση θα δώσεις τώρα;

- Αν δώσεις διαφορετική απάντηση στις παραπάνω ερωτήσεις, τι νομίζεις ότι ήταν εκείνο που σου έκανε να αλλάξεις γνώμη;

- Με ποιο πείραμα που έκανες μέσα στην ομάδα σου διαπίστωσες ότι οι ιδέες που είχες ήταν λανθασμένες;

- Αν είχες παραπάνω χρόνο τι θα σε ενδιέφερε να ερευνήσεις;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8^η

- Όταν αγγίζω με το χέρι μου ένα παγωτό, τι συμβαίνει;

A) Μεταφέρεται θερμότητα από το χέρι μου στο παγωτό

B) Μεταφέρεται κρύο από το παγωτό στο χέρι μου

Δικαιολόγησε την απάντησή σου

Ποια θα ήταν η απάντησή σου πριν τη διδασκαλία;

- Βάζεις σε μία λεκάνη με πολύ κρύο νερό, ένα ποτήρι με λιγότερο κρύο νερό, τι θα συμβεί;

A) Μεταφέρεται κρύο από το πολύ κρύο νερό προς το λιγότερο κρύο

B) Μεταφέρεται θερμότητα από το λιγότερο κρύο νερό στο πιο κρύο

Δικαιολόγησε την απάντησή σου

Ποια θα ήταν η απάντησή σου πριν τη διδασκαλία;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η

Πάνω σε ένα τραπέζι της κουζίνας μας είναι ξεχασμένα από χθες το βράδυ δύο μήλα, ένα μικρό και ένα μεγάλο.

- Αν μετρήσω το άλλο πρωί με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία των δύο μήλων, θα βρω ότι:

A) η θερμοκρασία του μικρού μήλου είναι υψηλότερη από αυτή του μεγάλου μήλου B) η θερμοκρασία του μεγάλου μήλου είναι υψηλότερη από αυτή του μικρού μήλου Γ) και τα δύο μήλα έχουν την ίδια θερμοκρασία

- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- Για να απαντήσεις την ερώτηση σχετικά με τη θερμοκρασία του μικρού και μεγάλου μήλου έλαβες υπόψη σου

A) το μέγεθος των μήλων

B) το υλικό από το οποίο έχουν φτιαχτεί;

Γ) το πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το υλικό από το οποίο έχουν φτιαχτεί;

Δ) τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος;

E) όλα τα παραπάνω;

Στ) τίποτα από τα παραπάνω

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η

Πάνω σε ένα τραπέζι είναι ξεχασμένα από χθες το βράδυ ένα αλουμινόχαρτο και ένα κομμάτι μάλλινο ύφασμα.

- Αν μετρήσω με ένα θερμόμετρο τη θερμοκρασία του μάλλινου υφάσματος και του αλουμινόχαρτου, θα βρω ότι:

A) η θερμοκρασία της μάλλινης μπλούζας είναι υψηλότερη από αυτή του αλουμινόχαρτου

B) η θερμοκρασία του αλουμινόχαρτου είναι υψηλότερη από αυτή της μάλλινης μπλούζας

Γ) και τα δύο αντικείμενα έχουν την ίδια θερμοκρασία

- Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- Για να απαντήσεις την ερώτηση σχετικά με τη θερμοκρασία του αλουμινοχαρτού και της μάλλινης μπλούζας, έλαβες υπόψη σου

A) το μέγεθος των αντικειμένων

B) το υλικό από το οποίο έχουν φτιαχτεί;

Γ) το πόσο σκληρό ή μαλακό είναι το υλικό από το οποίο έχουν φτιαχτεί;

Δ) τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος;

Ε) όλα τα παραπάνω;

Στ) τίποτα από τα παραπάνω

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σας πείτε ποια ερωτήματα έχετε να ερευνήσετε.

- Ερώτημα 1

- Ερώτημα 2

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;
- Ποιες είναι οι απόψεις μας;
- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

| Σώματα | Θερμοκρασία (°C) |
|--------|------------------|
| | |
| | |

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;
- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;
- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;
- Ποιες είναι οι απόψεις μας;
- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

| Σώματα | Θερμοκρασία (°C) |
|--------|------------------|
| | |
| | |

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;
- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;
- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6η

Στην 1η δραστηριότητα διαπιστώσαμε πως η θερμοκρασία ενός σώματος δεν εξαρτάται από το των σωμάτων αλλά από τη

.....

