

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης και παραγωγή
διδασκτικού υλικού»

Α' ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ



Credit: Kidzone Fun Facts

**«ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ:
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΤΟ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ»**

ΜΕΡΟΠΗ Χ. ΚΑΖΑΝΙΔΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΛΟΣ 2006



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

Αριθ. Εισ.: 5813/1
Ημερ. Εισ.: 10-09-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
507
ΚΑΖ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας τη διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω από καρδιάς την Καθηγήτρια της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής αυτής εργασίας κ. Ελένη Σταυρίδου, όχι μόνο για την αμέριστη υποστήριξη και την ουσιαστική καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της έρευνας αυτής, αλλά και για την ευκαιρία που μου έδωσε, μέσα από την υλοποίηση του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, να πραγματοποιήσω ένα θαμμένο για πολλά χρόνια νεανικό μου όνειρο, δηλαδή τη συνέχιση των σπουδών μου σε ανώτερο επίπεδο.

Θα ήθελα ακόμη να ευχαριστήσω τη δεύτερη επιβλέπουσα της διπλωματικής μου εργασίας κ. Χριστίνα Σολομωνίδου, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, για τις υποδείξεις και τη συνεχή στήριξη που μου παρείχε τόσο στην ολοκλήρωση της εργασίας, όσο και σε όλο το χρονικό διάστημα των σπουδών μου στο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους δασκάλους και τις δασκάλες της πειραματικής ομάδας και των ομάδων ελέγχου που με προθυμία πήραν μέρος στην έρευνα και βοήθησαν στην επιτυχή ολοκλήρωσή της, όπως και τους/ις μαθητές/ριες των τάξεων αυτών. Οι εκπαιδευτικοί που πήραν μέρος στην έρευνα ήταν οι εξής:

Χαλμπές Αντώνης (Ε΄ τάξη του 4^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου)

Παντζουρέλης Παναγιώτης (ΣΤ΄ τάξη του 4^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου)

Περιστεροπούλου Μαρία (Ε΄ τάξη του 10^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου)

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα τους γονείς μου που με ενθάρρυναν να συνεχίσω τις σπουδές μου, αλλά και την οικογένειά μου που όχι μόνο με στήριξε αφειδώς, αλλά και ανέχτηκε τη συχνή μου «απουσία» όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή	5
Κεφάλαιο 1	
Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για το φαινόμενο της εξάτμισης	9
1.1 Εισαγωγή	9
1.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της εξάτμισης	10
1.3 Οι επιπτώσεις στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδασκαλίας	15
Κεφάλαιο 2	
Η μέθοδος της έρευνας	19
2.1 Εισαγωγή	19
2.2 Οι στόχοι της έρευνας	21
2.3 Οι υποθέσεις της έρευνας	21
2.4 Το ερωτηματολόγιο	23
2.4.1 Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου	24
2.5 Το δείγμα της έρευνας	25
2.6 Τα χαρακτηριστικά του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος	25
2.7 Το εποπτικό και εργαστηριακό υλικό	26
2.8 Τα χαρακτηριστικά του Παραδοσιακού/ Συμβατικού περιβάλλοντος μάθησης	27
2.9 Τα ποιοτικά κριτήρια/ χαρακτηριστικά για την ανάλυση των απαντήσεων/ σχημάτων των μαθητών/ριών	28
Κεφάλαιο 3	
Σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης για το φαινόμενο της εξάτμισης	31
3.1 Εισαγωγή	31
3.2 Θεωρητικό πλαίσιο	31
3.3 Οι ενότητες της διδακτικής παρέμβασης	34
3.3.1 <u>1^η Ενότητα</u> : «Εισαγωγή στην έννοια της εξάτμισης»	36
3.3.2 <u>2^η Ενότητα</u> : «Η εξάτμιση του νερού – Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο»	37
3.3.3 <u>3^η Ενότητα</u> : «Η εξάτμιση άλλων υγρών»	40

Κεφάλαιο 4	
Αποτελέσματα – Συζήτηση	44
4.1 Εισαγωγή	44
4.2 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού	45
4.3 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης της κολόνιας	59
4.4 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τον αέρα και την αέρια κατάσταση	62
4.5 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών γενικά για το φαινόμενο της εξάτμισης	75
Κεφάλαιο 5	
Συμπεράσματα – Προτάσεις	79
Βιβλιογραφία	84
Παράρτημα 1	89
Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο για το φαινόμενο της εξάτμισης	90
Παράρτημα 2	95
Φυλλάδια εργασίας μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης	96
Παράρτημα 3	110
Το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.»	111

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις τελευταίες τρεις δεκαετίες, ένας μεγάλος αριθμός ερευνών «ανίχνευσε» την κατανόηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών στους/ις μαθητές/ριες της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Οι έρευνες αυτές αποκάλυψαν ότι η εννοιολογική κατανόηση των μαθητών/ριών είναι συχνά αντιφατική σε σχέση με την επιστημονική σκέψη (Driver, 1989) και έχει αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία με ποικίλους όρους, όπως «παρανοήσεις» (“misconceptions”), «επιστήμη των παιδιών» (“children’s science”), «εναλλακτικά πλαίσια» (“alternative frameworks”), «ιδέες» (“ideas”), κλπ. Στην εργασία αυτή θα χρησιμοποιήσω τον όρο «εναλλακτική αντίληψη» (“alternative conception”) που σημαίνει την άποψη η οποία διαφέρει σημαντικά από εκείνη που είναι κοινά αποδεκτή από την επιστημονική κοινότητα (Osborne, Bell and Gilbert, 1983).

Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, όπως προκύπτει από τη διεθνή βιβλιογραφία, διαμορφώνονται μέσα από τις αλληλεπιδράσεις, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και με αυτές τα παιδιά συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα με τα οποία προσπαθούν να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν το πώς λειτουργεί ο κόσμος γύρω τους (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985; Osborne & Freyberg, 1985; Giordan & de Vecchi, 1987). Έχουν παγκόσμιο χαρακτήρα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που κάποιες από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη ή την επίδραση της διδασκαλίας. Μερικές όμως είναι τόσο καλά εδραιωμένες που είναι δύσκολο να αλλάξουν ακόμα και μετά από αυτήν. Φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες, που δεν εισέρχονται στην τάξη ως «tabula rasa» όπως πιστευόταν παλαιότερα, υιοθετούν προσωρινά τις επιστημονικές ιδέες για να ανταποκριθούν σε προβλήματα των εξετάσεων και σύντομα τις εγκαταλείπουν για να ξαναγυρίσουν στις αρχικές τους ιδέες (West & Pines, 1985; Driver, Squires, Rushworth & Wood - Robinson, 2000).

Επομένως για να επιτύχει η εκπαίδευση, να αυξήσει σημαντικά το ποσοστό των παιδιών που αναδιοργανώνουν τις προϋπάρχουσες ιδέες και αντιλήψεις τους, θα πρέπει να βοηθήσει τους/ις μαθητές/ριες να οικοδομήσουν ένα νέο σύστημα επιστημονικών γνώσεων που θα λειτουργεί ικανοποιητικά τόσο στο πλαίσιο του σχολείου όσο και στο πλαίσιο της καθημερινής ζωής (Σταυρίδου & Σολομωνίδου, 1998). Αυτό κάποιες φορές είναι δυνατό να συμβεί, εάν οι μαθητές/ριες οδηγηθούν

μέσα από αυθεντικές καταστάσεις σε διαδικασίες γνωστικής σύγκρουσης (αδυναμία ερμηνείας της συγκεκριμένης κατάστασης σύμφωνα με τις διαισθητικές τους αντιλήψεις) και στη συνέχεια σε εννοιολογική αλλαγή, δηλαδή στη σταδιακή οικοδόμηση νέας γνώσης, περισσότερο συμβατής με το επιστημονικό πρότυπο, υπό τον όρο ότι είναι καρποφόρα, αληθοφανής και κατανοητή για τους/ις ίδιους/ες (Κόκοτας, 2002).

Ιδιαίτερα, όσον αφορά το φαινόμενο της εξάτμισης, ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών ιδεών έχει σήμερα «ανιχνευτεί» κι έτσι είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόησή του (Bar & Galili, 1994; Osborne & Cosgrove, 1983; Russel, Harlen, & Watt, 1989; Tytler, 2000). Αυτό πιθανόν να οφείλεται, κατά ένα μεγάλο μέρος, στο γεγονός ότι το φαινόμενο αυτό είναι πολύπλοκο εννοιολογικά, καθώς η πλήρης επιστημονική του κατανόηση απαιτεί την αποδοχή και κατανόηση άλλων πολύπλοκων και δυσνόητων για τα παιδιά εννοιών, όπως της ύπαρξης του αέρα, της μοριακής δομής της ύλης, της αλλαγής της φυσικής κατάστασης των σωμάτων και της αρχής διατήρησης της ύλης.

Επομένως, για να βελτιωθεί σημαντικά η διδασκαλία του φαινομένου της εξάτμισης, έτσι ώστε να οδηγήσει τους/ις μαθητές/ριες στην οικοδόμηση μιας έννοιας, η οποία θα είναι πιο κοντά σε ότι γίνεται αποδεκτό από τη διεθνή επιστημονική κοινότητα, είναι απαραίτητος αφ' ενός ο προσδιορισμός των εναλλακτικών ιδεών για το φαινόμενο αυτό και αφ' ετέρου η δημιουργία ενός κατάλληλα διαμορφωμένου μαθησιακού περιβάλλοντος, που μέσα από καινοτόμες μεθόδους διδασκαλίας, επιλεγμένες δραστηριότητες και διδακτικά υλικά θα μπορέσει να οδηγήσει τους μαθητές/ριες σε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα (Delacôte, 1996) σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, ενθαρρύνοντάς τους να αναθεωρήσουν τις υπάρχουσες ιδέες και αντιλήψεις τους.

Η παρούσα εργασία προτείνει μία εποικοδομητική προσέγγιση τριών διδακτικών ενοτήτων για το παραπάνω φαινόμενο, που απευθύνεται σε μαθητές/ριες της Ε' και ΣΤ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου και έχει ως στόχο της τη διδασκαλία της έννοιας «εξάτμιση», τη διερεύνηση των συνθηκών που συντελούν στη διαμόρφωσή της και τη σύνδεσή της με την καθημερινή ζωή, μέσα από κατάλληλες για την ηλικία των παιδιών πειραματικές διατάξεις και δραστηριότητες, που είναι βασισμένες σε πιθανά

σενάρια των προσωπικών εννοιολογικών τους ιστοριών (Vygotsky, 1978). Η επιλογή του συγκεκριμένου φαινομένου έγινε λόγω της σημαντικότητας του στην εκμάθηση των Φυσικών Επιστημών, αφού μεταξύ άλλων συσχετίζεται με τον κύκλο του νερού στη φύση, που περιέχεται παγκοσμίως σε κάθε αναλυτικό πρόγραμμα και σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης από την πρωτοβάθμια και πάνω.

Στη συνέχεια γίνεται μια σύντομη περιγραφή της δομής της εργασίας με αναφορά στα περιεχόμενα του κάθε κεφαλαίου.

