

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης &
Παραγωγή Διδακτικού Υλικού»**

**ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ:
ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Διπλωματική Εργασία

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ Διον. ΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ
Φυσικού – Ραδιοηλεκτρολόγου

ΒΟΛΟΣ 2006



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5827/1
Ημερ. Εισ.: 11-09-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
507
ΚΥΡ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης &
Παραγωγή Διδακτικού Υλικού»**

**ΕΠΟΙΚΟΔΟΜΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ:
ΜΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ
ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ**

Διπλωματική Εργασία

ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ Διον. ΚΥΡΙΑΚΙΔΟΥ
Φυσικού – Ραδιοηλεκτρολόγου

Επιβλέπων Καθηγητής:
Κουμαράς Παναγιώτης

ΒΟΛΟΣ 2006

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους εκείνους και όλες εκείνες, που με τον τρόπο τους συνέβαλλαν στην πραγματοποίηση της παρούσης εργασίας και ειδικά:

Τον κ. Κουμαρά Παναγιώτη, καθηγητή στο Π.Τ.Δ.Ε. του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, επιβλέποντα καθηγητή, για την εμπιστοσύνη του, για το χρόνο που μου διέθεσε, για την υποστήριξη, τις υποδείξεις, την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Τις κ.κ. Σταυρίδου Ελένη, καθηγήτρια στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, συνεπιβλέπουσα καθηγήτρια και Σολομωνίδου Χριστίνα, αναπληρώτρια καθηγήτρια στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την ευγενική τους συμμετοχή και την εν γένει βοήθεια που μου παρείχαν και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν.

Την κ. Αργυροπούλου Ελισάβετ, διευθύντρια του 4^{ου} Γυμνασίου Λάρισας, η οποία, με την χωρίς όρια καλοσύνη και εμπιστοσύνη της, επέτρεψε την πραγματοποίηση της έρευνας στους μαθητές του σχολείου της, καθώς και τον κ. Ντριγκόγια Βασίλειο, φυσικό, υπεύθυνο του εργαστηρίου Φ.Ε. του 4^{ου} Γυμνασίου Λάρισας, για την ευγενική συνεργασία του. Ευχαριστώ και τους συναδέλφους που τη σχολ. χρονιά 2005-2006 υπηρετούσαν στο παραπάνω σχολείο και αλόγγιστα μου παρεχώρησαν κάποιες από τις ώρες διδασκαλίας τους.

Ευχαριστώ όλους και όλες τους καθηγητές και τις καθηγήτριές μου στο Π.Μ.Σ. του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας "Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης και Παραγωγή Διδακτικού Υλικού" για τις εισηγήσεις τους, τις ιδέες τους και τις πολύτιμες συζητήσεις που είχαμε στα πλαίσια των μαθημάτων.

Ευχαριστώ όλες τις συναδέλφισσες και όλους τους συναδέλφους στο Π.Μ.Σ. του Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας "Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης και Παραγωγή Διδακτικού Υλικού", που επί δυο χρόνια μοιραστήκαμε πολλές αγωνίες και εμπειρίες και θεωρώ πως αποδείξαμε ότι μέσα σε μια καταπληκτική ομάδα, σαν αυτή

που είχαμε δημιουργήσει. η μάθηση και η πνευματική αναβάθμιση όχι μόνον είναι εφικτή αλλά και οδηγεί σε εσωτερική γαλήνη και αίσθημα πληρότητας και ευχαρίστησης.

Ευχαριστώ τέλος την οικογένειά μου, που αναπλήρωνε το ψυχικό μου κουράγιο κάθε φορά που λιγόστευε, στη διάρκεια της επίπονης προσπάθειας των τριών τελευταίων χρόνων και ιδιαίτερα τα παιδιά μου, με τα οποία μοιράστηκα λιγότερο χρόνο από αυτόν που τους άξιζε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<i>Ευχαριστίες</i>	3
<i>Περιεχόμενα</i>	5
<i>Περίληψη</i>	7
ΜΕΡΟΣ 1^ο ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	9
1.1 <i>Εισαγωγή</i>	11
1.2 <i>Ερευνητικοί στόχοι</i>	13
1.3 <i>Δομή</i>	14
ΜΕΡΟΣ 2^ο ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΛΗΦΘΗΚΑΝ ΥΠΟΨΗ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	17
2.1 <i>Οι εναλλακτικές ιδέες (αντιλήψεις) των παιδιών</i>	19
2.2 <i>Οι αντιλήψεις των παιδιών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας</i>	22
2.3 <i>Στρατηγικές για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής</i>	24
2.4 <i>Ο ρόλος του πειράματος κατά την ιστορική διαδρομή του</i>	29
2.5 <i>Γιατί συμπεριλήφθηκε το πείραμα στην προτεινόμενη διδακτική διαδικασία – Κριτική του πειράματος ως διδακτικού μέσου</i>	36
ΜΕΡΟΣ 3^ο Η ΕΡΕΥΝΑ	39
3.1 <i>Μεθοδολογία της έρευνας</i>	41
3.2 <i>Στόχοι της διδακτικής παρέμβασης</i>	44
3.3 <i>Περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης</i>	47
3.3α <i>Χαρακτηριστικά της διδακτικής παρέμβασης</i>	47

3.3β Δομή και οργάνωση της διδακτικής παρέμβασης.....	49
3.3γ Ακολουθία δραστηριοτήτων – Δομή και οργάνωση των φύλλων εργασίας	52
3.3δ Δομή και οργάνωση των πειραμάτων	54
3.4 Η διαφοροποίηση της παρούσας έρευνας από άλλες.....	57
ΜΕΡΟΣ 4^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	59
4.1 Αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης	61
4.2 Επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	62
4.2α Επεξεργασία και ανάλυση των φύλλων εργασίας και του λόγου των παιδιών	63
4.2β Επεξεργασία και ανάλυση των ερωτηματολογίων.....	72
ΜΕΡΟΣ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ	
ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	83
5.1 Γενικές παρατηρήσεις	85
5.2 Γνωστικά αποτελέσματα.....	87
5.3 Συναισθηματικά και κοινωνικά αποτελέσματα.....	91
5.4 Ερευνητικές προτάσεις	92
Βιβλιογραφία.....	95
Παράρτημα Α'	99
Παράρτημα Β'	107
Παράρτημα Γ'	117
Παράρτημα Δ'	123

Περίληψη

Η παρούσα εργασία ασχολείται με μια σειρά διδασκαλιών, που πραγματοποιήθηκαν σε μαθητές/τριες 12-13 χρόνων, με αντικείμενο τη μελέτη βασικών εννοιών και φαινομένων από την εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας. Με τη βοήθεια της διεθνούς βιβλιογραφίας, μελετώνται και παρουσιάζονται οι αρχικές αντιλήψεις των παιδιών στην αντίστοιχη θεματική ενότητα, οι οποίες και λαμβάνονται υπόψη κατά το διδακτικό σχεδιασμό. Διερευνώνται οι αρχικές αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε και συγκρίνονται με τις ευρεθείσες κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση. Παρουσιάζεται το διδακτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε και αναλύεται ο τρόπος ανάπτυξής του. Τέλος γίνεται αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της διδακτικής παρέμβασης.

Λέξεις-Κλειδιά: Διδακτική Φ.Ε., Εποικοδομητισμός, Συνεργατική μάθηση, Πείραμα, Θερμότητα, Θερμοκρασία, Ροή θερμότητας

ΜΕΡΟΣ 1^ο
ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.1 Εισαγωγή

Ο απώτατος στόχος της εκπαίδευσης είναι η ατομική ολοκλήρωση και η μεγιστοποίηση του ατομικού δυναμικού. Οι εκπαιδευτικές διαδικασίες, ωστόσο, είναι ιδιαίτερα σύνθετες και πολυσχιδείς και διαφοροποιούνται ανάλογα με το εκάστοτε υποκείμενο της μάθησης, το αντικείμενο της μάθησης, όπως επίσης και το χρόνο κατά τον οποίο η μάθηση λαμβάνει χώρα.

Οι παιδαγωγοί, στην προσπάθειά τους να έχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα στο έργο που καλούνται να επιτελέσουν, βρίσκονται σε μια συνεχή αναζήτηση αποτελεσματικών μεθόδων διδασκαλίας και μάθησης. Αποτέλεσμα των αναζητήσεων αυτών είναι η ανάπτυξη της Εκπαιδευτικής Έρευνας, μιας επιστήμης που καλείται να μελετήσει, να αναλύσει και να αιτιολογήσει τη συμπεριφορά των ατόμων σε σχέση με τα προβλήματα διδασκαλίας και μάθησης μέσα στο τυπικό εκπαιδευτικό πλαίσιο, έτσι ώστε να δώσει στους παιδαγωγούς την ικανότητα να αναπτύξουν το είδος της ισχυρής γνωστικής βάσης που χαρακτηρίζει άλλα επαγγέλματα και γνωστικούς κλάδους και στην εκπαίδευση μια ωριμότητα και μια αίσθηση κίνησης προς τα εμπρός, που φαίνεται πως της λείπουν (Cohen & Manion, 1994). Στο γεγονός αυτό οφείλεται και η ιδιαίτερη αξία της έρευνας στην εκπαίδευση.

Η πολυπλοκότητα όμως και η τεράστια έκταση του αντικειμένου της εκπαιδευτικής έρευνας επιβάλλει ώστε κάθε φορά αυτή να εστιάζει σε συγκεκριμένο θέμα, η επιλογή του οποίου γίνεται συνήθως με βάση τα μαθησιακά προβλήματα που χρήζουν αντιμετώπισης ή τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα του ερευνητή ή της ερευνήτριας.

Στην καθημερινή ζωή παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της χρησιμοποίησης λέξεων και όρων με τέτοιο τρόπο, ώστε να τους αποδίδεται διαφορετικό περιεχόμενο από το πραγματικό τους. Το φαινόμενο αυτό στις περισσότερες περιπτώσεις οφείλεται σε άγνοια και συνήθως αποτελεί το πρώτο σκαλοπάτι για παρανοήσεις, που ακολουθούν σε επόμενο επίπεδο. Ιδιαίτερα προβληματική είναι η κατάσταση σε σχέση με τη χρήση όρων και εννοιών, που προέρχονται από το χώρο των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και η αρχή της κατάστασης αυτής εντοπίζεται στα μαθητικά χρόνια του ατόμου.

Οι εκπαιδευτικοί, κατά τη διάρκεια της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης γίνονται μάρτυρες των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην πλειονότητά τους σε διδακτικά αντικείμενα των Φ.Ε. (φυσική – χημεία). Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας διαφαίνεται ότι οι μαθητές/τριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων, ακόμα και οι φοιτητές/τριες της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών και φαινομένων των Φ.Ε. Στην προσπάθειά τους να ξεπεράσουν αυτές τις δυσκολίες δημιουργούν εννοιολογικές δομές, που κάθε άλλο παρά στην πραγματικότητα ανταποκρίνονται.

Όπως φαίνεται στις έρευνες, οι οποίες γίνονται τις τελευταίες δεκαετίες, οι μαθητές/τριες έχουν αντιλήψεις για διάφορα θέματα πριν ακόμα διδαχθούν γι' αυτά. Οι αντιλήψεις αυτές εμφανίζονται να είναι πολύ σταθερές και πολύ ανθεκτικές στη συνήθη διδασκαλία.

Ειδικά στον τομέα της διδακτικής των Φ.Ε., οι μαθητές/τριες δυσκολεύονται να καταλάβουν τις αρχές που διέπουν τα φυσικά φαινόμενα, πολύ δε περισσότερο όταν αυτά δεν μπορούν να παρατηρηθούν άμεσα με τις αισθήσεις και το μόνο αντιληπτό είναι τα μακροσκοπικά αποτελέσματα των φαινομένων αυτών. Έρευνες για τις προϋπάρχουσες ιδέες των παιδιών (Driver, 1989; Driver *et al.*, 1993; Driver *et al.*, 1998), όπως και ανασκοπήσεις τέτοιων ερευνών αναφέρουν ότι οι μαθητές/τριες αναπτύσσουν εννοιολογικές δομές, που τους παρέχουν τη δυνατότητα να κατανοούν και να περιγράφουν τα φαινόμενα και οι οποίες συμφωνούν με την εμπειρία τους, δηλ. τα δεδομένα των αισθήσεών τους. Αυτές οι εννοιολογικές δομές περιλαμβάνουν αρχές οι οποίες είναι μόλις διακριτές και οι σχέσεις μεταξύ τους συχνά είναι ανακριβείς (Hennessy *et al.*, 1995). Επίσης κατά τους Champagne *et al.* (όπως αναφέρεται από τους Hennessy *et al.*, 1995), αυτές οι αντιλήψεις χρησιμοποιούνται μερικώς ή σε συγκεκριμένες περιπτώσεις.

Οι αντιλήψεις αυτές συχνά έχουν κοινή αφετηρία: ο "σκληρός πυρήνας" τους αποτελείται από εμπόδια, τα οποία έχουν κοινές βάσεις και οδηγούν στη συγκρότηση των διαφόρων εννοιολογικών δομών από τους/ις μαθητές/τριες, ανάλογα με τις εμπειρίες και τα βιώματα που ήδη έχουν (Σκουμιάς, 2005).

Για να ξεπεραστεί το πρόβλημα τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται νέες διδακτικές μέθοδοι ή στρατηγικές, οι οποίες λαμβάνουν υπόψη τις υπάρχουσες αντιλήψεις των μαθητών/τριών. Πολλές από αυτές διαμορφώνουν νέα περιβάλλοντα μάθησης, τα οποία

βασίζονται στο θεωρητικό πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού (Vygotsky, 1978; Driver *et al.*, 1986; Rogoff, 1990; Κόκκοτας, 2002), σε συνδυασμό με στοιχεία συνεργατικής μάθησης (Σταυρίδου, 2000; Σταυρίδου, 2001).

Στην εργασία που ακολουθεί θα παρουσιαστεί μια διδακτική παρέμβαση, που πραγματοποιήθηκε στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας (και ειδικότερα σε θέματα σχετικά με τις βασικές έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας, καθώς και το φαινόμενο της θερμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων) σε μαθητές/τριες ηλικίας 12-13 ετών (Α΄ τάξη Γυμνασίου), έτσι ώστε αυτοί/ές να αποκτήσουν απόψεις σύμφωνες με την επιθυμητή γνώση και να μπορούν για τα παραπάνω φαινόμενα να δίνουν εξηγήσεις σύμφωνες με το μοντέλο της επιθυμητής γνώσης.

1.2 Ερευνητικοί στόχοι

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη διδακτική επεξεργασία των αντιλήψεων των παιδιών στην εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας και ειδικά για τις έννοιες της θερμότητας και θερμοκρασίας, καθώς και το φαινόμενο της θερμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων.

Τα ερευνητικά ερωτήματα στα οποία θα προσπαθήσουμε να απαντήσουμε μέσα από αυτήν είναι :

A. Γνωστικής φύσεως, αν επήλθε εννοιολογική αλλαγή στα αντικείμενα:

- A1.** Η υποκειμενικότητα της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού. Το θερμόμετρο είναι το όργανο που αποτιμά αντικειμενικά τη θερμική κατάσταση ενός σώματος.
- A2.** Η αίσθηση του θερμού και του ψυχρού εξαρτάται όχι μόνον από τη θερμοκρασία ενός σώματος, αλλά και από τη θερμική του αγωγιμότητα.
- A3.** Η θερμότητα είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία.
- A4.** Το ποσόν θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα εξαρτάται μεν από τη μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά επίσης και από τη μάζα, τη σύσταση και τη φυσική κατάσταση του σώματος.

A5. Η ενοποίηση των εννοιών του ψύχους και της θερμότητας.

A6. Η αιτία διάδοσης της θερμότητας είναι η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των σωμάτων.

B. Συναισθηματικής φύσεως:

B1. Αν τα παιδιά δέχονται τη διδασκαλία με τα πειράματα και πώς γίνεται αυτό.

1.3 Δομή

Η παρουσίαση της εργασίας χωρίστηκε σε 5 κύρια μέρη:

- το παρόν 1^ο μέρος, στο οποίο περιγράφεται η σκοπιμότητα και η δομή της εργασίας
- το 2^ο μέρος, όπου περιγράφονται οι παράγοντες που λήφθηκαν υπόψη για το σχεδιασμό και την εφαρμογή της διδασκαλίας,
- το 3^ο μέρος, στο οποίο περιγράφονται αναλυτικά το κάθε τμήμα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε και αιτιολογούνται οι όποιες επιλογές έγιναν σε όλη τη διάρκεια της πορείας της, η σχεδίαση ενός αναλυτικού προγράμματος για τις ενότητες που επιλέχθηκαν και η παρουσίασή τους στην τάξη,
- το 4ο μέρος, στο οποίο περιγράφεται ο τρόπος με τον οποίο αξιολογήθηκε η διδακτική παρέμβαση και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης αυτής, με ανάλυση του προφορικού και γραπτού λόγου, που παρήγαγαν τα παιδιά και
- το 5ο μέρος, στο οποίο συγκεντρώνονται τα συμπεράσματα, που προέκυψαν κατά την αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, οι προτάσεις που υπάρχουν για τους τρόπους βελτίωσης της μαθησιακής διαδικασίας στις Φ.Ε. και διατυπώνονται ερωτήματα για διεξαγωγή περαιτέρω έρευνας.

Ακολουθεί η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε κατά το σχεδιασμό και την υλοποίηση της έρευνας.

Τέλος, στα Παραρτήματα παρατίθενται: (i) τα φύλλα εργασίας που χρησιμοποιήθηκαν στις διδασκαλίες (Παραρτήματα Α και Β), (ii) το ερωτηματολόγιο που δόθηκε στα παιδιά πριν και μετά από τις διδασκαλίες (Παράρτημα Γ) και (iii) χαρακτηριστικά αποσπάσματα από τις συνομιλίες των παιδιών μαζί με τις παρατηρήσεις της διδάσκουσας-ερευνήτριας (Παράρτημα Δ).

ΜΕΡΟΣ 2^ο

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΛΗΦΘΗΚΑΝ ΥΠΟΨΗ

ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΚΑΙ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

2.1 Οι εναλλακτικές ιδέες (αντιλήψεις) των παιδιών

"...ακόμα και η πιο εμπνευσμένη και διαυγής παρουσίαση των ιδεών της φυσικής κινδυνεύει να αποτύχει, αν δεν βασίζεται στα ευρήματα της έρευνας σχετικά με τον τρόπο που οι μαθητές αντιλαμβάνονται, μαθαίνουν και κατανοούν αυτές τις έννοιες."

(Α. Δ. Βαλαδάκης, εισ. σημείωμα στο βιβλίο
"Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής" του Arnold B. Arons)

Τα παιδιά, πριν ακόμα έλθουν στο σχολείο, σε μια προσπάθεια να ερμηνεύσουν τον κόσμο μέσα από τις εμπειρίες, τις γνώσεις και τη γλώσσα τους, έχουν σχηματίσει κάποιες ιδέες για την ερμηνεία, την πρόβλεψη και την εξέλιξη των φυσικών φαινομένων και έχουν χτίσει τα δικά τους μοντέλα.

Οι ιδέες αυτές διαμορφώνονται μέσω των αλληλεπιδράσεων με το περιβάλλον, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και μ' αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν και να προβλέψουν πώς λειτουργεί ο κόσμος γύρω τους. Έχουν μια παγκοσμιότητα, παρουσιάζοντας μίαν αξιοληπτή επαναληψιμότητα σε πολλά άτομα διαφόρων ηλικιών και σε διάφορα μέρη της γης και συγκροτούν ερμηνευτικά πρότυπα. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και με άλλα ονόματα, όπως εναλλακτικές ιδέες/απόψεις, αυθόρμητες αντιλήψεις, προϋπάρχουσες αντιλήψεις, διαισθητικές ιδέες, επιστήμη των παιδιών, νοητικές αναπαραστάσεις ή νοητικά μοντέλα, παρανοήσεις (Driver *et al.*, 1998; Κόκκοτας, 2002). Ωστόσο δεν είναι απλές παρανοήσεις, που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά ίσως να δημιουργούνται από κάποιους μηχανισμούς που τα παιδιά διαθέτουν και μ' αυτούς αντιλαμβάνονται τον κόσμο γύρω τους. Στο εξής θα αναφερόμαστε στις ιδέες των παιδιών χρησιμοποιώντας τον όρο "αντιλήψεις των παιδιών".

Οι αντιλήψεις των παιδιών μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που κάποιες διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη των παιδιών ή την επίδραση της διδασκαλίας. Έχει παρατηρηθεί (Driver *et al.*, 1998; Κόκκοτας,

2002) ότι παρουσιάζουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά, όπως ότι (i) τα παιδιά εστιάζουν την προσοχή τους στα πλέον εμφανή ή παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά, καθώς και σε καταστάσεις στις οποίες συμβαίνουν αλλαγές, (ii) τα παιδιά παρουσιάζουν δυσκολίες στο διαχωρισμό βασικών εννοιών, με αποτέλεσμα οι σχετικές αντιλήψεις να είναι πιο σφαιρικές σε σχέση με τις επιστημονικές και συχνά να δίνουν διαφορετικές και ανακριβείς ερμηνείες σε ίδια φαινόμενα, χωρίς αυτό να τους δημιουργεί αντιφάσεις, (iii) οι αντιλήψεις των παιδιών φαίνεται να εξαρτώνται και από το πλαίσιο μάθησης, όπως ο τύπος του προς επίλυση προβλήματος ή κατάσταση, τα χαρακτηριστικά του και η εξοικείωση των παιδιών με αυτό, (iv) συχνά είναι ανθρωποκεντρικές, δηλ. οι ερμηνείες αναζητούνται μέσα στην ανθρώπινη εμπειρία, (v) τα αντικείμενα φαίνεται να διαθέτουν θέληση, αισθήματα ή σκοπό και ενίοτε τους αποδίδεται ένα ορισμένο ποσό μιας φυσικής οντότητας, όπως η δύναμη.

Μερικές από αυτές τις αντιλήψεις είναι τόσο καλά εδραιωμένες, που δεν αλλάζουν με την παραδοσιακή ή την πειραματική διδασκαλία. Οι επιστημονικές γνώσεις που αποκτώνται στο σχολείο – συνήθως μέσα από κάποια διαδικασία απομνημόνευσης – δεν αλλάζουν τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις των παιδιών αλλά συνυπάρχουν με αυτές, μέσα σε ένα σύνθετο πλαίσιο, όπου τα δυο γνωστικά οικοδομήματα λειτουργούν το ένα ανεξάρτητα από το άλλο: το ένα όταν έχουμε αναφορές που αφορούν στην καθημερινή ζωή και το άλλο όταν έχουμε αναφορές που αφορούν στην επιστήμη ή γενικότερα χρησιμοποιείται η επιστημονική γλώσσα (Σταυρίδου κ.ά., 1998). Έτσι παρατηρείται το φαινόμενο οι μαθητές/τριες να εφαρμόζουν τις επιστημονικές αντιλήψεις σε προβλήματα των εξετάσεων, αλλά να μη μπορούν να τις εφαρμόσουν εκτός σχολείου για την ερμηνεία των φαινομένων της καθημερινής ζωής (Κόκκοτας, 2002).

Ειδικά για τις αντιλήψεις των παιδιών, που σχετίζονται με έννοιες και φαινόμενα των Φ.Ε. θα λέγαμε ότι η διαμόρφωσή τους οφείλεται σε τρεις κυρίως παράγοντες (Κουμαράς, 2004):

- (i) Την αιτιότητα, δηλ. τον τρόπο συλλογισμού των παιδιών που συνδέουν με μια σχέση αιτίου-αποτελέσματος τα φαινόμενα που υποπίπτουν στην αντίληψή τους και με την ίδια σχέση προσπαθούν να εξηγήσουν ή/και να προβλέψουν άλλα, χωρίς να μπορούν να κατανοήσουν ότι τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου είναι αποτελέσματα αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων και όχι μονόδρομης δράσης. Συχνά η αιτιότητα (ότι δηλαδή για κάθε αποτέλεσμα

υπάρχουν αιτίες) συγχέεται με την αιτιοκρατία (τα αίτια καθορίζουν απόλυτα και το αποτέλεσμα), σε πολλές δε περιπτώσεις η σχέση αιτίου-αποτελέσματος μετατρέπεται σε τελεολογική, δηλ. το αρχικό φαινόμενο (αίτιο) θεωρείται ότι υπάρχει για να εξυπηρετεί στο μέλλον την εκπλήρωση του επιθυμητού αποτελέσματος (π.χ. κάθε αέριο σε σταθερή θερμοκρασία υπό την επίδραση μεταβαλλόμενης πίεσης μεταβάλλει τον όγκο του, έτσι ώστε να διατηρήσει σταθερό το γινόμενο της πίεσης επί τον όγκο του).

- (ii) Τη γλώσσα. Οι μη ειδικοί δεν διαθέτουν λέξεις με διακριτική ικανότητα και αποδίδουν διαφορετικό νόημα στις λέξεις που χρησιμοποιούν από εκείνο που τους αποδίδεται από τους ειδικούς. Μάλιστα συχνά η προσπάθεια των παιδιών να καταλάβουν τα λόγια των ενηλίκων έχει σαν αποτέλεσμα την ενδυνάμωση των αντιλήψεών τους (Andersson, 1986). Ανάλογες αντιλήψεις μπορεί να δημιουργηθούν από την επαφή τους με τα ΜΜΕ, όπου συχνά διατυπώνονται εκφράσεις που δημιουργούν εσφαλμένες εντυπώσεις ή και ενισχύουν άλλες προϋπάρχουσες αντιλήψεις.
- (iii) Τη γνώση εννοιών στην καθημερινή ζωή όπως: το ρεύμα καταναλώνεται, η θερμότητα ρέει.

Επιπλέον τα νοητά μοντέλα που εισάγονται και οι έννοιες που περιλαμβάνουν είναι δύσκολα στην κατανόηση, αφού συνήθως αναφέρονται σε κάτι "εκεί έξω", που δεν μπορούμε να το δούμε και πρέπει να το οραματιστούμε.

Μια παράμετρος που αλλάζει σε καθημερινή βάση είναι η θερμοκρασία. Τα παιδιά δέχονται μέσω των αισθήσεών τους (στις μικρότερες ηλικίες κυρίως δια της αφής) πληροφορίες για τις αλλαγές που συμβαίνουν στα σώματα όταν αυτά θερμαίνονται ή ψύχονται και στην προσπάθειά τους να καταλάβουν τα αντίστοιχα φαινόμενα δημιουργούν μέσα τους κάποιες εννοιολογικές δομές. Πιστεύεται ότι οι αντιλήψεις των παιδιών προέρχονται από την θέλησή τους να κατανοήσουν τον κόσμο. Μοιράζονται με άλλα παιδιά τις ιδέες τους, οι οποίες συμφωνούν με την καθημερινή εμπειρία. Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η άποψη ότι το χειμώνα τα σιδερένια αντικείμενα είναι πιο ψυχρά από τα ξύλινα. Έτσι οι προσωπικές τους αντιλήψεις – ειδικά σε περιοχές όπως η μεταφορά θερμότητας και τα συναφή φαινόμενα, για τα οποία τα παιδιά διαθέτουν πολλή αισθητηριακή πληροφόρηση – είναι πολύ ανθεκτικές στην επερχόμενη διδασκαλία και συναντώνται ακόμα και στους φοιτητές (Φυσικών Επιστημών και Πολυτεχνικών Σχολών)

που έχουν παρακολουθήσει μαθήματα Θερμοδυναμικής (Cotignola *et al.*, 2002). Επιπλέον η συνήθης διδασκαλία των Φ.Ε., δίνοντας μεγάλη έμφαση στις μετρήσεις και στην ποσοτικοποίηση, στην πραγματικότητα μπορεί να παρεμποδίσει τα παιδιά από το να φθάσουν στην κατανόηση των θεμελιωδών αρχών.

Η γνώση των αντιλήψεων που έχει οικοδομήσει το παιδί πριν ακόμη έλθει στο σχολείο για να δεχθεί τη διδασκαλία είναι πολύ σημαντική και τονίζεται από τον Ausubel (1968):

"ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτά που ο μαθητής γνωρίζει ήδη"

και προτρέπει το/η δάσκαλο/άλα:

"γνώρισέ τα και δίδαξε ανάλογα".

2.2 Οι αντιλήψεις των παιδιών στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας

Κάνοντας επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας και συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών στη διδασκαλία των Φ.Ε., σχετικά με τις αντιλήψεις των παιδιών για τις βασικές έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και τα φαινόμενα που συνοδεύουν τη θερμική αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών σωμάτων (Driver *et al.*, 1993; Driver *et al.*, 1998; Tytler, 2000; Καρύδας, 2000; Κόκκοτας, 2002; Cotignola *et al.*, 2002; She, 2003; Σκουμιός, 2005), βρήκαμε πως οι μαθητές/τριες:

- (I) μπερδεύουν τους επιστημονικούς όρους «θερμότητα» και «ενέργεια» με τις αντίστοιχες εκφράσεις της καθημερινής ζωής,
- (II) πολύ δύσκολα διαχωρίζουν τις έννοιες «θερμότητα» και «θερμοκρασία»,
- (III) θεωρούν ότι η θερμότητα είναι ζεστή, ενώ η θερμοκρασία μπορεί να είναι είτε κρύα είτε ζεστή,
- (IV) πιστεύουν ότι η θερμοκρασία αποτελεί μέτρο μέτρησης της θερμότητας,

- (V) αδυνατούν να κάνουν ποσοτικές προβλέψεις στην περίπτωση ανάμιξης δυο (ίσων ή όχι) ποσοτήτων υγρού διαφορετικής αρχικής θερμοκρασίας,
- (VI) θεωρούν ότι η θερμοκρασία είναι εκτατική φυσική ιδιότητα, που σχετίζεται με την ποσότητα του σώματος,
- (VII) θεωρούν το ‘ψυχρό’ σαν οντότητα παρόμοια της θερμότητας και μάλιστα σαν αντίθετο του ‘θερμού’, που έχει τις ιδιότητες μιας υλικής ουσίας,
- ενώ πιστεύουν εσφαλμένα ότι η θερμότητα είναι μια ουσία, που ρέει από το ένα μέρος στο άλλο (καλορικό μοντέλο).