Στην 2η δραστηριότητα διαπιστώσαμε πως η θερμοκρασία ενός σώματος δεν εξαρτάται από το των σωμάτων αλλά από τη

.....

Συμπεραίνουμε ότι η θερμοκρασία των σωμάτων δεν εξαρτάται ούτε από το..... ούτε από το των σωμάτων, αλλά από τη

.....

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7^η

Ο Νίκος αναμειγνύει σε μια λεκάνη 400 ml ζεστό νερό 100ο C και 400 ml κρύο νερό 20ο C

- Ποια θα είναι η θερμοκρασία του νερού αμέσως μετά την ανάμιξη;

Εξήγησε την απάντησή σου.

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες της δικής σου άποψης με την ομάδα σου;

-Υπάρχουν διαφορές;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου εκφράζοντας τα επιχειρήματά σου.

Μετά τη συζήτησή σας εξακολουθείς να έχεις την ίδια άποψη;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8^η

Ανοίγεις το ψυγείο του σπιτιού σου, του οποίου η θερμοκρασία είναι 4ο C. Μέσα σε αυτό έχεις τοποθετήσει τρόφιμα και αντικείμενα από το προηγούμενο βράδυ.

- Θα έχουν ίσες ή διαφορετικές θερμοκρασίες; Ποια πιστεύεις πως θα είναι η θερμοκρασία του μήλου και του βουτύρου;

- Εξήγησε την απάντησή σου.

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες της δικής σου άποψης με την ομάδα σου;

-Υπάρχουν διαφορές;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου εκφράζοντας τα επιχειρήματά σου.

Μετά τη συζήτησή σας εξακολουθείς να έχεις την ίδια άποψη;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 9^η

Βάζεις δύο πιρουνάκια , ένα μεταλλικό και ένα ξύλινο ίδιου μεγέθους, στο φούρνο θερμοκρασίας 40ο C για 5 ώρες.

- Να συγκρίνεις τη θερμοκρασία στα πιρουνάκια μετά τις 5 ώρες;
- Εξήγησε την απάντησή σου.

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες της δικής σου άποψης με την ομάδα σου;

-Υπάρχουν διαφορές;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου εκφράζοντας τα επιχειρήματά σου.

Μετά τη συζήτησή σας εξακολουθείς να έχεις την ίδια άποψη;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 10^η

Στις δύο πρώτες ερωτήσεις του μαθήματος είχε ζητηθεί να συγκρίνεις τη θερμοκρασία που έχουν ένα μικρό και ένα μεγάλο μήλο και ένα αλουμινόχαρτο και ένα κομμάτι μάλλινο ύφασμα.

- Ξανακοίταξε τις απαντήσεις που είχες δώσει στα πρόβλημα 1 και 2. Τι είχες απαντήσει αρχικά;

.

- Εξακολουθείς να πιστεύεις αυτά που είχες γράψει;

- Αν όχι, ποιες είναι τώρα οι απόψεις σου;

- Για ποιο λόγο άλλαξες τις απόψεις σου; ...

- Τι πίστευες (πριν από τα μαθήματα που έχεις κάνει για τη θερμοκρασία) ότι καθορίζει τη θερμοκρασία που θα έχουν διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο μέσα σε ένα χώρο;

- Τι θεωρείς τώρα ότι καθορίζει τη θερμοκρασία που θα έχουν διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο μέσα σε ένα χώρο;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η

Έχω δύο όμοια δοχεία που περιέχουν ίδιες ποσότητες νερού και δύο εστίες ρυθμισμένες στην ίδια ένδειξη.

Πώς μπορώ να κάνω το δοχείο Α να έχει νερό υψηλότερης θερμοκρασίας και το δοχείο Β να έχει νερό χαμηλότερης θερμοκρασίας;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Συζήτησε τις απόψεις σου με τους συμμαθητές της τάξης σου.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^η

Τα δοχεία A και B περιέχουν την ίδια ποσότητα νερού. Το νερό στα δοχεία A και B έχει την ίδια θερμοκρασία.

Ζεσταίνουμε το δοχείο A για 1' και το δοχείο B για 2' με την ίδια φλόγα

• Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

Το νερό στο δοχείο A θα πάρει την ίδια θερμότητα με το νερό στο δοχείο B

Το νερό στο δοχείο A θα πάρει περισσότερη θερμότητα από το νερό στο δοχείο B

Το νερό στο δοχείο A θα πάρει λιγότερη θερμότητα από το νερό στο δοχείο B.