Στο *πρώτο κεφάλαιο* παρουσιάζονται οι ιδέες των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης, όπως προέκυψαν από την ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας. Ακόμη παρουσιάζονται οι ιδέες/ αντιλήψεις των μαθητών/ριών για έννοιες που σχετίζονται με το παραπάνω φαινόμενο, π.χ. για την έννοια του αέρα, καθώς θεωρήθηκε ότι οι εναλλακτικές ιδέες που ίσως έχουν οι μαθητές/ριες για τις έννοιες αυτές, είναι πιθανό να συνδέονται με τις αντιλήψεις τους για το φαινόμενο που εξετάζεται. Επομένως η γνώση τους είναι δυνατόν να επιφέρει ένα καλύτερο σχεδιασμό της διδασκαλίας, που όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω, έχει ως στόχο της την αναδόμηση των υπάρχουσών ιδεών των μαθητών/ριών και την υιοθέτηση άλλων, πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο, για το φαινόμενο που πραγματεύεται.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* της εργασίας παρουσιάζεται η μέθοδος της έρευνας που υιοθετήθηκε για την διερεύνηση των αρχικών ιδεών των Ελλήνων/ίδων μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης και τις έννοιες που σχετίζονται με αυτό, καθώς και την αξιολόγηση της καινοτόμου διδακτικής παρέμβασης που σχεδιάστηκε για τη διδασκαλία του φαινομένου. Ειδικότερα στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται οι στόχοι και οι υποθέσεις της έρευνας, η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την επίτευξή τους, αλλά και τα ποιοτικά κριτήρια που τέθηκαν για την ανάλυση των απαντήσεων και των σχημάτων των μαθητών/ριών των πειραματικών ομάδων στο αρχικό και στο τελικό γραπτό ερωτηματολόγιο, που αποτέλεσε το εργαλείο συλλογής των δεδομένων της έρευνας αυτής.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται η σχεδίαση και η ανάπτυξη του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος. Πιο συγκεκριμένα παρουσιάζονται: α) το θεωρητικό πλαίσιο βάση του οποίου σχεδιάστηκε η διδακτική παρέμβαση (κοινωνικός

εποικοδομητισμός, συνεργατική μάθηση) και β) το περιεχόμενο της καινοτόμου διδακτικής παρέμβασης (στόχοι, δραστηριότητες, πειράματα, κλπ.) όπως προέβλεπε το νέο Αναλυτικό πρόγραμμα εποικοδομητικού τύπου που δημιουργήθηκε για το σκοπό αυτό.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* γίνεται η παρουσίαση και η συζήτηση των αποτελεσμάτων που προήλθαν από την ανάλυση των απαντήσεων και των σχημάτων που ζητήθηκαν σε ορισμένες περιπτώσεις από τους/ις μαθητές/ριες, τόσο των πειραματικών ομάδων όσο και των ομάδων σύγκρισης/ ελέγχου, στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο.

Τέλος, στο *πέμπτο κεφάλαιο* γίνεται: α) η παρουσίαση των συμπερασμάτων που προέκυψαν από την έρευνα, με βάση τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αλλά και τις υποθέσεις της έρευνας που τέθηκαν στο δεύτερο κεφάλαιο και β) η διατύπωση κάποιων προτάσεων που υπαγορεύονται από τα συμπεράσματα αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο:

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

1.1 Εισαγωγή

Ένας μεγάλος αριθμός ερευνητών και ερευνητριών ασχολήθηκε τις τελευταίες τρεις δεκαετίες με το φαινόμενο της εξάτμισης, καθώς αυτό αποτελεί θεμελιώδες φαινόμενο για την ίδια τη ζωή και η κατανόησή του είναι εξαιρετικά σημαντική για όποιον/α μαθαίνει Φυσικές Επιστήμες. Το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας στράφηκε αρχικά στην διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών, διαπιστώνοντας και τεκμηριώνοντας παράλληλα την ύπαρξή τους. Αργότερα, για την καλύτερη κατανόηση της έννοιας από τους/ις μαθητές/ριες, το ενδιαφέρον μετακινήθηκε στον σχεδιασμό πιο αποτελεσματικών αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικών στρατηγικών, έτσι ώστε να υπάρξει ουσιαστική μάθηση, σύμφωνα με τις αρχές που έθεσε ο Ausubel (1963, 1968) αλλά και ο Novak (1977, 1988).

Ο Ausubel υποστήριξε τη σπουδαιότητα της εποικοδόμησης των εννοιών και περιέγραψε με λεπτομέρειες τη φύση και το ρόλο τους, καθώς και τη σημασία της προϋπάρχουσας γνώσης των μαθητών/ριών για την ύπαρξη ουσιαστικής μάθησης. Ακόμη έκανε τη διάκριση μεταξύ της απομνημονευτικής μάθησης και της μάθησης με κατανόηση (meaningful learning). Πιο συγκεκριμένα, επισήμανε ότι για να υπάρξει μάθηση με κατανόηση (meaningful learning) απαιτούνται: α) κατάλληλα έργα, β) σχετική προϋπάρχουσα γνώση και γ) ομάδα από μαθήσεις με κατανόηση (Novak, 1984).

Αντίστοιχα, ο Novak (1988) υποστήριξε, και είναι σήμερα κοινά αποδεκτό, ότι οι διδακτικές στρατηγικές που στοχεύουν στη διδασκαλία των «σωστών» απόψεων δεν είναι αρκετές για να τροποποιήσουν τα εννοιολογικά σχήματα των μαθητών/ριών κι ότι η αποτυχία των καινοτομικών προγραμμάτων της δεκαετίας του 1960 οφειλόταν στην απαρχαιωμένη επιστημολογία πάνω στην οποία βασίστηκαν τα προγράμματα αυτά, δηλαδή στο γεγονός ότι το πρότυπο της Επιστήμης ήταν θετικιστικό και εμπειρικό αντί εποικοδομητικό. Ακόμη, υπογράμμισε το σημαντικό ρόλο της γλώσσας στη διαδικασία μάθησης, καθώς και τη σημασία της αλληλεπίδρασης

ανάμεσα στις σκέψεις, στα αισθήματα και στις πράξεις για την ανθρώπινη μάθηση και την οικοδόμηση της νέας γνώσης (Novak, 1993).

Στη συνέχεια, περιγράφονται οι πιο βασικές ιδέες των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης, όπως αναφέρονται στην ελληνική και ξένη βιβλιογραφία, γίνεται μία συνοπτική αναφορά στις επιπτώσεις τους στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδασκαλίας και παρουσιάζονται οι λόγοι που οδήγησαν την παρούσα έρευνα στη μελέτη των αντιλήψεων των μαθητών/ριών της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου για το φαινόμενο αυτό.

1.2 Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της εξάτμισης

Η έρευνα απέδειξε ότι η διαμόρφωση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία τους. Τα παιδιά του νηπιαγωγείου, όπως υποστηρίζει ο Inbody (1963), θεωρούν ότι το νερό εξαφανίζεται χωρίς να δίνουν καμία εξήγηση. Το ίδιο υποστηρίζει και η Bar (1987) για τις ηλικίες των 5 και 6 ετών. Ο Z'arour (1976), διερευνώντας τις ιδέες παιδιών ηλικίας 6 έως 9 ετών για το φαινόμενο της εξάτμισης, διαπίστωσε ότι αυτές δεν ακολουθούν καμία εξελικτική ακολουθία κι ότι υπάρχει αμφισημία κατά την χρήση των όρων «στέγνωσε» και «εξατμίστηκε». Αντίστοιχα οι Bar & Galili (1994) αναφέρουν ότι υπάρχει διαφορετική πρόθεση κατά την χρήση του όρου «εξατμίστηκε» σε παιδιά ηλικίας 6 ετών από ότι σε παιδιά ηλικίας 9 ετών κι ότι μέχρι την ηλικία των 8 – 9 ετών οι μαθητές/ριες είναι απίθανο να πιστεύουν στη διατήρηση της εξατμισμένης ουσίας, αφού πιστεύουν ότι το υγρό που εξαφανίστηκε δεν πρέπει να πήγε σε κάποιο άλλο μέρος.

Τις ηλικίες μεταξύ 12 και 17 μελέτησαν οι Osborne & Cosgrove (1983). Σύμφωνα με τις έρευνές τους, στις ηλικίες των 12 – 14 ετών είναι αρκετά κυρίαρχη μια αντίληψη για την εξάτμιση η οποία συνδέεται με τη διατήρηση της ύλης, τη σωματιδιακή άποψη και με μία ενημέρωση για τον αέρα. Η φαινομενική εξαφάνιση του νερού συχνά εξηγείται με την πεποίθηση ότι το νερό μετατρέπεται σε αέρα (Osborne & Cosgrove, 1983; Chang, 1999) ή συγχωνεύεται με τον αέρα (Johnson, 1998) και μόλις στην ηλικία των 16 – 17 ετών φαίνεται να υιοθετούν την επιστημονική άποψη για το φαινόμενο της εξάτμισης. Οι Bar & Travis (1991)

υπογραμμίζουν ότι για να γίνει κατανοητή η έννοια της εξάτμισης απαιτείται ένας υψηλός βαθμός αφαιρετικής ικανότητας, διότι ουσιαστικά πρόκειται για ένα «αόρατο» φαινόμενο το οποίο συμβαίνει στο υπομικροσκοπικό επίπεδο (submicroscopic level) και η μόνη απόδειξη για την ύπαρξή του βρίσκεται στη μείωση της στάθμης του νερού. Επίσης απέδειξαν ότι τα παιδιά αντιμετωπίζουν δυσκολία στο να αποδεχτούν ότι υδρατμοί και αέρας συνυπάρχουν τριγύρω μας, καθώς και αυτό προϋποθέτει υψηλό επίπεδο αφαιρετικής ικανότητας.

Οι Bar & Galili (1994) ερευνώντας όλο το φάσμα των ηλικιών από 5 μέχρι 14 ετών, ισχυρίστηκαν ότι υπάρχει μία σαφώς προσδιορισμένη ιεραρχική ακολουθία στις απόψεις που υιοθετούν τα παιδιά για το φαινόμενο της εξάτμισης, η οποία ξεκάθαρα συσχετίζεται με την γνωστική τους ανάπτυξη και με την πρόοδο της λειτουργικής τους γνώσης. Οι απόψεις αυτές μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις φάσεις:

- A. Το νερό εξαφανίζεται.
- B. Το νερό απορροφάται από το πάτωμα (ή και από το έδαφος).
- Γ. Το νερό «εξατμίζεται», εννοώντας ότι γίνεται αόρατο και μεταφέρεται σε άλλες τοποθεσίες ή ενδιάμεσα, π.χ. κάπου προς στον ουρανό, προς τον ήλιο, προς το ταβάνι, προς τον αέρα ή προς τα σύννεφα.
- Δ. Το νερό αλλάζει σε υδρατμό, υπό τη μορφή μικρών σταγονιδίων (συνήθως αόρατων), διασκορπίζεται στον αέρα ή το νερό μετατρέπεται σε αέρα.
- Ε. Το νερό, κατά την εξάτμιση, μετατρέπεται σε υδρογόνο και οξυγόνο.