Η πληθώρα των αντιλήψεων, καθώς και η αδυναμία διάκρισης και διαχωρισμού διαφορετικών μεταξύ τους φαινομένων και καταστάσεων του φυσικού κόσμου στρέφει την προσπάθεια δημιουργίας διδακτικών μεθόδων προς νέες κατευθύνσεις. Κάθε τέτοια προσπάθεια χαρακτηρίζεται από τη σχεδίαση ενός αναλυτικού προγράμματος διδασκαλίας, τις στρατηγικές που εφαρμόζονται κατά τη διδασκαλία και το εκπαιδευτικό υλικό (έντυπο – ηλεκτρονικό – χειραπτικό) που τις συνοδεύει.

Στην προσπάθεια για την επιτυχή αντιμετώπιση και υπέρβαση των δυσκολιών των παιδιών, κατά τις δυο τελευταίες δεκαετίες προτείνεται από ερευνητές της διδακτικής των Φ.Ε. η εφαρμογή μιας εποικοδομητικής προσέγγισης στην εννοιολογική αλλαγή, με παράλληλη χρήση πολλών διδακτικών προσεγγίσεων του θέματος (Hewson & Hewson, Gustone & Northfield, Stofflett, όπως συνοψίζονται στο She, 2003).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού που επιλέγει την εποικοδομητική προσέγγιση για τη διδασκαλία εννοιών και φαινομένων των Φ.Ε. είναι πολύπλευρος και απαιτητικός. Προϋποθέτει γνώση των αντιλήψεων των παιδιών και σαφή καθορισμό των διδακτικών στόχων των δραστηριοτήτων που ανατίθενται στα παιδιά, ώστε να διαπιστώνονται οι διαφορές που θα υπάρξουν με τη διδασκαλία και να καθορίζεται ο περαιτέρω σχεδιασμός της διδακτικής διαδικασίας και οργάνωσης δραστηριοτήτων, που μέσα από μικρά κάθε φορά βήματα θα οδηγήσουν με ασφάλεια τα παιδιά στην επιθυμητή γνώση.

2.3 Στρατηγικές για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής

Όταν γίνεται προσπάθεια οργάνωσης μιας (κατά το δυνατόν περισσότερο) επιτυχούς και αποτελεσματικής διδακτικής παρέμβασης, λαμβάνονται υπόψη οι ερευνητικές διαπιστώσεις ευρύτερης αποδοχής:

- Η μάθηση απαιτεί την ενεργό συμμετοχή του/ης μαθητή/τριας (Piaget, 1978; Scardamalia & Bereiter, 1991).
- Η μάθηση δεν είναι υπόθεση του ενός ατόμου, αλλά εγγενής κοινωνική διαδικασία (Vygotsky, 1978; Collins *et al.*, 1989; Rogoff, 1990).
- Τα άτομα μαθαίνουν καλύτερα όταν συμμετέχουν σε "αυθεντικές" δραστηριότητες, δηλαδή σε δραστηριότητες που έχουν νόημα σε ένα επαγγελματικό χώρο ή στην καθημερινή τους ζωή (Brown *et al.*, 1989).
- Οι νέες γνώσεις δομούνται πάνω στη βάση των όσων ήδη γνωρίζουμε (Bransford *et al.*, 1999).

Καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά τη μάθηση έχει η συζήτηση μεταξύ των ατόμων στις ομάδες, όπως προτείνουν οι Driver & Oldham (1986). Το ίδιο υποστηρίζουν και άλλοι ερευνητές όπως ο Wheatley, που χαρακτηριστικά λέει (αναφορά στο Χατζηγεωργίου, 1998):

"... όταν τα παιδιά δουλεύουν σε μικρές ομάδες παρακινούνται από προκλήσεις στις ιδέες τους και έτσι αναγνωρίζουν την ανάγκη να αναδιοργανώνουν τις ιδέες τους... Δεν είναι ασυνήθιστο για τους ανθρώπους να αλλάζουν τη γνώμη τους όταν αυτή έχει μεταδοθεί στους άλλους σε μια ομάδα. Οι περισσότεροι από μας χρειάζονται το ενδιαφέρον και την εποικοδομητική κριτική αυτών που είναι καλά πληροφορημένοι..."

Με βάση τις παραπάνω αρχές και ιδέες, οι Driver και Oldham (1986) πρότειναν ένα μοντέλο εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, όπου σημαντικό ρόλο στη μάθηση διαδραματίζουν οι αντιλήψεις που έχουν αναπτύξει τα παιδιά για τα φυσικά φαινόμενα μέσα από τις εμπειρίες τους. Το μοντέλο αυτό περιλαμβάνει τις φάσεις

- i) του προσανατολισμού,
- ii) της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών/τριών,
- iii) της αναδόμησης των ιδεών,
- iv) της εφαρμογής των νέων ιδεών και
- v) της ανασκόπησης.

Στη φάση της αναδόμησης των αντιλήψεων, επιδίωξη του/ης δασκάλου/ας είναι η εκούσια μετατόπιση των μαθητών/τριών από τις προϋπάρχουσες αντιλήψεις τους σε άλλες, που είναι πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο. Τη μετατόπιση αυτή θα αναφέρουμε στο εξής ως εννοιολογική αλλαγή.

Η ανάπτυξη νέων διδακτικών μεθόδων ή στρατηγικών έχει σαν στόχο να προωθήσει την επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής εκ μέρους των παιδιών, έτσι ώστε αυτά να μπορούν να δώσουν για τα φαινόμενα που παρατηρούν στον κόσμο γύρω τους εξηγήσεις επιστημονικά σωστές, σύμφωνες με το μοντέλο της επιθυμητής γνώσης.

Σε άρθρο των Laburu & Niaz (2002), όπου μεταξύ άλλων γίνεται μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για το ρόλο της γνωστικής σύγκρουσης και της αμφισβήτησης κατά τη μάθηση, αναφέρονται ότι (i) στη βιβλιογραφία έχει αναγνωριστεί η σημασία της γνωστικής σύγκρουσης και της αμφισβήτησης στην ανάπτυξη του ανθρώπου (Festinger, Piaget, Vygotsky), καθώς και στην επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής (Adey & Shayer, Dreyfus *et al.*, Hewson & Hewson, Johnson & Howe, Laburu & Carvalho, Niaz, Nussbaum & Novick, Posner *et al.*, Rowell & Dawson), (ii) η γνωστική σύγκρουση μπορεί να προκληθεί από διάφορες αιτίες: έκπληξη, που προκαλείται από αποτέλεσμα που αντικρούει τις προσδοκίες του/ης μαθητή/τριας και έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία κλονισμών των αντιλήψεων του/ης (von Glasersfeld) – εμπειρία μερδέματος, αποπροσανατολισμός, αίσθημα αμηχανίας, λιγότερο ή περισσότερο συνειδητή σύγκρουση ή γνωστικό κενό (Furth) – δυσαρμονία, δηλ. ερωτήματα ή χάσματα που νιώθει ο/η μαθητής/τρια όταν προσπαθεί

να ταιριάζει τα υπάρχοντα (στο μυαλό του/ης) σχήματα σε μια νέα κατάσταση (Mischel).

Για να πραγματοποιηθεί, τελικά, χρονικά παραμένουσα και άρα αποτελεσματική εννοιολογική αλλαγή πρέπει να ξεπεραστούν τα εμπόδια, που υποβαστών τις αντιλήψεις των παιδιών και τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται τις έννοιες των Φ.Ε. Τα εμπόδια αυτά αποτελούν τον κοινό πυρήνα στις εξηγήσεις που δίνουν και τις προβλέψεις που κάνουν τα παιδιά σε ένα πλήθος διαφορετικών εννοιολογικών περιοχών όπως η θερμότητα, ο ηλεκτρισμός, η μηχανική, η οπτική και προέρχονται από την ανάγκη των παιδιών να συνδέσουν με αιτιακό τρόπο τα φαινόμενα που παρατηρούν στον κόσμο τους, δημιουργώντας εμπειρικές αιτιακές δομές που είναι περισσότερο λειτουργικές από τα επιμέρους στοιχεία που τις αποτελούν (Andersson, 1986). Οι μαμάδες – ιδέες (για τις αντιλήψεις των παιδιών) – όπως χαρακτηριστικά αποκαλεί τα εμπόδια ο Κουμαράς (2004) – βρίσκονται πίσω από πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών και αυτές πρέπει να στοχεύουμε με μια διδακτική παρέμβαση «ευρέος φάσματος».

Κατά την Peterfalvi τα εμπόδια έχουν περισσότερο γενικό και εγκάρσιο χαρακτήρα σε σχέση με τις αντιλήψεις, οι οποίες έχουν τοπικό χαρακτήρα για συγκεκριμένη εννοιολογική περιοχή και είναι εκδηλώσεις ενός εμποδίου που μπορεί να αφορά σε περισσότερες από μια εννοιολογικές περιοχές (αναφορά στο Σκουμιάς, 2005). Τα εμπόδια συνδέονται μεταξύ τους και συγκροτούν ένα ενιαίο δίκτυο συσχετιζόμενων ιδεών. Η συνεκτικότητα αυτή αφενός μεν τα κάνει ιδιαίτερα ανθεκτικά σε κάθε προσπάθεια υπέρβασής τους, από την άλλη όμως παρουσιάζεται το πλεονέκτημα η επιτυχής αντιμετώπιση ενός να επιδρά θετικά στην αντιμετώπιση και των άλλων. Η ανθεκτικότητα των εμποδίων κατά τις Peterfalvi, Χατζηνικήτα (όπως συνοψίζονται στο Σκουμιάς, 2005) μπορεί να εξηγηθεί λόγω (i) της λειτουργικότητάς τους, (ii) της ευκολίας και οικονομίας σκέψης που παρέχουν, (iii) του δικτύου συσχετιζόμενων ιδεών στο οποίο εντάσσονται, (iv) του εγκάρσιου χαρακτήρα τους και (v) του πολύμορφου χαρακτήρα τους.

Η ανάδειξη των εμποδίων μπορεί να γίνει μέσα από τη συστηματική μελέτη των αντιλήψεων των παιδιών. Και ενώ η αντιμετώπιση των εμποδίων μπορεί να οδηγήσει σε τροποποίηση των αντιλήψεων που απορρέουν από αυτό, δεν ισχύει πάντα το αντίστροφο. Έτσι, όταν σκοπός μιας διδακτικής παρέμβασης είναι η τροποποίηση μιας συγκεκριμένης αντίληψης, παρατηρείται συχνά η αντίληψη αυτή να εμφανίζει μια

ιδιαίτερη σταθερότητα και ενώ το παιδί στη διάρκεια της διδασκαλίας αποδέχεται τις επεξηγήσεις του ενήλικα, εφαρμόζει σωστά το επιστημονικό μοντέλο και χρησιμοποιεί τους κατάλληλους επιστημονικούς όρους στις περιγραφές που κάνει και τις εξηγήσεις που δίνει, σύντομα επανέρχεται στις αρχικές του αντιλήψεις και το ίδιο εμπόδιο (που αποτελεί την πηγή της αντίληψης αυτής) επανεμφανίζεται με αφορμή τη μελέτη μιας νέας κατάστασης.

Η παραδοσιακή διδασκαλία αδυνατεί να προσφέρει επικοδομητικά περιβάλλοντα μάθησης και να προωθήσει την εννοιολογική αλλαγή.

Από έρευνες που έχουν γίνει προκύπτει ότι:

"...η παρουσίαση των αφηρημένων εννοιών και του μηχανισμού εκτέλεσης συλλογισμών είναι ελάχιστα αποτελεσματική για τον παθητικό ακροατή, με εξαίρεση ένα μικρό ποσοστό ιδιαίτερα προικισμένων μαθητών.

...η αποκλειστικά προφορική παρουσίαση – διαλέξεις σε μεγάλες ομάδες διανοητικά παθητικών μαθητών, που μελετούν, απλώς, την ύλη των εγχειριδίων – δεν αφήνει όντως κάτι μόνιμο και ουσιώδες στη σκέψη των μαθητών" (Arons, 1992).

Η ενεργός συμμετοχή τους στη διδακτική διαδικασία βελτιώνει τα μαθησιακά αποτελέσματα, όσον αφορά το εύρος της εννοιολογικής αλλαγής που επιτυγχάνεται και τη σταθερότητα της επιθυμητής γνώσης με την πάροδο του χρόνου.

Στην προσπάθεια να ξεπεραστεί το πρόβλημα που δημιουργείται με την παραδοσιακή παθητική διδασκαλία, σαν ένα κομμάτι της διδακτικής σειράς κατά τη διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης των Φ.Ε. χρησιμοποιήθηκε το πείραμα. Έτσι, οι φορείς των διαφόρων κρατών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τη σύνταξη και εφαρμογή των αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών για τις Φ.Ε., στη διδασκαλία περιλαμβάνουν και την εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων, παρέχοντας τις απαραίτητες οδηγίες αφενός μεν για τις δραστηριότητες που μπορούν να γίνουν και αφετέρου για τις προϋποθέσεις (ως προς την υλικοτεχνική υποδομή και το διδακτικό και βοηθητικό προσωπικό) που πρέπει να πληροί ο χώρος πραγματοποίησης των δραστηριοτήτων, που συνήθως προτείνεται να είναι το εργαστήριο των Φ.Ε. και σε μερικές περιπτώσεις το εργαστήριο

πληροφορικής για εκτέλεση πειραμάτων προσομοίωσης με χρήση του κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού (ενδεικτικά αναφέρονται: ΥΠ.Ε.Π.Θ., 2003 – για την Ελλάδα; Ministry of Education of New Zealand, 1993; Ministry of Education of New Zealand, 1998; <http://www.minedu.govt.nz> και <http://www.tki.org.nz> – για τη Νέα Ζηλανδία; <http://www.curriculumonline.gov.uk> και <http://www.nc.uk.net> – για την Αγγλία).

Όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια, η πρόβλεψη εκτέλεσης πειραματικών ασκήσεων καθώς και η ύπαρξη των "κατάλληλων" χώρων και της προβλεπόμενης υλικοτεχνικής υποδομής δεν αποτέλεσαν από μόνα τους την πανάκεια, που θα μπορούσε να οδηγήσει στη λύση του προβλήματος της αποτελεσματικής διδασκαλίας-μάθησης των Φ.Ε. Οι προσπάθειες επικεντρώνονται πλέον στην εξεύρεση του βέλτιστου τρόπου για την αποτελεσματική μέθοδο χρήσης του πειράματος (σε συνδυασμό με άλλες διδακτικές μεθόδους) και της διδακτικής σειράς που καλείται να ακολουθήσει ο/η εκπαιδευτικός, ώστε η διαδικασία διδασκαλίας-μάθησης να έχει τη μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητα και αυτό ακριβώς είναι το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Ωστόσο στη χώρα μας, παρά τις εξαγγελίες και τα μεγαλεπήβολα σχέδια για την ενεργό εμπλοκή των μαθητών/τριών στις μαθησιακές διαδικασίες και μεταξύ αυτών σε διαδικασίες εκτέλεσης πειραμάτων, παρατηρείται μια δυσαρμονία με αυτό που τελικά γίνεται στην πράξη. Η εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων στα μαθήματα-κλάδους των Φ.Ε., που προσφέρονται γι' αυτές (φυσική – χημεία – βιολογία) αποτελεί ένα πολύ μικρό κομμάτι της συνολικής διδασκαλίας, αφού οι ώρες που στα ελληνικά σχολεία διατίθενται (κατά το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα: ΥΠ.Ε.Π.Θ., 2003, και τις οδηγίες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου) αντιστοιχούν κατά μέσο όρο στο 10% των συνολικών διδακτικών ωρών για το αντίστοιχο μάθημα. Απόρροια του γεγονότος αυτού είναι να μην έχουμε τα αναμενόμενα μαθησιακά αποτελέσματα, όπως επίσης να μη μπορούμε να έχουμε μια έγκυρη αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής διδακτικών μεθόδων που στηρίζονται στην εμπλοκή των παιδιών σε εκτέλεση πειραμάτων και να μην μπορούμε να απαντήσουμε στο εύλογο ερώτημα που προκύπτει:

«Αν γίνουν εργαστήρια, θα πετύχουν το στόχο τους; Και σε άλλα μέρη, που έγιναν εργαστήρια, το αποτέλεσμα δεν ήταν το αναμενόμενο».

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται μια διδακτική παρέμβαση στη φυσική, με πραγματοποίηση πειραμάτων στο χώρο του σχολείου, που έγινε σε μια προσπάθεια να διερευνήσουμε την καταλληλότητα και να αναδείξουμε την αξία τέτοιων μεθόδων.

2.4 Ο ρόλος του πειράματος κατά την ιστορική διαδρομή του

Η χρήση του εργαστηρίου στον τομέα της διδακτικής των Φ.Ε. έχει αποδειχθεί περιορισμένης διδακτικής αποτελεσματικότητας. Ωστόσο, μέσα σε ένα μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού τύπου για τη διδασκαλία των Φ.Ε., το πείραμα μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο, αφού μπορεί να συνεισφέρει στη βελτίωση και τον επαναπροσανατολισμό της διαδικασίας της μάθησης προς μια κατεύθυνση όπου η μάθηση θα γίνει ενεργητική και οι μαθητές/τριες θα μαθαίνουν να συνεργάζονται, να είναι μεθοδικοί/ές, να παίρνουν πρωτοβουλίες, να θέτουν στόχους, να επιχειρηματολογούν, να σκέφτονται και να εκφράζονται ελεύθερα σεβόμενοι ταυτόχρονα τις απόψεις των άλλων, χαρακτηριστικά που είναι απαραίτητα στην εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών.

Το πείραμα είναι μια βιωματική μέθοδος μάθησης και χρησιμοποιείται σε συγκεκριμένες δραστηριότητες, για την ελεγχόμενη επανάληψη και αναπαράσταση φαινομένων που το παιδί συναντά στην καθημερινή του ζωή, έτσι ώστε να σκεφθεί και να βγάλει συμπεράσματα για τις αλληλεπιδράσεις που συμβαίνουν κατά την εξέλιξη των φαινομένων ή/και να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει τις προβλέψεις που κάνει για την εξέλιξη των φαινομένων αυτών και τους παράγοντες που κάθε φορά επιδρούν, προβλέψεις τις οποίες κάνει με βάση τις πρότερες εμπειρίες του και τις αντιλήψεις, που έχει ήδη οικοδομήσει.

Η εκτέλεση πειραμάτων ως μέρος της διδασκαλίας παρουσιάζει κάποια πλεονεκτήματα σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο, όπου ο/η δάσκαλος/άλα αφηγείται και ο/η μαθητής/τρια παρακολουθεί:

- Τα πειράματα δίνουν απλά και κατανοητά παραδείγματα σύνθετων φυσικών φαινομένων και παρέχουν τα κατάλληλα περιβάλλοντα για την αναπαράσταση τέτοιων φαινομένων.

- Υποστηρίζουν την εξερεύνηση φαινομένων μέσω δραστηριοτήτων και παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία.
- Υποβοηθούν τη μάθηση, από τις απλούστερες ως τις πιο σύνθετες δεξιότητες.
- Οδηγούν στην ολοκλήρωση της μάθησης, δεξιοτήτων και στάσεων, μέσα από δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων.
- Εξασφαλίζουν μέθοδο διδασκαλίας, που στηρίζεται σε πλούσια και γεμάτα νόημα σκηνικά και συνεπώς υποκινούν μαθησιακά περισσότερο τους/ις μαθητές/τριες, σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία–εισήγηση.
- Υποβοηθούν την αυτο-ρυθμιζόμενη μάθηση.
- Βασίζονται σε ισχυρές ιδέες, που αποτελούν τη βάση των νοητικών μοντέλων των μαθητών/τριών.
- Επιτρέπουν την πειραματική μάθηση, ώστε οι μαθητές/τριες να μαθαίνουν κάνοντας και όχι απλά παρακολουθώντας ή ακούγοντας μια περιγραφή του πώς κάτι λειτουργεί ή του τρόπου με τον οποίο ένα φαινόμενο εξελίσσεται.

Χρειάζεται ωστόσο προσοχή κατά το σχεδιασμό των πειραμάτων: είναι αναγκαία η παροχή όλων των απαραίτητων οδηγιών, η απλότητα της εκτέλεσής τους, η ευχρηστία των απαιτούμενων συσκευών και εξαρτημάτων και η πλήρης εναρμόνισή τους με το βαθμό ωριμότητας των παιδιών στα οποία απευθύνονται, ώστε αυτά να μην αποθαρρύνονται λόγω της μεγάλης τους έκτασης και της πολυπλοκότητάς τους. Επίσης είναι απαραίτητο ο/η εκπαιδευτικός να ενθαρρύνει τη φαντασία των μαθητών/τριών. Αλλιώς ελλοχεύει ο κίνδυνος η πειραματική μέθοδος να μετατραπεί σε μια ακόμα μέθοδο τυφλής εφαρμογής οδηγιών και αναπαραγωγής γνώσης.

Στις μέρες μας η ανάπτυξη της διδασκαλίας που περιλαμβάνει χρήση πειραμάτων στηρίζεται στη θεωρητική βάση της εποικοδόμησης της γνώσης (Vygotsky, 1978; Driver & Oldham, 1986; Rogoff, 1990; Κόκκοτας, 2002) σε συνδυασμό με τις αρχές της συνεργατικής μάθησης (Σταυρίδου, 2000; Σταυρίδου, 2001).

Σήμερα πιστεύουμε ότι η μάθηση δεν είναι απλά μια δεκτική ή μεταδοτική διαδικασία, αλλά μια ενεργητική διαδικασία, συνεχής και αλληλεπιδραστική, κατά την οποία τα άτομα οικοδομούν τα δικά τους νοήματα από τις πληροφορίες που δέχονται από τον "έξω" κόσμο. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει αφενός μεν χαρακτηριστικά του

ίδιου του υποκειμένου (προϋπάρχουσα γνώση, ικανότητες, στάσεις κ.λ.π.), αφετέρου το πλαίσιο μέσα στο οποίο αναπτύσσεται η μάθηση.

Η επιτυχής οικοδόμηση της γνώσης εξαρτάται από το αν οι μαθητές/τριες έχουν στη διάθεσή τους ένα νοητικό μοντέλο, που να μπορούν να μεταφέρουν σε άλλες καταστάσεις. Η χρήση του πειράματος επιτρέπει στους/ις μαθητές/τριες να "δουν" την εξέλιξη των φαινομένων, να τη συγκρίνουν με τις προβλέψεις που είχαν κάνει με βάση το ιδεατό αυτό μοντέλο και έτσι να ελέγξουν την εγκυρότητά του και να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο αυτό τους επιτρέπει να ερμηνεύουν αλλά και να προβλέπουν ό,τι συμβαίνει στον κόσμο γύρω τους.

Μια άλλη σημαντική παράμετρος είναι ο τρόπος με τον οποίο οι εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών επιδρούν στη μάθηση. Σύμφωνα με την παραδοσιακή διδασκαλία αυτές είναι αποτέλεσμα άγνοιας, αβεβαιότητας ή τύχης και κατέχουν κυρίαρχη θέση, αφού καθορίζουν την αξιολόγηση του/ης μαθητή/τριας. Σύμφωνα με την εποικοδομητική προσέγγιση, αφού οι διαφορετικές προσεγγίσεις των φαινομένων είναι αποτέλεσμα των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, δεν αποτελούν εννοιολογικό εμπόδιο, αλλά συστατικό στοιχείο της αποκτημένης γνώσης. Δεν βοηθάμε τους/ις μαθητές/τριες δίνοντάς τους τις σωστές απαντήσεις ή σαφείς επεξηγήσεις και ερμηνείες, τις οποίες απλώς απομνημονεύουν. Τους/ις βοηθάμε πολύ καλύτερα με το να τους/ις κατευθύνουμε να έρθουν αντιμέτωποι με τις αντιφάσεις και τις ασυνέπειες των λόγων τους και έτσι να τροποποιήσουν τις απόψεις τους (Arons, 1992). Η γνώση είναι υποκειμενική, προϊόν των προσωπικών εμπειριών και οι εναλλακτικές αντιλήψεις απενοχοποιούνται. Η αλήθεια γίνεται μια έννοια σχετική και αντικαθίσταται από τη βιωσιμότητα μιας πρότασης. Κύριο μέλημά μας είναι η ανάδειξη και η ταξινόμηση των ιδεών των μαθητών/τριών, ώστε να προσπαθήσουμε να τις αλλάξουμε με τη διδασκαλία.

Ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο προς αυτή την κατεύθυνση αποτελεί η εισαγωγή της πειραματικής διδασκαλίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Ήδη από τις αρχές του 19^{ου} αιώνα αναγνωρίζεται η σπουδαιότητα του πειράματος στη διδακτική πρακτική. Ο Edgeworths σημειώνει ότι οι μαθητές/τριες αισθάνονται μεγάλη ικανοποίηση όταν προσεγγίζουν τη γνώση πειραματικά και ότι τα πειράματα ταιριάζουν ιδιαίτερα στις ικανότητές τους. Αγαπούν όχι μόνο να βλέπουν, αλλά και να εκτελούν πειράματα. Ο Piaget αναφερόμενος στους παράγοντες που επηρεάζουν τη διανοητική ανάπτυξη του

παιδιού υποστηρίζει ότι οι ψηλαφητοί χειρισμοί των αντικειμένων στο περιβάλλον σχηματίζουν τις πιο σπουδαίες εντυπώσεις στο παιδί (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000).

Κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1950 και με αφορμή την αλματώδη τεχνολογική εξέλιξη (ειδικά στον διαστημικό τομέα) των Σοβιετικών, οι δυτικές κοινωνίες καταλαμβάνονται από τρόμο, θεωρώντας ότι τα εκπαιδευτικά τους συστήματα αποδεικνύονται ανεπαρκή για την παραγωγή νέων επιστημόνων και την αντιμετώπιση των νέων επιστημονικών προκλήσεων. Η εισαγωγή της πειραματικής διδασκαλίας στην εκπαίδευση, που απετέλεσε μίαν εκπαιδευτική επανάσταση στην Αγγλία, δημιουργεί ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον που, κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1950 και τη δεκαετία του 1960 διαδέχεται το παλιό παραδοσιακό μνημονικό χαρακτήρα και εγκυκλοπαιδικού περιεχομένου και το οποίο διαφέρει από το προηγούμενο, ευνοώντας τη συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των μαθητών/τριών και προωθώντας την ισότητα μεταξύ τους, την οικοδόμηση της γνώσης και την ανάπτυξη νοήματος από αυτούς/ές. Μέσα σ' ένα τέτοιο περιβάλλον οι μαθητές/τριες έχουν ενεργό ενασχόληση με το αντικείμενο, η δημιουργικότητά τους γίνεται παραγωγική και κρατούν οι ίδιοι/ες στα χέρια τους τον έλεγχο της διαδικασίας της μάθησης. Το πείραμα είναι μια μορφή πράξης και συνεπώς συμβάλλει στην ανάπτυξη της σκέψης (Κόκκοτας & Βλάχος, 2000). Από τη φύση του προωθεί και προάγει τα κύρια συστατικά της συνεργατικής μάθησης: την αλληλεξάρτηση μεταξύ των μελών μιας ομάδας, την αλληλεπίδραση πρόσωπο με πρόσωπο με τη μορφή αμοιβαίας βοήθειας, ενίσχυσης, ανατροφοδότησης, ενθάρρυνσης, ανταλλαγής υλικού και πληροφοριών, τις κοινωνικές δεξιότητες όπως έκφραση διαφωνίας, αποδοχή της διαφορετικότητας, χαμηλό τόνο φωνής, την προσωπική ευθύνη καθενός απέναντι στον εαυτό του και απέναντι στα άλλα μέλη της ομάδας, την ομαδική αυτο-αξιολόγηση ως προς τη λειτουργία της ομάδας, την επίτευξη των στόχων και τη συνεργασία των μελών μεταξύ τους.

Κυρίαρχος στόχος της εισαγωγής της πειραματικής διδασκαλίας είναι αφενός η έκφραση και καλλιέργεια νοητικών δραστηριοτήτων του παιδιού, όπως η παρατήρηση και η διατύπωσή της, η πρόβλεψη και η δυνατότητα ελέγχου της, η διατύπωση υποθέσεων και η δυνατότητα ελέγχου τους, η μέτρηση, η σύγκριση, η ταξινόμηση, η εξαγωγή, διατύπωση και έλεγχος συμπερασμάτων, η επικοινωνία, η αναγνώριση μεταβλητών και ο τρόπος χειρισμού τους στη λήψη αποφάσεων στην καθημερινή ζωή και αφετέρου η ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων, που είναι απαραίτητες στο σύγχρονο

άνθρωπο, όπως η σωστή χρησιμοποίηση συσκευών, η κατανόηση και εκτέλεση οδηγιών, ειδικές δεξιότητες των χεριών και του σώματος.

Το πείραμα την εποχή αυτή (δεκαετία του 1960) υπηρετεί τη διδακτική ιδέα της *ανακάλυψης* της γνώσης (*ανακαλυπτική προσέγγιση*), η οποία στηρίχθηκε στην υπόθεση ότι, αν οι μαθητές/τριες εκτεθούν σε ένα διδακτικό πλαίσιο ανάλογο με εκείνο των επιστημονικών ανακαλύψεων, θα οδηγηθούν και στην οικοδόμηση γνώσης ανάλογης προς την επιστημονική (Κουμαράς, 1989). Ο/η μαθητής/τρια θεωρείται κάτι ανάμεσα σε μικρό εξερευνητή και επιστήμονα-ντετέκτιβ, που μπορεί να παράγει τη θεωρία επαγωγικά από τα εμπειρικά δεδομένα, που αναπόφευκτα ενυπάρχουν στη θεωρία και δεν υφίστανται χωρίς αυτήν. Και έτσι, ενώ το πείραμα πέτυχε, η ευρύτατη εφαρμογή της προσέγγισης αυτής οδηγήθηκε σε αποτυχία: Όπως αναφέρουν οι Driver και Erickson (αναφορά από τον Τσελφέ, 2002), τα αποτελέσματα για την εκπαίδευση δεν ήταν τα αναμενόμενα. Ελάχιστοι/ες μαθητές/τριες, που ούτως ή άλλως ξεχώριζαν και προορίζονταν να γίνουν οι μελλοντικοί επιστήμονες των Φ.Ε. έγιναν πολύ καλοί σ' αυτές, ενώ η μεγάλη πλειονότητα των μαθητών/τριών παρέμενε στα προηγούμενα επίπεδα γνώσεων και αντιλήψεων στις Φ.Ε., δεν παρατηρήθηκε, δηλαδή, βελτίωση στο γνωστικό τομέα για τον πολύ κόσμο.