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

Το νερό στο δοχείο A θα αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία με το νερό στο δοχείο B

Το νερό στο δοχείο A θα αποκτήσει υψηλότερη θερμοκρασία από το νερό στο δοχείο B

Το νερό στο δοχείο A θα αποκτήσει χαμηλότερη θερμοκρασία από το νερό στο δοχείο B

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σας πείτε ποια ερωτήματα έχετε να ερευνήσετε.

- Ερώτημα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;
- Ποιες είναι οι απόψεις μας;
- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

| Χρόνος | Θερμοκρασία (°C) |
|--------|------------------|
| | |
| | |

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;
- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;
- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6^η

Παρακάτω έχουμε δύο διαφορετικές ποσότητες νερού ίδιας θερμοκρασίας.

- Ζεσταίνουμε το δοχείο Α με το νερό για 2' και το δοχείο Β για 2'.

Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

Το νερό στο δοχείο Α πήρε την ίδια ποσότητα θερμότητας με το νερό στο δοχείο Β

Το νερό στο δοχείο Α πήρε περισσότερη θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β

Το νερό στο δοχείο Α πήρε λιγότερη θερμότητα με το νερό στο δοχείο Β.

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

- Με ποια από τις παρακάτω προτάσεις συμφωνείς;

Το νερό στο δοχείο Α θα αποκτήσει την ίδια θερμοκρασία με το νερό στο δοχείο Β

Το νερό στο δοχείο Α θα αποκτήσει υψηλότερη θερμοκρασία από το νερό στο δοχείο Β

Το νερό στο δοχείο Α θα αποκτήσει χαμηλότερη θερμοκρασία από το νερό στο δοχείο Β.

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σας πείτε ποια ερωτήματα έχετε να ερευνήσετε.

- Ερώτημα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;
- Ποιες είναι οι απόψεις μας;
- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

| Ποσότητα νερού | Θερμοκρασία (°C) |
|----------------|------------------|
| | |
| | |

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;

- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;

- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 9^η

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην 2η δραστηριότητα διαπιστώσαμε πως η αλλαγή στη θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τη που δέχεται ένα σώμα.

Στην 4η δραστηριότητα διαπιστώσαμε πως η αλλαγή στη θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τη του σώματος.

Συμπεραίνουμε ότι η αλλαγή στη θερμοκρασία ενός σώματος εξαρτάται από τη..... που δέχεται το σώμα αυτό και τη του σώματος.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 10^η

Η μαμά σου έβαλε δύο έτοιμα κέικ (ένα μικρό και ένα μεγάλο) για να ζεσταθούν στο φούρνο στους 40ο C.

- Μετά από 1' υψηλότερη θερμοκρασία θα έχει το μικρό ή το μεγάλο κέικ;
- Εξήγησε την απάντησή σου.
- Αν η θερμοκρασία του φούρνου ήταν 40ο C, τι θερμοκρασία θα είχαν τα δύο κέικ, αν μείνουν για πολύ χρόνο μέσα στο φούρνο;
- Εξήγησε την απάντησή σου.

Στη συνέχεια συζήτησε το πρόβλημα με τους συμμαθητές της ομάδας!

Μετά τη συζήτηση εξακολουθείς να έχεις την ίδια άποψη;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 11^η

Στην δραστηριότητα 6 του μαθήματος είχε ζητηθεί να συγκρίνεις τη θερμοκρασία που έχουν τα δοχεία A και B.

- Ξανακοίταξε την απάντηση που είχες δώσει στη δραστηριότητα 6. Τι είχες απαντήσει αρχικά;

- Εξακολουθείς να πιστεύεις αυτά που είχες γράψει;
- Αν όχι, ποιες είναι τώρα οι απόψεις σου;
- Για ποιο λόγο άλλαξες τις απόψεις σου;
- Τι πίστευες (πριν από τα μαθήματα που έχεις κάνει για τη θερμοκρασία) ότι καθορίζει τη θερμοκρασία που θα έχουν διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο μέσα σε ένα χώρο;
- Τι θεωρείς τώρα ότι καθορίζει τη θερμοκρασία που θα έχουν διάφορα αντικείμενα που βρίσκονται για αρκετό χρόνο μέσα σε ένα χώρο;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1^η

Πάνω σε ένα τραπέζι κουζίνας υπάρχουν ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο, ένα κομμάτι χαρτί και μία ζεστή τυρόπιτα.