Σύμφωνα με τους Bar & Galili (1994), η άποψη Α («το νερό εξαφανίζεται»), είναι επικρατέστερη σε παιδιά ηλικίας κάτω των 7 ετών, αν και συνεχίζει να εμφανίζεται ως έκφραση και σε μεγαλύτερες ηλικίες, παίρνοντας όμως διαφορετική έννοια, ακόμα κι εκείνη του «δεν γνωρίζω» τι ακριβώς έχει συμβεί. Στην ηλικία των 7 περίπου ετών γίνεται η υιοθέτηση της άποψης Β («το νερό απορροφάται»), η οποία εξαφανίζεται σταδιακά σε μεγαλύτερες ηλικίες. Η μετάβαση στις απόψεις Γ και Δ γίνεται στην ηλικία των 9 ετών και φαίνεται να συνδέεται με τις αναπτυσσόμενες ιδέες τους για τον αέρα. Είναι γνωστό και από τον Piaget (1972) ότι σε αυτή την ηλικία περίπου τα παιδιά αρχίζουν να υιοθετούν την ιδέα της ύπαρξης του αέρα, ως μέσου που γεμίζει μόνιμα ένα δωμάτιο κι ότι δεν δημιουργείται μόνο κατά τη διάρκεια της κίνησης του. Περίπου στην ηλικία των 13 ετών η άποψη Γ εξαφανίζεται και η άποψη Δ, που είναι

και η σωστή περίπου επιστημονική άποψη, γίνεται κυρίαρχη άποψη. Αυτή περιλαμβάνει μια εντελώς καινούρια έννοια για τα παιδιά, ότι δηλαδή το νερό περνάει σε μια άλλη φάση και από υγρό μετατρέπεται σε αέριο. Η σταδιακή μετάβαση από την άποψη Β (το νερό «απορροφάται») στις απόψεις Γ (το νερό «μεταφέρεται σε κάποια άλλη τοποθεσία») και Δ (το νερό «διαχέεται στον αέρα»), σύμφωνα με τους Bar & Galili (1994), δεν είναι και τόσο εύκολη για τα παιδιά, καθώς προϋποθέτει την παραδοχή μιας αλλαγής στην κατεύθυνση της κίνησης του νερού από «προς τα κάτω» σε «προς τα πάνω», κάτι που σπάνια παρατηρούν στην καθημερινή τους ζωή.

Ταυτόχρονα με την απόκτηση της άποψης Δ, τα παιδιά αρχίζουν να χρησιμοποιούν την έννοια του υδρατμού, την οποία περιγράφουν με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους. Κάποια μιλούν για «αόρατα μόρια του νερού», ενώ άλλα για ένα μίγμα αέρα και νερού ή ένα μίγμα νερού που μετατρέπεται σε αέρα όταν ο «νέος» αέρας σκορπίζεται μέσα στον «παλιό». Τέλος, κάποια αναφέρουν ότι πρόκειται για μίξη νερού και θερμότητας, άποψη που είχε διατυπώσει 2400 χρόνια πριν ο Αριστοτέλης (Aristotle, 1955). Η άποψη αυτή πιθανόν να φαίνεται λογική στα παιδιά γιατί περιλαμβάνει μαζί με το νερό και τη θερμότητα στην δημιουργία του υδρατμού. Αν δε συμπεριλάβει κανείς και την άποψη που αναφέρθηκε παραπάνω, ότι δηλαδή η μεταφορά από την άποψη Β στις απόψεις Γ και Δ προϋποθέτει την παραδοχή μιας αλλαγής στην κατεύθυνση της κίνησης του νερού από «προς τα κάτω» σε «προς τα πάνω», κάτι που γίνεται έντονα ορατό όταν το νερό βράζει, μπορεί και να δικαιολογεί το γεγονός ότι η διαδικασία του βρασμού γίνεται κατανοητή περίπου μετά την ηλικία των 7 ετών (Bar & Travis, 1991), δηλαδή πολύ νωρίτερα από την κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης.

Μία άποψη που δεν περιμένει κανείς να ακούσει είναι η άποψη Ε, ότι δηλαδή το νερό μετατρέπεται σε οξυγόνο και υδρογόνο κατά τη διάρκεια της εξάτμισης, επομένως ότι ο υδρατμός αποτελείται από τα δύο παραπάνω αέρια. Οι ίδιες απόψεις καταγράφηκαν και από τους Treagust (1986) και Bar & Travis (1991) και παρουσιάζουν την αντίληψη ότι κατά τη διάρκεια της εξάτμισης πραγματοποιείται χημική αποσύνθεση. Την ίδια άποψη κατέγραψαν και οι Osborne & Cosgrove (1983) που την απέδωσαν στις επιδράσεις της διδασκαλίας.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας των Bar & Galili (1994), θα λέγαμε ότι τα παιδιά ηλικίας 12 – 13 ετών εμφανίζουν τρεις απόψεις για την εξάτμιση, την Α, την Δ και την Ε. Και οι τρεις βρίσκονται στο ίδιο αφαιρετικό επίπεδο και συμπεριλαμβάνουν την αντίληψη ότι το νερό, κατά κάποιο τρόπο μετατρέπεται σε μια αόρατη κατάσταση μικρών σωματιδίων, κάποιας σύστασης και είναι διασκορπισμένο στον αέρα. Κάθε μία από αυτές, φαίνεται εξίσου αληθοφανής στα παιδιά και όλες μαζί αποτελούν το 80% των απαντήσεων που δίνουν σ' αυτή την ηλικία.

Αντίστοιχες κατηγοριοποιήσεις και κατανομές των απαντήσεων ανά ηλικία δίνουν και οι Russel, Harlen, & Watt (1989) με μια μεγαλύτερη όμως υπεροχή των απόψεων Α και Β στους/ις μικρότερους/ες μαθητές/ριες. Θα πρέπει βέβαια να σημειωθεί ότι η έννοια που δίνουν τα παιδιά στη λέξη «αέρας» δεν έχει ερευνηθεί επαρκώς (Marinopoulos & Stavridou, 2002) και επομένως η άποψη ότι οι μαθητές/ριες πιστεύουν ότι το νερό «μετατρέπεται σε αέρα» πρέπει να αντιμετωπίζεται με επιφύλαξη (Johnson & Gott, 1996). Μάλιστα, οι Bar & Galili (1994) θεωρούν ότι για να αποκτήσουν οι μαθητές/ριες την σωστή άποψη για την εξάτμιση, θα πρέπει πρώτα να έχουν υιοθετήσει το σωστό αφαιρετικό μοντέλο για τον αέρα. Το ίδιο ισχυρίζονται και οι Russel & Watt (1990) και Russel, Harlen, & Watt (1989) δηλώνοντας ότι η προσέγγιση φαινομένων όπως η εξάτμιση προϋποθέτουν την κατανόηση της αέριας κατάστασης από τους/ις μαθητές/ριες. Ακόμα δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στη διάκριση μεταξύ ορατών (ατμός) και μη ορατών παραγώγων της εξάτμισης και εστιάζουν στην διάκριση μεταξύ της ιδέας της μετάθεσης του νερού χωρίς να αλλάζει μορφή, που συμπεριλαμβάνει τις απεικονίσεις του κύκλου του νερού, σε σύγκριση με τις αλλαγές στη μορφή (βλ. Andersson, 1990; Rahayu & Tytler, 1999).

Μία διαφορετική κατηγοριοποίηση των εννοιολογικών ιεραρχήσεων παιδιών ηλικίας 6 – 12 ετών για τη εξάτμιση ανέπτυξε ο Tytler (2000). Η κατηγοριοποίηση αυτή στηρίχτηκε μεν στις κατηγοριοποιήσεις που προαναφέρθηκαν των Russel & Watt (1990), Russel, Harlen, & Watt (1989), Andersson (1990) και Bar & Galili (1994), ωστόσο ο Tytler ανέπτυξε και επιπλέον κατηγορίες, έτσι ώστε να παρουσιαστούν πιο αναλυτικά οι εξηγήσεις που έδωσαν τα παιδιά κατά τη διάρκεια της έρευνας. Οι κατηγορίες που αναπτύχθηκαν ήταν οι εξής:

- Είναι ακριβώς έτσι. Η εξάτμιση εξηγείται πάνω στη βάση ότι έτσι συμβαίνει πάντα, όπως «η λιμνούλα του βρόχινου νερού στεγνώνει στον ήλιο», «το νερό μουσκεύει τα ρούχα και η θερμότητα του ήλιου στέγνωσε το νερό».
- Συσχετισμοί. Η εξάτμιση εξηγείται δια μέσου της συνειρμικής σκέψης η οποία δίνεται ως μία εξήγηση αυτή καθαυτή και δεν εμπεριέχει μία σαφή δήλωση για την φυσική αλλαγή που υφίσταται. Για παράδειγμα «το νερό χάνεται μέσα στα ρούχα» ή μια βρόχινη λιμνούλα στεγνώνει γιατί η δύναμη του ήλιου ξεπερνάει εκείνη του κρύου νερού.
- Μετακίνηση (περιορισμένης έκτασης). Το υγρό αλλάζει θέση αλλά όχι μορφή, όπως «σταλάζει μέσα στο έδαφος», «πηγαίνει υπόγεια» ή «χάνεται μέσα στις επιφάνειες».
- Μετακίνηση (ο κύκλος του νερού). Οι μαθητές/ριες αναφέρουν ότι το νερό πηγαίνει στον ουρανό ή στον ήλιο ή στα σύννεφα. Μερικές φορές αναφέρουν ότι το νερό ανεβαίνει ψηλά στο ταβάνι.
- Η λέξη μόνο. Γίνεται μόνο η χρήση της λέξης χωρίς επεξήγηση.
- Αέρας. Το νερό πηγαίνει προς ή προέρχεται από τον αέρα ή την ατμόσφαιρα. Οι μαθητές/ριες θεωρούν ότι στην εξάτμιση το νερό μετακινείται πηγαίνοντας «προς» τον αέρα, θεωρώντας τον μάλλον ως μία διακεκριμένη οντότητα που αποτελεί τόπο προορισμού, παρά ότι το νερό κάνει μία «ανοδική» κίνηση προς τον αέρα ή τον ουρανό. Η αντίληψη αυτή αποτελεί και τη βασική διαφορά διαχωρισμού της έννοιας της εξάτμισης από την έννοια του κύκλου του νερού.
- Αλλαγή της μορφής. Το νερό αλλάζει από μια μορφή σε μια άλλη, η οποία μπορεί να είναι αντιληπτή, όπως ατμός, ομίχλη, υγρασία ή μη αντιληπτή, όπως υδρατμός ή αέριο.

Η παραπάνω κατηγοριοποίηση, όπως και οι προηγούμενες δείχνουν την πολυπλοκότητα της πορείας που ακολουθεί η μάθηση στα παιδιά και τεκμηριώνουν για άλλη μία φορά την ύπαρξη εναλλακτικών ιδεών σ' αυτά, καθώς και την δυσκολία της διδασκαλίας να τις αλλάξει. Ωστόσο τα ευρήματα των ερευνών αποτελούν σημαντικά σημεία εστίασης για την βελτίωση της διδασκαλίας του φαινομένου της εξάτμισης.

1.3 Οι επιπτώσεις στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδασκαλίας

Μέσα από τη διερεύνηση των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών για την εξάτμιση, αλλά και τις διδακτικές παρεμβάσεις ερευνητικού χαρακτήρα που υπάρχουν στην διεθνή βιβλιογραφία, προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα για τον σχεδιασμό μιας διδακτικής προσέγγισης της έννοιας, που θα οδηγήσει τους/ις μαθητές/ριες σε απόψεις επιστημονικά αποδεκτές, μέσα από την πολύπλοκη διαδικασία της εννοιολογικής αλλαγής. Μερικά από αυτά είναι το ποια είναι η καταλληλότερη ηλικία για τη διδασκαλία του φαινομένου, ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανόηση των παιδιών και τους καθοδηγούν στην εννοιολογική αλλαγή, καθώς και ποιοι είναι εκείνοι οι παράγοντες που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψη στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη διδακτικών στρατηγικών, έτσι ώστε το φαινόμενο της εξάτμισης να παρουσιαστεί κατάλληλα στους/ις μαθητές/ριες διαφόρων ηλικιών, αλλά και να ελεγχθεί η γνώση τους πάνω σ' αυτό.