Τη δεκαετία του 1980 ακολούθησε η πρόταση της *διαδικαστικής προσέγγισης*, που προώθησε τη μάθηση των επιστημονικών διαδικασιών ως αυτόνομων και ανεξάρτητων από το πλαίσιο μέσα στο οποίο εφαρμόζονται, κάτι που φαίνεται να αποτελεί έναν ακόμη διαστρεβλωτικό μύθο (Τσελφές, 2002).

Τέλος, τη δεκαετία του 1990 εφαρμόστηκε μαζικά στην Αγγλία και την Ουαλία η προσέγγιση που προβάλλει την εικόνα της επιστημονικής δραστηριότητας ως δραστηριότητας ελέγχου μεταβλητών, που χαρακτηρίζεται εξίσου διαστρεβλωτική και ανιστόρητη με τις προηγούμενες (Τσελφές, 2002).

Μέσα όμως από τις διαδικασίες που προηγήθηκαν, αναδείχθηκε ο υποκειμενικός χαρακτήρας της οικοδομούμενης γνώσης και η σταθερότητα των εκ των προτέρων διαμορφωμένων αντιλήψεων των μαθητών/τριών. Τα χαρακτηριστικά αυτά, όπως αναφέρουν ερευνητές (π.χ. Καριώτογλου, Vosniadou, Duit - αναφορά από τον Τσελφέ, 2002) οδήγησαν, αντίστοιχα, στις διδακτικές προτάσεις της *καθοδηγούμενης ανακάλυψης* και της *εννοιολογικής αλλαγής*. Η δεύτερη από αυτές παραμένει η πιο διαδεδομένη. Σύμφωνα με αυτήν οι εκπαιδευτικοί, αφού αναγνωρίσουν τις

προϋπάρχουσες αντιλήψεις, προσπαθούν να τις αποδιοργανώσουν και να τις ενισχύσουν ή να τις συντονίσουν, ανάλογα με το αν ταιριάζουν ή όχι με την επιθυμητή γνώση.

Από τη δεκαετία του 1980 το πείραμα χρησιμοποιείται στο πλαίσιο του κοινωνικού εποικοδομητισμού και σκοπό έχει να προωθήσει τη βελτίωση του γνωστικού επιπέδου όλων (ει δυνατόν) των ανθρώπων στον τομέα των Φ.Ε., έτσι ώστε η επιθυμητή γνώση να γίνει κτήμα όλων των ανθρώπων και όχι μόνο των ολίγων εκλεκτών, που θα αποτελέσουν την αυριανή επιστημονική κοινότητα. Ειδικά για τους/ις μαθητές/τριες μικρότερων ηλικιών (δημοτικού και πρώτων τάξεων του γυμνασίου) τα πειράματα δεν χρειάζεται απαραίτητα να είναι ποσοτικά, που αποσκοπούν στην απόδειξη νόμων ή στη μέτρηση της τιμής φυσικών σταθερών, αλλά ποιοτικά, αφού ως στόχο έχουν την επίγνωση των φαινομένων. Ο ποιοτικός αυτός χαρακτήρας οδηγεί στο να είναι πειράματα που "πετυχαίνουν" από διδακτικής άποψης και τα απαλλάσσει από την υπερβολική χρήση μαθηματικών, που συχνά δημιουργεί στα παιδιά ένα αίσθημα "αντιπάθειας" για τη φυσική (Κουμαράς, 2000; Κουμαράς, 2002).

Το κλειδί για την επιτυχία ενός πειράματος είναι η εναρμόνισή του με τους διδακτικούς σκοπούς για τους οποίους σχεδιάζεται και, με τη βοήθειά του, η ανάδειξη των αδυναμιών των πρότερων αντιλήψεων του παιδιού να προβλέψουν και να εξηγήσουν τα φαινόμενα του καθημερινού του κόσμου. Το **κρίσιμο πείραμα** είναι εκείνο που συντελεί στο να αλλάζει τις ιδέες του παιδιού, επειδή του δημιουργεί δυσαρέσκεια (disequilibrium) (Κουμαράς, 2004).

Τα κρίσιμα πειράματα έχουν δυο χαρακτηριστικά:

- Το αποτέλεσμά τους δεν μπορεί ούτε να προβλεφθεί, ούτε να δικαιολογηθεί εκ των υστέρων, άρα προκαλούν δυσαρέσκεια σε σχέση με την αρχική αιτιότητα.
- Το αποτέλεσμα δικαιολογείται με αιτιότητα, που εμπλέκει άλλες οντότητες.

Δεν μπορεί να είναι κρίσιμο ένα πείραμα που γίνεται με όργανα, που προέρχονται από το χώρο ή το παράδειγμα του επιστήμονα, όπως π.χ. το αμπερόμετρο. Ακόμη και αν διατίθενται στο εργαστήριο του σχολείου τα ειδικά εργαστηριακά υλικά, προτείνεται ησιμοποίηση υλικών καθημερινής χρήσης για την εκτέλεση πειραμάτων, η οποία επιτρέπει την εκτέλεση των πειραμάτων ακόμη και στο σπίτι των μαθητών/τριών, χωρίς δηλαδή να υπάρχει η ανάγκη ειδικού χώρου (Κουμαράς, 2000; Κουμαράς 2002; Κουμαράς, 2004; Κουμαράς, 2006). Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ο ερευνητής:

"...Τα πειράματα με υλικά καθημερινής χρήσης συμβάλλουν στη σύνδεση όσων διδάσκονται στο σχολείο με την καθημερινή ζωή και γι' αυτό πιθανά να ταιριάζουν με τις ανάγκες (και τα ενδιαφέροντα) και του «μέσου ή του κατώτερου» μαθητή, ο οποίος, έχοντας παρακολουθήσει τα κλασσικά μαθήματα φυσικής, βλέπει, αργότερα ως πολίτης, τη Φυσική ως ένα μυστήριο, ως έναν άλλο άγνωστο κόσμο.

...Αποψη μου είναι ότι ο ειδικός χώρος συμβάλλει στην απομάκρυνση της Φυσικής από την καθημερινή ζωή. "

Η εκτέλεση πειραμάτων με υλικά καθημερινής χρήσης παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα (Κουμαράς, 2002; Κουμαράς, 2002) :

- i) Συντελεί στην εστίαση της προσοχής του παιδιού στο φαινόμενο και όχι στη χρησιμοποιούμενη κατά την εκτέλεση του πειράματος συσκευή.
- ii) Το παιδί υποβοηθείται να συνδέσει τη φυσική με την καθημερινή ζωή και να συσχετίσει την επιστήμη με το περιβάλλον του. Έτσι διευκολύνεται η προσέγγιση της διδασκόμενης επιστήμης με τον πραγματικό καθημερινό κόσμο.
- iii) Απομακρύνεται ο κίνδυνος να θεωρηθεί ότι τα αποτελέσματα του πειράματος οφείλονται στα χρησιμοποιούμενα ειδικά υλικά, ενώ στην πραγματικότητα δεν συμβαίνει το ίδιο ή κάτι αντίστοιχο.
- iv) Η επιστήμη απογυμνώνεται από το πέπλο μυστηρίου που την περιβάλλει και απομυθοποιούνται τα όργανα και οι συσκευές, με αποτέλεσμα την υποβοήθηση θετικής στάσης του παιδιού απέναντι στις Φ.Ε.
- v) Αποφεύγονται οι πρόσθετες δυσκολίες, που σχετίζονται με τη λειτουργία και το χειρισμό των ειδικών οργάνων και απλουστεύονται οι οδηγίες που απαιτούνται για την ορθή εκτέλεση του πειράματος, τόσο για το/η δάσκαλο /άλα, όσο και για το/η μαθητή/τρια.
- vi) Δίνεται η δυνατότητα ανάθεσης μιας εναλλακτικής εργασίας για το σπίτι, δηλ. της εκτέλεσης πειραμάτων στο σπίτι, σύμφωνα με τις γραπτές οδηγίες του/ης δασκάλου/ας.

- vii) Ενθαρρύνουν σημαντικά τη συμμετοχή στη διδακτική διαδικασία μαθητών /τριών που προέρχονται από χαμηλότερα κοινωνικοοικονομικά στρώματα ή έχουν μέτρια ή χαμηλή επίδοση.
- viii) Αυξάνουν τις πιθανότητες επίτευξης εννοιολογικής αλλαγής, καθόσον οι πρότερες αντιλήψεις των παιδιών προέρχονται από την καθημερινή τους εμπειρία και σ' αυτές πρέπει να στοχεύει κάθε διδακτική παρέμβαση.
- ix) Τα υλικά είναι οικεία και φιλικά προς τον/ην εκπαιδευτικό, ο οποίος/η οποία απολαμβάνει ένα αίσθημα άνεσης κατά τη χρήση τους.
- x) Δίνουν στον/ην εκπαιδευτικό το πλεονέκτημα της επιτυχούς εκτέλεσης, κάτι που αυξάνει την αυτοπεποίθησή του/ης και τη θέλησή του/ης να εφαρμόζει συχνά τέτοιου είδους διδακτικές πρακτικές.
- xi) Δεν απαιτείται ειδικός χώρος για την εκτέλεση των πειραμάτων και μπορούν να πραγματοποιηθούν ακόμη και στην αίθουσα διδασκαλίας ή σε υπαίθριους χώρους, στα πλαίσια διαθεματικών σχεδίων εργασίας (projects).

2.5 Γιατί συμπεριλήφθηκε το πείραμα στην προτεινόμενη διδακτική διαδικασία – Κριτική του πειράματος ως διδακτικού μέσου

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια διδακτική παρέμβαση εποικοδομητικού τύπου για την αποτελεσματική διδασκαλία στην εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, σε θέματα σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και το φαινόμενο της θερμικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των σωμάτων. Η διδακτική διαδικασία μεταξύ των άλλων δραστηριοτήτων περιλαμβάνει την εμπλοκή των μαθητών/τριών στην εκτέλεση πειραμάτων, η οποία έχει στόχους :

- i) **γνωστικής ανάπτυξης**, σχετικούς μεν με τη μάθηση του περιεχομένου και της μεθοδολογίας της φυσικής, αλλά για την ευρύτερη νοητική ανάπτυξη του ατόμου και όχι για τη δημιουργία επιστημόνων ή μηχανικών, με το
 - να διευκολύνει την αλλαγή των (πρότερων) εναλλακτικών αντιλήψεων του παιδιού στα αντίστοιχα θέματα και

- να επιτρέπει στο παιδί να κατανοήσει τις αρχές που διέπουν τα αντίστοιχα φυσικά φαινόμενα και όχι να παπαγαλίσει νόμους και μαθηματικές σχέσεις,
- ii) **συναισθηματικούς**, για τη δημιουργία στο παιδί θετικής στάσης απέναντι στο μάθημα της φυσικής, έτσι ώστε
 - να κρατά το ενδιαφέρον του παιδιού και
 - να υποστηρίζει την ενεργό ενασχόληση του παιδιού και την εμπλοκή του στη μαθησιακή διαδικασία,
- iii) **κοινωνικούς**, για την ανάπτυξη κοινωνικής συμπεριφοράς εκ μέρους του παιδιού και
- iv) **ψυχοκινητικούς**, για την ανάπτυξη χειρωνακτικών και γενικότερα κινητικών δεξιοτήτων του παιδιού.

Για την επίτευξη των παραπάνω στόχων είναι επιθυμητό το παιδί να είναι ενήμερο για τις αντιλήψεις του για τον καθημερινό κόσμο και τους περιορισμούς που αυτές παρουσιάζουν. Η κατανόηση των αντιλήψεών του υποτίθεται ότι το προδιαθέτει θετικά στο να τις αλλάξει και να τις αντικαταστήσει με αυτές που προτείνει ο/η δάσκαλος/άλα. Ωστόσο κατά τον Andersson (1986) ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής είναι οι νέες εναλλακτικές αντιλήψεις, που εισάγονται από το/η δάσκαλο/άλα και αντικατοπτρίζουν την επιθυμητή γνώση να βιώνονται ως περισσότερο περιεκτικές και καλύτερες σε σχέση με εκείνες του παιδιού.

Θεωρούμε υποχρέωσή μας και προς αποφυγή παρεξηγήσεων να επισημάνουμε και πάλι το γεγονός ότι το πείραμα λειτουργεί επικουρικά με τις υπόλοιπες διδακτικές πρακτικές στη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος, το οποίο προτείνουμε και αξιολογούμε με βάση τη δοκιμαστική εφαρμογή του στην τάξη. Η λεπτομερέστερη παρουσίαση του πειράματος ως διδακτική πρακτική επιλέχθηκε να γίνει γιατί το πείραμα, αν και προτείνεται με επιμονή και ενθουσιασμό τα τελευταία 150 χρόνια στη διδασκαλία των Φ.Ε., εξακολουθεί να έχει μειωμένη μαθησιακή αποτελεσματικότητα και βρίσκεται πάντα στο επίκεντρο ερευνών, σε μια προσπάθεια να αιτιολογηθεί και να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό.

Σε κριτικές που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σημειώνονται τα αδύνατα σημεία της εργαστηριακής/πειραματικής διαδικασίας, στα οποία μπορούν να αποδοθούν οι

λόγοι της αποτυχίας των πειραματικών μεθόδων που εφαρμόστηκαν εκτεταμένα από το 1960 και μετά (βιβλιογραφική ανασκόπηση από τον Τσελφέ, 2002).

Σύμφωνα με αυτές, οι τρεις πιο πρόσφατες μορφές εργαστηριακών δραστηριοτήτων χαρακτηρίζονται από (ή και προβάλλουν) μια διαστρεβλωμένη εικόνα της επιστημονικής δραστηριότητας, με την πρώτη (κατά χρονολογική σειρά εμφάνισης) από αυτές να βάζει το/η μαθητή/τρια στη θέση του επιστήμονα-ντετέκτιβ, τη δεύτερη να διαχωρίζει τις επιστημονικές δεξιότητες και διαδικασίες από τη γνωστική τους βάση και την τρίτη να εμφανίζει την επιστημονική δραστηριότητα σαν μια δραστηριότητα ελέγχου μεταβλητών. Όσον δε αφορά τις τελευταίες προτάσεις, που δίνουν έμφαση στην ταυτοποίηση και την εκτίμηση των εμπειρικών τεκμηρίων, εξακολουθούν να κάνουν το επιστημολογικό λάθος της πρότασης ενός μοντέλου ή μιας δομής για την επιστήμη και την επιστημονική δραστηριότητα.

Μεγάλη εμφανίζεται να είναι και η πιθανότητα ένα διδακτικό πείραμα να υπονομεύει την κατανόηση του περιεχομένου αντί να την προωθεί, γιατί συχνά οι εργαστηριακές δραστηριότητες δεν σχετίζονται με τους διδακτικούς στόχους, για τους οποίους σχεδιάστηκαν.

Τα αποτελέσματα στο συναισθηματικό και ψυχοκινητικό τομέα μπορούν πολύ εύκολα να αναστραφούν και, ενώ η ενεργός συμμετοχή των παιδιών στην εργαστηριακή διαδικασία οδηγεί σε καλύτερη μάθηση, η συνεχής ενασχόληση των μαθητών/τριών με τέτοιου είδους έργα τα μετατρέπει σε εκπαιδευτική καθημερινότητα, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτοί οι στόχοι της κινητοποίησης και πρόκλησης του ενδιαφέροντος των μαθητών/τριών και της καλλιέργειας των πρακτικών και των ανώτερων γνωστικών δεξιοτήτων. Τα καλύτερα αποτελέσματα φαίνεται να επιτυγχάνονται με προγράμματα εργαστηριακής διδασκαλίας που δεν είναι ούτε εντατικά, ούτε εκτεταμένα.

Κατά το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης λήφθηκαν υπόψη όλα τα παραπάνω.

ΜΕΡΟΣ 3^ο

Η ΕΡΕΥΝΑ

3.1 Μεθοδολογία της έρευνας

Πριν το σχεδιασμό και την εφαρμογή της διδακτικής παρέμβασης που περιγράφεται, έγινε η σχετική επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας και λήφθηκαν υπόψη τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών στη διδασκαλία των Φ.Ε., σχετικά με τις ιδέες των παιδιών για τις βασικές έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας και τα φαινόμενα που συνοδεύουν τη θερμική αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών σωμάτων (Driver et al., 1993; Driver et al., 1998; Tytler, 2000; Καρύδας, 2000; Κόκκοτας, 2002; Cotignola et al., 2002; She, 2003; Σκουμιάς, 2005). Οι ιδέες αυτές έχουν παρουσιαστεί σε προηγούμενη παράγραφο (σελ. 22).

Η διδασκαλία έγινε σε τμήμα της Α' Γυμνασίου με 24 παιδιά (14 κορίτσια και 10 αγόρια), σε σχολείο κεντρικής περιοχής της Λάρισας (4^ο Γυμνάσιο Λάρισας) με αστικό (κυρίως) και ημιαστικό (λιγότερο) πληθυσμό.

Συνολική χρονική διάρκεια της επαφής με τους/ις μαθητές/τριες: 7 διδακτικές ώρες μέσα σε διάστημα 6 εβδομάδων. Συγκεκριμένα:

- Την 1^η ώρα δόθηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο ανίχνευσης των ιδεών των παιδιών.
- Μετά την παρέλευση μιας εβδομάδας έγιναν οι διδασκαλίες, που κάλυψαν 4 διδακτικές ώρες (δυο δίωρα) και πραγματοποιήθηκαν μέσα σε μια εβδομάδα.
- Μετά την πάροδο 5 ακόμη εβδομάδων έγινε η τελευταία συνάντηση με τα παιδιά, που διήρκεσε 2 συνεχόμενες διδακτικές ώρες. Την 1^η ώρα δόθηκε το τελικό ερωτηματολόγιο και τη 2^η ώρα έγινε μια συνολική αποτίμηση του εγχειρήματος και συζήτηση με τα παιδιά.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου (και του αρχικού και του τελικού) και η συζήτηση έγιναν στην αίθουσα διδασκαλίας του τμήματος, ώστε τα παιδιά να βρίσκονται σε οικείο χώρο.

Οι διδασκαλίες θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν σε οποιονδήποτε κατάλληλα διαμορφωμένο – με θρανία – χώρο του σχολείου, γιατί επιλέχθηκε η χρήση εστιών

θέρμανσης αερίου (γκαζάκια), οπότε δεν υπήρχε η ανάγκη ηλεκτρικής εγκατάστασης παροχής ενέργειας για τη θέρμανση των σωμάτων και όλα τα υπόλοιπα υλικά ήταν καθημερινής χρήσης, μικρών διαστάσεων και άρα εύκολα μεταφερόμενα και τοποθετούμενα σε οποιοδήποτε μέρος. Η τελική επιλογή να πραγματοποιηθεί το σύνολο των τεσσάρων ωρών διδασκαλίας στο χώρο του εργαστηρίου Φ.Ε. του σχολείου οφείλεται καθαρά και μόνο στο ότι ο χώρος αυτός ήταν διαθέσιμος και έτσι η διδάσκουσα/ερευνήτρια είχε τη δυνατότητα να τον προετοιμάσει εκ των προτέρων κατάλληλα, εφοδιάζοντάς τον με τα απαραίτητα υλικά και προπαρασκευάζοντας την εκτέλεση των διδακτικών δραστηριοτήτων. Εκεί υπήρχαν οι 6 πάγκοι εργασίας, διατεταγμένοι σε δυο σειρές των τριών πάγκων η καθεμιά, όπου τα παιδιά μπορούσαν να εκτελέσουν τις υποδεικνυόμενες από τα φύλλα εργασίας δραστηριότητες, καθώς και παρασκευαστήριο, όπου η διδάσκουσα προετοίμαζε τα υλικά που απαιτούνταν για τα πειράματα και τα τακτοποιούσε μετά το τέλος των πειραμάτων. Μεταξύ των πάγκων εργασίας των μαθητών/τριών παρεμβалλόταν αρκετός χώρος, έτσι ώστε η διδάσκουσα να μπορεί να κινείται άνετα και γρήγορα, ελέγχοντας την πορεία εργασίας όλων των ομάδων, υποστηρίζοντας και υποβοηθώντας το έργο τους, χωρίς να τις ενοχλεί κατά την εκτέλεση των διαφόρων δραστηριοτήτων.

Θα μπορούσε επίσης να ανατεθεί στα παιδιά να εκτελέσουν τις πειραματικές δραστηριότητες, που περιλαμβάνονται στη διδακτική σειρά, στο δικό τους χώρο (π.χ. το σπίτι τους) με την καθοδήγηση κατάλληλα διαμορφωμένων φύλλων εργασίας. (Αυτό, άλλωστε, είναι ένα από τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης, όπως αναφέρονται στην § 3.3α, σελ 49.) Στην παρούσα έρευνα δεν έγινε κάτι τέτοιο, γιατί μας ενδιέφερε να μπορέσουμε να παρακολουθήσουμε τη συμπεριφορά των παιδιών και τις συζητήσεις μεταξύ τους και κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πειραμάτων, ώστε να μπορέσουμε να αποτιμήσουμε τα συναισθηματικά και κοινωνικά αποτελέσματα της διδακτικής μας παρέμβασης.

Τα παιδιά πριν από 1 χρόνο (στην έκτη δημοτικού) είχαν παρακολουθήσει διδασκαλία παραδοσιακού τύπου στα εξής θέματα της θερμότητας:

- Ενέργεια, θερμοκρασία και ανθρώπινη ζωή.
- Το θερμόμετρο.
- Θερμοκρασία – θερμότητα: δύο έννοιες διαφορετικές.
- Η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγή.

- Η θερμότητα μεταφέρεται με ρεύματα.
- Η θερμότητα διαδίδεται με ακτινοβολία.
- Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα στερεά.
- Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα υγρά.
- Μια εξαίρεση με μεγάλη σημασία για τη ζωή: το νερό.
- Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα αέρια.
- Η φυσική κατάσταση των σωμάτων.
- Τήξη και πήξη.
- Εξάτμιση και υγροποίηση.
- Βρασμός.
- Ο κύκλος του νερού.

Η επιλογή της Α΄ τάξης Γυμνασίου έγινε με βάση το κριτήριο να μην έχουν ακόμη δεχθεί (στο γυμνάσιο) τα παιδιά διδασκαλία για τα θέματα αυτά, έτσι ώστε να περιορίζονται στο γνωστικό υπόβαθρο που οφείλεται στην εμπειρία τους και σ' αυτά που διδάχθηκαν στο δημοτικό, αλλά και να έχει περάσει αρκετός χρόνος από την προηγούμενη διδασκαλία, ώστε να έχουν εκλείψει οι τυχόν πρόσκαιρες επιδράσεις της, οι οποίες δεν σχετίζονται με τη γνώση που χαρακτηρίζεται από διάρκεια παραμονής και να μπορέσουμε να ελέγξουμε την επίδραση του μαθησιακού περιβάλλοντος που εφαρμόζουμε. Καταστήσαμε σαφές ότι η διδασκαλία δεν αποσκοπούσε στην αξιολόγηση των γνώσεών τους και τη βαθμολόγησή τους. Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου η ερευνήτρια ήταν παρούσα, ώστε η διαδικασία να γίνει χωρίς να πιεστούν χρονικά τα παιδιά από τον/ην εκπαιδευτικό της τάξης τους ή (ίσως) καθοδηγηθούν από εκείνον/ην, χαλαρώσουν ή ανταλλάσσουν απόψεις μεταξύ τους, για να εξασφαλιστεί, κατά το δυνατόν, η εγκυρότητά του. Με αυτό τον τρόπο καταβλήθηκε προσπάθεια τα παιδιά να εκφράζονται αυθόρμητα και όχι να λένε αυτά που θεωρούν ότι περιμένουμε εμείς να ακούσουμε από εκείνα.

Αρχικά δόθηκε στα παιδιά ερωτηματολόγιο – τεστ γνώσεων, για την ανίχνευση και καταγραφή των αρχικών αντιλήψεών τους για τα θέματα της θερμότητας που θα διδάσκονταν στη συνέχεια. Το ερωτηματολόγιο αυτό επαναλήφθηκε και μετά το τέλος της διδακτικής παρέμβασης και σε αυτή τη φάση περιελάμβανε και ένα δεύτερο μέρος,

το οποίο αποσκοπούσε στη συναισθηματική αξιολόγηση της διδασκαλίας που είχε προηγηθεί. Στο ερωτηματολόγιο που δόθηκε πριν και μετά τη διδασκαλία υπάρχουν ερωτήσεις που καλύπτουν τους διδακτικούς στόχους που τέθηκαν και φαίνεται στο Παράρτημα Γ'.

Κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης έγινε λεπτομερής παρατήρηση και καταγραφή των δραστηριοτήτων των παιδιών και του λόγου που ανέπτυξαν. Επίσης έγινε (i) συνεχής μαγνητοφώνηση μιας ομάδας, που επιλέχθηκε επειδή εμφάνιζε ιδιαίτερο ενδιαφέρον με βάση τις αντιλήψεις και την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας, η οποία ήταν συνεχής και σχετική κατά την πλειονότητά της με το έργο της ομάδας, (ii) μαγνητοφώνηση των υπολοίπων ομάδων εκ περιτροπής και (iii) μαγνητοφώνηση όλων των συζητήσεων που έγιναν στην τάξη.

Στη συνέχεια δίνεται το αναλυτικό πρόγραμμα του προγράμματος μαθημάτων, τα οποία πραγματοποιήθηκαν κατά τη διδακτική παρέμβαση, δηλ. περιγράφονται ο σκοπός, οι γενικοί στόχοι της διδασκαλίας των Φ.Ε. και οι ειδικοί στόχοι που τέθηκαν για τις συγκεκριμένες ενότητες από την εννοιολογική περιοχή της θερμότητας, η ακολουθία των δραστηριοτήτων στις οποίες ενεπλάκησαν τα παιδιά και τεκμηριώνονται οι επιλογές που έγιναν.

Σε μια προσπάθεια να διαφυλαχτεί η επαναληψιμότητα της μεθόδου, γίνεται ειδική μνεία για όλα τα σημεία της πειραματικής διαδικασίας που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, για την κατά το δυνατόν πληρέστερη καθοδήγηση οποιουδήποτε και οποιασδήποτε συναδέλφου θα ήθελε να εφαρμόσει στην τάξη του/ης ένα τέτοιο ή παρόμοιο πρόγραμμα διδασκαλίας. Στον/ην εκπαιδευτικό, που θα ήθελε να την εφαρμόσει στην τάξη του/ης, επαφίεται η βελτίωση του διδακτικού υλικού ή η τροποποίηση της διδασκαλίας, έτσι ώστε να ταιριάζει με τα ενδιαφέροντα και τις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών και μαθητριών του/ης.

3.2 Στόχοι της διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση που περιγράφεται σκοπεύει να φέρει σε επαφή τους/ις μαθητές/τριες με έννοιες και φαινόμενα από την εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας

και να υποστηρίξει αποτελεσματικά την επιδιωκόμενη επίτευξη εννοιολογικής αλλαγής. Η πρώτη επαφή μ' αυτό το αντικείμενο στο σχολικό περιβάλλον (σύμφωνα με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα) γίνεται στην τελευταία τάξη του Δημοτικού Σχολείου και επαναλαμβάνεται στη Β' Γυμνασίου. Βέβαια τα παιδιά έχουν αρχίσει να σχηματίζουν αντιλήψεις γι' αυτά τα θέματα από την καθημερινότητά τους από τα πρώτα μόλις χρόνια της ζωής τους. Οι περισσότερες από τις πληροφορίες, που δέχονται μέσω των αισθήσεών τους από τη μικρή ηλικία, συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με θερμοκρασιακές αλλαγές και μεταβολές του θερμικού περιεχομένου των σωμάτων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να δημιουργούνται πολλές εννοιολογικές δομές, που συνήθως δεν ανταποκρίνονται στην επιθυμητή μορφή γνώσης.

Σκοπός της διδασκαλίας των Φ.Ε. δεν είναι να προετοιμάσει τους/ις μαθητές/τριες για το επόμενο επίπεδο της εκπαίδευσης, αλλά να τους/ις βοηθήσει να κατανοήσουν τελικά τον κόσμο που τους/ις περιβάλλει, μέσα από διαδικασίες αναδιοργάνωσης, ανάπτυξης ή εγκατάλειψης των προσωπικών τους ιδεών και απόκτησης άλλων, συμβατών με το επιστημονικό μοντέλο, που μαζί με τις προηγούμενες θα αποτελούν ένα οργανωμένο, χρήσιμο και λειτουργικό σύνολο (Σταυρίδου κ.ά., 1998; Κουμαράς, 2002).

Ειδικότερα οι γενικοί στόχοι της διδασκαλίας των Φ.Ε. είναι (ΥΠ.Ε.Π.Θ., 2003):

- 1) η απόκτηση γνώσεων για τα αντικείμενα των Φ.Ε., ώστε οι μαθητές/τριες να μπορούν όχι μόνο να παρατηρούν αλλά και να ερμηνεύουν τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω τους,
- 2) η καλλιέργεια της ανεξάρτητης σκέψης,
- 3) η καλλιέργεια ομαδικού και συλλογικού πνεύματος εργασίας, για την επίτευξη κοινών στόχων,
- 4) η εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία,
- 5) η εξοικείωση με την επιστημονική ορολογία,
- 6) η διαπίστωση της συμβολής των Φ.Ε. στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, αλλά και η δυνατότητα κριτικής αξιολόγησης των επιδράσεων της επιστήμης και της τεχνολογίας στη ζωή του ανθρώπου,
- 7) η διάθεση συμμετοχής στην προσπάθεια επίλυσης καθημερινών και κοινωνικών προβλημάτων.

Η παρούσα διδασκαλία καλείται να βοηθήσει στην επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής σε επιλεγμένες θεματικές ενότητες από την εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας και πιο συγκεκριμένα στις :

- * Οι Έννοιες Θερμότητα (Θ) Και Θερμοκρασία (θ) Στην Καθημερινή Ζωή – Διάκριση Μεταξύ Τους (Ενότητες 1 & 2)
- * Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέρμανση ενός σώματος – Θερμότητα (Θ) & Ψύχος (Ψ): Οι Δυο Όψεις του Ίδιου Νομίσματος – Η Ροή της Θερμότητας (Ενότητες 3 & 4)

Οι ειδικότεροι στόχοι της διδασκαλίας, οι οποίοι συνδέονται άμεσα με τις υπάρχουσες μαθησιακές δυσκολίες, είναι να μπορούν οι μαθητές/τριες :

(α) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού είναι υποκειμενική και ο μόνος αντικειμενικός και αδιάβλητος τρόπος αποτίμησης της θερμικής κατάστασης ενός σώματος είναι με τη χρήση επιστημονικών οργάνων μέτρησης, δηλ. των θερμομέτρων,

(β) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν την εξάρτηση της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού όχι μόνον από τη θερμοκρασία του σώματος, αλλά και από τη σύστασή του και ειδικότερα από το πόσο γρήγορα μπορεί να διαδοθεί η θερμότητα από το χέρι μας προς το σώμα ή αντίστροφα,

(γ) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η θερμότητα είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία,

(δ) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η αιτία διάδοσης της θερμότητας είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα σώματα και ότι η θερμότητα ρέει πάντα από το σώμα υψηλότερης προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας,

(ε) να ενοποιήσουν τις έννοιες του ψύχους και της θερμότητας και να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι το ψύχος είναι έλλειψη θερμότητας,

(στ) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η ποσότητα θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα εξαρτάται μεν από τη μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά επίσης και από τη μάζα, τη σύσταση και τη φυσική κατάσταση του σώματος.