Στον αλουμινόχαρτο ή στο χαρτί θα προτιμούσες να τυλίξεις την τυρόπιτα, ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο ζεστή;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2^η

Πάνω σε ένα τραπέζι κουζίνας υπάρχουν ένα κομμάτι αλουμινόχαρτο, ένα κομμάτι χαρτί και ένα κομμάτι πάγου.

Στον αλουμινόχαρτο ή στο χαρτί θα προτιμούσες να τυλίξεις το κομμάτι πάγου, ώστε να μείνει για όσο το δυνατόν περισσότερο χρόνο κρύο;

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σας πείτε ποια ερωτήματα έχετε να ερευνήσετε.

- Ερώτημα 1

- Ερώτημα 2

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 4^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;

- Ποιες είναι οι απόψεις μας;

- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;
- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;
- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 5^η

Πάνω από μία φλόγα κρατάμε με το χέρι μας την άκρη ενός σιδερένιου καρφιού.

Το καρφί γρήγορα θα γίνει τόσο καυτό που δεν θα μπορέσουμε να το κρατήσουμε άλλο. Μπορείς να περιγράψεις τι συμβαίνει;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 6^η

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας σου!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σας πείτε ποια ερωτήματα έχετε να ερευνήσετε.

- Ερώτημα

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 7^η

ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι πρόκειται να ερευνήσουμε;

- Ποιες είναι οι απόψεις μας;

- Γιατί το πιστεύουμε αυτό;

| Τι αλλάζουμε | Τι κρατάμε σταθερά | Τι μετράμε |
|--------------|--------------------|------------|
| | | |

ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι θα κάνουμε;

Βήμα 1

Βήμα 2

Βήμα 3

Αναφέρουμε τα αποτελέσματα

ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

- Τι διαπιστώσαμε από την έρευνα που κάναμε;

- Αυτό που διαπιστώσαμε ήταν αυτό που περίμενα;

- Τι άλλο θέλουμε να ερευνήσουμε;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 8^η

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στις παραπάνω δραστηριότητες διαπιστώσαμε πως η θερμότητα ρέει από το προς το μέρος ενός σώματος.

Η μετάδοση αυτή ονομάζεται μετάδοση με

Ανάλογα με το πόσο καλά μεταδίδεται η θερμότητα σε ένα υλικό, το χαρακτηρίζουμε ή αγωγό της θερμότητας. Έτσι, διαπιστώσαμε πως το είναι κακός αγωγός της θερμότητας ενώ το και το είναι καλοί αγωγοί της θερμότητας.

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 9^η

- Αν ακουμπήσεις μια κατσαρόλα πάνω στο μάτι της κουζίνας θα καείς. Αν την πιάσεις όμως από τα χερούλια, όχι.

Μπορείς να μου περιγράψεις τι συμβαίνει;

- Το χειμώνα τα μάλλινα ρούχα μας κρατάνε περισσότερο ζεστούς.

Μπορείς να μου περιγράψεις τι συμβαίνει;

Στη συνέχεια συζήτησε τα προβλήματα με τους συμμαθητές της ομάδας!

-Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη δική σου άποψη και στις απόψεις των συμμαθητών της ομάδας σου;

-Υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στη δική σου άποψη και της ομάδας σου;

Προσπάθησε να πείσεις τους συμμαθητές σου για τις απόψεις σου.

Μετά τη συζήτηση με τους συμμαθητές σου εξακολουθείς να έχεις τις ίδιες απόψεις;

ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 10^η

Στις δύο πρώτες ερωτήσεις του μαθήματος σου είχε ζητηθεί να απαντήσεις, που θα προτιμούσες να τυλίξεις σε ένα κομμάτι χαρτί η αλουμινόχαρτου ένα κομμάτι πάγου για να κρατηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο κρύο και μία τυρόπιτα ώστε να κρατηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο ζεστή.

- Ξανακοίταξε τις απαντήσεις που είχες δώσει στα πρόβλημα 1 και 2. Τι είχες απαντήσει αρχικά;

.

- Εξακολουθείς να πιστεύεις αυτά που είχες γράψει;

- Αν όχι, ποιες είναι τώρα οι απόψεις σου;

- Για ποιο λόγο άλλαξες τις απόψεις σου;

- Τι πίστευες (πριν από τα μαθήματα που έχεις κάνει για τη θερμοκρασία) για τη μετάδοση της θερμότητας;

- Πως θεωρείς τώρα ότι γίνεται η μετάδοση της θερμότητας;