Έτσι, λοιπόν, η καταλληλότερη ηλικία για τη διδασκαλία του φαινομένου της εξάτμισης, σύμφωνα με τους Bar & Galili (1994), είναι η ηλικία των 12 – 13 ετών, διότι τα παιδιά της ηλικίας αυτής αποδέχονται την αρχή της διατήρησης για τα υγρά και την μόνιμη παρουσία του αέρα. Ανάλογα, οι Russel & Watt (1990) ύστερα από μία σειρά διδακτικών παρεμβάσεων σε παιδιά ηλικίας 5 – 11 ετών, οι οποίες ήταν ίδιες για όλο το φάσμα των ηλικιών, διαπίστωσαν ότι αρκετά παιδιά ηλικίας 11 ετών κατάφεραν να αναγνωρίσουν τον αέρα ως τελικό προορισμό του νερού και μάλιστα να περιγράψουν μη ορατές οντότητες όπως «αέριο», «υδρατμός» και «σωματίδια», σε αντίθεση με τα μικρότερα που δεν κατάφεραν να δώσουν εξήγηση. Το ίδιο συνέβη και στην αναγνώριση της θερμότητας ή της κίνησης του αέρα ως παραγόντων για το μετασχηματισμό του νερού από την υγρή στην αέρια κατάσταση, σημαντικών δηλαδή συνιστωσών για την κατανόηση του φαινομένου της εξάτμισης. Ακόμα, σύμφωνα με τους Newton, Osborne & Driver (1999), τα μεγαλύτερα παιδιά είναι πιο επιδέξια στη διαδικασία της ανάπτυξης επιχειρημάτων, το οποίο αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για την οικοδόμηση επεξηγήσεων μέσα από τη χρήση αποδεικτικών στοιχείων. Τέλος, ισχυρή τεκμηρίωση της επιλογής των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου ως καταλληλότερων για τη διδασκαλία του φαινομένου της εξάτμισης κι όχι των πρώτων τάξεων του Γυμνασίου, αποτελεί και η αναγνώριση του Tytler (2000) ότι το

Δημοτικό Σχολείο παρέχει ουσιαστικά οφέλη στην επιστημολογική και γλωσσική εξέλιξη των παιδιών κι ότι είναι σημαντική η συμβολή του στην βαθμιαία οντολογική μεταβολή από το να παρατηρούν τα φαινόμενα στο να τα περιγράφουν με στοιχειώδεις όρους κι έτσι να μπορούν σταδιακά να οικοδομούν ερμηνείες των φαινομένων.

Καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν την κατανόηση των παιδιών, εκτός από την ηλικία και τους καθοδηγούν στην εννοιολογική αλλαγή, σύμφωνα με τους Russel & Watt (1990) είναι η δόμηση των δραστηριοτήτων με τέτοιο τρόπο ώστε οι δάσκαλοι να αποκτούν αφενός πρόσβαση στις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και αφετέρου να δίνουν την δυνατότητα χρήσης στρατηγικών εκμείευσης σε τέσσερις τομείς που φαίνεται να είναι ικανοί να ασκήσουν επιρροή στην διαμόρφωση ιδεών στα παιδιά. Οι τομείς αυτοί είναι: α) η υποβοήθηση των παιδιών στο να ελέγχουν τις ιδέες τους, β) η ενθάρρυνση τους να γενικεύουν από ένα συγκεκριμένο πλαίσιο σε ένα άλλο διαμέσου της συζήτησης, γ) η ενθάρρυνση τους να οικοδομούν πιο αποσαφηνισμένες έννοιες για τις λέξεις που χρησιμοποιούν και δ) η εύρεση τρόπων ώστε οι αόρατες αλλαγές να γίνονται ορατές. Πολλά από τα παραπάνω επιβεβαιώνονται έμμεσα και από τα στοιχεία που προκύπτουν από την μελέτη των Tytler & Peterson (2004) πάνω στην μάθηση μικρών παιδιών γύρω από το φαινόμενο της εξάτμισης (pp. 122). Ακόμα, σημαντικός φαίνεται να είναι και ο ρόλος της ανάπτυξης κινήτρων στην επίτευξη της εννοιολογικής αλλαγής, μέσα από τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την εφαρμογή κατάλληλων αναλυτικών προγραμμάτων γύρω από θέματα που κινούν το ενδιαφέρον και δεσμεύουν γνωστικά τον/ην μαθητή/ρια για εννοιολογική κατανόηση, καθώς και τη χρήση υλικών που πληροφορούν και παράλληλα διεγείρουν το ενδιαφέρον μέσα σε ένα κατάλληλα διαμορφωμένο μαθησιακό περιβάλλον (Valanides, 2000).

Τέλος, όσον αφορά τους παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη στο σχεδιασμό και στην ανάπτυξη διδακτικών στρατηγικών, ο Tytler (2000) αναφέρει την σημαντική συνεισφορά των ανεκδότων, σύντομων δηλαδή διασκεδαστικών αφηγήσεων, γύρω από τα καθημερινά φαινόμενα στην πλαισίωση των ερμηνειών των παιδιών. Η χρήση τους παρέχει καρποφόρους συνειρμούς και ενίσχυση των πειστηρίων, πράγμα που υποδηλώνει ότι η αλληλουχία της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών πρέπει να προβάλλει αυτά τα χαρακτηριστικά. Από την άλλη η

διαμόρφωση του ελέγχου των ιδεών έναντι των καθημερινών εμπειριών και ο προσδιορισμός μιας σειράς πλαισίων τα οποία σχετίζονται με τις έννοιες που διδάσκονται, είναι σημαντικοί παράμετροι της διδασκαλίας και της μάθησης. Μάλιστα, οι Tytler & Peterson (2004) αναφέρουν ότι τα παιδιά κατανοούν τις έννοιες μόνο αν εμπλακούν σε μία ακολουθία διδασκαλιών που ανταποκρίνονται σε ένα φάσμα πλαισίων και επομένως είναι σε θέση να τις περιγράψουν επαρκώς με αναφορά σε πολλαπλά πλαίσια. Αυτό το συμπέρασμα αποκτά ιδιαίτερη αξία για την ελληνική πραγματικότητα καθώς οι Hatzinikita & Koulaïdis (1997) αναφέρουν ότι αυτό αποτελεί και την αδυναμία των Ελλήνων μαθητών, που αποκτούν μεν το σωστό επιστημονικό μοντέλο σε μικρότερες ηλικίες από αυτές που αναφέρουν οι Osborne & Cosgrove (1983), Bar & Travis (1991) και Bar & Galili (1994) και είναι σε θέση να χειρίζονται επιστημονικούς όρους, αλλά δεν μπορούν να το συσχετίσουν με την καθημερινή ζωή.

Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας γίνεται φανερό ότι κοινά χαρακτηριστικά όλων των παραπάνω ερευνών που αφορούν το φαινόμενο της εξάτμισης, είναι τα εξής: α) όλες οι έρευνες εστιάζουν την προσοχή τους κυρίως στη διερεύνηση των αρχικών ιδεών των μαθητών/ριών και λιγότερο στον τρόπο με τον οποίο θα αναδομηθούν (διδασκαλία) οι ιδέες αυτές, β) η διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/ριών γίνεται μέσα από δραστηριότητες που σχετίζονται μόνο με το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού και όχι με το φαινόμενο της εξάτμισης άλλων υγρών και γ) σχεδόν όλες οι έρευνες αφορούν τη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών/ριών άλλων χωρών, όπως του Ισραήλ, του Ηνωμένου Βασιλείου, της Αυστραλίας, κλπ. και όχι των Ελλήνων/ίδων μαθητών/ριών, με εξαίρεση την έρευνα που πραγματοποίησαν οι Hatzinikita & Koulaïdis (1997) που διερεύνησαν τις ιδέες των παιδιών σχετικά με τη διατήρηση της ύλης κατά τη διάρκεια της αλλαγής της φυσικής κατάστασης του νερού, τμήμα της οποίας αποτέλεσε και η διερεύνηση των ιδεών των παιδιών για το φαινόμενο της εξάτμισης.

Ωστόσο η έρευνα των Hatzinikita & Koulaïdis (1997), αν και στήριξε τα αποτελέσματά της σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό δείγματος (4297 μαθητές/ριες ηλικίας 10 – 18 ετών) έκανε μια πολύ περιορισμένη ποιοτικά διερεύνηση του φαινομένου της εξάτμισης, καθώς αυτό δεν αποτελούσε έναν από τους άμεσους στόχους της. Πιο συγκεκριμένα, διερεύνησε τις αντιλήψεις των παιδιών μόνο για δύο φαινόμενα που

σχετίζονται με το φαινόμενο της εξάτμισης, δηλαδή το στέγνωμα των βρεγμένων ρούχων και την εξάτμιση του νερού που περιέχεται μέσα σε ένα πιάτο, επαναλαμβάνοντας ουσιαστικά παρόμοια προβλήματα με αυτά που χρησιμοποίησαν οι Osborne & Cosgrove (1983) στη μελέτη τους, έτσι ώστε να γίνει δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο ερευνών. Επιπλέον, η συλλογή των δεδομένων έγινε με τη βοήθεια ενός γραπτού ερωτηματολογίου που περιείχε μόνο τρεις ερωτήσεις για τη διερεύνηση του παραπάνω φαινομένου, οι απαντήσεις στις οποίες δίνονταν μέσα από συγκεκριμένες επιλογές, αν και ο/η μαθητής/ρια μπορούσαν να προσθέσουν κάποια δική τους απάντηση δίνοντας παράλληλα και μια σχετική αιτιολόγηση.

Παρουσιάζει, επομένως, ιδιαίτερο ενδιαφέρον το να μελετηθούν εκτενέστερα οι ιδέες για το φαινόμενο της εξάτμισης στη χώρα μας, έτσι ώστε να εντοπιστούν αφενός οι αντιλήψεις και αφετέρου οι ιδιαίτερες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι Έλληνες/ίδες μαθητές/ριες στην οικοδόμηση της παραπάνω έννοιας. Ακόμη, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η μελέτη του πλαισίου αλλά και των προϋποθέσεων μέσα στις οποίες είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η οικοδόμηση της έννοιας αυτής, καθώς επίσης και η αποδοχή και η κατανόηση άλλων εννοιών που σχετίζονται με την έννοια της εξάτμισης και αναδεικνύονται από τη βιβλιογραφία, όπως είναι η ύπαρξη του αέρα, η μοριακή δομή της ύλης, η αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων και η αρχή διατήρησης της ύλης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο:

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

2.1 Εισαγωγή

Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα τα οποία ελήφθησαν υπόψη για το σχεδιασμό και την αξιολόγηση μιας διδακτικής παρέμβασης για το φαινόμενο της εξάτμισης που στόχο της είχε αφενός να ελέγξει τα μαθησιακά αποτελέσματα πάνω στα συγκεκριμένα θέματα που πραγματεύθηκε η διδακτική παρέμβαση και αφετέρου να δώσει τη δυνατότητα να συγκριθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών με τις απόψεις που διαμορφώθηκαν μετά από αυτήν, στο πλαίσιο μιας διδασκαλίας εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου.