3.3 Περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης

Ακολουθεί η περιγραφή της διδακτικής παρέμβασης, που σχεδιάστηκε σύμφωνα με τις στρατηγικές για την προώθηση της εννοιολογικής αλλαγής, οι οποίες προαναφέρθηκαν στην §2.3 (σελ. 24) και καλύπτοντας τους γενικούς στόχους διδασκαλίας των Φ.Ε. (σελ. 45) και τους ειδικότερους στόχους που τέθηκαν για τις συγκεκριμένες ενότητες (σελ. 46).

3.3α Χαρακτηριστικά της διδακτικής παρέμβασης

Πρόκειται για μια διδακτική παρέμβαση, βασικά στοιχεία της οποίας αποτελούν τα πειράματα που καλούνται να εκτελέσουν οι μαθητές/τριες στον κατάλληλο χώρο του σχολείου τους και οι συζητήσεις και οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μαθητών/τριών και μεταξύ αυτών και της εκπαιδευτικού. Ανταποκρινόμενη σε βασικές κατευθυντήριες διδακτικές αρχές-πρότυπα των διδακτικών-μαθησιακών στόχων (όπως συνοπτικά παρουσιάζονται από τον Μπαμπαρούτση, 2005), αποσκοπεί:

- Στην κινητοποίηση και ενεργοποίησή τους μέσα από καταστάσεις προβληματισμού, ώστε να οικοδομήσουν την αυτόνομη προσωπική τους γνώση μέσα από διερευνητική στάση (αρχή της ενεργητικής μάθησης).
- Στην ενθάρρυνση και υποστήριξη της έκφρασης της προσωπικής τους γνώμης, ώστε να επιτευχθεί η δυνατότητα έκφρασης από κάθε παιδί (αρχή της ατομικότητας).
- Στην παροχή δυνατότητας συνεργασίας και επικοινωνίας μεταξύ των μελών μιας ομάδας, ώστε να γίνει η γνώση αντικείμενο διαπραγμάτευσης μέσα στην ομάδα και να θεωρηθεί διυποκειμενική και κοινωνικά προσδιορισμένη (αρχή της συνεργασίας).
- Να δοθεί η δυνατότητα επανάληψης με ελεγχόμενο τρόπο και εξερεύνησης φαινομένων που συμβαίνουν στον καθημερινό κόσμο του παιδιού, ώστε να

- αποδώσει νόημα στην εμπειρία του ερμηνεύοντας φαινόμενα που την καθορίζουν (αρχή του πειραματισμού).
- Να διευκολυνθεί η σύγχρονη ή και η εκ των υστέρων παρακολούθηση των ενεργειών τους, ώστε να τους δοθεί η δυνατότητα να ελέγξουν και να συντονίσουν τις ενέργειές τους (αρχή της μεταγνώσης και του αναστοχασμού).
 - Να δοθεί έμφαση στο γνωστικό ορίζοντά τους, ώστε να μπορέσουν να συνδέσουν οργανικά τις νέες γνώσεις με τις παλιές (αρχή της έμφασης στις προηγούμενες γνώσεις).
 - Να δοθεί η δυνατότητα εντοπισμού της αιτίας του λάθους, ώστε να μπορούν να αναγνωρίζουν την αιτία του λάθους σε παρόμοιες καταστάσεις (αρχή της διαχείρισης λάθους).
 - Στη χρήση κατάλληλων ερεθισμάτων για την ενεργοποίηση του συναισθηματικού παράγοντα, που εξασφαλίζει τις απαραίτητες προϋποθέσεις συναισθηματικής ισορροπίας, ώστε να διατηρείται έντονο το ενδιαφέρον τους διευκολύνοντας τη βιωματική μάθηση, που αναπτύσσει ισόρροπα τη νόηση και το συναίσθημα (αρχή της διαχείρισης συναισθήματος).

Πρόκειται για μια πειραματική εκπαιδευτική εφαρμογή, στην οποία καταβλήθηκε προσπάθεια να :

- περιλαμβάνει απλά κατανοητά παραδείγματα, μέρη περισσότερο σύνθετων φυσικών φαινομένων,
- υποστηρίζει την εξερεύνηση φαινομένων μέσω δραστηριοτήτων,
- υποβοηθά τη μάθηση, και για τις απλούστερες και για τις πιο σύνθετες έννοιες,
- οδηγεί στην ολοκλήρωση της μάθησης, δεξιοτήτων και στάσεων μέσα από δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων.

Εξασφαλίζει μέθοδο διδασκαλίας, που στηρίζεται στην ενεργό συμμετοχή και εναλλακτική παρουσίαση της πληροφορίας και συνεπώς υποκινεί μαθησιακά περισσότερο τους/ις μαθητές/τριες, σε σχέση με άλλες παραδοσιακές δραστηριότητες.

Υποβοηθά την αυτο-ρυθμιζόμενη μάθηση, παρέχοντας τη δυνατότητα στους/ις μαθητές/τριες να ακολουθούν το δικό τους ρυθμό ενασχόλησης με το αντικείμενο,

λόγω της χαλαρής εξάρτησης μεταξύ των ομάδων. Προάγει έτσι τη μάθηση ως μια προσωπική και ενεργητική διαδικασία, όπου ο μαθητής έχει τις δικές του διαδρομές.

Βασίζεται σε ισχυρές ιδέες, που αποτελούν τη βάση των νοητικών μοντέλων των μαθητών/τριών.

Επιτρέπει την πειραματική μάθηση, ώστε οι μαθητές/τριες να μαθαίνουν κάνοντας και όχι απλά παρακολουθώντας ή ακούγοντας μια περιγραφή του πώς και γιατί συμβαίνει κάτι.

Παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες και την κατάλληλη καθοδήγηση, ώστε να μπορεί ο/η μαθητής/τρια να τη χειρίζεται και μόνος/η του/ης στο δικό του/ης χώρο. Στο σκοπό αυτό συμβάλλουν τα φύλλα εργασίας, τα οποία δίνονται και καθορίζουν την πορεία εργασίας των παιδιών.

Δίνει τη δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ των μαθητών/τριών, αφού μέσα από τις δραστηριότητες δίνονται εναύσματα για συζήτηση, ώστε να υπάρχει αλληλεπίδραση και συνεργασία μεταξύ τους. Προωθείται λοιπόν η συζήτηση και η ανταλλαγή απόψεων για τον τρόπο αντιμετώπισης των προβλημάτων που τίθενται. Έτσι ικανοποιείται η απαίτηση για συνεργατική μάθηση, που είναι μια από τις συνιστώσες του κοινωνικού χαρακτήρα της εποικοδόμησης της γνώσης.

Το πείραμα αντιμετωπίζεται στη διαδικασία διδασκαλίας – μάθησης ως (i) πηγή πληροφόρησης, (ii) εποπτικό μέσο διδασκαλίας και (iii) εργαλείο γνωστικής ανάπτυξης.

3.3β Δομή και οργάνωση της διδακτικής παρέμβασης

Το μαθησιακό περιβάλλον απευθύνεται σε μαθητές/τριες Α΄ τάξης γυμνασίου, 12-13 χρόνων, θα μπορούσε όμως να χρησιμοποιηθεί για τη διδασκαλία των ίδιων εννοιών και σε παιδιά της έκτης Δημοτικού ή των μεγαλύτερων τάξεων του γυμνασίου. Εμπνέεται από την εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση και τις σύγχρονες παιδαγωγικές και ψυχολογικές αρχές. Περιλαμβάνει:

- (i) την εισαγωγή στις έννοιες της κάθε ενότητας με τις κατάλληλες ερωτήσεις των φύλλων εργασίας,
- (ii) τον προβληματισμό των μαθητών/τριών και τη διατύπωση προβλέψεων για καταστάσεις παρμένες από την καθημερινή τους ζωή,

- (iii) την εκτέλεση πειραματικών ασκήσεων από τους/ις μαθητές/τριες σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο, υπό την επίβλεψη της εκπαιδευτικού και
- (iv) τη συζήτηση μεταξύ όλων των μαθητών/τριών στην τάξη υπό την καθοδήγηση της εκπαιδευτικού και την εξαγωγή συμπερασμάτων αποδεκτών από όλους και σύμφωνων με την επιστημονική άποψη.

Τα παιδιά επιλέχθηκε να δουλέψουν σε ομάδες. Η επιλογή αυτή καθορίστηκε από τους γνωστικούς (η άμεση εμπειρία θεωρείται σημαντική για την απόκτηση της επιθυμητής γνώσης), ψυχοκινητικούς και συναισθηματικούς στόχους της διδακτικής παρέμβασης. Δημιουργήθηκαν 6 ομάδες των 4 ατόμων, με κριτήριο την ικανότητα συνεργασίας μεταξύ των μελών της κάθε ομάδας. Οι φιλικές σχέσεις που υπήρχαν ανάμεσα στα παιδιά βοήθησαν στη συνεργασία μεταξύ τους, ακόμα όμως και σε ομάδες που δεν υπήρχαν φιλικές σχέσεις ιδιαίτερα αναπτυγμένες πριν από τη συγκεκριμένη διδασκαλία, παρατηρήθηκε ότι μετά τα πρώτα 15 λεπτά "αναγκαστικής" συνύπαρξης, τα μέλη της ομάδας συνεργάστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό και συμμετείχαν, άλλος/η λιγότερο και άλλος/η περισσότερο, στη διαδικασία.

Η διδακτική παρέμβαση ακολούθησε το εποικοδομητικό μοντέλο για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Κατά το σχεδιασμό της λήφθηκαν υπόψη οι αντιλήψεις των μαθητών/τριών και η δυνατότητα συνεργασίας μεταξύ τους. Ακολουθήθηκε αφενός η υιοθέτηση του διδακτικού μοντέλου του Rogers (όπως αναφέρεται από τον Σκουμιό, 2005), που περιλαμβάνει τις φάσεις: ενημέρωση (awareness), ενδιαφέρον (interest), δοκιμή (trial), αξιολόγηση (evaluation) και υιοθέτηση (adoption) και αφετέρου η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση της κοινωνικο-γνωστικής σύγκρουσης ως εργαλείου αναδόμησης των αντιλήψεων. Το παραπάνω μοντέλο δεν είναι τελείως ξένο για τα παιδιά (και έτσι δεν δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα να προσαρμοστούν σ' αυτό), γιατί έχει στοιχεία από τη διδασκαλία που σε αρκετές περιπτώσεις εφαρμόζουν ορισμένοι εκπαιδευτικοί, ιδιαίτερα στις φυσικές επιστήμες και τα μαθηματικά.

Πορεία της διδακτικής παρέμβασης που πραγματοποιήθηκε:

- Παρουσιάζεται επιγραμματικά το θέμα που θα μελετηθεί και δίνεται το ατομικό φύλλο εργασίας, στην αρχή του οποίου περιέχονται ερωτήσεις που κάθε μαθητής/τρια καλείται να απαντήσει και τον/ην εισάγουν ομαλά στο προς διερεύνηση θέμα.

- Γίνεται παρουσίαση και σύγκριση των απαντήσεων των μελών της ομάδας και συζητούνται σύντομα οι διαφορετικές απόψεις, με σκοπό να υιοθετηθεί (αν είναι δυνατόν) μια κοινή άποψη από όλα τα μέλη της.
- Ακολουθεί η εκτέλεση του πειράματος (και η καταγραφή των πειραματικών μετρήσεων), που επιβεβαιώνει ή καταρρίπτει τις προβλέψεις των παιδιών.
- Γίνεται συζήτηση στην τάξη και υιοθετείται μια κοινά αποδεκτή άποψη για το αντίστοιχο θέμα της διδασκαλίας.

Στο τέλος των διδακτικών ενοτήτων, που πραγματεύονται έννοιες στις οποίες, σύμφωνα με τα ερευνητικά δεδομένα της βιβλιογραφίας, τα παιδιά συναντούν συχνά δυσκολίες, χρησιμοποιείται ένα πρόσθετο εργαλείο παρουσίασης της επιθυμητής γνώσης. Δίνονται τα μοντέλα: "Διάλυση χρώματος σε νερό", ανάλογο της "Θέρμανσης σώματος", και "Ανάμιξη ροφημάτων σοκολάτας διαφορετικής γλυκύτητας (γλυκιάς και πικρής)", ανάλογο των εννοιών "Θερμότητα και Ψύχος" – όπως πολύ εύστοχα και ευρηματικά παρουσιάζονται στη διατριβή του κ. Σκουμιού (2005), από τον οποίο τα υιοθετήσαμε.

Χρονική διάρκεια διδακτικής παρέμβασης: δυο φορές από 2 διδακτικές ώρες (συνεχόμενες για να μπορεί να ολοκληρωθεί η διαδικασία που καθορίζεται από το κάθε φύλλο εργασίας) σε δυο διαδοχικές ημέρες (ή τουλάχιστον μέσα στην ίδια εβδομάδα), για να μη χαθεί η αίσθηση της συνέχειας από το πρώτο διδακτικό δίωρο μέχρι το δεύτερο.

Δυο 2ωρα θεωρήσαμε πως είναι αρκετά, για να μην επαναλαμβάνουμε τα ίδια πράγματα και γινόμαστε κουραστικοί στα παιδιά και στους εαυτούς μας.

Τα ανάλογα μοντέλα, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τον/ην εκπαιδευτικό, στην προσπάθειά του/ης να βοηθήσει τα παιδιά να συνδέσουν συνειρμικά την επιθυμητή γνώση με απλά παραδείγματα από την καθημερινότητά τους και έτσι να γίνει δυνατή η μεταφορά γνώσης από μια γνωστική περιοχή σε μια άλλη. Υπάρχουν όμως κάποιες προϋποθέσεις, που δημιουργούν περιορισμούς στη χρήση τους:

- (i) Για το μοντέλο "Διάλυση χρώματος σε νερό", ανάλογο της "Θέρμανσης σώματος", υπάρχει περιορισμός ως προς το τελικό χρώμα του διαλύματος, το οποίο δεν μπορεί να είναι πιο έντονο από το αμιγές χρώμα που διαλύθηκε, ενώ στην αντίστοιχη περίπτωση της Θέρμανσης σώματος, δεν υπάρχει περιορισμός

στην τιμή της τελικής θερμοκρασίας του σώματος, που μπορεί να ανέλθει οσοδήποτε με συνεχή προσφορά θερμότητας. (Πιθανές αλλαγές φάσης που ενδιάμεσα συμβαίνουν δεν αλλάζουν το τελικό αποτέλεσμα της θεωρητικά απεριόριστης αύξησης της θερμοκρασίας).

Παρουσιάζεται επίσης δυσαρμονία μεταξύ των δυο ανάλογων μοντέλων στο σημείο που για ένα σώμα συμβαίνει αλλαγή φυσικής κατάστασης (στο σημείο τήξης ή στο σημείο βρασμού), οπότε η παροχή θερμότητας δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας του σώματος, ενώ στο μοντέλο της διάλυσης χρώματος η προσθήκη χρώματος έχει σαν αποτέλεσμα το να γίνεται συνεχώς εντονότερο το χρώμα του διαλύματος.

Τέλος το ανάλογο μοντέλο της Διάλυσης χρώματος σε νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για την ποιοτική προσέγγιση της θέρμανσης ενός σώματος και όχι για εξαγωγή ποσοτικών συμπερασμάτων, γιατί η σχέση μεταξύ του ποσού της προσφερόμενης θερμότητας και της μεταβολής της θερμοκρασίας είναι γραμμική, ενώ δεν υπάρχει αντίστοιχη γραμμική σχέση μεταξύ της ποσότητας του χρώματος που διαλύεται και της απόχρωσης του διαλύματος που προκύπτει.

- (ii) Για το μοντέλο "Ανάμιξη ροφημάτων σοκολάτας διαφορετικής γλυκύτητας (γλυκιάς και πικρής)", ανάλογο των εννοιών "Θερμότητα και Ψύχος", υπάρχει επίσης αδυναμία μεταφοράς ποσοτικών συμπερασμάτων από το μοντέλο στις έννοιες των Φ.Ε., που μπορεί να οφείλεται σε αλλαγή φάσης του ενός σώματος κατά τη θερμική επαφή του με το άλλο, καθώς και στις διαφορετικές ειδικές θερμότητες των σωμάτων διαφορετικής σύστασης.

3.3γ Ακολουθία δραστηριοτήτων – Δομή και οργάνωση των φύλλων εργασίας

Σε κάθε δραστηριότητα που περιλαμβάνεται στα φύλλα εργασίας, προηγείται η περιγραφή κάποιας κατάστασης οικείας στα παιδιά και τους ζητείται να προβλέψουν την εξέλιξη του φαινομένου. Ακολουθεί η εκτέλεση κάποιου πειράματος και η καταγραφή ποσοτικών ή ποιοτικών στοιχείων από τα παιδιά. Η καταγραφή των στοιχείων γίνεται στον κατάλληλο χώρο, που υπάρχει στο φύλλα εργασίας, έτσι ώστε τα παιδιά να γνωρίζουν κάθε φορά τι πρέπει να καταγράψουν και σε ποιο χώρο. Στο τέλος γίνεται

συζήτηση στην τάξη, κατά την οποία η κάθε ομάδα παρουσιάζει τις παρατηρήσεις της και τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε, σε μια προσπάθεια αναζήτησης της άποψης που θα είναι αποδεκτή από το σύνολο των παιδιών της τάξης.

Τα φύλλα εργασίας, που περιέχουν τις δραστηριότητες κάθε διδακτικού δώρου και τα διάφορα είδη των δραστηριοτήτων φαίνονται στα Παραρτήματα Α και Β αντίστοιχα. Πρέπει να τονίσουμε ότι δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή ώστε τα φύλλα εργασίας εκτός από τη λειτουργικότητα να χαρακτηρίζονται και από καλαισθησία. σε μια προσπάθεια ενεργοποίησης του συναισθηματικού παράγοντα, έτσι ώστε να διατηρείται αμείωτο το ενδιαφέρον του παιδιού σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Οι λόγοι επιλογής της συγκεκριμένης ακολουθίας πράξεων αναλύονται στη συνέχεια.

Ερευνητές του χώρου της διδακτικής των Φ.Ε. υποστηρίζουν ότι είναι σημαντικό, πριν από τη διδασκαλία της νέας γνώσης, το παιδί να έχει την ευκαιρία να διατυπώσει την άποψή του (σε όσες περιπτώσεις αυτή υπάρχει), έτσι ώστε να συνειδητοποιήσει την ανεπάρκειά της, να δυσαρεστηθεί με αυτή και στη συνέχεια να διδαχθεί την καινούργια, η οποία πρέπει να του παρουσιαστεί με τρόπο κατανοητό και εύλογο. Επίσης προτείνουν τη σύγκριση της αρχικής άποψης του παιδιού με την επιστημονική που διδάχθηκε, έτσι ώστε να αντιληφθεί ότι η τελευταία είναι πιο παραγωγική, δηλ. μπορεί να ερμηνεύσει φαινόμενα που η αρχική του άποψη αδυνατούσε να ερμηνεύσει.

Κατά τη διάρκεια του πειράματος προάγεται η συνεργασία και η ανταλλαγή απόψεων μεταξύ των μελών της ομάδας, αλλά και των κοντινών ομάδων, με την προϋπόθεση ότι το επίπεδο θορύβου στην τάξη κρατείται αρκούντως χαμηλά. Στο τέλος κάθε πειράματος γίνεται συζήτηση στην τάξη: τα πειράματα από μόνα τους θα μπορούσαν να διευκολύνουν την κατάκτηση της γνώσης, στην περίπτωση της επαύξησης της γνωστικής βάσης του μαθητή και της εναρμόνισης, όταν δηλαδή οι πρότερες αντιλήψεις των παιδιών είναι προς την κατεύθυνση της επιθυμητής γνώσης και η κατάλληλη εκμετάλλευσή τους βοηθά στην κατάκτηση της γνώσης εκ μέρους τους. Συνήθως όμως απαιτείται τροποποίηση των ιδεών των παιδιών, η οποία μπορεί να είναι από την πιο απλή εναρμόνιση, ήτοι την εξέλιξη των υπάρχοντων νοητικών σχημάτων ώστε να ανταποκρίνονται στα καινούργια δεδομένα, μέχρι και την πλήρη αναδιοργάνωσή τους, όπου οι ιδέες και τα νοητικά σχήματα των παιδιών αλλάζουν δομή και περιεχόμενο.

Στην τελευταία αυτή περίπτωση είναι απαραίτητη η συζήτηση, το δε πείραμα λειτουργεί ως η βάση εκκίνησης και στήριξης της συζήτησης (Κουμαράς, 2002):

"Με το πείραμα οι μαθητές καθοδηγούνται στο να αποκτήσουν την απαιτούμενη εμπειρία, πάνω στην οποία ο δάσκαλος θα χτίσει τη σημασία των εννοιών. Είναι σημαντικός ο ρόλος της οργανωμένης από το δάσκαλο συζήτησης, που ακολουθεί το πείραμα και έχει στόχο να οδηγήσει από τα αποτελέσματα του πειράματος στην εξαγωγή συμπεράσματος και στη διδασκαλία της νέας γνώσης, καθώς (τις πιο) πολλές φορές τα αποτελέσματα «δε μιλούν» από μόνα τους, δεν οδηγούν δηλ. μόνα τους στην επιθυμητή γνώση".

3.3δ Δομή και οργάνωση των πειραμάτων

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες, που ήταν χωρισμένοι σε 6 τετραμελείς ομάδες. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα ήταν υλικά που υπάρχουν στη διάθεσή μας στα σπίτια ή στο σχολείο (όπως γκαζάκι βουτανίου και μπρίκια για τη θέρμανση, νερό βρύσης και λάδι, το ξύλο του θρανίου και το μεταλλικό υλικό από τα μπρίκια), με εξαίρεση τα θερμομέτρα (που προέρχονταν από τα υλικά του σχολικού εργαστηρίου) με κλίμακα μέτρησης από -10°C έως $+110^{\circ}\text{C}$, που όμως δεν παραξένεψαν τα παιδιά, γιατί τα παρομοίασαν με τα υδραργυρικά ιατρικά θερμομέτρα του σπιτιού, με τη μόνη διαφορά ότι είχαν μεγαλύτερο μέγεθος. Όλα τα απαραίτητα υλικά ήταν τοποθετημένα επάνω στον πάγκο εργασίας της κάθε ομάδας.

Τα πειράματα ήταν "κλειστής έρευνας", δηλ. μιας έρευνας της οποίας το αποτέλεσμα ο/η μαθητής/τρια δεν γνωρίζει εκ των προτέρων και το οποίο είναι κατά κάποιο τρόπο προκαθορισμένο (Κουμαράς, 2002), έτσι ώστε ο/η μαθητής/τρια να οδηγηθεί σε αυτό που αποτελεί στόχο της διδασκαλίας.

Η εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές και τις μαθήτριες οδηγεί στην αύξηση των εσωτερικών κινήτρων για μάθηση, στη δημιουργία θετικής στάσης των μαθητών/τριών προς το γνωστικό αντικείμενο και στην ανάπτυξη από μέρους τους

ψυχοκινητικών δεξιοτήτων, όπως επίσης προωθεί τη βελτίωση των σχέσεων τόσο μεταξύ των μαθητών/τριών, όσο και μεταξύ αυτών και των δασκάλων τους.

Αναλυτικότερα

Κατά την 1^η – 2^η Διδακτική Ενότητα:

Το πρώτο πείραμα (δραστηριότητα υπ' αριθμόν 3: χρήση του θερμομέτρου για τη μέτρηση της θερμοκρασίας δυο διαφορετικών υλικών) είναι πολύ απλό στην πραγματοποίησή του και ανταποκρίνεται στους δυο πρώτους διδακτικούς στόχους που τέθηκαν. Επιλέχθηκε για την απλότητά του, που εισάγει με ήπιο τρόπο στην εκτέλεση πειραμάτων από τα ίδια τα παιδιά και για τα άμεσα αποτελέσματα που έχει δημιουργώντας δυσaráεσκεια, αφού διαψεύδει καθαρά την πρόβλεψη των παιδιών (που έκαναν στη δραστηριότητα 2). Στηρίζεται στην κατάρριψη της πολύ διαδεδομένης αντίληψης ότι τα μεταλλικά αντικείμενα είναι πιο κρύα σε σχέση με άλλα από ξύλο ή πλαστικό, που βρίσκονται στον ίδιο χώρο και στον κλονισμό που δημιουργείται στα παιδιά για την ισχύ των αντιλήψεών τους.

Το δεύτερο πείραμα (δραστηριότητα υπ' αριθμόν 5: μέτρηση της θερμοκρασίας νερού, που θερμαίνεται μέχρι να βράσει) απαιτεί μεγαλύτερη προσοχή κατά την πραγματοποίησή του, είναι περισσότερο χρονοβόρο και ανταποκρίνεται στον τρίτο διδακτικό στόχο της διαφοροποίησης θερμότητας-θερμοκρασίας, μέσα από τη διαπίστωση ότι κατά τη διάρκεια του βρασμού, ενώ συνεχίζουμε να δίνουμε θερμότητα στο νερό, η θερμοκρασία του παραμένει σταθερή.

Κατά την 3^η – 4^η Διδακτική Ενότητα:

Το πρώτο πείραμα (δραστηριότητα υπ' αριθμόν 2: ομοιόμορφη θέρμανση ίσων ποσοτήτων νερού και λαδιού) είναι παρόμοιο με το προηγούμενο και τα παιδιά το κάνουν χωρίς να συναντούν δυσκολία, τα εντυπωσιάζει όμως ο σημαντικά μικρότερος χρόνος που απαιτείται για την άνοδο της θερμοκρασίας του λαδιού σε σχέση με την ίδια άνοδο της θερμοκρασίας του νερού και ανταποκρίνεται στον πρώτο διδακτικό στόχο των ενοτήτων αυτών. Η συζήτηση που ακολουθεί και το ανάλογο μοντέλο για ΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ που παρουσιάζεται στη συνέχεια από τη διδάσκουσα-ερευνητριά ολοκληρώνουν επιστημονικά και σταθεροποιούν την αλλαγή που επέρχεται στις ιδέες των παιδιών με το προηγούμενο πείραμα.

Κατά την εκτέλεση του παραπάνω πειράματος και ειδικότερα στο δεύτερο μέρος του, που αφορά στη θέρμανση του λαδιού, χρειάζεται συνεχής επαγρύπνηση από τον/ην εκπαιδευτικό, ώστε να σταματήσει έγκαιρα τη θέρμανση του λαδιού για να αποφευχθεί τυχόν καταστροφή του υδραργυρικού θερμομέτρου, να αποφευχθεί η δημιουργία ατμών λαδιού (αίσθημα δυσφορίας ή/και αναπνευστικά προβλήματα σε κλειστό χώρο) και να προληφθούν ατυχήματα από την υπερθέρμανση του λαδιού.

Το δεύτερο πείραμα (δραστηριότητα υπ' αριθμόν 7: διάδοση της θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα) ανταποκρίνεται στο δεύτερο και τρίτο διδακτικό στόχο των ενοτήτων αυτών και είναι απλούστερο, ώστε τα παιδιά να χαλαρώσουν και να υπάρχει αρκετός χρόνος για τη συζήτηση στην τάξη, την παρουσίαση του ανάλογου μοντέλου για ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΨΥΧΟΣ που γίνεται στη συνέχεια από τη διδάσκουσα-ερευνήτρια και το κλείσιμο της διδακτικής παρέμβασης.

Πριν από την έναρξη της πειραματικής διαδικασίας δόθηκαν συμβουλές στα παιδιά και έγιναν συστάσεις για τη συμπεριφορά τους κατά το χειρισμό των υλικών και οργάνων (ορθή και προσεκτική χρήση των υδραργυρικών θερμομέτρων, τήρηση απόστασης ασφαλείας από τη φωτιά και τα θερμά υγρά, για να μην καούν ή πάρουν φωτιά τα ρούχα ή τα μαλλιά τους, αποκλειστικός χειρισμός των εστιών θέρμανσης από τη διδάσκουσα-ερευνήτρια).

Κατά την εκτέλεση των πειραμάτων από τα παιδιά, το χειρισμό των εστιών θέρμανσης είχε αποκλειστικά η διδάσκουσα-ερευνήτρια, έτσι ώστε :

- να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος εγκαυμάτων των παιδιών,
- να είναι σταθερή η παροχή θερμότητας σε όλη τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος κάθε ομάδας,
- να είναι περίπου ίδιος ο ρυθμός παροχής θερμότητας στις διαφορετικές ομάδες, έτσι ώστε η εργασία να προχωρά με τον ίδιο περίπου ρυθμό σε όλες τις ομάδες.

Η ίδια αναλάμβανε και την απομάκρυνση των υπέρθερμων υλικών, μετά το πέρας της πειραματικής διαδικασίας.

Παράλληλα στο χώρο του εργαστηρίου παρευρισκόταν και δεύτερος εκπαιδευτικός-καθηγητής φυσικής, για την καλύτερη εποπτεία των παιδιών όσον αφορά στην ασφάλειά τους, λόγω της ύπαρξης εστιών θέρμανσης και υπέρθερμων υλικών.

3.4 Η διαφοροποίηση της παρούσας έρευνας από άλλες

Η διδακτική προσέγγιση που προτείνεται, περιγράφεται, αναλύεται και αξιολογείται με βάση τα γνωστικά, συναισθηματικά και κοινωνικά αποτελέσματα που έχει, είναι μικρής διάρκειας, ώστε να μπορεί να ενταχθεί εύκολα στο υπάρχον πρόγραμμα διδασκαλίας της Φυσικής στο Γυμνάσιο και στηρίζεται στη χρησιμοποίηση συνεργατικών και αλληλεπιδραστικών δραστηριοτήτων με τη βοήθεια και του πειράματος, για τη δημιουργία ενός εποικοδομητικού περιβάλλοντος μάθησης. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τη χρησιμοποίηση δείγματος μαθητών/τριών 12-13 ετών αποτελούν την ειδοποιό διαφορά της, σε σχέση με άλλες διδακτικές προτάσεις που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια σε δείγματα μαθητικού και φοιτητικού πληθυσμού στον ελληνικό χώρο και αφορούν στην ίδια εννοιολογική περιοχή.

Πιο συγκεκριμένα, ο Καρύδας (2000) απευθύνθηκε με την έρευνά του σε μαθητές/τριες του Δημοτικού, 11-12 ετών και φοιτητές/τριες, 18-20 ετών και στηρίχθηκε στην αξιοποίηση δεδομένων από την ιστορία της επιστήμης και τη διδακτική τους εκμετάλλευση, με εφαρμογή του μοντέλου SHINE.

Ο Σκουμιάς (2005) είχε σαν αντικείμενο έρευνας την ευρύτερη διδακτική επεξεργασία των εμποδίων για την ίδια εννοιολογική περιοχή, στοχεύοντας στη ριζική αντιμετώπιση των προβλημάτων που συναντούν μαθητές/τριες του Δημοτικού, 11-12 ετών, μέσα από μια διδακτική παρέμβαση παρατεταμένης διάρκειας.

Θεωρήσαμε ότι η μέθοδός μας αποτελεί μια ευέλικτη και αποτελεσματική διδακτική εφαρμογή και σαν τέτοια προτάθηκε, υλοποιήθηκε και αναλύθηκε.

ΜΕΡΟΣ 4^ο
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης

Βασικό στοιχείο εκτίμησης του διδακτικού έργου στη σχολική αίθουσα και της όλης εκπαιδευτικής διαδικασίας, γενικότερα, είναι η αξιολόγησή τους (Πηγιάκη, 1999).

Η συνολική αξιολόγηση του εκπαιδευτικού έργου είναι μια μακρά και επίπονη διαδικασία, που συντελείται με τη συνεκτίμηση των αποτελεσμάτων της αξιολόγησης των επιμέρους παραγόντων που συμμετέχουν σ' αυτό και το διαμορφώνουν.

Για την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας της μαθησιακής διαδικασίας που περιγράφηκε, προχωρήσαμε σε αξιολόγηση των επιμέρους παραγόντων: του εκπαιδευτικού υλικού που αναπτύχθηκε και χρησιμοποιήθηκε και της αποτελεσματικότητας της μαθησιακής διαδικασίας στο γνωστικό και συναισθηματικό τομέα.

Η συνεχής αξιολόγηση του υπό ανάπτυξη διδακτικού υλικού έγινε με στόχο να επιτευχθούν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα (Σολομωνίδου, 2004), αφού η εποικοδομητική παρέμβαση που περιλαμβάνει την εκτέλεση πειραμάτων από τους μαθητές και τις μαθήτριες σχεδιάστηκε για να αποτελέσει ένα εργαλείο αποτελεσματικής υποβοήθησης της διδασκαλίας εννοιών των Φ.Ε.

Η διαδικασία της αξιολόγησης του διδακτικού υλικού περιελάμβανε τα στάδια της αρχικής, της διαμορφωτικής και της συνολικής αξιολόγησης παρακολούθησης.

Αρχικά τα κείμενα, σχέδια και σενάρια ελέγχθηκαν από ειδικούς του γνωστικού περιεχομένου και της διδακτικής του.

Στη συνέχεια, οι μαθησιακές δραστηριότητες προτάθηκαν και δοκιμάστηκαν σε μικρή ομάδα μαθητών/τριών και σε δυο φυσικούς-διδάσκοντες της Β΄θμιας εκπαίδευσης, από τους οποίους ζητήθηκε ο σχολιασμός και η κριτική αξιολόγησή τους.

Για να δοκιμασθεί η αποτελεσματικότητα των μαθησιακών δραστηριοτήτων, μαζί με τα φύλλα εργασίας δημιουργήθηκε και ένα ερωτηματολόγιο για τους/ις μαθητές /τριες. Με το ερωτηματολόγιο αυτό, που φαίνεται στο Παράρτημα Γ', σε συνδυασμό με τις γραπτές απαντήσεις των μαθητών/τριών στα φύλλα εργασίας και τον προφορικό



λόγο που ανέπτυξαν, ελέγχεται κατά πόσο με τη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση επιτεύχθηκαν οι στόχοι που τέθηκαν στο γνωστικό και το συναισθηματικό τομέα.

Πριν δοθεί το ερωτηματολόγιο στα παιδιά (στα οποία έγινε και η διδασκαλία), πραγματοποιήθηκε η διαμορφωτική του αξιολόγηση (Σολομωνίδου, 2004): δόθηκε σε 5 παιδιά της ίδιας ηλικίας, από τα οποία ζητήθηκε η συμπλήρωση και ο σχολιασμός του. Επίσης ζητήθηκε η κριτική αξιολόγησή του από 2 φυσικούς-διδάσκοντες της Β΄θμιας εκπαίδευσης. Οι παρατηρήσεις όλων λήφθηκαν υπόψη στην τελική διαμόρφωση του ερωτηματολογίου, όπου καταβλήθηκε προσπάθεια ώστε τα παιδιά να μπορούν να το απαντήσουν χωρίς να χρειάζονται διευκρινίσεις από τη διδάσκουσα-ερευνήτρια.

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στους/ις μαθητές/τριες μια φορά πριν και μια φορά μετά τη διδασκαλία. Την πρώτη φορά δόθηκε μόνο το πρώτο μέρος του, το οποίο περιέχει ερωτήσεις που στοχεύουν στην ανάδειξη και καταγραφή των αρχικών ιδεών των μαθητών/τριών. Τη δεύτερη φορά δόθηκαν και τα δυο μέρη του ερωτηματολογίου.

- Με το πρώτο μέρος διερευνήθηκε η επελθούσα εννοιολογική αλλαγή, ενώ
- με το δεύτερο ελέγχθηκαν τα αποτελέσματα που είχε η εποικοδομητική παρέμβαση που περιλαμβάνει την εκτέλεση πειραμάτων από τους μαθητές και τις μαθήτριες στο συναισθηματικό τομέα.

4.2 Επεξεργασία και ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η αποτίμηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων έγινε με βάση την ποιοτική ανάλυση των γραπτών απαντήσεων των μαθητών/τριών στα φύλλα εργασίας (τα οποία χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των διδασκαλιών) και στο ερωτηματολόγιο (το οποίο, όπως προαναφέρθηκε, δόθηκε στα παιδιά πριν και μετά τις διδασκαλίες), καθώς και των διαλόγων που διημείφθησαν τόσο μεταξύ των μαθητών/τριών που εργάζονταν σε ομάδες όσο και μεταξύ των μελών όλων των ομάδων και της εκπαιδευτικού σε επίπεδο τάξης.

Η ποιοτική ανάλυση μας δίνει πληροφορίες για τη βελτίωση που επήλθε με τη διδασκαλία (σύγκριση αντιλήψεων και τρόπου σκέψης και έκφρασης πριν και μετά τη

διδασκαλία) αλλά και για τις νοητικές διαδρομές των παιδιών κατά τη διάρκειά της (εξέλιξη του τρόπου σκέψης και έκφρασης κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας).

Ειδικά από το ερωτηματολόγιο μπορέσαμε επίσης να εξάγουμε και ποσοτικά συμπεράσματα για την αλλαγή που επήλθε στο γνωστικό μέρος.

4.2α Επεξεργασία και ανάλυση των φύλλων εργασίας και του λόγου των παιδιών

Τα φύλλα εργασίας συμπληρώθηκαν από τα 24 παιδιά που μετείχαν στις διδασκαλίες.

Με την επεξεργασία των γραπτών απαντήσεων των παιδιών στα φύλλα εργασίας και του λόγου που ανέπτυξαν κατά την εργασία τους σε ομάδες και τις συζητήσεις σε επίπεδο τάξης (όπως αυτός μαγνητοφωνήθηκε), θα μελετήσουμε την πορεία και τις αλλαγές, που σταδιακά επήλθαν στον τρόπο σκέψης και έκφρασης των παιδιών, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας. Η μελέτη των φύλλων εργασίας και του λόγου των παιδιών γίνεται παράλληλα, γιατί αφορούν τις ίδιες δραστηριότητες και οι πληροφορίες που παίρνουμε από τη μελέτη των δυο αυτών πηγών συλλογής δεδομένων αλληλεπικλύπτονται και αλληλοσυμπληρώνονται.

1^ο φύλλο εργασίας

- Στην εισαγωγική ερώτηση (δραστηριότητα 1) σχετικά με τη χρήση του θερμομέτρου, τα 20 από τα 24 παιδιά απάντησαν με επιστημονικά αποδεκτό τρόπο, ενώ στις απαντήσεις των υπολοίπων 4 εμφανίζεται σύγχυση μεταξύ των εννοιών της θερμότητας και της θερμοκρασίας. Η ερώτηση ήταν αρκετά απλή και δεν επέτρεψε την ανάδειξη του μεγέθους του προβλήματος, που καταγράφεται στη διεθνή βιβλιογραφία.
- Με τη βοήθεια της αφής (δραστηριότητα 2), τα 22 παιδιά αντιλαμβάνονται το ξύλο να είναι πιο ζεστό από το μέταλλο, ενώ δυο παιδιά της ομάδας 6 καταγράφουν ότι νιώθουν το μέταλλο θερμότερο του ξύλου.

Κατόπιν γίνεται η μέτρηση της θερμοκρασίας των δυο υλικών – ξύλο και μέταλλο – με το θερμομέτρο (δραστηριότητα 3). Η μέτρηση πραγματοποιείται με επαφή του θερμομέτρου με την επιφάνεια του υλικού. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει στη μέτρηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα, που κάτω από άλλες

συνθήκες θα μπορούσε να διαφέρει από τη θερμοκρασία του υλικού. Για να διασφαλιστεί η μέτρηση της πραγματικής θερμοκρασίας ενός σώματος συνιστάται η δημιουργία κατάλληλων εγκοπών-υποδοχών στο σώμα, έτσι ώστε να μπορεί να τοποθετηθεί εκεί η άκρη του θερμόμετρου εφαρμόζοντας καλά. Στην περίπτωση μας η παράλειψη αυτή δεν δημιουργεί κάποιο πρόβλημα, γιατί (i) τα παιδιά δεν μπορούν να αντιληφθούν την ύπαρξη αυτών των λεπτών παραμέτρων και έτσι δεν υποσκάπτεται η εξυπηρέτηση του σκοπού του πειράματος, που είναι να δημιουργήσει δυσарέσκεια στα παιδιά και να τα οδηγήσει σε αναδόμηση των αντιλήψεών τους, (ii) τα σώματα βρίσκονται επί ικανό χρονικό διάστημα σε θερμική επαφή με τον αέρα του χώρου όπου γίνεται η διδασκαλία και έτσι η θερμοκρασία του υλικού και η θερμοκρασία του αέρα δεν παρουσιάζουν διαφορά και (iii) προς διασφάλιση του προηγούμενου, φροντίσαμε να μην υπάρχει καμιά πηγή παροχής επιπλέον ακτινοβολίας (π.χ. άμεσο ηλιακό φως), που θα είχε σαν αποτέλεσμα την απορρόφηση διαφορετικών ποσοτήτων θερμότητας από τα διαφορετικά υλικά και την εμφάνιση διαφορετικών θερμοκρασιών (θερμότερο το μέταλλο στην περίπτωση μας).

Τα 12 παιδιά των τριών ομάδων μετράνε ίσες θερμοκρασίες. Οι δυο ομάδες απ' αυτές καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι άλλη θερμοκρασία νιώθουν και άλλη δείχνει το θερμόμετρο και αποδέχονται την ένδειξη του θερμομέτρου για σωστή, ενώ στην άλλη ομάδα κάνουν απλά την ίδια διαπίστωση, χωρίς όμως και να φαίνεται από τα λόγια τους ότι το κατανοούν ή το αποδέχονται. Χαρακτηριστικό απόσπασμα του διαλόγου μεταξύ των μελών της ομάδας παρατίθεται στη συνέχεια:

- (μ1) Παγωμένο είναι. [για το μέταλλο]
- (μ2) 24. [ξύλο]
- (μ3) 24 και κάτι, γράψε 24 βαθμούς. [μέταλλο]
- (μ1) Αποκλείεται!
- (μ2) Τόσο πολύ!
- (μ4) Όχι!
- (μ1) Αποκλείεται, πιο λίγο.

- (μ4) Βιάστηκες να βγάλεις το χέρι έξω. Βάλτο μέσα κι άφησέ το, άφησέ το 2-3 λεπτά.
- (μ3) Μην το πειράξει κανένας!
- (μ2) Η αγωνία με τρώει.
- (μ3) Ε! 24 δείχνει.(Ερώτηση στη διπλανή ομάδα:) Πόσο το βρήκατε;
-
- (μ1) Κυρία, αυτό είναι χαλασμένο!
- (μ2) Κυρία, όλο 24 δείχνει!
- (δ) Για πείτε μου, λοιπόν, τις μετρήσεις που παίρνετε με το θερμομότρο, τις εμπιστεύεστε; Ναι ή όχι;
- (μ1) Όχι, το θερμομότρο είναι χαλασμένο!

Δυο άλλες ομάδες βλέπουν την ένδειξη του θερμομέτρου να είναι μεγαλύτερη για το ξύλο απ' ότι για το μέταλλο. Εδώ βλέπουμε ότι τα παιδιά, στην προσπάθειά τους να επιβεβαιώσουν τα δεδομένα των αισθήσεών τους, υποσυνείδητα εκμεταλλεύονται το σφάλμα ανάγνωσης του οργάνου μέτρησης (θερμομότρο) τροποποιώντας τη μέτρηση έτσι ώστε να ταιριάζει με την αντίληψη που έχει εδραιωθεί μέσα τους από την εμπειρία. Συμπεριφορές τέτοιου τύπου έχουν καταγραφεί και σε άλλες έρευνες που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, όπως συνοψίζονται από τον Κουμαρά (1989)

Τέλος, από μια ομάδα καταγράφεται θερμοκρασία μετάλλου μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία του ξύλου. Και πάλι η ανάγνωση του οργάνου μέτρησης (θερμομότρο) γίνεται με τρόπο που να βολεύει την εμπειρική αντίληψη των παιδιών, διότι προηγουμένως δυο μέλη της ομάδας αυτής κατέγραψαν ότι με την αφή νιώθουν το μέταλλο θερμότερο του ξύλου.

- Στην 4^η δραστηριότητα ζητείται από τα παιδιά να κάνουν πρόβλεψη για το τι συμβαίνει στη θερμοκρασία του νερού, που θερμαίνεται επί αρκετή ώρα μέχρι να βράσει και να προσπαθήσουν να δικαιολογήσουν την άποψή τους.

Τα 20 παιδιά αποδέχονται ότι η θερμοκρασία του νερού θα αλλάζει (η εμπειρική τους πληροφόρηση από την καθημερινή ζωή είναι πλούσια σε σχετικές εμπειρίες),

αλλά μόνο τα 6 είναι σε θέση να εξηγήσουν σωστά ή σχεδόν σωστά το λόγο και τον τρόπο που αυτό συμβαίνει.

Κανένα από τα παιδιά δεν προβλέπει τη σταθεροποίηση της θερμοκρασίας κατά το βρασμό, αν και στη συνέχεια (κατά τη διεξαγωγή του πειράματος) φαίνεται από τη συζήτηση ότι το έχουν υπόψη τους από προηγούμενη διδασκαλία που έγινε στο δημοτικό σχολείο.

Τα υπόλοιπα 4 παιδιά δεν είναι σε θέση να δώσουν πρόβλεψη, που να ανταποκρίνεται έστω και στο ελάχιστο στο φαινόμενο της θέρμανσης του νερού.

- Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα ήταν η συζήτηση που έγινε σε επίπεδο ομάδας κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας 5 (πείραμα θέρμανσης νερού):

Τα παιδιά της πρώτης ομάδας καταγράφουν τη θερμοκρασία του νερού, που ανέρχεται με ρυθμό 4-5°C περίπου ανά λεπτό. Μετά τα πρώτα 15 λεπτά θέρμανσης καταγράφουν συνεχώς μειούμενο ρυθμό ανόδου της θερμοκρασίας, καταλήγοντας οριακά στους 100 °C, όπως φαίνεται στον πίνακα μετρήσεων που παρουσιάζεται στην εικόνα 1. Με τον τρόπο αυτό προσπαθούν να διασώσουν το μοντέλο της σύνδεσης της θερμότητας που δίνεται σε ένα σώμα με τη θερμοκρασία του σώματος, το οποίο ανταποκρίνεται στην ιδέα: "συνεχής προσφορά θερμότητας σημαίνει συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας".

Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)
1	32°C	6	58°C	11	79°C	16	96°C
2	38°C	7	62°C	12	83°C	17	98°C
3	43°C	8	67°C	13	87°C	18	99°C
4	47°C	9	71°C	14	91°C	19	99°C
5	53°C	10	75°C	15	93°C	20	100°C

Εικ. 1

Στη συνέχεια παρατίθεται ο διάλογος που έγινε μεταξύ των μελών της ομάδας κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας:

- (μ1) Κυρία έφτασε στους 99
- (δ) Συνεχίστε.
-
- (μ2) Παιδιά, πάει προς 100.
- (μ3) Τι γίνεται; Κάναμε λάθος μέτρημα;
- (μ2) Παιδιά, μια χαρά πάμε. Πάει προς 100.
- (μ4) 99.
- (μ3) Παιδιά, έχουμε 1 λεπτό και δεν έχει αλλάξει καθόλου!...
- (μ1) Πόσο δείχνει;
- (μ2) Τώρα;
- (μ1) Ναι.
- (μ3) Τι 99 μου έλεγες ότι ήταν, είναι 96 τώρα!
- (μ2) Δεν είναι.
- (μ3) Κυρία, λέει 96!
- (δ) Αν το βγάξετε [από το νερό], ναι. Αν δεν το βγάξετε, δεν θα πρέπει να έχει τέτοια διαφορά.
- (μ4) Δεν είναι 96, είναι λάθος το 96.
- (δ) Παιδιά, καταγράφετε ό.τι μετρήσατε... Αν μετράτε το ίδιο, έτσι θα είναι.
- (μ1) Δεν πειράζει, βάλτε πάλι 99...
- (μ2) Τώρα είναι σχεδόν 100 παιδιά.
- (μ1) Πριν, πριν...
- (μ2) Πριν 100 σας είπα.
- (μ1) Όχι, πριν, πριν που λέγατε 99, 99, πόσο ήταν; Τι να βάλω στην τελευταία μέτρηση, 99;
- (μ4) Στην προηγούμενη βάλτε 99 και σ' αυτήν
- (μ3) Δεν έχουμε φτάσει 100, όχι ακόμα. Βάλτε 99.
- (μ1) Πόσο δείχνει τώρα, Νικολέτα;
- (μ4) Είναι, βάλτε ...
- (μ3) 99.

Εδώ βλέπουμε την προσπάθεια διατήρησης του μοντέλου που έχουν τα παιδιά στο μυαλό τους, ότι δηλ. η θερμοκρασία αυξάνεται όσο περνάει ο χρόνος και παρέχεται θερμότητα.

- (μ4) Βάλτε 99.
- (μ2) Όχι, βάλτε..., βάλτε 100... θυμάσαι, γιατί στην προηγούμενη ήταν 99, τώρα ακουμπάει το 100.
- (μ4) Ναι, βάλτο 100. 101 μετά, εγώ έτσι το έχω βάλει, γιατί κουνήθηκε [το θερμόμετρο], ανέβηκε όμως.....
- (μ2) Έλα, κατέβηκε. 99. Εγώ βάζω 100, έτσι το βάζω...
- (μ1) Όχι, άστο...
- (μ2) Αφού 100 έβαλαν όλες [τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας]
-
- (δ) Εδώ τα κορίτσια, πώς πάνε;
- (μ3) Κυρία, το έχουμε ένα λεπτό, αλλά ήταν ..., μέχρι 100 ήταν...
- (μ4) 100 ή 101;
- (δ) Άλλη μια μέτρηση, ναι, άλλη μια τώρα και μια μετά.
- (μ4) Ωραία. 101 να βάλουμε ή 100;
- (δ) Ό,τι βλέπετε.
- (μ2) Άλλο ένα λεπτό. Μετράω ένα λεπτό, μετράω ένα λεπτό .
- ...
- (μ1) Παιδιά, τελειώνει [ο χρόνος του 1 λεπτού]
- (μ2) Παιδιά, στοπ, στοπ, στοπ... κυρία, δεν πήγε ακόμα 101!...
- (μ3) Κυρία, κυρία, τελειώνει... [το πείραμα]

2^ο φύλλο εργασίας

- Στην εισαγωγική ερώτηση (δραστηριότητα 1 – πρόβλεψη με ερώτηση πολλαπλής επιλογής) σχετικά με το ρυθμό ανόδου της θερμοκρασίας δυο διαφορετικών σωμάτων, που δέχονται την ίδια παροχή θερμότητας, συναντάμε ποικιλία απαντήσεων. 6 παιδιά πιστεύουν ότι το νερό ζεσταίνεται πιο γρήγορα από το λάδι, 14 παιδιά πιστεύουν ότι το λάδι ζεσταίνεται πιο γρήγορα από το νερό και 4 παιδιά δεν μπορούν να προβλέψουν ποιο σώμα ζεσταίνεται γρηγορότερα.

Κανένα παιδί δεν ισχυρίστηκε ότι τα δυο διαφορετικά σώματα θα θερμαίνονται με τον ίδιο τρόπο (δηλ. με τον ίδιο ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας τους).

- Μετά τη διεξαγωγή του πειράματος θέρμανσης ίσων ποσοτήτων νερού και λαδιού και καταγραφής της θερμοκρασίας τους ανά λεπτό, τα παιδιά καλούνται να

αναφέρουν πιθανούς παράγοντες που επιδρούν στο απαιτούμενο για τη θέρμανση του σώματος ποσό θερμότητας (δραστηριότητες 2, 3 & 4).

Οι παράγοντες που αναφέρονται φαίνονται συγκεντρωμένοι στον Πίνακα 4.2α-1.

Πίνακας 4.2α-1 : Παράγοντες που επιδρούν στο ποσό θερμότητας που απαιτείται για τη θέρμανση ενός σώματος

Παράγοντας	Πλήθος εμφάνισης
Είδος/υλικό θερμαινόμενου σώματος	6
Εστία θέρμανσης – φωτιά	14
Θερμοκρασία περιβάλλοντος/καλοριφέρ	4
Θερμοκρασία σώματος	15
Θερμότητα	4
Ποσότητα θερμαινόμενου σώματος	6
Πυκνότητα θερμαινόμενου σώματος	2
Τριβή	4
Υλικό δοχείου θέρμανσης	4
Φυσική κατάσταση θερμαινόμενου σώματος	1

Οι περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες αναφέρθηκαν κατά τη συζήτηση που ακολούθησε στην τάξη και έγινε προσπάθεια να αιτιολογηθούν από τα παιδιά. Χαρακτηριστικό απόσπασμα του διαλόγου, που αφορά στο είδος του θερμαινόμενου σώματος και στην πυκνότητά του παρατίθεται στη συνέχεια (Ολόκληρος ο διάλογος υπάρχει στο Παράρτημα Δ.)

- (μ1) Όταν η μητέρα μου έβραζε μακαρόνια και ταυτόχρονα έφτιαχνε σάλτσα, έριχνε το λάδι για τη σάλτσα και το λάδι τσιτσιρίζε γρήγορα, και... τσιτσιρίζε, ενώ τα μακαρόνια δεν είχαν βράσει ακόμα...
- (μ2) ...επειδή το λάδι είναι πιο ελαφρύ;
- (δ) ...Η διαφορά στην πυκνότητα σε οδήγησε σε κάποια σκέψη ότι ...

- (μ2) ...δεν είναι ίδια [τα δυο σώματα]
- (δ) ...μπορεί να έχουμε διαφορετική θέρμανση, ...άνοδο της θερμοκρασίας.
- (μ3) Ακριβώς.

- Στη συνέχεια παρουσιάζεται το σενάριο δυο σωμάτων διαφορετικής αρχικής θερμοκρασίας, που έρχονται σε επαφή και ζητείται από τα παιδιά να προβλέψουν αν και πώς αλλάζει η θερμοκρασία τους και να προσπαθήσουν να αιτιολογήσουν την άποψή τους (δραστηριότητες 5α & 5β).

Τα 18 από τα 24 παιδιά προβλέπουν σωστά τη μεταβολή της θερμοκρασίας, μόνο τα 5 όμως από αυτά είναι σε θέση να αιτιολογήσουν σωστά γιατί συμβαίνει η μεταβολή αυτή.

- Στην ομαδική δραστηριότητα 6, οι 5 ομάδες κατέληξαν σε συμφωνία.

Για το πρώτο σκέλος της ερώτησης, οι 4 ομάδες έδωσαν επαρκή εξήγηση, ενώ η πέμπτη θεωρεί ότι τα παγάκια που βρίσκονται μέσα σε νερό λιώνουν λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Για το δεύτερο σκέλος της ερώτησης, η εξήγηση είναι επαρκής και από τις 5 ομάδες.

Στην άλλη ομάδα υπήρξε διάσταση απόψεων ως προς τη διατύπωση, αν και οι απαντήσεις που δόθηκαν ήταν σωστές ή προς τη σωστή κατεύθυνση.

- Το τελευταίο πείραμα (δραστηριότητα 7) δεν εμφάνισε για τα παιδιά δυσκολία κατά την εκτέλεσή του και την περιγραφή του φαινομένου, που αποδόθηκε σωστά ή σχεδόν σωστά από όλα τα παιδιά.

Το πρόβλημα αναδείχθηκε κατά την εξήγηση της αλλαγής της θερμοκρασίας του θερμομέτρου (δραστηριότητα 8), όπου οι πέντε ομάδες δίνουν ελλιπή εξήγηση με βάση τη διαφορετική θερμοκρασία των σωμάτων που έρχονται σε επαφή και όχι αναφερόμενες στη ροή θερμότητας που δημιουργείται λόγω της υφιστάμενης διαφοράς θερμοκρασίας. Μόνο τα παιδιά μιας ομάδας αναφέρουν ότι «η θερμοκρασία του θερμομέτρου αλλάζει γιατί παίρνει θερμότητα από τη χούφτα μας που είναι πιο ζεστή και αντίστοιχα δίνει θερμότητα στο νερό που είναι πιο κρύο».

Κατά τη διάρκεια των 4 ωρών διδασκαλίας, η συνεχής παρακολούθηση του λόγου και της συμπεριφοράς των παιδιών κατά την εργασία τους είχε σαν αποτέλεσμα μερικές παρατηρήσεις πολύ χρήσιμες για τη συνολική αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης και την εξαγωγή συμπερασμάτων:

Το επίπεδο θορύβου ήταν αυξημένο μέσα στην τάξη, πράγμα απόλυτα φυσικό και αναμενόμενο για τέτοιου είδους διδασκαλία. Ο θόρυβος μειωνόταν αισθητά όταν τα παιδιά εκτελούσαν τις πειραματικές δραστηριότητες.

Σαν εστίες θέρμανσης χρησιμοποιήθηκαν γκαζάκια βουτανίου, που το καθένα ρυθμίστηκε σε σταθερή ένταση φλόγας, ώστε να είναι σταθερός ο ρυθμός παροχής θερμότητας. Οι μικρές διαφορές που εμφανίστηκαν στο ρυθμό παροχής θερμότητας στις διαφορετικές ομάδες είχαν σαν αποτέλεσμα οι ομάδες να προχωρούν με διαφορετικό ρυθμό κατά την εκτέλεση του εκάστοτε πειράματος. Αυτό αντιμετωπίστηκε από την εκπαιδευτικό με τη συνεχή επίβλεψη και παροχή οδηγιών και βοήθειας σε κάθε ομάδα, όπου χρειαζότανε. Κατά τη διεξαγωγή πειραματικών δραστηριοτήτων, καλό είναι να συγχρονίζονται απόλυτα όλες οι ομάδες κατά την εκτέλεση των εργασιών που τους ανατίθενται, ώστε να μην εμφανίζονται φαινόμενα χαλάρωσης και να μην αναπτύσσεται λόγος εκτός έργου, που αυξάνει το θόρυβο στην τάξη και δυσχεραίνει τη διδακτική διαδικασία.

Για τη μαγνητοφώνηση του λόγου των παιδιών προαναφέρθηκε ότι χρησιμοποιήθηκαν κασετόφωνα. Τις περισσότερες από τις ομάδες η ύπαρξη του κασετόφωνου δεν τις απασχόλησε καθόλου από την αρχή της διδασκαλίας και δεν τροποποίησε τη συμπεριφορά τους. Στην περίπτωση όμως που τα μέλη μιας ομάδας ήταν περισσότερο ανήσυχα, η εξοικείωση με το κασετόφωνο ήταν μακρά και επίπονη. Παρατηρήθηκε αρκετός λόγος εκτός έργου, δυσκολία στη συνεργασία με την εκπ/κό, λιγότερη προθυμία συμμετοχής στη διδακτική διαδικασία και συμμόρφωσης με το πρόγραμμα της τάξης. Η ύπαρξη του κασετόφωνου αποτέλεσε ένα παράγοντα απόσπασης της προσοχής των παιδιών αυτών.

Κατά τη δραστηριότητα 4 του Φύλλου Εργασίας 2 και τη συζήτηση που ακολούθησε στην τάξη, αρκετά από τα παιδιά αναφέρουν την παράλληλη θέρμανση νερού και λαδιού, που έχουν παρακολουθήσει στην κουζίνα του σπιτιού τους. Έχουν παρατηρήσει ότι το λάδι θερμαίνεται γρηγορότερα από το νερό, κάτι που συμφωνεί με

την επιστημονική άποψη για τη θέρμανση των δυο αυτών υλικών. Σ' αυτή τους την παρατήρηση, ωστόσο, δεν λαμβάνεται υπόψη η διαφορετική ποσότητα των θερμαινόμενων σωμάτων. Λόγω της συγκυρίας (λιγότερη μάζα λαδιού σε σχέση με το νερό) η τελική παρατήρηση δεν απέχει από την επιστημονική, θα ήταν όμως δυνατόν – αν είχαμε λίγο νερό και πολύ λάδι – τα παιδιά να οδηγηθούν σε λανθασμένο συμπέρασμα και να δημιουργηθεί εναλλακτική ιδέα αντίθετη με την επιστημονική.