Για την αξιολόγηση της διδακτικής αυτής παρέμβασης σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε έρευνα στην οποία συμμετείχαν μαθητές και μαθήτριες των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού σχολείου, οι αντιλήψεις των οποίων διερευνήθηκαν με τη βοήθεια ενός δομημένου ερωτηματολογίου πριν και μετά τη διδασκαλία. Το ερωτηματολόγιο αυτό (βλ. Παράρτημα 1), χρησιμοποιήθηκε τόσο ως διαγνωστικό μέσο όσο και ως τελική αξιολόγηση, έτσι ώστε αφενός να ελέγξει τα μαθησιακά αποτελέσματα πάνω στα συγκεκριμένα θέματα που πραγματεύθηκε η διδακτική παρέμβαση και αφετέρου να δώσει τη δυνατότητα να συγκριθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών με τις απόψεις που διαμορφώθηκαν μετά από αυτήν, στο πλαίσιο μιας διδασκαλίας εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ερευνητικά για τη σύγκριση δειγμάτων ίδιου πληθυσμού μαθητών/ριών που δεν παρακολούθησαν την παρέμβαση, αλλά ακολούθησαν την κανονική ροή του προγράμματος στο πλαίσιο του ισχύοντος αναλυτικού προγράμματος του σχολείου, δηλαδή σε ένα συμβατικό περιβάλλον μάθησης με παραδοσιακά χαρακτηριστικά.

Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 13 ερωτήσεις, κάποιες από τις οποίες είχαν υπο-ερωτήσεις επεξηγηματικού χαρακτήρα, δηλαδή συνολικά 20 ερωτήματα, ουδέτερα και εναρμονισμένα με το πνεύμα, τους στόχους και τα χαρακτηριστικά που αξιολογήθηκαν, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο επηρεασμός των μαθητών/ριών. Το

αρχικό ερωτηματολόγιο δόθηκε στους/ις μαθητές/ριες ένα μήνα πριν από τη διδασκαλία και το τελικό, αντίστοιχα, ένα μήνα περίπου μετά από αυτήν.

Για τις ανάγκες της διδασκαλίας σχεδιάστηκε/ διαμορφώθηκε ένα νέο καινοτομικό μαθησιακό περιβάλλον για τους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο., που διέπονταν από τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού (Solomon, 1987; Duit & Treagust, 1998) και τις αρχές της συνεργατικής μάθησης (Cohen, 1994; Lazarowitz & Hertz – Lazarowitz, 1998; Σταυρίδου, 2000), καθώς και τις αρχές της συστημικής άποψης για τη διδασκαλία (Harty, 1993; Carr, Jonassen, Litzinger, & Marra, 1998), σύμφωνα με την οποία η τροποποίηση/ βελτίωση και ο συντονισμός όλων των παραγόντων που συνθέτουν τη διδακτική διαδικασία (π.χ. το περιεχόμενο της διδασκαλίας, το Αναλυτικό Πρόγραμμα, κ.ά.) μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με αυτά που απορρέουν από μία παραδοσιακή τάξη του Δημοτικού σχολείου για τις ίδιες έννοιες.

Στο ίδιο χρονικό διάστημα, οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. διδάχτηκαν το φαινόμενο της εξάτμισης και τα θέματα που σχετίζονται με αυτό μέσα από τα βιβλία «Ερευνώ κι ανακαλύπτω» της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, με παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, όπως προβλέπονταν από το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών. Οι εκπαιδευτικοί δίδαξαν τις ενότητες αυτές όπως παρουσιάζονταν στο βιβλίο του/ης μαθητή/ριας, αλλά και στον οδηγό για το/η δάσκαλο/α. Κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας η διάταξη των θρανίων της τάξης παρέμεινε όπως ακριβώς ήταν σε καθημερινή βάση από την αρχή του σχολικού έτους, ενώ ακολουθήθηκε η κατά μέτωπο διδασκαλία κατά την οποία οι μαθητές/ριες κάθονταν σε δυάδες. Τέλος, οι μαθητές/ριες δεν δραστηριοποιήθηκαν με τη χρήση του εργαστηριακού υλικού, καθώς ο/η εκπαιδευτικός πραγματοποίησε πειράματα επίδειξης όπου χρειάστηκε.

Για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων, οι απαντήσεις των μαθητών/ριών για κάθε ερώτηση ομαδοποιήθηκαν σε κατηγορίες που περιείχαν ομοειδείς απαντήσεις ή εξέφραζαν ανάλογες σκέψεις ή αναπαραστάσεις για τα φαινόμενα που διερευνήθηκαν και καταμετρήθηκαν οι συχνότητες που αυτές εμφανίζονταν.

2.2 Οι στόχοι της έρευνας

Οι στόχοι της έρευνας ήταν:

- 1.** Να καταγραφούν και να μελετηθούν οι αρχικές ιδέες/ αναπαραστάσεις των Ελλήνων/ίδων μαθητών/ριών της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου για το φαινόμενο της εξάτμισης.
- 2.** Να σχεδιαστεί, να πραγματοποιηθεί και να αξιολογηθεί η διδακτική παρέμβαση εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου για το φαινόμενο της εξάτμισης, που σχεδιάστηκε λαμβάνοντας υπόψη τη διεθνή βιβλιογραφία, έτσι ώστε να βοηθήσει τους/ις μαθητές/ριες των τελευταίων τάξεων του Δημοτικού Σχολείου να δημιουργήσουν απόψεις επιστημονικά αποδεκτές για το παραπάνω φαινόμενο.
- 3.** Να διαπιστωθεί εάν και σε ποιο βαθμό εξελίσσονται και βελτιώνονται οι ιδέες/ αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης σε δύο διαφορετικά περιβάλλοντα μάθησης: α) σε ένα νέο καινοτομικό μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού τύπου που αξιοποιεί διαδικασίες συνεργατικής μάθησης (πειραματική ομάδα) και β) σε ένα παραδοσιακό περιβάλλον μάθησης όπου ακολουθείται το επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα του Δημοτικού σχολείου (ομάδες σύγκρισης/ ελέγχου).

2.3 Οι υποθέσεις της έρευνας

1^η υπόθεση έρευνας

Οι υποθέσεις έρευνας που κάνουμε είναι οι εξής:

- 1.** Υποθέτουμε ότι οι μαθητές/ριες της Ε΄ και της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου έχουν αρχικές εναλλακτικές ιδέες:

A. Για το φαινόμενο της εξάτμισης:

Δεν αντιλαμβάνονται την έννοια της εξάτμισης των υγρών (αιτία, τρόπος δημιουργίας και εξέλιξης του φαινομένου), τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο και τις επιπτώσεις του στην καθημερινή ζωή. Έτσι:

- Δεν αντιλαμβάνονται ότι η ύλη διατηρείται αλλάζοντας απλώς μορφή (φυσική κατάσταση) και θεωρούν ότι η εξατμισμένη ουσία είτε εξαφανίζεται είτε απορροφάται από κάποιο αντικείμενο.

- Δεν κατανοούν επαρκώς το μηχανισμό της αλλαγής της φυσικής κατάστασης των υγρών και τη μετατροπή τους σε αέρια όταν απορροφούν θερμότητα.
- Δεν κατανοούν ότι η εξάτμιση αφορά μόνο τα υγρά και πραγματοποιείται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια τους, όταν απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον.
- Έχουν ασαφή εικόνα για τον αέρα και δεν κατανοούν ότι είναι ο τελικός αποδέκτης των εξατμισμένων υγρών.
- Δεν γνωρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη του φαινομένου.
- Δεν συνδέουν το φαινόμενο της εξάτμισης με διάφορες καταστάσεις της καθημερινής ζωής, όπως το στέγνωμα των ρούχων, το μύρισμα διαφόρων ουσιών από απόσταση, κ.ά.

B. Σχετικά με την υλικότητα των υγρών και των αερίων:

- Δεν αντιλαμβάνονται ότι τα αέρια είναι υλικά σώματα.
- Δεν έχουν μικροσκοπική αναπαράσταση της δομής των υγρών και των αερίων.

2^η υπόθεση έρευνας

- 2.** Οι αρχικές εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης και την υλικότητα των υγρών και των αερίων μπορούν να τροποποιηθούν/ αλλάξουν με μία κατάλληλη διδακτική παρέμβαση σε ένα καινοτομικό μαθησιακό περιβάλλον εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου. Πιο συγκεκριμένα, υποθέτουμε ότι, οι μαθητές/ριες μπορούν να οικοδομήσουν τις έννοιες που θα τους/ις βοηθήσουν να κατανοήσουν το φαινόμενο της εξάτμισης και που είναι οι εξής: α) Η αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων, β) Η υλικότητα των αερίων και γ) Η αρχή διατήρησης της ύλης. Οι μαθητές/ριες μπορούν να οικοδομήσουν τις έννοιες που σχετίζονται με τις παραπάνω έννοιες, εάν:
- Αντιληφθούν την αλλαγή της φυσικής κατάστασης των υγρών σε αέρια, την υλικότητα της εξατμισμένης ουσίας και τη διατήρησή της στον αέρα όταν δεν είναι πλέον ορατή, μέσα από μια διαδικασία απόκτησης εμπειριών που προέρχονται από πειράματα, πειράματα προσομοίωσης και

δραστηριότητες μοντελοποίησης της μεταβολής της φυσικής κατάστασης των υγρών σε μικροσκοπικό επίπεδο, όπως το θεατρικό παιχνίδι και η χρήση σωματιδιακών μοντέλων της ύλης (Σταυρίδου, 1995) από το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.», αλλά και μέσα από τη συζήτηση και την αλληλεπίδραση με τους/ις συμμαθητές/ριές τους στην ομάδα

- Αποκτήσουν αναπαραστάσεις για την ασυνέχεια της ύλης και ειδικότερα για το γεγονός ότι αυτή αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια ανάμεσα στα οποία υπάρχει κενό (μικροσκοπική αναπαράσταση της δομής της ύλης).
- Είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το απλό σωματιδιακό μοντέλο για την περιγραφή και εξήγηση διαφόρων μεταβολών που συμβαίνουν στο περιβάλλον, όπως το στέγνωμα των ρούχων που απλώνουμε στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα.

3^η υπόθεση έρευνας

- 3.** Υποθέτουμε ότι οι αρχικές ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της εξάτμισης και την υλικότητα των υγρών και των αερίων δεν μεταβάλλονται ικανοποιητικά σε συνθήκες παραδοσιακής διδασκαλίας.

2.4 Το ερωτηματολόγιο

Πριν από την έναρξη της διδακτικής παρέμβασης για τους/ις μαθητές/ριες των Π.Ο. και της παραδοσιακού τύπου διδασκαλίας για τους/ις μαθητές/ριες των Ο.Ε. συντάχθηκε, διανεμήθηκε και συμπληρώθηκε από τα παιδιά ένα αρχικό (γραπτό) ερωτηματολόγιο που περιείχε 13 ερωτήσεις, κάποιες από τις οποίες είχαν υποερωτήσεις επεξηγηματικού χαρακτήρα, δηλαδή συνολικά 20 ερωτήματα (βλ. Παράρτημα 1). Τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου ήταν ανοιχτού και κλειστού τύπου, η πλειοψηφία τους όμως ήταν ανοιχτού τύπου (τα 15/20 ερωτήματα), έτσι ώστε τα παιδιά να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους χωρίς να δεσμεύονται από προκατασκευασμένες απαντήσεις. Κάποια από τα ερωτήματα απαιτούσαν από τους/ις μαθητές/ριες την κατασκευή σχεδιαστικών έργων (ζωγραφιών), έτσι ώστε να γίνει περισσότερο κατανοητή η σκέψη τους. Το αρχικό ερωτηματολόγιο δόθηκε στους/ις

μαθητές/ριες ένα μήνα πριν από τη διδασκαλία και το τελικό, αντίστοιχα, ένα μήνα περίπου μετά από αυτήν.