Στην ίδια δραστηριότητα παρακολουθούμε την αγωνιώδη προσπάθεια των παιδιών να βρουν "επιστημονικές" λέξεις και εκφράσεις κατά τη συμπλήρωση της απάντησης στην ερώτηση 4. Θεωρούν πως δεν πρέπει να χρησιμοποιήσουν τις καθημερινές λέξεις "μπρίκι" και "γκαζάκι", ούτε λέξεις γενικές όπως "το σώμα", αλλά να πούνε συγκεκριμένα "λάδι" ή "νερό" κ.ο.κ. Ολόκληρος ο σχετικός διάλογος παρατίθεται στο παράρτημα Δ.

4.2β Επεξεργασία και ανάλυση των ερωτηματολογίων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το ερωτηματολόγιο αποτελείται από δυο μέρη, εκ των οποίων το δεύτερο δόθηκε μόνο μετά τη διδασκαλία, αποσκοπώντας στην αξιολόγησή της από τα παιδιά σε συναισθηματικό επίπεδο. Το πρώτο και το δεύτερο μέρος μελετήθηκαν ξεχωριστά, για την εξαγωγή συμπερασμάτων στο γνωστικό και το συναισθηματικό τομέα αντίστοιχα.

Επεξεργασία 1^{ου} μέρους.

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου, που δόθηκε στα παιδιά τόσο πριν όσο και μετά τη διδασκαλία, μελετήθηκε με δυο μεθόδους:

A) Η πρώτη επεξεργασία γίνεται με καθαρά ποιοτικά κριτήρια. Σε μια πρώτη φάση δεν ενδιαφερόμαστε αν οι απαντήσεις συμφωνούν με την επιθυμητή γνώση ή όχι. Η ανάλυση έχει να κάνει με το κατά πόσον άλλαξε ο τρόπος σκέψης και έκφρασης των παιδιών με τη διδασκαλία, προσεγγίζοντας την επιθυμητή γνώση ή ενδεχομένως και αποκλίνοντας από αυτήν.

Για κάθε μια από τις ερωτήσεις έγινε σύγκριση της απάντησης που δόθηκε από το κάθε παιδί πριν και μετά τη διδασκαλία.

Τα αποτελέσματα της σύγκρισης ταξινομήθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

1. Βελτίωση, όταν μετά τη διδασκαλία χρησιμοποιήθηκαν από το παιδί λέξεις, εκφράσεις και νοήματα που βρίσκονται πιο κοντά στην επιθυμητή γνώση, σε σχέση με εκείνες που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πριν τη διδασκαλία.
2. Επιδείνωση, όταν μετά τη διδασκαλία χρησιμοποιήθηκαν από το παιδί λέξεις, εκφράσεις και νοήματα που αποκλίνουν από την επιθυμητή γνώση, σε σχέση με τις πρότερες απαντήσεις.
3. Σταθερότητα, όταν δεν επήλθε αλλαγή στον τρόπο σκέψης και έκφρασης των παιδιών με τη διδασκαλία, είτε οι αρχικές και τελικές απαντήσεις ήταν προς την κατεύθυνση της επιθυμητής γνώσης, είτε όχι (δηλαδή δεν έχει επέλθει κανενός είδους εννοιολογική αλλαγή).

Στον Πίνακα 4.2β-Ι φαίνονται συγκεντρωμένα τα αποτελέσματα της σύγκρισης. Για ευκολία στην παρουσίαση, οι ερωτήσεις φέρουν αρίθμηση και η αντιστοιχία είναι:

1α: Θερμός (ορισμός της έννοιας)

1β: Ψυχρός (ορισμός της έννοιας)

1γ: Θερμοκρασία (ορισμός της έννοιας)

1δ: Θερμότητα (ορισμός της έννοιας)

2: σχέση μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας

3: αντίληψη του ζεστού και του κρύου

4α: εξήγηση για τη μείωση της θερμοκρασίας του θερμότερου σώματος, κατά την επαφή του με άλλο ψυχρότερο

4β: εξήγηση για την αύξηση της θερμοκρασίας του ψυχρότερου σώματος, κατά την επαφή του με άλλο θερμότερο

5: συμπλήρωση κενών σε πρόταση σχετική με τη ροή της θερμότητας και τη μεταβολή της θερμοκρασίας

6: ερώτηση πολλαπλής επιλογής, που σχετίζεται με την τελική θερμοκρασία μίγματος υγρών διαφορετικών αρχικών θερμοκρασιών

Πίνακας 4.2β-Ι : Τροποποίηση στην έκφραση των παιδιών

ερώτηση	βελτίωση	επιδείνωση	σταθερότητα	σύνολο
1α	9 (39%)	3 (13%)	11 (48%)	23
1β	8 (35%)	3 (13%)	12 (52%)	23
1γ	15 (65%)	2 (9%)	6 (26%)	23
1δ	13 (57%)	1 (4%)	9 (39%)	23
2	7 (30.5%)	7 (30.5%)	9 (39%)	23
3	8 (35%)	4 (17%)	11 (48%)	23
4α	5 (22%)	3 (13%)	15 (65%)	23
4β	8 (35%)	5 (22%)	10 (43%)	23
5	2 (9%)	0	21 (91%)	23
6	15 (65%)	0	8 (35%)	23

Σημείωση: στο ερωτηματολόγιο απάντησαν 23 από τα 24 παιδιά που μετείχαν στην έρευνα..

Παρατηρούμε ότι σε όλες τις ερωτήσεις παρουσιάζεται βελτιωμένη εικόνα στον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά προσεγγίζουν τα αντίστοιχα θέματα. Ειδικότερα:

- Σε όλες τις ερωτήσεις εμφανίζονται παιδιά με βελτίωση.
- Σε όλες τις ερωτήσεις τα παιδιά που εμφανίζουν βελτίωση είναι περισσότερα εκείνων που εμφανίζουν επιδείνωση, εκτός της 2 όπου το πλήθος των βελτιούμενων είναι ίσο με το πλήθος των επιδεινούμενων απαντήσεων. Σ' αυτή την ερώτηση φαίνεται ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολία στη σύγκριση που καλούνται να κάνουν μεταξύ δυο εννοιών (όπως σχολιάζεται και στη συνέχεια, σελ. 78), καθώς και η σύγχυση που επικρατεί στις αντιλήψεις τους για τις έννοιες "Θερμότητα" και "Θερμοκρασία" και τη μεταξύ τους σχέση.
- Στις ερωτήσεις 5 και 6, στις οποίες (λόγω της φύσης τους) δεν χρειαζόταν η παραγωγή λόγου από τα παιδιά, δεν παρατηρείται επιδείνωση. Το γεγονός

αυτό υποδηλώνει ότι πολλές φορές η λανθασμένη απάντηση μπορεί να οφείλεται στη δυσκολία των παιδιών να εκφραστούν σωστά, ακόμα και όταν οι νοητικές τους αναπαραστάσεις είναι προς τη σωστή κατεύθυνση.

Στο σημείο αυτό θεωρούμε υποχρέωσή μας να σημειώσουμε μια παρατήρηση, που έγινε με βάση τη συμπεριφορά των μαθητών/τριών κατά τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και στη συνέχεια επιβεβαιώθηκε από την εικόνα των ερωτηματολογίων που παρέδωσαν: 4 από τους/ις μαθητές/τριες τα συμπλήρωσαν σαν "αγγαρεία", μόνο και μόνο γιατί ένιωσαν ότι ήταν υποχρεωμένοι να το κάνουν, αφού ήταν μια δραστηριότητα που έγινε μέσα στην τάξη τους και αφορούσε όλα τα παιδιά του τμήματος, με αποτέλεσμα να μην δώσουν τη δέουσα προσοχή. Η αρνητική εικόνα ενός τέτοιου ερωτηματολογίου φαίνεται στη συνέχεια (εικόνα 2).

Μια άλλη παράμετρος που συνέβαλλε στην παρατηρούμενη επιδείνωση των απαντήσεων είναι το γεγονός ότι οι έννοιες, για τις οποίες τα παιδιά έχουν σχηματίσει ελλείψεις, ασαφείς ή συγκεχυμένες αντιλήψεις, απαντώνται "κατά την έμπνευση της στιγμής" και άρα δεν χαρακτηρίζονται από οποιαδήποτε συνέπεια.

Β) Στη δεύτερη επεξεργασία γίνεται μια ποσοτική αποτίμηση των απαντήσεων ως προς την ορθότητά τους με βάση το επιστημονικό πρότυπο, σε μια προσπάθεια εξαγωγής συμπερασμάτων για την επίδραση της διδασκαλίας στο γνωστικό επίπεδο.

Προς τούτο, οι απαντήσεις ταξινομήθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

1. Σωστή, που περιλαμβάνει τις απαντήσεις που είναι σωστές ή κινούνται προς τη σωστή κατεύθυνση, έστω και αν έχουν γνωστικές ή εκφραστικές ατέλειες.
2. Λάθος, που περιλαμβάνει τις απαντήσεις που είναι λανθασμένες, ασαφείς, άσχετες με την ερώτηση, ή δίνονται με "ταυτοτικό" τρόπο (δηλ. χρησιμοποιούν συνώνυμες λέξεις, χωρίς να φαίνεται ότι υπάρχει κατανόηση του αντικειμένου της ερώτησης ή του περιεχομένου της).

Αγαπητή φίλη μαθήτρια / Αγαπητέ φίλε μαθητή.

Θα σε παρακαλούσαμε να συμπληρώσεις με ειλικρίνεια το ερωτηματολόγιο που έχεις στα χέρια σου, με το οποίο δεν επιθυμούμε να αξιολογήσουμε τις γνώσεις σου, ούτε να βαθμολογήσουμε το πόσο καλά θα απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν. Μας ενδιαφέρει να γνωρίσουμε τις απόψεις σου για θέματα που σχετίζονται με τη θερμότητα, ώστε να μπορέσουμε να βρούμε τον καλύτερο τρόπο για να σε βοηθήσουμε να αντιμετωπίσεις έννοιες και φαινόμενα του κόσμου μας, που αν και το συναντάς συνεχώς, εξακολουθούν να σε προβληματίζουν.

Σε ευχαριστούμε για τη συνεργασία σου.

Μιλτιάδης



1) Πώς ορίζεις τις παρακάτω έννοιες:

Θερμός: είναι κάποιος όταν έχει πολύ

Ψυχρός: είναι κάποιος που έχει πενήνη λεγόμενα

Θερμοκρασία: είναι η ένταση με την οποία

Εικ. 2

3. Δεν απαντήθηκε. Οι απουσία απάντησης συνήθως υποδηλώνει αδυναμία να απαντηθεί η ερώτηση, θεωρήθηκε όμως σωστό να καταγραφούν ξεχωριστά.

Κρατώντας και πάλι την αρίθμηση των ερωτήσεων που αναφέρθηκε προηγουμένως, τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των ερωτηματολογίων φαίνονται στον Πίνακα 4.2β-II, όπου παρατίθεται το πλήθος των απαντήσεων κατά κατηγορία στο αρχικό (pre-test) και στο τελικό (post-test) ερωτηματολόγιο, ώστε να μπορεί εύκολα να γίνει η σύγκριση. Σε παρένθεση αναγράφεται η ποσοστιαία μεταβολή του συνόλου των παιδιών που, ενώ αρχικά είχαν ελλειπίς ή λανθασμένες απόψεις, στο τελικό ερωτηματολόγιο έδωσαν σωστές απαντήσεις.

Πίνακας 4.2β-II : Σωστές και λανθασμένες απαντήσεις

Ερώτηση	σωστή		λάθος		δεν απαντήθηκε	
	pre-test	post-test	pre-test	post-test	pre-test	post-test
1α	6	9 (+13%)	15	14	2	0
1β	7	10 (+13%)	14	12	2	1
1γ	6	20 (+61%)	13	3	4	0
1δ	10	15 (+22%)	7	8	6	0
2	11	11 (-)	9	12	3	0
3	18	22 (+17%)	5	1	0	0
4α	8	6 (-9%)	13	17	2	0
4β	7	11 (+17%)	13	12	3	0
5	21	23 (+9%)	2	0	0	0
6	5	20 (+65%)	17	3	1	0

Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη βελτίωση συναντάται:

- Στην ερώτηση που αφορά στον ορισμό της θερμοκρασίας (ερ. 1γ), για την οποία τα 20 από τα 23 παιδιά μπορούσαν να εκφραστούν με σαφήνεια μετά τη διδασκαλία.
- Στην ερώτηση πολλαπλής επιλογής, που σχετίζεται με την τελική θερμοκρασία μίγματος υγρών διαφορετικών αρχικών θερμοκρασιών (ερ. 6).

Δεν παρατηρείται αθροιστικά καμιά αλλαγή στην ερώτηση, όπου έπρεπε να δοθεί η σχέση μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας (ερ. 2), αν και στις δυο προηγούμενες ερωτήσεις τα παιδιά στη μεγάλη τους πλειονότητα μπορούσαν να εκφραστούν σωστά για τις έννοιες αυτές. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στη δυσκολία που συναντούν όταν καλούνται να κάνουν κριτική προσέγγιση περισσότερων εννοιών ταυτόχρονα και όχι την απλή περιγραφή μιας συγκεκριμένης έννοιας.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ερώτηση 4α (εξήγηση για τη μείωση της θερμοκρασίας του θερμότερου σώματος, κατά την επαφή του με άλλο ψυχρότερο), στην οποία το πλήθος των σωστών απαντήσεων μειώθηκε στο τελικό ερωτηματολόγιο. Η εξέλιξη αυτή είναι ενδεικτική της αντίληψης πολλών παιδιών για την ύπαρξη δυο οντοτήτων, της θερμότητας και της ψυχρότητας (ενδεικτικές απαντήσεις παιδιών στις εικόνες 3, 4, 5 και 6, που ακολουθούν), η οποία αποδεικνύεται να είναι ιδιαίτερα ανθεκτική στην προσπάθεια αλλαγής με τη διδασκαλία.

4) Το πρόσωπό μου είναι ζεστό, τα χέρια μου είναι κρύα. Πιάνω με τα χέρια μου το πρόσωπό μου.

Το πρόσωπό μου κρυώνει. Γιατί... Γιατί... τα χέρια είναι κρύα και
... μεταφέρουν... το κρύο... στο ζεστό... πρόσωπο... και...
... έτσι το πρόσωπο... παύνει... την... θερμότητα των
... χεριών.

Εικ. 3

- 4) Το πρόσωπό μου είναι ζεστό, τα χέρια μου είναι κρύα. Πιάνω με τα χέρια μου το πρόσωπό μου.

Το πρόσωπό μου κρυώνει. Γιατί; τα χέρια μου είναι κρύα και μεταφέρουν την ψυχρότητα στο πρόσωπο.

Εικ. 4

- 4) Το πρόσωπό μου είναι ζεστό, τα χέρια μου είναι κρύα. Πιάνω με τα χέρια μου το πρόσωπό μου.

Το πρόσωπό μου κρυώνει. Γιατί; η θερμοκρασία των χεριών περνάει στο πρόσωπο.

Εικ. 5

- 4) Το πρόσωπό μου είναι ζεστό, τα χέρια μου είναι κρύα. Πιάνω με τα χέρια μου το πρόσωπό μου.

Το πρόσωπό μου κρυώνει. Γιατί; Γιατί ~~αυτά~~ τα κρύα των χεριών μου θα μεταδοθεί στο πρόσωπο και έτσι το πρόσωπο θα κρυώσει.

Εικ. 6

Επεξεργασία 2^{ου} μέρους.

Με τις ερωτήσεις του 2^{ου} μέρους ελέγχεται η ικανοποίηση των παιδιών από τις διδασκαλίες που περιελάμβαναν χρήση πειραμάτων (ερώτηση 1), η απλότητα και η κατανόηση των οδηγιών και των ερωτήσεων των φύλλων εργασίας που δόθηκαν (ερωτήσεις 2 & 3) και η διάθεση των παιδιών να διδάσκονται με παρόμοιο τρόπο μαθήματα-κλάδους των Φ.Ε.

Για τα 19 από τα 23 παιδιά οι απαντήσεις ήταν κοινές:

- τους άρεσε η ενασχόληση με τα πειράματα,
- δεν συνάντησαν δυσκολίες κατά την εκτέλεσή τους,
- καταλάβαιναν εύκολα το περιεχόμενο των οδηγιών και των ερωτήσεων των φύλλων εργασίας,
- θα τους άρεσε παρόμοιος τρόπος διδασκαλίας και σε άλλα μαθήματα.

Σε 4 παιδιά (που είναι εκείνα, που όπως παρατηρήθηκε νωρίτερα συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο χωρίς συνέπεια) συναντώνται και διαφορετικές απαντήσεις:

- τα 3 αναφέρουν ότι δεν τους άρεσε η ενασχόληση με τα πειράματα,
- ένα παιδί αναφέρει ότι συνάντησε δυσκολίες κατά την εκτέλεση των πειραμάτων, χωρίς όμως και να τις κατονομάζει,
- τρία παιδιά δεν ενδιαφέρονται για παρόμοιο τρόπο διδασκαλίας σε άλλα μαθήματα.

Η ύπαρξη των απαντήσεων αυτών αναφέρεται μόνο για λόγους τάξεως και, ακριβώς επειδή συναντώνται στα συγκεκριμένα ερωτηματολόγια, δεν θα αναλυθεί περαιτέρω.

Κρίνεται σκόπιμο στο σημείο αυτό να παρατεθούν οι παρατηρήσεις που έγιναν κατά τη συζήτηση που ακολούθησε στην τάξη, μετά την τελική συμπλήρωση των ερωτηματολογίων μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών/τριών.

Όλα ανεξαιρέτως τα παιδιά θεωρούν ως δεδομένο τρόπο διδασκαλίας στο σχολείο τον κλασσικό, του/ης εκπαιδευτικού που εξετάζει και παραδίδει και των μαθητών/τριών που παρακολουθούν, έχουν δε συνδέσει τους εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας, ένας

από τους οποίους ήταν και αυτός που δέχθηκαν, αποκλειστικά με τη φυσική και τη χημεία σαν μαθήματα στα οποία θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και το εργαστήριο των Φ.Ε. σαν αντίστοιχο χώρο για τη διδασκαλία.

Λίγα παιδιά ανέφεραν τη διδασκαλία της πληροφορικής που γίνεται στο εργαστήριο και κανένα δεν είχε να αναφέρει άλλα μαθήματα που θα μπορούσαν να διδαχθούν εμπειρικά (με χρήση διαφόρων εργαστηριακών τρόπων), αν και δείχνουν το ενδιαφέρον να πληροφορηθούν για άλλες διδακτικές μεθόδους και τη διάθεση να απαγκιστρωθούν από την κλασική διδασκαλία.

ΜΕΡΟΣ 5^ο
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ –
ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

5.1 Γενικές παρατηρήσεις

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας αναδεικνύουν την πορεία των μαθητών/τριών σε όλη τη διάρκεια των διδασκαλιών, καθώς επίσης τη συμβολή, αλλά και τους περιορισμούς των χρησιμοποιούμενων διδακτικών καταστάσεων στη γνωστική τους εξέλιξη. Βρίσκονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα παρόμοιων ερευνών και δείχνουν ότι τα παιδιά χρησιμοποιούν αιτιακές μαθησιακές δομές για να προβλέψουν και να εξηγήσουν τα φαινόμενα που παρατηρούν καθημερινά στον κόσμο που τα περιβάλλει, όπως π.χ. παρατηρήσαμε στην περίπτωση της θέρμανσης σώματος, όπου τα παιδιά προσπαθούσαν να δείξουν ότι η θερμοκρασία αυξάνεται συνεχώς, έστω και κατά λίγο κάθε φορά. Επιβεβαιώνουν την παγκοσμιότητα και διαχρονική ισχύ των αντιλήψεων των παιδιών στην εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας που μελετήθηκε, καθώς παρατηρείται συμφωνία ανάμεσα σ' αυτές, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία σε διάφορες χρονικές στιγμές, σε διαφορετικά μέρη του κόσμου και για διαφορετικές ηλικίες παιδιών και σ' αυτές που καταγράφηκαν στις απαντήσεις του ερωτηματολογίου ή ανιχνεύθηκαν κατά τη μελέτη του προφορικού λόγου των παιδιών.

Πριν παρουσιάσουμε τη συνολική εικόνα που αποκομίζεται σχετικά με την επίτευξη ή όχι των ερευνητικών στόχων που τέθηκαν, θα επικεντρώσουμε σε κάποια χρήσιμα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν κατά τη διδακτική διαδικασία:

- Κλειδί για την επιτυχία κάθε διδακτικής προσπάθειας αποτελεί η επιλογή των δραστηριοτήτων, στις οποίες μετέχουν οι μαθητές/τριες. Η άστοχη επιλογή των διδακτικών δραστηριοτήτων μπορεί όχι μόνο να μην έχει θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, αλλά επίσης να οδηγήσει τα παιδιά σε άσχετα ή λανθασμένα συμπεράσματα. Και στη διεθνή βιβλιογραφία, άλλωστε, τονίζεται το γεγονός ότι η διδασκαλία πρέπει να είναι πολύ προσεκτική και τα θέματα να επιλέγονται με περίσκεψη, γιατί είναι δυνατόν να συντελέσουν στη δημιουργία αντιλήψεων που είναι αντίθετες με την επιθυμητή γνώση:

"Υπάρχουν περιπτώσεις όπου η διδασκαλία, φυσικά άθελά της, μπορεί να συντελέσει ώστε τα παιδιά να καταλήξουν σε λάθος γενικεύσεις και να αναπτύξουν λανθασμένες ιδέες για κάποιο ζήτημα." (Σταυρίδου κ.ά., 1998).

- Η ποιότητα της διδασκαλίας και των μαθησιακών αποτελεσμάτων της βελτιώνεται όταν μειώνονται ή εξαλείφονται οι παράγοντες που οδηγούν στη διάσπαση της προσοχής των παιδιών. Κατά τη διδακτική παρέμβαση που περιγράφηκε, η χρήση συσκευών καθημερινής χρήσης εξυπηρέτησε από αυτή την άποψη, μια και τα παιδιά δεν είχαν μπροστά τους άγνωστες ή περίπλοκες συσκευές, που θα μπορούσαν να τραβήξουν την προσοχή τους μακριά από τους διδακτικούς στόχους. Αναπόφευκτα, όμως, από τη φύση της πειραματικής διαδικασίας αυξήθηκε το επίπεδο θορύβου. Η συνεχής ενασχόληση των παιδιών με ενδιαφέρουσες γι' αυτά δραστηριότητες συντελεί στην ενεργό συμμετοχή τους και μειώνει το επίπεδο θορύβου στην τάξη. Επίσης διασπαστικός παράγοντας ήταν η παρουσία των συσκευών εγγραφής ήχου (κασετόφωνα, για τις ανάγκες της έρευνας), που ευτυχώς μόνο στην περίπτωση της μιας ομάδας αποδείχτηκε να παίζει ρόλο κατά τη διάρκεια σχεδόν όλης της πρώτης διδακτικής ώρας, ενώ για τις υπόλοιπες ομάδες ξεπεράστηκε μέσα στα πρώτα 2 έως 5 λεπτά.
- Η χρήση επιστημονικών όρων, στην οποία τα παιδιά πιστεύουν ότι πρέπει να καταφεύγουν όταν ασχολούνται με θέματα των Φ.Ε., αφενός μεν τα δυσκολεύει στην έκφραση λόγω της δυσχέρειας που έχουν στην κατανόηση και το χειρισμό τους, αφετέρου δε οδηγεί πολλές φορές σε λανθασμένες εκφράσεις και παρανοήσεις. Η έμφαση που δόθηκε στη χρησιμοποίηση υλικών καθημερινής χρήσης και παραδειγμάτων από την καθημερινή ζωή υποβοηθά και υποστηρίζει την προσπάθεια αντιμετώπισης των διδακτικών αντικειμένων των Φ.Ε. με απλούς όρους και τρόπους έκφρασης και κάνει τη μαθησιακή διαδικασία οικεία στα παιδιά.
- Πολλές φορές τα παιδιά οδηγούνται σε λανθασμένη απάντηση λόγω της δυσκολίας τους να εκφραστούν σωστά, ακόμα και όταν οι νοητικές τους αναπαραστάσεις είναι προς τη σωστή κατεύθυνση.
- Η κριτική και συγκριτική προσέγγιση περισσοτέρων εννοιών ταυτόχρονα αποδεικνύεται να είναι για τα μικρότερα παιδιά πολύ δυσκολότερη από την απλή

περιγραφή μιας συγκεκριμένης έννοιας. Έτσι, ενώ μπορούν αρκετά καλά να περιγράψουν μεμονωμένες έννοιες και φαινόμενα, αδυνατούν να δώσουν τη συσχέτιση ή τη διαφοροποίηση μεταξύ τους.

- Τα μοντέλα, τα οποία τα παιδιά έχουν οικοδομήσει με βάση τις καθημερινές εμπειρίες τους, είναι καλά εδραιωμένα μέσα τους και αποδεικνύονται εξαιρετικά ανθεκτικά στην προσπάθεια τροποποίησής τους μέσω της διδασκαλίας. Στην παρούσα έρευνα βλέπουμε την προσπάθεια διατήρησης του μοντέλου που έχουν τα παιδιά στο μυαλό τους, ότι όταν σε ένα σώμα παρέχεται θερμότητα, η θερμοκρασία του αυξάνεται όσο περνάει ο χρόνος, ακόμα και κατά τη διάρκεια της αλλαγής της φυσικής κατάστασης του σώματος. Άλλες αντιλήψεις, τις οποίες τα παιδιά πολύ δύσκολα αλλάζουν, είναι η αποδοχή της υποκειμενικότητας της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού και η ενοποίηση των εννοιών της "θερμότητας" και της "ψυχρότητας".

5.2 Γνωστικά αποτελέσματα

Από τη μελέτη των γραπτών απαντήσεων στα ερωτηματολόγια και τα φύλλα εργασίας και του προφορικού λόγου που αναπτύχθηκε κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας προκύπτει ότι ένα σημαντικό μέρος των παιδιών τροποποίησε σταδιακά τις αντιλήψεις του, ώστε να μπορεί να σκέφτεται και να εκφράζεται για τις έννοιες και τα φαινόμενα από την εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας που μελετήθηκαν με τρόπο που βρίσκεται πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο. Ειδικότερα:

- Στη σκέψη των παιδιών συχνά υπάρχει άμεση σύνδεση της θερμοκρασίας ενός σώματος με την αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού γι' αυτό το σώμα. Πιο συγκεκριμένα, συνδέουν αποκλειστικά την αίσθηση που έχουν όταν αγγίζουν ένα σώμα με τη θερμοκρασία του σώματος και συνεπώς, θεωρούν ότι ίδια ή διαφορετική αίσθηση συνεπάγεται ίσες ή διαφορετικές θερμοκρασίες αντίστοιχα.

Πριν τη διδασκαλία, οι αντιλήψεις των παιδιών για σχετικά θέματα είναι σύμφωνες με το επιστημονικό πρότυπο σε ποσοστό 30% (7 παιδιά).

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, βλέπουμε να τροποποιούνται σταδιακά οι αντιλήψεις αυτές. Ξεκινώντας από 8 παιδιά (ποσοστό 33%) με αντιλήψεις που συγκλίνουν με το μοντέλο της επιθυμητής γνώσης, κατά τη δραστηριότητα 2 (φύλλο εργασίας 1) τα 12 παιδιά (ποσοστό 50%) προσεγγίζουν σωστά το θέμα. Σ' αυτό το σημείο ενεργοποιήθηκε η σκέψη των παιδιών και έφεραν στη μνήμη τους κι άλλες παρόμοιες «παράδοξες» καταστάσεις και μερικά ανέφεραν ότι πάντα το μέταλλο το νιώθουμε πιο κρύο από το ξύλο.

Μετά το τέλος της διδασκαλίας απαντήσεις σύμφωνες με το μοντέλο της επιθυμητής γνώσης δίνονται από 14 παιδιά (59%). Άλλα 3 παιδιά έχουν βελτιώσει τον τρόπο της σκέψης και της έκφρασής τους, έστω και αν δεν έχουν φτάσει στην επιθυμητή γνώση, με αποτέλεσμα βελτίωση να παρατηρείται σε 17 συνολικά παιδιά (βελτίωση 70% επί του συνόλου των παιδιών).

Παρατηρείται, λοιπόν, θετική συμβολή της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης που ακολουθήθηκε ως προς το πρώτο ερευνητικό ερώτημα, δηλαδή της αναγνώρισης της υποκειμενικότητας της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού και ότι το θερμόμετρο είναι το όργανο που αποτιμά αντικειμενικά τη θερμική κατάσταση ενός σώματος (ερώτημα Α1).

- Στη σύνδεση της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού με τα χαρακτηριστικά του σώματος και ειδικότερα με τη θερμική αγωγιμότητά του, η διδασκαλία συνετέλεσε σε βελτίωση των απόψεων 4 παιδιών από τα 24 (ποσοστό 17%). Άρα έχουμε επαλήθευση και του δεύτερου ερευνητικού ερωτήματος: επήλθε εννοιολογική αλλαγή στο θέμα της εξάρτησης της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού όχι μόνον από τη θερμοκρασία ενός σώματος, αλλά και από τη θερμική του αγωγιμότητα (ερώτημα Α2).

- Για τη διαφοροποίηση της θερμότητας και της θερμοκρασίας:

Σε 4 παιδιά (17% επί του δείγματος) υπάρχει πλήρης σύγχυση και αδυναμία διαφοροποίησης και διάκρισης των δυο εννοιών, χωρίς να παρουσιάζεται οποιαδήποτε βελτίωση.

Η διδασκαλία βοήθησε 7 παιδιά από τα 24 (ποσοστό 30.5% επί του δείγματος) να μετατοπισθούν προς αντιλήψεις σύμφωνες με την επιθυμητή γνώση, ένα ίσο όμως πλήθος παιδιών ολίσθησε προς επιδείνωση του τρόπου σκέψης και έκφρασης, με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται μεταβολή επί του συνόλου των μαθητών/τριών

του δείγματος. Η διδακτική σειρά που εφαρμόστηκε απέτυχε να αντιμετωπίσει τη σύγχυση των εννοιών Θερμότητα και Θερμοκρασία που επικρατεί στις αντιλήψεις των παιδιών και να τα οδηγήσει στη διαφοροποίηση μεταξύ τους (διάψευση του ερευνητικού ερωτήματος Α3). Κρίνεται απαραίτητη η συνέχιση της έρευνας σ' αυτόν τον τομέα.

- Για τη συσχέτιση του ποσού θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα και με άλλα χαρακτηριστικά του σώματος, πέρα από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του:

Όλα τα παιδιά αποδέχονται εξαρχής τη συσχέτιση του ποσού θερμότητας που απαιτείται για να μεταβληθεί η θερμοκρασία του από το υλικό γενικά, χωρίς να γίνεται ιδιαίτερη μνεία σε συγκεκριμένο χαρακτηριστικό του σώματος. Μετά τη διδασκαλία, το πλήθος των παραγόντων που αναφέρονται από τα παιδιά να επιδρούν στο ποσό θερμότητας ανέρχονται σε εννέα (πέρα από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του) και το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό του προβληματισμού τον οποίο είχαν τα παιδιά κατά την εκτέλεση των πειραματικών δραστηριοτήτων.

Επαληθεύεται συνεπώς το τέταρτο ερευνητικό ερώτημα, για τη συμβολή της διαδικασίας διδασκαλίας-μάθησης στην αναγνώριση και αποδοχή και των άλλων παραγόντων που επιδρούν στο ποσόν θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα, εκτός από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του (ερώτημα Α4).

- Σχετικά με τις έννοιες της θερμότητας και της ψυχρότητας, τις οποίες πολλά παιδιά χρησιμοποιούν θεωρώντας τες σαν δυο ξεχωριστές οντότητες:

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο, το $\frac{1}{3}$ των παιδιών (8 παιδιά, ποσοστό 33%) έχει αντιληφθεί ότι η μεταφορά της θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο σώμα είναι πάντα υπεύθυνη για τις παρατηρούμενες μεταβολές θερμοκρασίας, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο το αντίστοιχο ποσοστό εμφανίζεται ελαφρώς αυξημένο και φτάνει στο 37% (9 παιδιά).

Η μελέτη των φύλλων εργασίας και του λόγου των παιδιών μπορεί να μας οδηγήσει στην κατανόηση της εμφάνισης ενός τόσο μικρού ποσοστού βελτίωσης, που είναι μικρότερο από τα αντίστοιχα που επετεύχθησαν για τους υπόλοιπους στόχους της διδακτικής παρέμβασης.

Η αντίληψη πολλών παιδιών για την ύπαρξη δυο οντοτήτων, της θερμότητας και της ψυχρότητας είναι καλά ριζωμένη μέσα τους και αποδεικνύεται ιδιαίτερα

ανθεκτική στην προσπάθεια αλλαγής με τη διδασκαλία. Έτσι, ενώ τα παιδιά εύκολα επιλέγουν μεταξύ πολλών διαφορετικών απόψεων εκείνες που συμφωνούν με τις επιστημονικές (σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ή συμπλήρωσης κενών σε κείμενο), όταν καλούνται μόνα τους να παράγουν ένα κείμενο που να αποτυπώνει τις ιδέες τους έχουν μεγάλη δυσκολία στην έκφραση και τη διατύπωση και πολύ εύκολα επανέρχονται στις πρότερες (επιστημονικά "λανθασμένες") αντιλήψεις, με τις οποίες τους ήταν πιο εύκολο να εκφραστούν.

Η ιδιαίτερη δυσκολία των παιδιών σ' αυτά τα δυο τελευταία θέματα (συσχέτιση του ποσού θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα και με άλλα χαρακτηριστικά του σώματος, πέρα από τη μεταβολή της θερμοκρασίας του – έννοιες της θερμότητας και της ψυχρότητας) εντοπίστηκε κατά την πιλοτική δοκιμή των μαθησιακών δραστηριοτήτων σε μικρή ομάδα μαθητών/τριών που προηγήθηκε της διδασκαλίας. Ακριβώς για να υποβοηθηθεί η αντιμετώπιση αυτών των δυσκολιών δόθηκαν τα ανάλογα μοντέλα "για τη θέρμανση ενός σώματος" και "για τη θερμότητα & το ψύχος", τα οποία άρεσαν στα παιδιά καθώς κινητοποίησαν τη σκέψη τους και δημιούργησαν συνειρμούς μεταξύ φαινομενικά διαφορετικών καταστάσεων, που συμβάλλουν όμως πολύ αποτελεσματικά στην οικοδόμηση από τα παιδιά ενός σωστού μοντέλου.

Παρατηρείται επαλήθευση του πέμπτου ερευνητικού ερωτήματος, που αφορά στην ενοποίηση των εννοιών του ψύχους και της θερμότητας (ερώτημα Α5). Η μικρή όμως έκταση της επελθούσης εννοιολογικής αλλαγής συνιστά λόγο συνέχισης της έρευνας στο αντικείμενο αυτό.

- Για τη διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ δυο σωμάτων ως αιτία διάδοσης της θερμότητας:

Αρχικά τα 18 από τα 24 παιδιά (ποσοστό 75%) αντιλαμβάνονται τα φαινόμενα της διάδοσης της θερμότητας και της αλλαγής της θερμοκρασίας, μόνο τα 5 όμως από αυτά (ποσοστό 21%) συνδέουν τη διαφορά της θερμοκρασίας με τη διάδοση της θερμότητας.

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (δραστηριότητα 6 στο 2^ο φύλλο εργασίας) τα 20 παιδιά (ποσοστό 83%) αντιλαμβάνονται με τον επιθυμητό τρόπο ("σωστά" κατά την επιστημονική άποψη) τη σχέση της θερμοκρασιακής διαφοράς με τη διάδοση της θερμότητας και τη διατυπώνουν με τον κατάλληλο τρόπο.

Με το τέλος της διδασκαλίας έχουμε αντιλήψεις σύμφωνες με την επιθυμητή γνώση για το σύνολο των παιδιών. Στο αποτέλεσμα αυτό έπαιξε καταλυτικό ρόλο η συζήτηση μέσα στις ομάδες, όπως φάνηκε από τις συζητήσεις των παιδιών.

Έχουμε λοιπόν απόλυτη επαλήθευση του έκτου ερευνητικού ερωτήματος, ότι η αιτία διάδοσης της θερμότητας είναι η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ των σωμάτων (ερώτημα Α6).

5.3 Συναισθηματικά και κοινωνικά αποτελέσματα

Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας τα παιδιά έδειξαν ενδιαφέρον γι' αυτήν. Ανταποκρίθηκαν στις οδηγίες της εκπαιδευτικού, συνεργάστηκαν αρμονικά μεταξύ τους, συμμετείχαν στη διεξαγωγή των πειραματικών δραστηριοτήτων και στις συζητήσεις που έγιναν τόσο σε επίπεδο ομάδας, όσο και σε επίπεδο τάξης. Είναι χαρακτηριστικό ότι, όταν τους ζητήθηκε, διέθεσαν χρόνο από τα διαλείμματά τους και ρωτούσαν με αγωνία: «Κυρία, πότε θα ξανακάνουμε μάθημα;»

Στο τελικό ερωτηματολόγιο τα παιδιά απάντησαν σε όλες τις ερωτήσεις (το πλήθος στην τελευταία στήλη του πίνακα 4.2β-II είναι μηδενικό, εκτός μιας περίπτωσης) και αυτό υποδηλώνει ότι η όλη διδακτική διαδικασία κινητοποίησε το ενδιαφέρον των παιδιών.

Εντύπωση μας προκάλεσε το γεγονός ότι, όταν επισκεφθήκαμε την τάξη για την επίδοση του τελικού ερωτηματολογίου, χωρίς τα παιδιά να είναι ενήμερα για το χρόνο της επίσκεψης αυτής και ενώ είχαν παρέλθει 5 εβδομάδες από τη διδακτική παρέμβαση, τα περισσότερα από τα παιδιά είχαν μαζί τους και ανέσυραν από τη σχολική τους τσάντα τα φύλλα με τα ανάλογα μοντέλα για τη «ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ» και για «ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΟ ΨΥΧΟΣ», τα οποία τους είχαν διανεμηθεί στη διάρκεια της 3^{ης} και 4^{ης} διδακτικής ενότητας.

Συνολικά, για όλα τα παιδιά οι διδασκαλίες ήταν ευπρόσδεκτες και η συμμετοχή τους στην πειραματική διαδικασία αποδείχθηκε ευχάριστη ενασχόληση. Μόνη αρνητική παρατήρηση το γεγονός ότι 4 παιδιά (από τα 24 που συμμετείχαν στη διδασκαλία) αν και μετείχαν ενεργητικά, όπως και τα υπόλοιπα, στη διαδικασία των

πειραμάτων, όταν χρειαζόταν να δουλέψουν μόνα τους για να συμπληρώσουν τα φύλλα εργασίας ή τα ερωτηματολόγια έδειχναν σημάδια ενόχλησης, ανίας, το έκαναν από υποχρέωση, χωρίς να ανταποκρίνονται με συνέπεια και όρεξη.

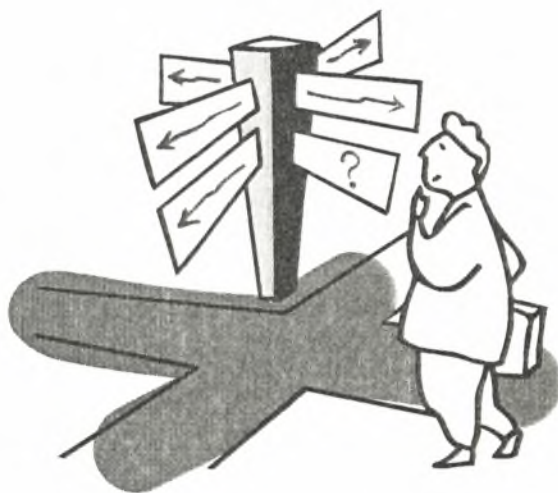
Συνοψίζοντας θα λέγαμε ότι σε όλα τα υπόλοιπα ερευνητικά ερωτήματα, εκτός του τρίτου, δόθηκαν θετικές απαντήσεις, παρατηρήθηκε δηλαδή εννοιολογική αλλαγή σε θέματα σχετικά με τους γνωστικούς στόχους που τέθηκαν (ερευνητικά ερωτήματα Α1 έως και Α6, σελ. 13), που ήταν αλλού μικρότερης και αλλού μεγαλύτερης έκτασης και δημιουργία θετικής στάσης των παιδιών κατά τη διδασκαλία, με αποδοχή της διδακτικής διαδικασίας (ερώτημα Β1, σελ. 14) και συμμετοχή σ' αυτήν.

5.4 Ερευνητικές προτάσεις

Κρίνεται, ωστόσο, απαραίτητη η πραγματοποίηση περαιτέρω έρευνας και η μελέτη και εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχετικά θέματα, όπως:

1. Η χρήση ψηφιακών θερμομέτρων για τη μέτρηση της θερμοκρασίας κατά την εκτέλεση των πειραμάτων. Όταν η δυνατότητα τροποποίησης της ανάγνωσης του οργάνου μέτρησης (του θερμομέτρου) θα έχει εκλείψει, είναι εξαιρετικά ενδιαφέρον να παρατηρήσουμε τις αντιδράσεις των παιδιών και να δούμε με ποιόν τρόπο θα προσπαθήσουν να εξηγήσουν τη διάσταση μεταξύ υποκειμενικού αισθήματος και αντικειμενικής μέτρησης για τη θερμοκρασία και πώς θα προσπαθήσουν να διατηρήσουν το μοντέλο τους για τη συνεχή αύξηση της θερμοκρασίας, όταν γίνεται συνεχής παροχή θερμότητας σε ένα σώμα.
2. Η αποτελεσματικότητα διδακτικών μεθόδων, που θα περιλαμβάνουν την ανάθεση δραστηριοτήτων πειραματικής φύσης στο σπίτι.
3. Η διδασκαλία, που θα είναι εστιασμένη στην αποτελεσματική αντιμετώπιση των δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/τριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων:
 - α) στη διάκριση και διαφοροποίηση των εννοιών Θερμότητα και Θερμοκρασία,

- β) στην ενοποίηση των εννοιών της Θερμότητας και του Ψύχους,
 - γ) στην αποδοχή της οικονομίας του επιστήμονα-φυσικού, όπου περισσότερα από ένα φαινόμενα ερμηνεύονται με το ίδιο μοντέλο.
4. Η διδακτική προσέγγιση και άλλων γνωστικών περιοχών των Φ.Ε. με παρόμοιες μεθόδους.
5. Η μελέτη του τρόπου, με τον οποίο θα μπορούσαν τέτοιες προτάσεις πειραματικής-εμπειρικής διδασκαλίας και για μεγάλο πλήθος γνωστικών αντικειμένων να ενταχθούν στο πολύ σφιχτό (από θέμα χρόνου και ποσότητας διδακτέας ύλης) αναλυτικό πρόγραμμα, που προτείνεται από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, με κατάλληλη τροποποίησή του.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ANDERSSON, B. (1986) The experiential gestalt of causation: a common core to pupils' preconceptions in science. *European Journal of Science Education*, vol. 8 (2), pp. 155-171.
- ARONS, A.B. (1992) *Οδηγός Διδασκαλίας της Φυσικής*. (Ελληνική μετάφραση), Αθήνα, εκδ. ΤΡΟΧΑΛΙΑ.
- AUSUBEL, D.P. (1968) *Educational Psychology-A Cognitive View*. N. York: Rinehart & Winston.
- BRANSFORD, J.; BROWN, A. & COCKING, R. (Eds.) (1999) *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- BROWN, J. S.; COLLINS, A. & DUGUID, P. (1989) Situated cognition and the culture of learning, *Educational Researcher*, vol. 18 (1), pp. 32-41.
- COHEN, L. & MANION, L. (1994) *Μεθοδολογία Εκπαιδευτικής Έρευνας*. (Ελληνική μετάφραση), Αθήνα, εκδ. ΜΕΤΑΙΧΜΙΟ, 4^η έκδ.
- COLLINS, A.; BROWN, J. S, & NEWMAN, S. E. (1989) Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and Instruction: Essays in honor of Robert Glaser*, pp. 453-494. (Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates).
- COTIGNOLA, M.; BORDOGNA, C.; PUNTE, G. & CAPPANNINI, O. (2002) Difficulties in learning thermodynamic concepts: are they linked to the historical development of this field?, *Science & Education*, 11, pp. 279-291.
- DRIVER, R. & OLDFHAM, V. (1986) A constructivist approach to curriculum development in science, *Studies in Science Education*, 5, pp. 61-84.
- DRIVER, R. (1989) Students' conceptions and the learning of science, *International Journal of Science Education*, 11, pp. 481-490.

- DRIVER, R.; GUESNE, E. & TIBERGHEN, A. (1993) *Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες*. (Ελληνική μετάφραση). Αθήνα, εκδ. ΤΡΟΧΑΛΙΑ, επιμ. Ένωση Ελλήνων Φυσικών.
- DRIVER, R.; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P. & WOOD-ROBINSON, V. (1998) *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. (Ελληνική μετάφραση), Αθήνα, εκδ. ΤΥΠΩΘΗΤΩ.
- HENNESSY, S., TWIGGER, D., DRIVER, R., O'SHEA, T., O'MALLEY, C.E., BYARD, M., DRAPER, S., HARTLEY, R., MOHAMED, R. & SCANLON, E.; (1995). Design of a computer-augmented curriculum for mechanics, *International Journal of Science Education*, vol. 17 (1), pp. 75-92.
- ΚΑΡΥΔΑΣ, Α. (2000) *Η ιστορία της επιστήμης και προτάσεις για τη διδακτική της εκμετάλλευση: Η περίπτωση της θερμότητας και των θερμικών φαινομένων*. Διπλωματική εργασία. Π.Μ.Σ. "Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση", Π.Τ.Δ.Ε., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ΚΟΚΚΟΤΑΣ, Π. & ΒΛΑΧΟΣ, Ι. (2000) "Ο Ρόλος του Πειράματος στην Επιστήμη και στη Διδασκαλία-Μάθηση", στο Κόκκοτας Π. (επιμ.), *Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες – Σύγχρονοι Προβληματισμοί*. Αθήνα, εκδ. ΤΥΠΩΘΗΤΩ.
- ΚΟΚΚΟΤΑΣ, Π. (2002) *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα, 3^η εκδ.
- ΚΟΥΜΑΡΑΣ, Π. (1989) *Μελέτη της εποικοδομητικής προσέγγισης στην πειραματική διδασκαλία του Ηλεκτρισμού*. Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Φυσικής, Σ.Θ.Ε., Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- ΚΟΥΜΑΡΑΣ, Π. (2000) *Πειράματα Φυσικών Επιστημών με υλικά καθημερινής χρήσης*. Αθήνα, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, εκδ. Ο.Ε.Δ.Β.
- ΚΟΥΜΑΡΑΣ, Π. (2002) *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της φυσικής*. Θεσσαλονίκη, εκδ. Χριστοδουλίδη.
- ΚΟΥΜΑΡΑΣ, Π. (2004) *Από τις Εισηγήσεις στο Π.Μ.Σ.: "Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης & Παραγωγή Διδακτικού Υλικού"*, Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Θεσσαλίας, Βόλος.

- ΚΟΥΜΑΡΑΣ, Π. (2006) '...είναι δυνατόν να δημιουργηθεί ενδιαφέρον στους μαθητές για τη Φυσική;' *Κεντρική ομιλία στο 3^ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ε.Δι.Φ.Ε.*, Βόλος, 7-9 Απριλίου 2006.
- LABURU, C.E. & NIAZ, M. (2002) A Lakatosian framework to analyze situations of cognitive conflict and controversy in students' understanding of Heat Energy and Temperature, *Journal of Science Education and Technology*, vol 11 (3), pp. 211-219.
- MINISTRY of EDUCATION of NEW ZEALAND. (1993) *Science in the New Zealand Curriculum*. Wellington, Learning Media.
- MINISTRY of EDUCATION of NEW ZEALAND. (1998) *The Science Toolbox*. Wellington, Learning Media.
- ΜΠΑΜΠΑΡΟΥΤΣΗΣ, Χ. (2005) Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής στην επικοινωνιακή προσέγγιση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. *Πρακτικά 9^{ου} Κοινού Συνεδρίου Ελλήνων και Κυπρίων Φυσικών*, που έγινε στη Λευκωσία, με θέμα τη "Διδακτική των Φυσικών Επιστημών – Προτάσεις για νέες διδακτικές μεθόδους". Εκδ. Κωστόγιαννος, Χαλκίδα.
- ΠΗΓΙΑΚΗ, Π. (1999) *Προετοιμασία, Σχεδιασμός και Αξιολόγηση της Διδασκαλίας. Διδακτική Μεθοδολογία*. Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη, Β' έκδοση.
- PIAGET, J. (1978) *The Development of Thought*. Blackwell, Oxford.
- ROGOFF, B. (1990) *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- SCARDAMALIA, M. & BEREITER, C. (1991) Higher Levels of Agency for Children in Knowledge Building: A Challenge for the Design of New Knowledge Media, *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 1 (1), pp. 37-68.
- SHE, H.C. (2003) DSLM Instructional Approach to Conceptual Change Involving Thermal Expansion, *Research in Science & Technological Education*, vol. 21 (1), pp. 43-54.
- ΣΚΟΥΜΙΟΣ, Μ.(2005) *Διδακτική επεξεργασία εμποδίων για την εννοιολογική περιοχή της Θερμότητας*. Δημοσίευτη διδακτορική διατριβή, Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ, Πάτρα.

- ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ, Χ. (2004) Από τις *Εισηγήσεις* στο Π.Μ.Σ.: "Σύγχρονα Περιβάλλοντα Μάθησης & Παραγωγή Διδακτικού Υλικού", Π.Τ.Δ.Ε., Παν. Θεσσαλίας, Βόλος.
- ΣΤΑΥΡΙΔΟΥ, Ε. & ΣΟΛΟΜΩΝΙΔΟΥ, Χ.; Συνεργασία: ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ, Β.(1998) *Εννοιες Φυσικών Επιστημών Ι*. Βόλος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- ΣΤΑΥΡΙΔΟΥ, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Μια εφαρμογή στο Δημοτικό σχολείο*. Βόλος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.
- ΣΤΑΥΡΙΔΟΥ, Ε. (2001). "Συνεργατική μάθηση στην τάξη: μια πρόκληση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών", στο Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (επιμ.), *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21^{ου} αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές*. Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη.
- ΤΣΕΛΦΕΣ, Β. (2002) *Δοκιμή και πλάνη. Το εργαστήριο στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα, εκδ. Νήσος.
- TYTLER, R. (2000) A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: dimensions of conceptual progression, *International Journal of Science Education*, vol. 22 (5), pp. 447-467.
- VYGOTSKY, L. (1978) *Mind in society: The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- ΧΑΤΖΗΓΕΩΡΓΙΟΥ, Γ.(1998) *Η Φυσική μέσα από τα μάτια του μικρού παιδιού*. Αθήνα, εκδ. Γρηγόρη.
- ΥΠ.Ε.Π.Θ.: (2003) *Δ.Ε.Π.Π.Σ. και Α.Π.Σ. Δημοτικού – Γυμνασίου*. Φ.Ε.Κ. 303/13-3-2003, τ.Β', κατόπιν εισήγησης του Π.Ι., Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α΄

1^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1^η – 2^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Οι Έννοιες Θερμότητα (Θ) – Θερμοκρασία (θ) Στην Καθημερινή Ζωή – Διάκριση Μεταξύ Τους.

Οι διδακτικοί στόχοι των δυο πρώτων ενοτήτων ήταν οι μαθητές και οι μαθήτριες:

α) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η αίσθηση του θερμού ή του ψυχρού είναι υποκειμενική και ο μόνος αντικειμενικός και αδιάβλητος τρόπος αποτίμησης της θερμικής κατάστασης ενός σώματος είναι με τη χρήση επιστημονικών οργάνων μέτρησης, δηλ. των θερμομέτρων,

β) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν την εξάρτηση της αίσθησης του θερμού και του ψυχρού όχι μόνον από τη θερμοκρασία του σώματος, αλλά και από τη σύστασή του και ειδικότερα από το πόσο γρήγορα μπορεί να διαδοθεί η θερμότητα από το χέρι μας προς το σώμα ή αντίστροφα,

γ) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η θερμότητα είναι διαφορετική από τη θερμοκρασία.

1^η – 2^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Οι Έννοιες Θερμότητα (Θ) – Θερμοκρασία (θ) Στην Καθημερινή Ζωή –
Διάκριση Μεταξύ Τους.

Όνοματεπώνυμο: _____ Σχολείο: _____

Τάξη: _____ Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____ / _____ / 2006, Λάρισα

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1

Επάνω στον πάγκο του εργαστηρίου βλέπεις ένα θερμόμετρο. Στο σπίτι σου έχεις δει ένα άλλο θερμόμετρο, που το χρησιμοποιείς όταν είσαι άρρωστος/η.

1. Ποια είναι η χρησιμότητα του θερμομέτρου;

.....

**ΠΡΟΒΛΕΨΗ μέσω των αισθήσεων**

2. Επάνω στον πάγκο του εργαστηρίου βλέπεις δυο αντικείμενα από διαφορετικά υλικά. Ακούμπησέ τα με το χέρι σου και σημείωσε αν τα νιώθεις το ίδιο ζεστά.

(*Προσοχή: Ακουμπάμε τα σώματα για λίγο, για να μην τα ζεστάνουμε με το χέρι μας.*)

ΝΑΙ

ΟΧΙ

Αν απάντησες όχι, ποιο νιώθεις πιο ζεστό;

.....

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1**ΠΕΙΡΑΜΑ**

3. Με τη βοήθεια του θερμομέτρου, που βρίσκεται στον πάγκο του εργαστηρίου, μέτρησε τη θερμοκρασία των δυο αντικειμένων. Σημείωσε κάθε φορά την ένδειξη του θερμομέτρου:

Υλικό 1 () :	Υλικό 2 () :
--	--

Σε τι συμπέρασμα καταλήγεις για τα δεδομένα που παίρνεις με τις αισθήσεις σου;

.....

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 2



ΠΡΟΒΛΕΨΗ

4. Γεμίζεις ένα δοχείο με νερό από τη βρύση (η θερμοκρασία του θα κυμαίνεται από 5°C - 15 °C, ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος την ημέρα του πειράματος) και το τοποθετείς επάνω σε μια εστία θέρμανσης, με τη βοήθεια της οποίας το θερμαίνεις για αρκετή ώρα, μέχρι να βράσει. Ανακατεύεις ελαφρά το νερό και με ένα θερμομέτρο παρακολουθείς συνεχώς τη θερμοκρασία του. Θα αλλάξει η θερμοκρασία του; Αν ναι, με ποιον τρόπο νομίζεις ότι θα συμβαίνει αυτό;

.....

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2



ΠΕΙΡΑΜΑ

5. Βάλτε νερό στο δοχείο που υπάρχει στον πάγκο σας και τοποθετήστε το επάνω στην εστία θέρμανσης. (Ανακατεύετε ελαφρά το νερό κατά τη διάρκεια της θέρμανσης.) Συνεχίστε να θερμαίνετε το νερό μέχρι να βράσει. Με τη βοήθεια του θερμομέτρου παρακολουθήστε τη θερμοκρασία του.

Προσοχή: το θερμομέτρο δεν πρέπει να ακουμπά στον πάτο του δοχείου.

Σημειώστε κάθε ένα λεπτό την ένδειξη του θερμομέτρου:

Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)
1		6					
2		7					
3		...					
4		...					
5		...					

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 3

6. Συμφωνούν οι παρατηρήσεις σου με την πρόβλεψη που έκανες στην ερώτηση 4;



ΝΑΙ

ΟΧΙ

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

7. Αν στην προηγούμενη ερώτηση απάντησες όχι, συζήτησε με τα άλλα μέλη της ομάδας σου και προσπαθήστε να δώσετε μια εξήγηση για το φαινόμενο που παρατηρήσατε.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κάθε ομάδας στην τάξη!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β΄

2^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

3^η – 4^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέρμανση ενός σώματος – Θερμότητα (Θ) & Ψύχος (Ψ): Οι Δυο Όψεις του Ίδιου Νομίσματος – Η Ροή της Θερμότητας.

Οι διδακτικοί στόχοι των δυο αυτών ενοτήτων ήταν οι μαθητές και οι μαθήτριες:

α) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η ποσότητα θερμότητας που ανταλλάσσει ένα σώμα εξαρτάται μεν από τη μεταβολή της θερμοκρασίας, αλλά επίσης και από τη μάζα, τη σύσταση και τη φυσική κατάσταση του σώματος,

β) να ενοποιήσουν τις έννοιες του ψύχους και της θερμότητας και να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι το ψύχος είναι έλλειψη θερμότητας,

γ) να αντιληφθούν και να αποδεχθούν ότι η αιτία διάδοσης της θερμότητας είναι η διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στα σώματα και ότι η θερμότητα ρέει πάντα από το σώμα υψηλότερης προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας.

3^η – 4^η ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ

Παράγοντες που επηρεάζουν τη θέρμανση ενός σώματος –
 Θερμότητα (Θ) & Ψύχος (Ψ): Οι Δυο Όψεις του Ίδιου Νομίσματος –
 Η Ροή της Θερμότητας.

Όνοματεπώνυμο: _____ Σχολείο: _____

Τάξη: _____ Ομάδα: _____ Ημερομηνία: _____ / _____ / 2006, Λάρισα

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1

**ΠΡΟΒΛΕΨΗ**

- Γεμίζεις ένα ποτήρι με νερό και ένα άλλο όμοιο ποτήρι με λάδι και τα αφήνεις επάνω στο τραπέζι για αρκετές ώρες, ώστε να αποκτήσουν την ίδια θερμοκρασία. Τοποθετείς τα δυο ποτήρια στον αναμμένο φούρνο. Η θερμοκρασία των δυο σωμάτων θα αρχίσει να αυξάνεται και θα είναι κάθε χρονική στιγμή
 - ίδια.
 - διαφορετική, γιατί το νερό ζεσταίνεται πιο γρήγορα.
 - διαφορετική, γιατί το λάδι ζεσταίνεται πιο γρήγορα.
 - διαφορετική, δεν ξέρω ποιο θα ζεσταθεί πιο γρήγορα.

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 1

**ΠΕΙΡΑΜΑ**

- Βάλτε νερό στο δοχείο που υπάρχει στον πάγκο σας και τοποθετήστε το επάνω στην εστία θέρμανσης. (Ανακατεύετε ελαφρά το υγρό κατά τη διάρκεια της θέρμανσης.) Με τη βοήθεια του θερμομέτρου παρακολουθήστε για 10 λεπτά τη θερμοκρασία του και καταγράψτε την ανά ένα λεπτό στον πίνακα που ακολουθεί.
Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία θερμαίνοντας ίδια ποσότητα λάδι και συμπληρώστε τον αντίστοιχο πίνακα.

Προσοχή: το θερμόμετρο δεν πρέπει να ακουμπά στον πάτο του δοχείου.

Θερμοκρασία νερού		Θερμοκρασία λαδιού					
Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)	Χρόνος (min)	Θερμοκρασία (°C)
1		6		1		6	
2		7		2		7	
3		8		3		8	
4		9		4		9	
5		10		5		10	

3. Συμφωνούν οι παρατηρήσεις σας με την πρόβλεψη που έκανες στην ερώτηση 1;

ΝΑΙ

ΟΧΙ

4. Αν στην προηγούμενη ερώτηση απάντησες όχι, συζήτησε με τα άλλα μέλη της ομάδας σου και προσπαθήστε να σκεφθείτε και να γράψετε κάποιους παράγοντες, από τους οποίους εξαρτάται το ποσόν της θερμότητας που απαιτείται για να θερμανθεί ένα σώμα.



.....

.....

.....

.....



Ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κάθε ομάδας στην τάξη!

ΑΝΑΛΟΓΟ ΜΟΝΤΕΛΟ για τη ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΣΩΜΑΤΟΣ

Η θέρμανση ενός σώματος μπορεί να παρομοιαστεί με τη διάλυση κόκκινου χρώματος σε ένα υγρό. Το τελικό χρώμα του υγρού θα εξαρτάται από κάποιους παράγοντες, όπως ακριβώς η τελική θερμοκρασία του σώματος που θερμαίνεται θα εξαρτάται από κάποιους άλλους παράγοντες. Η αντιστοιχία που υπάρχει ανάμεσα σ' αυτές τις δυο διαφορετικές καταστάσεις μπορεί να σε βοηθήσει να καταλάβεις και να είσαι σε θέση να εξηγήεις αυτό που συμβαίνει κατά τη θέρμανση ενός σώματος.