Στόχος του αρχικού ερωτηματολογίου ήταν η καταγραφή των αρχικών ιδεών των παιδιών και των δύο ομάδων για το φαινόμενο της εξάτμισης. Για το λόγο αυτό δόθηκε για συμπλήρωση τόσο στους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο. όσο και των Ο.Ε., ένα μήνα πριν από την έναρξη της αντίστοιχης διδασκαλίας για κάθε ομάδα. Η συμπλήρωση έγινε στο σχολείο, ατομικά και επώνυμα, μέσα στην αίθουσα διδασκαλίας της κάθε τάξης και ο χρόνος που απαιτήθηκε ήταν μία διδακτική ώρα.

Μετά την πραγματοποίηση της αντίστοιχης διδασκαλίας για κάθε ομάδα, δηλαδή μετά από την πραγματοποίηση της καινοτόμου διδακτικής παρέμβασης που σχεδιάστηκε για τους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο. και την παραδοσιακού τύπου διδασκαλία για τους/ις μαθητές/ριες των Ο.Ε., το ίδιο ερωτηματολόγιο δόθηκε ξανά και συμπληρώθηκε από τα παιδιά. Στόχος του τελικού ερωτηματολογίου ήταν να διαπιστώσουμε: α) κατά πόσο οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών είχαν αλλάξει/βελτιωθεί ως αποτέλεσμα της διδασκαλίας σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο και β) αν υπήρξαν διαφορές στις απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά της Π.Ο. σε σχέση με τις αντίστοιχες απαντήσεις των παιδιών των Ο.Ε.

2.4.1 Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου

Όπως αναφέρθηκε και στις υποθέσεις της έρευνας, στόχος του ερωτηματολογίου ήταν να διερευνήσει τις ιδέες των μαθητών/ριών, πριν και μετά τη διδασκαλία, για το φαινόμενο της εξάτμισης, έτσι ώστε να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) κατανόησαν το φαινόμενο και οικοδόμησαν τις έννοιες που σχετίζονται μ' αυτό. Για το σκοπό αυτό το ερωτηματολόγιο περιείχε 13 ερωτήσεις, κάποιες από τις οποίες είχαν και υποερωτήσεις επεξηγηματικού χαρακτήρα (20 συνολικά ερωτήματα), που συνδέονταν άμεσα αφενός με τους διδακτικούς στόχους της διδακτικής παρέμβασης και αφετέρου με τους σκοπούς της έρευνας.

Ειδικότερα, η πρώτη, η δεύτερη, η πέμπτη, η έκτη και η έβδομη ερώτηση συνδέονταν άμεσα με τις ενότητες της διδακτικής παρέμβασης, ενώ οι υπόλοιπες ήταν γενικού, ανακεφαλαιωτικού χαρακτήρα. Αναλυτικότερα, η πρώτη και η δεύτερη

συνδέονταν με τους διδακτικούς στόχους της 1^{ης} ενότητας, η πέμπτη με τους στόχους της 2^{ης} ενότητας, η έκτη και η έβδομη με τους στόχους της 3^{ης} ενότητας και όλες μαζί συνδέονταν άμεσα με τους γνωστικούς στόχους που είχαν τεθεί κατά τον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης.

Οι ερωτήσεις ήταν ανοιχτού και κλειστού τύπου και απαιτούσαν από τους/ις μαθητές/ριες άλλοτε γραπτές απαντήσεις και άλλοτε σχεδιαστικά έργα, έτσι ώστε η σκέψη τους να γίνει πιο κατανοητή. Η διατύπωσή τους έγινε για να αποτυπώσουν αρχικά τις εμπειρίες των παιδιών προσελκύνοντας το ενδιαφέρον τους και εκ των υστέρων για να αξιοποιήσουν στο έπακρο τις γνώσεις που αποκόμισαν από την διδακτική παρέμβαση έτσι ώστε να τις εφαρμόσουν στην πράξη με το να προσπαθήσουν να ερμηνεύσουν καθημερινά φαινόμενα του κόσμου που τους περιβάλλει. Σε όλες τις ερωτήσεις εκτός από την τελευταία δεν περιέχονταν καθόλου η λέξη «εξάτμιση», ενώ στη δέκατη τρίτη και τελευταία ερώτηση επιχειρήθηκε σκόπιμα η σύνδεση, έτσι ώστε να διερευνηθεί εάν οι μαθητές/ριες κατανόησαν την έννοια της εξάτμισης και εάν την συνέδεσαν με φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Τέλος, σε όλες τις ερωτήσεις τα παιδιά κλήθηκαν να αιτιολογήσουν τις απαντήσεις τους.

2.5 Το δείγμα της έρευνας

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 53 συνολικά μαθητές/ριες της Ε΄ και της ΣΤ΄ τάξης δύο σχολείων του πολεοδομικού συγκροτήματος του Βόλου. Πιο συγκεκριμένα, στην Π.Ο. συμμετείχαν 24 μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης του 4^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου (16 κορίτσια και 8 αγόρια) και στις Ο.Ε. 16 μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης του 10^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου (5 κορίτσια και 11 αγόρια) και 13 μαθητές/ριες της ΣΤ΄ τάξης του 4^{ου} Δημοτικού Σχολείου Βόλου (7 κορίτσια και 6 αγόρια), δηλαδή 29 συνολικά μαθητές/ριες (12 κορίτσια και 17 αγόρια), που συμπλήρωσαν τόσο το αρχικό όσο και το τελικό ερωτηματολόγιο.

2.6 Τα χαρακτηριστικά του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος

Για την πραγματοποίηση και την αξιολόγηση της καινοτόμου διδακτικής παρέμβασης σχεδιάστηκε ένα νέο μαθησιακό περιβάλλον που διέπονταν από τις αρχές της συστημικής προσέγγισης για τη διδασκαλία. Σύμφωνα με την προσέγγιση αυτή, η εκπαίδευση αντιμετωπίζεται ως ένα ευρύτερο σύστημα, που αποτελείται από

πολλά επιμέρους υποσυστήματα που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι ένα τέτοιο υποσύστημα του εκπαιδευτικού συστήματος, που συνθέτεται από διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την εκπαιδευτική διαδικασία, όπως το περιεχόμενο της διδασκαλίας, το Αναλυτικό Πρόγραμμα, κ.ά. Το πλαίσιο του κάθε παράγοντα διαμορφώνεται και επηρεάζεται από τις αλλαγές στο πλαίσιο του άλλου, ενώ η μεταξύ τους συνεργασία μπορεί να οδηγήσει σε ουσιαστική βελτίωση της διδακτικής πράξης (Harty, 1993; Carr et al., 1998). Επομένως, για να βελτιωθούν τα μαθησιακά αποτελέσματα των μαθητών/ριών για τα θέματα που διδάσκονται θα πρέπει να τροποποιηθούν/ βελτιωθούν όλοι οι παράγοντες που συνθέτουν τη διδακτική διαδικασία (Delacôte, 1996).

Έτσι, το νέο μαθησιακό περιβάλλον που δημιουργήθηκε για την πραγματοποίηση της διδακτικής παρέμβασης εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου, περιελάμβανε εκτός από το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα των τριών διδακτικών ενοτήτων και τα αντίστοιχα φυλλάδια εργασίας που γράφτηκαν για το σκοπό αυτό (η περιγραφή τους έγινε πιο πάνω) και τα εξής χαρακτηριστικά: α) οι μαθητές/ριες χωρίστηκαν σε ομάδες 2 – 4 ατόμων, μικτές ως προς το φύλο, την επίδοση και την εθνικότητα, β) ο χώρος της τάξης διευθετήθηκε ανάλογα, γ) χρησιμοποιήθηκε ανάλογο εποπτικό και εργαστηριακό υλικό, δ) κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/ριες εξέφρασαν τις απόψεις τους για τα φαινόμενα που μελέτησαν, συζήτησαν με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας τους τα αποτελέσματα των πειραμάτων που εκτέλεσαν και προσπάθησαν να κάνουν σχεδιαστικά έργα (όπου αυτό ήταν εφικτό) και ε) η εκπαιδευτικός επιμορφώθηκε για να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις του νέου της ρόλου μέσα στην τάξη.

2.7 Το εποπτικό και εργαστηριακό υλικό

Κατά τη διάρκεια της καινοτόμου διδακτικής παρέμβασης οι μαθητές/ριες της Π.Ο. εκτέλεσαν πειράματα, κάνοντας χρήση ανάλογου εργαστηριακού και εποπτικού υλικού. Τα πειράματα αυτά εντάχθηκαν στις ομαδικές δραστηριότητες της κάθε διδακτικής ενότητας και υλοποιήθηκαν στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης και της εποικοδομητικής προσέγγισης της διδασκαλίας. Έτσι η κάθε ομάδα, ανάλογα με τη ενότητα που διδάσκονταν, είχε πάνω στο τραπέζι της είτε γενικότερα στη διάθεσή της τα υλικά που της ήταν απαραίτητα για την πραγματοποίηση των πειραμάτων

αυτών. Πιο συγκεκριμένα τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατά κανόνα χαμηλού κόστους και περιλάμβαναν διαφανείς ογκομετρικούς κυλίνδρους, σταγονόμετρα, φακούς μπαταρίας, ανεμιστηράκια, ορθοστάτες, πηγάκια ξύλινα ή πλαστικά, σπάγκο, χαρτοπετσέτες, καθαρό οινόπνευμα, νερό, κολόνια, μπαλόνια, γυάλινες διαφανείς κωνικές φιάλες rytex, ηλεκτρικές εστίες, λαβίδες, μολύβια, ξυλομπογιές, ηλεκτρονικούς υπολογιστές και το εκπαιδευτικό λογισμικό «M.A.Θ.H.M.A.».

2.8 Τα χαρακτηριστικά του Παραδοσιακού/ Συμβατικού περιβάλλοντος μάθησης

Αντίθετα με τους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο., οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. διδάχτηκαν το φαινόμενο της εξάτμισης και τα θέματα που σχετίζονται με αυτό με τον παραδοσιακό τρόπο διδασκαλίας, δηλαδή μέσα από τα βιβλία «Ερευνώ κι ανακαλύπτω» της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, όπως προβλέπονται από το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών.

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου είχαν διδαχθεί ήδη από την Δ΄ τάξη στο πλαίσιο του μαθήματος «Εμείς κι ο κόσμος» και από το κεφάλαιο «Ερευνούμε τα υλικά σώματα» τις τρεις καταστάσεις της ύλης και τις ιδιότητες των υλικών σωμάτων από την ενότητα «Πώς ξεχωρίζουμε τα υλικά σώματα», καθώς και από το κεφάλαιο «Θερμότητα: Παρατηρήσεις – Εφαρμογές» τι είναι η Θερμότητα, πώς μεταδίδεται και τις μεταβολές που προκαλεί στη φυσική κατάσταση των υλικών σωμάτων από την ενότητα «Η θερμότητα γύρω μας». Ακόμη, στην Ε΄ τάξη του Δημοτικού σχολείου, στα μέσα περίπου της σχολικής χρονιάς, διδάχθηκαν από το βιβλίο τους «Ερευνώ κι ανακαλύπτω» για την Ε΄ τάξη του Δημοτικού Σχολείου και από το κεφάλαιο «Ο ατμοσφαιρικός αέρας» τις παρακάτω ενότητες: α) Αέρας: Απαραίτητος για τη ζωή, β) Πού υπάρχει αέρας, γ) Οι ιδιότητες του αέρα και δ) Από τι αποτελείται ο αέρας. Τέλος, για τις ανάγκες της έρευνας, οι 16 μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης που αποτέλεσαν τη μία από τις δύο Ο.Ε. διδάχθηκαν από το βιβλίο «Ερευνώ κι ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου από το κεφάλαιο «Στερεά, Υγρά, Αέρια» τις ενότητες: α) Η φυσική κατάσταση των σωμάτων και β) Εξάτμιση και υγροποίηση.