Διάλυση κόκκινου χρώματος σε υγρό	Θέρμανση σώματος
Μάζα υγρού	Μάζα σώματος
Μάζα κόκκινου χρώματος	Ποσότητα θερμότητας
Σύσταση υγρού	Σύσταση σώματος
Τελικό χρώμα	Θερμοκρασία

Κατά τη διάλυση κόκκινου χρώματος σε υγρό:

- όσο περισσότερη είναι η μάζα του υγρού, τόσο λιγότερο έντονο είναι το τελικό χρώμα που προκύπτει,
- όσο περισσότερη είναι η μάζα του κόκκινου χρώματος, τόσο πιο έντονο είναι το τελικό χρώμα που προκύπτει,
- το τελικό χρώμα εξαρτάται από τη σύσταση του υγρού. Για παράδειγμα, αλλιώς χρωματίζεται το νερό και αλλιώς το λάδι.

Κατά τη θέρμανση ενός σώματος:

- όσο περισσότερη είναι η μάζα του σώματος, τόσο λιγότερο ζεστό γίνεται,
- όσο περισσότερη ποσότητα θερμότητας παίρνει το σώμα, τόσο μεγαλύτερη είναι η τελική του θερμοκρασία,
- η τελική θερμοκρασία του σώματος εξαρτάται από το είδος του σώματος. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι η άμμος ζεσταίνεται περισσότερο από το νερό της θάλασσας.

ΑΤΟΜΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 2



Ένας σωλήνας που περιέχει οινόπνευμα τοποθετείται σε δοχείο με ζεστό νερό.

5α. ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Μπορείς να περιγράψεις τι θα συμβεί; Αν μέσα στο σωλήνα υπάρχει ένα θερμόμετρο, που μας δείχνει τη θερμοκρασία του οινοπνεύματος, θα αλλάξει η ένδειξή του καθώς θα περνάει ο χρόνος; Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί.

.....

.....

.....

.....



Στη συνέχεια ο σωλήνας με το οινόπνευμα τοποθετείται σε δοχείο με παγωμένο νερό.

5β. ΠΡΟΒΛΕΨΗ

Μπορείς να περιγράψεις τι θα συμβεί; Τι θα κάνει τώρα το θερμόμετρο; Προσπάθησε να εξηγήσεις γιατί.

.....

.....

.....

.....

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 2



Η μητέρα γεμίζει από τη βρύση ένα ποτήρι με νερό και ρίχνει μέσα ένα παγάκι. Ο πατέρας γεμίζει από τη βρύση ένα όμοιο ποτήρι με νερό και βάζει μέσα πέντε παγάκια. Το νερό της βρύσης έχει θερμοκρασία περίπου 15°C.



Συζητείστε στην ομάδα και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα:

6. - Γιατί λιώνουν τα παγάκια;

- Ποιος από τους δυο γονείς θα πει το πιο κρύο νερό; Δικαιολογείστε την απάντησή σας.

**ΠΕΙΡΑΜΑ**

7. Βάλτε την άκρη του θερμομέτρου μέσα στη χούφτα σας και κρατήστε το έτσι για 2 περίπου λεπτά. Παρατηρείτε ότι σ' αυτό το χρονικό διάστημα το θερμοόμετρο

ζεσταίνεται / κρυώνει / δεν παθαίνει τίποτα από τα δυο προηγούμενα

(διαγράψτε αυτά που δεν ισχύουν)

και αυτό συμβαίνει γιατί

.....

Στη συνέχεια βάζετε νερό της βρύσης στο δοχείο που έχετε μπροστά σας και τοποθετείτε μέσα σ' αυτό το θερμοόμετρο, το οποίο αφήνετε για 5 περίπου λεπτά.

Παρατηρείτε ότι το θερμοόμετρο

ζεσταίνεται / κρυώνει / δεν παθαίνει τίποτα από τα δυο προηγούμενα

(διαγράψτε αυτά που δεν ισχύουν)

και αυτό συμβαίνει γιατί

.....

ΟΜΑΔΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ 3

Συζητείστε στην ομάδα και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα:

8. Για ποιο λόγο πιστεύετε ότι αλλάζει η θερμοκρασία του θερμομέτρου;

.....

.....

.....

.....



Ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κάθε ομάδας στην τάξη!

ΑΝΑΛΟΓΟ ΜΟΝΤΕΛΟ για ΤΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ & ΤΟ ΨΥΧΟΣ

Η επαφή δυο σωμάτων διαφορετικής θερμοκρασίας μπορεί να παρομοιαστεί με την ανάμιξη δυο ποτηριών σοκολάτας διαφορετικής γλυκύτητας (γλυκιά και λιγότερο γλυκιά ή πικρή). Υπάρχουν ομοιότητες ανάμεσα στη γλυκιά και πικρή σοκολάτα αφενός και το θερμό ή το ψυχρό σώμα αφετέρου. Η γλυκύτητα της σοκολάτας που προκύπτει από την ανάμιξη θα εξαρτάται από κάποιους παράγοντες, όπως ακριβώς η τελική θερμοκρασία των σώματος που έρχονται σε επαφή θα εξαρτάται από κάποιους άλλους παράγοντες. Η αντιστοιχία που υπάρχει ανάμεσα σ' αυτές τις δυο διαφορετικές καταστάσεις μπορεί να σε βοηθήσει να καταλάβεις και να είσαι σε θέση να εξηγήσεις αυτό που συμβαίνει όταν δυο σώματα διαφορετικής θερμοκρασίας έρχονται σε επαφή.

Ανάμιξη γλυκιάς και πικρής σοκολάτας	Επαφή θερμού και ψυχρού σώματος
Σοκολάτα	Σώμα
Μάζα σοκολάτας	Μάζα σώματος
Ποσότητα ζάχαρης	Ποσότητα θερμότητας
Γλυκύτητα	Θερμοκρασία

Κάθε ρόφημα σοκολάτας περιέχει ορισμένη ποσότητα ζάχαρης.

- Αν πάρουμε δυο ποτήρια με ίσες ποσότητες σοκολάτας, μια γλυκιά και μια πικρή, η γλυκιά σοκολάτα έχει περισσότερη ποσότητα ζάχαρης από ό,τι η πικρή.

Η πικρή σοκολάτα δεν περιέχει "πίκρα", αλλά ζάχαρη.

- Η τελική γλυκύτητα εξαρτάται από τη μάζα της γλυκιάς και της πικρής σοκολάτας και από τη γλυκύτητά τους.

Κάθε σώμα περιέχει ορισμένη ποσότητα θερμότητας.

- Αν πάρουμε δυο σώματα ίδιου μεγέθους, ένα θερμό και ένα ψυχρό, το θερμό σώμα έχει περισσότερη ποσότητα θερμότητας από ό,τι το ψυχρό.

Το ψυχρό σώμα δεν περιέχει "ψύχος ή κρύο", αλλά θερμότητα.

Η τελική θερμοκρασία εξαρτάται από τις μάζες των δυο σωμάτων και από την αρχική θερμοκρασία τους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ΄

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ερωτηματολόγιο για τη Θερμότητα

Όνοματεπώνυμο: _____ Σχολείο: _____

Τάξη: _____ Ημερομηνία: _____ / _____ / 2006, Λάρισα

Αγαπητή φίλη μαθήτρια / Αγαπητέ φίλε μαθητή,

θα σε παρακαλούσαμε να συμπληρώσεις με ειλικρίνεια το ερωτηματολόγιο που έχεις στα χέρια σου, με το οποίο δεν επιθυμούμε να αξιολογήσουμε τις γνώσεις σου, ούτε να βαθμολογήσουμε το πόσο καλά θα απαντήσεις στις ερωτήσεις που ακολουθούν. Μας ενδιαφέρει να γνωρίσουμε τις απόψεις σου για θέματα που σχετίζονται με τη θερμότητα, ώστε να μπορέσουμε να βρούμε τον καλύτερο τρόπο για να σε βοηθήσουμε να αντιμετωπίσεις έννοιες και φαινόμενα του κόσμου μας, που αν και τα συναντάς συνέχεια, εξακολουθούν να σε προβληματίζουν.

Σε ευχαριστούμε για τη συνεργασία σου.

1) Πώς ορίζεις τις παρακάτω έννοιες:

Θερμός.....

.....

.....

Ψυχρός.....

.....

.....

Θερμοκρασία.....

.....

.....

Θερμότητα.....

.....

.....

- 2) Νομίζεις ότι υπάρχει κάποια σχέση ανάμεσα στη θερμότητα και τη θερμοκρασία; Μπορείς να χρησιμοποιήσεις κάποιο παράδειγμα, για να εξηγήσεις τη σχέση αυτή;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 3) Πώς καταλαβαίνεις στην καθημερινή ζωή ότι ένα σώμα είναι ζεστό ή κρύο;

.....

.....

.....

.....

.....

- 4) Το πρόσωπό μου είναι ζεστό, τα χέρια μου είναι κρύα. Πιάνω με τα χέρια μου το πρόσωπό μου.

Το πρόσωπό μου κρυώνει. Γιατί;

.....

.....

.....

Τα χέρια μου ζεσταίνονται. Γιατί;

.....

.....

.....

Να συμπληρώσεις με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά:

- 5) Όταν ζεσταίνουμε νερό στο ηλεκτρικό μάτι, ρέει από το στο και η του νερού αυξάνεται.

Λέξεις που μπορείς να χρησιμοποιήσεις:

ηλεκτρικό μάτι / θερμότητα / θερμοκρασία / νερό

Στην παρακάτω ερώτηση, επέλεξε την απάντηση που θεωρείς σωστή:

- 6) Σε 100 gr νερού θερμοκρασίας 60°C προσθέτουμε 100 gr νερού θερμοκρασίας 20°C . Το μίγμα που προκύπτει θα έχει θερμοκρασία
- α. 20°C .
- β. μικρότερη από 40°C .
- γ. 40°C .
- δ. περίπου 60°C .
- ε. 80°C

Μέρος 2ο

1) Σου άρεσε η ενασχόλησή σου με τα πειράματα;

ΝΑΙ	ΟΧΙ
-----	-----

2) Συνάντησες δυσκολίες κατά την εκτέλεση των πειραμάτων;

ΝΑΙ	ΟΧΙ
-----	-----

Αν ναι, ποιες ήταν αυτές;

.....
.....

3) Καταλάβαινες εύκολα το περιεχόμενο των οδηγιών και των ερωτήσεων των φύλλων εργασίας;

ΝΑΙ	ΟΧΙ
-----	-----

Αν όχι, πού δυσκολεύτηκες;

.....
.....

4) Θα σου άρεσε να γίνεται το μάθημά σου με παρόμοιο τρόπο και κατά τη διδασκαλία άλλων ενοτήτων της φυσικής ή και σε άλλα αντικείμενα των φυσικών επιστημών (όπως για παράδειγμα τη χημεία, τη βιολογία);

ΝΑΙ	ΟΧΙ
-----	-----

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ'

ΑΠΟΜΑΓΝΗΤΟΦΩΝΗΣΕΙΣ

1^η διδακτική ώρα – Ομάδα 2 (4 αγόρια)

Για την ερώτηση 2, όπου καλούνται να συγκρίνουν τη θερμοκρασία μετάλλου και ξύλου:

- (μ1) Παγωμένο είναι. [για το μέταλλο]

[Δίνουν επεξηγηματικές οδηγίες ο ένας στους άλλους, για τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας των υλικών]

- (μ2) 24. [για το ξύλο]
- (μ3) 24 και κάτι, γράψε 24 βαθμούς. [για το μέταλλο]
- (μ1) Αποκλείεται!
- (μ2) Τόσο πολύ!
- (μ4) Όχι!
- (μ1) Αποκλείεται, πιο λίγο.
- (μ4) Βιάστηκες να βγάλεις το χέρι έξω. Βάλτο μέσα κι άφησέ το, άφησέ το 2-3 λεπτά.
- (μ3) Μην το πειράξει κανένας!
- (μ2) Η αγωνία με τρώει.
- (μ3) Ε! 24 δείχνει.[Ερώτηση στη διπλανή ομάδα:] Πόσο το βρήκατε;
-

Αποφασίζουν να ξανακάνουν τη μέτρηση, ακουμπώντας το θερμόμετρο στην εξωτερική πλευρά του μεταλλικού δοχείου:

- (μ1) Κυρία, αυτό είναι χαλασμένο!
- (μ2) Κυρία, όλο 24 δείχνει!
- (δ) Για πείτε μου, λοιπόν, τις μετρήσεις που παίρνετε με το θερμόμετρο, τις εμπιστεύεστε; Ναι ή όχι;
- (μ1) Όχι, το θερμόμετρο είναι χαλασμένο!
- (μ3) Οι μετρήσεις δεν είναι ίδιες μ' αυτές που αισθανόμαστε. Άλλες είναι με το θερμόμετρο, άλλες είναι αυτές που αισθανόμαστε!

1^η διδακτική ώρα – Ομάδα 1 (4 κορίτσια)

Κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας μετάλλου και ξύλου με το θερμόμετρο:

- (μ1) Το ζήτημα είναι να ακουμπάει [το θερμόμετρο στο σώμα].
-
- (μ2) Παιδιά, ο ίδιος βαθμός είναι.
- (μ3) Άλλη θερμοκρασία το χέρι, άλλη θερμοκρασία δείχνει το θερμόμετρο, εντάξει;

[Μετά το μέταλλο μετράνε τη θ του ξύλου:]

- (μ2) Το ίδιο παιδιά, 25 είναι, δεν κατεβαίνει...
- (μ4) Αστείο...
- (μ3) Ε, τι αστείο, την ίδια θερμοκρασία θα έχει τώρα.
- (μ4) Μα είναι πιο κρύο το μέταλλο!
- (μ3) 25. Δεν ξέρω γιατί το νιώθεις εσύ πιο κρύο αυτό, γιατί είναι μέταλλο,... αυτό είναι ξύλο.
- (μ1) Άρα αυτό αντέχει στο κρύο πιο καλά!
- (μ4) Έλα τώρα!
- (μ1) Τι, δικιά μου γνώμη δεν είναι;

[Η εκπαιδευτικός οδηγεί τα παιδιά σε προβληματισμό και εκμαιοείει απαντήσεις:]

- (δ) Για πείτε μου λοιπόν, τις μετρήσεις που παίρνετε με το θερμόμετρο, τις εμπιστεύεστε; Ναι ή όχι;
- (μ3) Ναι.
-
- (μ4) Εμένα μου φαίνεται....
- (μ2) Κι εμένα.
- (μ4) ...ότι άλλη θερμοκρασία βλέπω στο χέρι μου και άλλη βλέπω στο θερμόμετρο...

1^η διδακτική ώρα – Ομάδα 4 (4 κορίτσια)

Για την ερώτηση 2, όπου καλούνται να συγκρίνουν τη θερμοκρασία μετάλλου και ξύλου:

- (μ1) Αυτό εδώ πέρα είναι πιο ψυχρό, αφού είναι μέταλλο. Το ξύλο είναι πιο

Κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας μετάλλου και ξύλου με το θερμόμετρο:

- (μ1) Κυρία, κυρία, το ίδιο βγήκε...!
- (μ2) Κυρία, το ίδιο μας βγήκε. Αποκλείεται όμως...! Άρα 25 βαθμούς ... και αυτό.
- (δ) Για πείτε μου λοιπόν, τις μετρήσεις που παίρνετε με το θερμόμετρο, τις εμπιστεύεστε; Ναι ή όχι;

[Ακούγονται περισσότερα όχι και ελάχιστα ναι.]

- (μ3) Εγώ όχι, διότι νομίζω ότι κάνουμε λάθος.

Κατά τη συζήτηση για την απάντηση της ερώτησης 4 του 1^{ου} φυλλαδίου εργασίας:

- (μ1) Θα ανέλθει η θερμοκρασία του θερμομέτρου. Η θερμοκρασία του θερμομέτρου πιστεύω πως θα αλλάζει γιατί στην αρχή η θερμοκρασία του νερού θα είναι πιο χαμηλή, έτσι και η θερμοκρασία του θερμομέτρου. Όσο ανεβαίνει η θερμοκρασία του νερού, τόσο ανεβαίνει και η θερμοκρασία του θερμομέτρου.
- (μ1) Αυτό είναι το δικό μου [η εξήγηση που δίνει]: θα αλλάζει η θερμοκρασία του γιατί το νερό που ήταν χλιαρό, όταν δέχθηκε αρκετή θερμότητα από την εστία θέρμανσης, επηρέασε άμεσα το θερμόμετρο.

2^η διδακτική ώρα – Ομάδα 2 (4 αγόρια)

Εκτέλεση πειράματος θέρμανσης νερού μέχρι βρασμού:

- (δ) Θέλουμε να βράσει το νερό.
- (μ1) Πρέπει να αρχίσει να βγάζει μπουρμπουλήθρες.

[Όταν αρχίζει ο βρασμός:]

- (μ2) Βράζει λίγο! Βράζει!
- (μ3) Ναι, κυρία. Τι να κάνουμε;
- (μ4) Κυρία, έφτασε στους 100, τι κάνουμε τώρα;
- (δ) Βράζει;
- (μ3) Ναι.
- (δ) Άμα βράζει, θα μετρήσετε τη θερμοκρασία για 2 λεπτά ακόμα.
- (μ2) Ναι, κυρία, αρχίζει να βράζει.
- (μ1) Πρέπει να αρχίσει να κοχλάζει!
- (δ) Θα πάρετε για 2 λεπτά ακόμα, 2 μετρήσεις ακόμα.
- (μ2) Μα πώς, δεν φτάνει παραπάνω από το 101.
- (μ1) Τι λες!
- (δ) Θα δούμε, θα δούμε....
-
- (μ3) Πόσο;
- (μ2) 101.
- (μ1) Το γράψαμε το 101.
- (μ4) 100 είναι, δεν φτάνει 101.
- (μ3) 100 είναι;
- (μ4) 100.
- (μ1) Μα, το έχουμε το 100!
- (δ) Γράψτε το, τόσο είναι!
- (μ1) Και το άλλο λεπτό, 100 είναι πάλι;
- (μ4) Γράψτε πάλι 100.
- (δ) Άλλη μια μέτρηση σε 1 λεπτό, έτσι;

-
- (μ3) Πόσο είναι;
- (μ4) 100.
- (μ1) Πάλι;
- (δ) Ναι.
- (μ2) Δεν ανεβαίνει άλλο!

2^η διδακτική ώρα – Ομάδα 1 (4 κορίτσια)

Εκτέλεση πειράματος θέρμανσης νερού μέχρι βρασμού:

- (μ1) Παιδιά, ξέρετε πόσο γρήγορα ανεβαίνει; Ξέρετε πόσο;.... Ανεβαίνει υπερβολικά γρήγορα! Το βλέπετε;
-
- (μ2) Μέχρι το 100;
- (μ1) Δεν ξέρω, μάλλον...
- (μ3) Κυρία, θα φτάσει το 100;
- (δ) Θα δούμε.

Αφού η θέρμανση έχει προχωρήσει αρκετά και η θερμοκρασία είναι στους 87°C:

- (μ1) Ανεβαίνουμε ανά 4 βαθμούς.
- (μ4) Θα κοχλάσει.
- (μ2) Μακάρι.
- (μ3) Έχει να το πας μέχρι το 100 εδώ πέρα. [σχολιάζοντας το χώρο που διατίθεται για την καταγραφή των μετρήσεων στο φύλλο εργασίας]
- (μ2) Στους 100 είναι το σημείο βρασμού.

2^η διδακτική ώρα – Ομάδα 4 (4 κορίτσια)

Εκτέλεση πειράματος θέρμανσης νερού μέχρι βρασμού:

- (μ1) Κυρία έφτασε στους 99
- (δ) Συνεχίστε.
-
- (μ2) Παιδιά, πάει προς 100.
- (μ3) Τι γίνεται; Κάναμε λάθος μέτρηση;
- (μ2) Παιδιά, μια χαρά πάμε. Πάει προς 100.
- (μ4) 99.
- (μ3) Παιδιά, έχουμε 1 λεπτό και δεν έχει αλλάξει καθόλου!...
- (μ1) Πόσο δείχνει;
- (μ2) Τώρα;
- (μ1) Ναι.
- (μ3) Τι 99 μου έλεγες ότι ήταν, είναι 96 τώρα!
- (μ2) Δεν είναι.
- (μ3) Κυρία, λέει 96!
- (δ) Αν το βγάξετε [από το νερό], ναι. Αν δεν το βγάξετε, δεν θα πρέπει να έχει τέτοια διαφορά.
- (μ4) Δεν είναι 96, είναι λάθος το 96.
- (δ) Παιδιά, καταγράφετε ό,τι μετρήσατε... Αν μετράτε το ίδιο, έτσι θα είναι.
- (μ1) Δεν πειράζει, βάλτε πάλι 99...
- (μ2) Τώρα είναι σχεδόν 100 παιδιά.
- (μ1) Πριν, πριν...
- (μ2) Πριν 100 σας είπα.
- (μ1) Όχι, πριν, πριν που λέγατε 99, 99, πόσο ήταν; Τι να βάλω στην τελευταία μέτρηση, 99;
- (μ4) Στην προηγούμενη βάλτε 99 και σ' αυτήν
- (μ3) Δεν έχουμε φτάσει 100, όχι ακόμα. Βάλτε 99.
- (μ1) Πόσο δείχνει τώρα, Νικολέτα;
- (μ4) Είναι, βάλτε ...

Εδώ βλέπουμε την προσπάθεια διατήρησης του μοντέλου που έχουν τα παιδιά στο μυαλό τους, ότι δηλ. η θερμοκρασία αυξάνεται όσο περνάει ο χρόνος και παρέχεται θερμότητα.

- (μ3) 99.
- (μ4) Βάλτε 99.
- (μ2) Όχι, βάλτε..., βάλτε 100... θυμάσαι, γιατί στην προηγούμενη ήταν 99, τώρα ακουμπάει το 100.
- (μ4) Ναι, βάλτο 100. 101 μετά, εγώ έτσι το έχω βάλει, γιατί κουνήθηκε [το θερμόμετρο], ανέβηκε όμως.....
- (μ2) Έλα, κατέβηκε, 99. Εγώ βάζω 100, έτσι το βάζω...
- (μ1) Όχι, άστο...
- (μ2) Αφού 100 έβαλαν όλες [τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας]
-
- (δ) Εδώ τα κορίτσια, πώς πάνε;
- (μ3) Κυρία, το έχουμε ένα λεπτό, αλλά ήταν ..., μέχρι 100 ήταν...
- (μ4) 100 ή 101;
- (δ) Άλλη μια μέτρηση, ναι, άλλη μια τώρα και μια μετά.
- (μ4) Ωραία. 101 να βάλουμε ή 100;
- (δ) Ό,τι βλέπετε.
- (μ2) Άλλο ένα λεπτό. Μετράω ένα λεπτό, μετράω ένα λεπτό .
- ...
- (μ1) Παιδιά, τελειώνει [ο χρόνος του 1 λεπτού]
- (μ2) Παιδιά, στοπ, στοπ, στοπ... κυρία, δεν πήγε ακόμα 101!...
- (μ3) Κυρία, κυρία, τελειώνει... [το πείραμα]

3^η διδακτική ώρα – Ομάδες 3 & 4 σε συνεργασία (4 & 4 κορίτσια)

Συζήτηση μέσα στην ομάδα, κατά την ομαδική δραστηριότητα 4 :

- (μ1) Τι έβαλες, Αθηνά [στην ερώτηση 1];
- (μ2) Εγώ είχα βάλει το (β).
- (μ3) Εγώ είχα βάλει το (γ), ε..., (β) συγγνώμη....
- (μ1) Εγώ είχα βάλει το (γ) και μετά το έβαλα (β).
- (μ4) Εγώ έβαλα (β) γιατί νόμιζα ότι το νερό, απ' ό,τι είχα παρατηρήσει δηλαδή και τη μαμά μου στην κουζίνα, ότι το νερό έκαιγε πιο γρήγορα, αλλά μάλλον έπεσα έξω γιατί παρατήρησα ότι όταν έφτιαχνε τις πατάτες τις τηγανητές, τελικά, το λάδι γινόταν πιο γρήγορα απ' το νερό.
- (μ5) Κι οι πατάτες.....
- (μ6) Εγώ παρατήρησα το αντίθετο, ότι όταν η μαμά μου έφτιαχνε τις πατάτες τις τηγανητές, το λάδι γινόταν πιο γρήγορα και τσιτσίριζε.
- (μ4) Ε, κι εγώ αυτό είπα, ότι γινόταν πιο γρήγορα το λάδι, ενώ το νερό, ας πούμε όταν βράζει για να πει τον καφέ της γίνεται πιο αργά, οπότε έβαλα το (γ).
- (μ7) Εγώ λέω ότι σύμφωνα με το πείραμα που κάναμε, το συμπέρασμα είναι ότι το λάδι ζεσταίνεται πιο γρήγορα απ' το νερό.

3η διδακτική ώρα – Συζήτηση στην τάξη :

- (δ) Στην ερώτηση 1 είχαμε μια ποικιλία απαντήσεων. Το μόνο που δεν απαντήθηκε ήταν το (α), δηλ. κανένας από σας δεν πίστευε ότι όταν θερμαίνω νερό και λάδι θα έχω ταυτόχρονα την ίδια θέρμανση – τον ίδιο ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας. Αλήθεια, γιατί κανένας δεν το πίστευε αυτό; Δεν το είχατε κάνει το πείραμα ακόμα....
- (μ1) Κυρία, κυρία, το ξέραμε...
- (μ2) Από την εμπειρία μας.
- (δ) Να ακούσω κάποια εμπειρία σας.
- (μ2) Όταν τηγανίζουμε..., ξέρω γω..., πατάτες, έχουμε δει ότι ... και όταν καίμε

το βούτυρο..., δεν έχει την ίδια θερμοκρασία, δηλ. δε ζεσταίνονται το ίδιο γρήγορα [εννοεί σε σχέση με τη θέρμανση του νερού που βάζουμε να βράσει].

- (μ3) Όταν η μητέρα μου έβραζε μακαρόνια και ταυτόχρονα έφτιαχνε σάλτσα, έριχνε το λάδι για τη σάλτσα και το λάδι τσιτσίριζε γρήγορα, και... τσιτσίριζε, ενώ τα μακαρόνια δεν είχαν βράσει ακόμα...
-
- (μ4) ...επειδή το λάδι είναι πιο ελαφρύ;
- (δ) ...Η διαφορά στην πυκνότητα σε οδήγησε σε κάποια σκέψη ότι ...
- (μ4) ...δεν είναι ίδια [τα δυο σώματα]
- (δ) ...μπορεί να έχουμε διαφορετική θέρμανση, ...άνοδο της θερμοκρασίας.
- (μ5) Ακριβώς..

Η εκπαιδευτικός δίνει το παράδειγμα της δροσερής θάλασσας και της καυτής άμμου το καλοκαίρι :

- (δ) Είναι κάτι που όλοι σας το έχετε αντιμετωπίσει το καλοκαίρι. Όταν μπαίνουμε στη θάλασσα, δεν μας δροσίζει;
- (μ1) Ναι.
- (δ) Γιατί; Γιατί η άμμος καίει έξω και η θάλασσα είναι πιο δροσερή;
- (μ2) Αφού η θάλασσα έχει νερό!
- (δ) Μπράβο, η θάλασσα έχει νερό, η άμμος είναι ένα άλλο σώμα. Με διαφορετικό τρόπο λοιπόν θερμαίνεται το ένα σώμα, με διαφορετικό το άλλο, κάτω από τον ίδιο ήλιο, εντάξει; Ο ίδιος ήλιος θερμαίνει και το ένα σώμα και το άλλο. Ναι;
- (μ3) Ενώ το λάδι είναι υγρό.
- (δ) Α μπράβο, εδώ [στο πείραμα και την ερώτηση 1] είχαμε κι έναν παράγοντα που μας δυσκόλευε λίγο στο να τα διακρίνουμε, γιατί η άμμος είναι στερεή, το νερό είναι υγρό, και λέμε εντάξει, στερεό και υγρό έχουν σίγουρα διαφορά μεταξύ τους. Εμείς όμως είχαμε ένα παράδειγμα με δυο υγρά, με νερό και με λάδι, και πάλι είδαμε ότι έχουμε διαφορά. Πολύ σωστά.

4^η διδακτική ώρα – Ομάδα 4 (4 κορίτσια)

Οι μαθήτριες της 4^{ης} ομάδας προσπαθούν εναγωνίως να βρουν "επιστημονικές" λέξεις και εκφράσεις, κατά τη συμπλήρωση της απάντησης στη δραστηριότητα 4 :

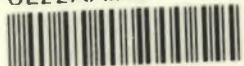
- (μ1) π.χ. γκαζάκι.
- (μ2) Α, δε λένε όμως "το γκαζάκι".
- (μ1) Σιγά, Αθηνά, "το γκαζάκι"!
- (μ2) Δε λέμε "γκαζάκι". Η μαμά μου, μου το έχει εξηγήσει.
- (μ3) Μισό λεπτό. "Το μπρίκι...", ε..., "το μάτι";
- (μ1) Όχι, "το γκαζάκι", Ελπίδα.
- (μ2) Όχι παιδιά "το γκαζάκι", δε λέμε έτσι...
- (μ4) Βάλε εκεί "το μάτι της ηλεκτρικής κουζίνας".
- (μ3) Δηλαδή θα βάλουμε όλοι το ίδιο;
- (μ4) Εγώ δε θα βάλω.
- (μ2) Γιατί, αφού δε λέμε "το γκαζάκι".
- (μ1) "Το γκαζάκι", το λέμε. Όλος ο κόσμος, όλοι οι άνθρωποι "γκαζάκι" το λένε.
- (μ2) Οι άνθρωποι της επιστήμης δεν το λένε...
- (μ4) Γιατί, εμείς επιστήμονες είμαστε;
- (μ3) Αφού κάνουμε πειράματα...
- (μ1) Ε, μαθητές είμαστε και κάνουμε πειράματα.
- (μ4) Οι μαθητές δεν έχουν τις γνώσεις του επιστήμονα.

Συζήτηση για τη δραστηριότητα 6 :

- (μ1) Πιστεύω ότι λιώνουν τα παγάκια γιατί η θερμοκρασία του νερού είναι αρκετά υψηλή και τα επηρεάζει..., τα παγάκια...
- (μ2) Αρκετά υψηλή...
- (μ1) Ναι, δεν είναι 0°C, είναι πιο υψηλή από τα παγάκια, τα παγάκια είναι κάτω από τους 0°C και λιώνουν όλα από τη θερμοκρασία...
- (μ3) Από τη θερμότητα λιώνουν, η θερμότητα είναι ζέστη!...
- (μ4) Ναι, λιώνουν, γιατί το ζεστό πάει στο κρύο.



18/6/10
74760-1

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

004000085591