Παράλληλα, οι 13 μαθητές/ριες της ΣΤ΄ τάξης, που αποτέλεσαν τη δεύτερη Ο.Ε., εκτός από όσα είχαν διδαχθεί σε προηγούμενες τάξεις και αναφέρθηκαν πιο πάνω, διδάχθηκαν από το βιβλίο «Ερευνώ κι ανακαλύπτω» της ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού Σχολείου, όπως προβλέπει το ισχύον Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών, από το κεφάλαιο «Θερμότητα – Θερμοκρασία» τις ενότητες: α) Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα υγρά και β) Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα αέρια και από το κεφάλαιο «Στερεά, Υγρά, Αέρια» τις ενότητες: α) Η φυσική κατάσταση των σωμάτων και β) Εξάτμιση και υγροποίηση.

Οι διδασκαλίες των ενοτήτων που αναφέρθηκαν παραπάνω έγιναν από τους/ις δασκάλους/ες της κάθε τάξης, όπως προέβλεπαν τα αντίστοιχα βιβλία του/ης μαθητή/ριας και ο οδηγός του/ης δασκάλου/ας, χωρίς να γίνει καμία επέμβαση ούτε στο περιεχόμενό τους ούτε στο μαθησιακό περιβάλλον των τάξεων αυτών (κατά μέτωπο διάταξη των θρανίων της τάξης, τοποθέτηση μαθητών/ριών σ' αυτά σε δυάδες, το πρόσωπό τους στραμμένο προς τον πίνακα, χρήση εργαστηριακού υλικού και επίδειξη πειραμάτων από το/η διδάσκοντα/ουσα χωρίς την ανάμειξη των μαθητών/ριών σ' αυτά).

2.9 Τα ποιοτικά κριτήρια/ χαρακτηριστικά για την ανάλυση των απαντήσεων/ σχημάτων των μαθητών/ριών

Οι ερωτήσεις του αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου ήταν ανοικτού και κλειστού τύπου, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Οι απαντήσεις των παιδιών στις ερωτήσεις κλειστού τύπου καταμετρήθηκαν και υπολογίστηκε η συχνότητα της κάθε απάντησης. Στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, δημιουργήθηκαν κατηγορίες απαντήσεων, με βάση τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε απάντησης και καταμετρήθηκαν οι απαντήσεις της κάθε κατηγορίας. Για να γίνεται σαφής η σημασία της κάθε κατηγορίας απαντήσεων δίνονται κάθε φορά χαρακτηριστικά παραδείγματα απαντήσεων των παιδιών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση για κάθε ερώτηση και για κάθε σχήμα που ζητούνταν να σχεδιαστεί από τους/ις μαθητές/ριες προκειμένου να εξηγήσουν τις απόψεις τους. Η ανάλυση αυτή στηρίχτηκε σε μια σειρά κριτηρίων, τα οποία περιγράφονται στη συνέχεια και είναι τα ακόλουθα:

1. Για την ανάλυση των **απαντήσεων** και των **σχημάτων** των μαθητών/ριών στο **αρχικό ερωτηματολόγιο** είναι τα εξής:

A. Για την ανάλυση των **απαντήσεων** των μαθητών/ριών:

Εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες:

- Απαντούν με βάση τις εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής (για να εξηγήσουν π.χ. το στέγνωμα των ρούχων, το πώς μυρίζουμε την κολόνια από απόσταση, κ.ά.).
- Δίνουν ταυτολογικές απαντήσεις (π.χ. εξάτμιση είναι όταν το νερό εξατμίζεται).
- Χρησιμοποιούν/ επικαλούνται (μόνο) τις αισθήσεις τους (π.χ. για να απαντήσουν αν γίνονται αλλαγές στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν).

B. Για την ανάλυση των **σχημάτων** των μαθητών/ριών:

Εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες:

- Έχουν μικροσκοπική αναπαράσταση της δομής της ύλης (υγρών/ αερίων σωμάτων) ή την αναπαριστούν ως συνεχή και στατική και επομένως: α) δεν είναι σε θέση να εξηγήσουν ικανοποιητικά τη διαδικασία/ το μηχανισμό της εξάτμισης των υγρών και β) μπορούν ή όχι να αντιληφθούν τη διασπορά της εξατμισμένης ουσίας στον αέρα.

2. Για την ανάλυση των **απαντήσεων** και των **σχημάτων** των μαθητών/ριών στο **τελικό ερωτηματολόγιο** είναι τα εξής:

A. Για την ανάλυση των **απαντήσεων** των μαθητών/ριών:

Εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες:

- Περιγράφουν/ ορίζουν με ικανοποιητικό τρόπο (δίνοντας ολοκληρωμένες απαντήσεις και χρησιμοποιώντας κατάλληλους επιστημονικούς όρους) το κάθε φαινόμενο ή έννοια χωριστά (π.χ. το στέγνωμα των ρούχων, το μύρισμα της κολόνιας από απόσταση, τι είναι αέρας, τι είναι το φαινόμενο της εξάτμισης, κ.ά.).
- Εξηγούν ικανοποιητικά έννοιες και φαινόμενα τόσο στο μακροσκοπικό όσο και στο μικροσκοπικό επίπεδο (π.χ. τη διαδικασία στεγνώματος των βρεγμένων ρούχων, το μύρισμα της κολόνιας από απόσταση, κ.ά.).
- Αναγνωρίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της εξάτμισης και αναφέρουν διάφορους τρόπους επιτάχυνσης του φαινομένου σε διάφορες

- καταστάσεις της καθημερινής ζωής (π.χ. πώς μπορεί να φύγει το νερό που έχουμε χύσει στο πάτωμα του σπιτιού μας χωρίς να το σκουπίσουμε).
- Αναγνωρίζουν τον αέρα ως αποδέκτη των εξατμισμένων ουσιών.
 - Αναφέρουν/ περιγράφουν τις αλλαγές που υφίσταται ο αέρας όταν ένα μπουκάλι με κολόνια ανοίξει ή όταν τα βρεγμένα ρούχα που απλώνουμε στο μπαλκόνι στεγνώνουν.
 - Αξιοποιούν/ χρησιμοποιούν γνώσεις που απέκτησαν κατά τη διδασκαλία για να εξηγούν/ ερμηνεύουν νέες έννοιες και φαινόμενα (π.χ. την αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων, την αρχή διατήρησης της ύλης, την έννοια του αέρα, την έννοια της διάχυσης, κ.ά.).
 - Συσχετίζουν διάφορες καταστάσεις της καθημερινής ζωής (π.χ. το στέγνωμα του νερού που πέφτει στο πάτωμα, το πώς αντιλαμβανόμαστε διάφορες μυρωδιές από απόσταση, κ.ά.) με το φαινόμενο της εξάτμισης.

B. Για την ανάλυση των **σχημάτων** των μαθητών/ριών:

Εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες:

- Έχουν αναπτύξει κατάλληλες αναπαραστάσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο για την ύλη των υγρών και των αερίων σωμάτων (π.χ. να απεικονίζουν την ύλη με μόρια).
- Είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης ώστε να εξηγούν έννοιες και φαινόμενα όπως είναι η έννοια του αέρα, το φαινόμενο της εξάτμισης διαφόρων υγρών σωμάτων και η διάχυση της εξατμισμένης ουσίας στον αέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο:

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΗΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται το νέο αναλυτικό πρόγραμμα 1 ωριαίας και 2 δίωρων διδακτικών ενοτήτων που συντάχθηκε για τη διδασκαλία του φαινομένου της εξάτμισης, ο σχεδιασμός του οποίου στηρίχθηκε στις αρχικές ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο αυτό. Ειδικότερα, παρουσιάζονται το θεωρητικό πλαίσιο πάνω στο οποίο στηρίχθηκε ο σχεδιασμός του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος μέσα στο οποίο θα πραγματοποιηθεί η διδακτική παρέμβαση, το περιεχόμενο των τριών διδακτικών ενοτήτων που την απαρτίζουν (στόχοι, δραστηριότητες, πειράματα, κ.ά.) καθώς και τα φύλλα εργασίας που αναπτύχθηκαν για το σκοπό αυτό.

3.2 Θεωρητικό πλαίσιο

Θεωρητικό πλαίσιο για το σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης αποτέλεσε η θεωρία του «κοινωνικού εποικοδομητισμού» (Social Constructivism), καθώς η κοινωνική διάσταση της επιστημονικής γνώσης είναι στενότερα συσχετισμένη με την εκπαίδευση (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994) . Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, η μάθηση είναι βέβαια ατομική υπόθεση του καθενός, αλλά δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε κοινωνικό ή πολιτισμικό κενό (Mercer, 1998). Ένας από τους πρώτους που μίλησαν για κοινωνιο-γνωστική μάθηση ήταν ο Vygotsky, ο οποίος υποστήριξε ότι η μάθηση και η γνωστική εξέλιξη του ατόμου είναι κοινωνικά προσδιορισμένες (Vygotsky, 1978). Καθοριστικός είναι και ο ρόλος της γλώσσας, αφού μέσω της γλωσσικής επικοινωνίας οι μαθητές εισάγονται και έρχονται σε επαφή με τα πολιτισμικά εργαλεία της ευρύτερης κοινότητας (Vygotsky, 1978; Lemke, 1990; Wertsch, 1991).

Η θεωρία του κοινωνικού εποικοδομητισμού χρησιμοποιεί ένα σύνολο υποθέσεων που προέρχονται από έρευνες της ψυχογενετικής και της κοινωνικής ψυχολογίας. Οι κυριότερες από αυτές είναι οι παρακάτω:

- α) Ο/Η μαθητής/ρια κατασκευάζει ενεργητικά τη γνώση, χρησιμοποιώντας τις προϋπάρχουσες γνώσεις του/ης, καθώς η γνώση δε μεταφέρεται ούτε μεταδίδεται στους/ις μαθητές/ριες με την παθητική αποδοχή των απόψεων του/ης διδάσκοντα/ουσας (Shuell, 1987; Driver, 1989; Wheatley, 1991).
- β) Η μάθηση ενεργοποιείται μέσω της δράσης σε προβληματικές καταστάσεις (Wheatley, 1991; Sutton, 1992/2002).
- γ) Η νέα γνώση μπορεί είτε να αφομοιωθεί, αν είναι συμβατή με την υπάρχουσα γνωστική δομή (αφομοίωση, *assimilation*), που σημαίνει ότι επαυξάνεται η γνωστική δομή του/ης μαθητή/ριας με την προσθήκη νέων στοιχείων χωρίς να προκαλούνται αλλαγές στα νοητικά μοντέλα των μαθητών/ριών, είτε αν δεν είναι συμβατή με την υπάρχουσα γνωστική δομή του/ης μαθητή/ριας, προκαλεί αναδιοργάνωση της αρχικής δομής (προσαρμογή, *accommodation*), μέχρι να επέλθει νέα εξισορρόπηση (*equilibration*). Στη δεύτερη περίπτωση ο/η μαθητής/ρια, μη μπορώντας να εξηγήσει ή να λύσει ένα πρόβλημα με τις προηγούμενες γνωστικές του/ης δομές, οδηγείται σε γνωστική σύγκρουση (*cognitive conflict*), δηλαδή έρχεται αντιμέτωπος/η με τις ιδέες του/ης και συνειδητοποιεί τα όριά τους σε σχέση με την επιστημονική γνώση (Driver, 1989; Driver & Oldham, 1986; Driver & Bell, 1986). Η σύγκρουση αυτή έχει ως αποτέλεσμα να τροποποιηθούν οι προηγούμενες αντιλήψεις και ιδέες του/ης, έτσι ώστε να μπορέσει να αντιμετωπίσει και να ενσωματώσει τη νέα εμπειρία (Thomson, 1985).
- δ) Η κοινωνική αλληλεπίδραση που συντελείται στις ομάδες στις οποίες ανήκει ο/η κάθε μαθητής/ρια οδηγεί σε μία κοινωνική κατασκευή της γνώσης. Οι ιδέες της ομάδας τίθενται υπό διαπραγμάτευση και η διαφορά μεταξύ των απόψεων του/ης κάθε μαθητή/ριας με τις απόψεις των υπολοίπων της ομάδας συντελεί στην οικοδόμηση της νέας γνώσης. Με τον τρόπο αυτό η προηγούμενη γνώση αναδιοργανώνεται σε ένα κλίμα επικοινωνίας και συνεργασίας (Bishop, 1985).
- ε) Οι συγκροτημένες εμπειρικές γνώσεις εμφανίζονται ως εμπόδια στην επιστημονική γνώση, όποια κι αν είναι η ηλικία του/ης μαθητή/ριας, όπως προκύπτει από τις έρευνες του Bachelard (1938/1983). Κάθε άνθρωπος έχει τις προσωπικές του αναπαραστάσεις τις οποίες κινητοποιεί όταν βρίσκεται μπροστά σε μια προβληματική κατάσταση. Τα λάθη και κυρίως οι διαδικασίες που χρησιμοποιεί ο/η μαθητής/ρια για να παράγει λάθη είναι ενδείξεις των συγκροτημένων αυτών εμπειρικών γνώσεων.

Όσον αφορά την διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, παράμετροι καθοριστικής σημασίας για τη φύση, το είδος και την ποιότητα της μάθησης των μαθητών/ριών αποτελούν η φύση, το είδος και η ποιότητα των διαλόγων, της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας (Lemke, 1990; Sutton, 1992/2002). Ο πρώτος που τεκμηρίωσε θεωρητικά και εφάρμοσε στην πράξη συνεργατικές πρακτικές ήταν ο Dewey (1916, 1929, 1938), οι θέσεις και οι απόψεις του οποίου οδήγησαν στις πρώτες προσπάθειες συνεργατικής οργάνωσης της τάξης με συνειδητή επιδίωξη τη διερευνητική μάθηση. Σήμερα, μεγάλος αριθμός ερευνών, καθώς και ερευνών μετα-ανάλυσης έχει δείξει ότι συστηματική χρήση της ομαδοσυνεργατικής μάθησης εξασφαλίζει υψηλότερες μαθησιακές επιδόσεις, ιδιαίτερα σε απαιτητικά μαθήματα, όπως αυτό των Φυσικών Επιστημών (Lazarowitz & Hertz – Lazarowitz, 1998), ευνοεί την ανάπτυξη της σκέψης και της κοινωνικότητας των παιδιών, κινητοποιεί και ενεργοποιεί τους μαθητές, προάγει την κατανόηση και την εμπέδωση της γνώσης, συμβάλλει στην καλύτερη παιδαγωγική διαχείριση της ανομοιογένειας του μαθητικού πληθυσμού και αναπτύσσει τις γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες των μαθητών (Σταυρίδου, 2000).

Για τους λόγους αυτούς, η διδακτική παρέμβαση, η περιγραφή της οποίας θα ακολουθήσει, στηρίχτηκε στις παραπάνω αντιλήψεις, έλαβε υπόψη τις ιδέες, τις αντιλήψεις, τις απόψεις και τις γνωστικές δυσκολίες των μαθητών/ριών για το φαινόμενο που πραγματεύεται (Σολομωνίδου & Σταυρίδου, 1994) και εφάρμοσε τις στρατηγικές της συνεργατικής μάθησης (Carr, Jonassen, Litzinger, & Marra, 1998; Σταυρίδου, 2000), αφού είναι γενικώς αποδεκτό ότι η συνεργατική μάθηση βρίσκεται στην καρδιά της εποικοδόμησης (Κόκοτας & Πήλιουρας, 2003). Οι συνεργατικές τεχνικές δημιουργούν ένα εποικοδομητικό περιβάλλον μάθησης, καθώς οι μαθητές/ριες εμπλέκονται ενεργά στη διατύπωση ερωτημάτων στη δική τους γλώσσα και στη συλλογική διαπραγμάτευση των μαθησιακών δραστηριοτήτων, αντί να αρκούνται στην απλή αναπαραγωγή του υλικού ή της πληροφορίας που τους/ις παρουσιάστηκε.

Τέλος, η παιδαγωγική αυτή προσέγγιση εμπνέεται και προωθεί δραστηριότητες που στηρίζονται στην καθημερινή ζωή των μαθητών/ριών (Roth, 1995) και στη συγκεκριμένη περίπτωση βρήκαν εφαρμογή μέσα από την εκτέλεση πειραμάτων, την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στην πραγματοποίηση πειραμάτων μέσω

κατάλληλων προσομοιώσεων και τη χρήση του θεατρικού παιχνιδιού. Πιο συγκεκριμένα, στη διδακτική προσέγγιση των Φυσικών Επιστημών και ιδιαίτερα των εννοιών που λείπει η εποπτεία, τόσο ο υπολογιστής όσο και το θεατρικό παιχνίδι αποτελούν σημαντικά διδακτικά εργαλεία για το/η δάσκαλο/α και μια σπουδαία ευκαιρία για το/η μαθητή/ρια προκειμένου να κατανοήσει τους νόμους, τις αρχές και τα φαινόμενα της φύσης, ιδιαίτερα δε αυτά του μικρόκοσμου. Με τα προγράμματα «προσομοίωσης σε υπολογιστή, δηλαδή προγράμματα που αναπαριστούν την πραγματικότητα, ο/η μαθητής/ρια είναι σε θέση, μεταξύ άλλων, να παρατηρεί και να μελετά τη σταδιακή εξέλιξη ενός φαινομένου, να αλλάζει παραμέτρους, να εισάγει δεδομένα και να συγκρίνει το ίδιο φαινόμενο σε διαφορετικές καταστάσεις και ταυτόχρονα μέσα από την ενασχόλησή του/ης αυτή να ενεργοποιείται, να ενισχύει την αντίληψή του/ης, να αποκτά γνώσεις και να δημιουργεί σαφείς αναπαραστάσεις. Από την άλλη πλευρά, το θεατρικό παιχνίδι αποτελεί ένα συμβολικό παιχνίδι, όπου σύμφωνα με τον Piaget (1962) το παιδί με το ίδιο του το σώμα ή με ένα αντικείμενο παριστά κάτι που απουσιάζει, κάτι που είναι πέρα από τις αισθήσεις του. Αποτελεί πρόσβαση στην εμπειρική – βιωματική μάθηση, ενώ παράλληλα ενθαρρύνει την προφορική επικοινωνία μεταξύ των μαθητών/ριών, δηλαδή την έκφραση ιδεών, σκέψεων, κρίσεων και γενικότερα την παραγωγή ενός επικοινωνιακού πλαισίου, διαλόγου και συζήτησης (Faure & Lascar, 2001; Άλκηστις, 1998).

Από τα παραπάνω συνάγεται ότι μια επικοινωνιακή προσέγγιση σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης (Κόκοτας, 2002; Σταυρίδου, 2000) ωθεί τους/ις μαθητές/ριες να είναι ενεργοί/ές και συμμετοχικοί/ές στην όλη εκπαιδευτική διαδικασία, οδηγώντας τους/ες σε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα και συνεπώς, αποτελεί το βέλτιστο περιβάλλον για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της διδακτικής παρέμβασης για το φαινόμενο της εξάτμισης που θα περιγραφεί παρακάτω.

3.3 Οι ενότητες της διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση αποτελείται από τρεις διδακτικές ενότητες που είναι οι εξής: α) «Εισαγωγή στην έννοια της εξάτμισης», β) «Η εξάτμιση του νερού – Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο» και γ) «Η εξάτμιση άλλων υγρών».

Η πρώτη ενότητα εισάγει τους/ις μαθητές/ριες στην έννοια της εξάτμισης, κάνοντας μία πρώτη προσέγγιση μέσα από ένα πιθανό σενάριο της καθημερινής ζωής (Hatzinikita & Koulaïdis, 1997), έτσι ώστε να δοθούν κίνητρα στους/ις μαθητές/ριες να ασχοληθούν ενεργά με τη διερεύνησή του φαινομένου (Valanides, 2000). Επιπλέον, τους εισάγει σε ένα τρόπο εργασίας πολύ διαφορετικό από εκείνον που έχουν συνηθίσει να εργάζονται, πολύ κοντά όμως στη μέθοδο εργασίας της επιστημονικής κοινότητας. Διατυπώνουν υποθέσεις, πειραματίζονται, καταγράφουν με σύστημα τα δεδομένα τους ύστερα από παρατήρηση και μέτρηση σε τακτικά χρονικά διαστήματα, εισάγονται στην έννοια των μεταβλητών, δουλεύουν ομαδικά για να καταλήξουν στον επιθυμητό στόχο (Σταυρίδου, 2000) και μέσα από όλη αυτή τη διαδικασία εξάγουν συμπεράσματα και επιλύουν προβληματικές καταστάσεις (Κόκοτας, 2001). Η ενότητα αυτή δε δίνει απάντηση στο ερώτημα «πώς δημιουργείται το φαινόμενο της εξάτμισης;», ούτε καν το επιχειρεί, αλλά έχει σαν στόχο της την ενεργοποίηση των μαθητών/ριών και την παρακίνησή τους να παρατηρήσουν το φαινόμενο, να δουν πώς εξελίσσεται μακροσκοπικά, να προσπαθήσουν να κατανοήσουν κάποιες από τις όψεις του, έτσι ώστε στη συνέχεια, αφού αποκτήσουν κι άλλες γνώσεις για τη δημιουργία και την εξέλιξη του, να επιχειρήσουν να το ερμηνεύσουν.

Η δεύτερη ενότητα μεταφέρει την έννοια της εξάτμισης σε επίπεδο εργαστηρίου. Αποτελεί, κατά κάποιον τρόπο, συνέχεια της προηγούμενης ενότητας και επιχειρεί να διερευνήσει πραγματικές καταστάσεις του περιβάλλοντα κόσμου μέσα από ελεγχόμενες, από πλευράς συνθηκών, πειραματικές διατάξεις, έτσι ώστε να απομονωθούν και επομένως να μελετηθούν καλύτερα, οι διάφοροι παράμετροι που επιδρούν στην διαμόρφωση του φαινομένου της εξάτμισης, δηλαδή η θερμότητα, το μέγεθος της ελεύθερης επιφάνειας, και ο άνεμος. Το κάθε πείραμα συνδέεται άμεσα και παραπέμπει συνειρμικά σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής με την βοήθεια του τρόπου δόμησης των φύλλων εργασίας, έτσι ώστε να επιχειρείται η ανάδειξη της αλλαγής των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/ριών και κατ' επέκταση η εννοιολογική αλλαγή προς την επιστημονικά ορθή άποψη (Russel & Watt, 1990; Tytler, 2000). Η ενότητα αυτή συνδέει το φαινόμενο με την αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού κι επιχειρεί μέσα από διάφορα μοντέλα να το εξηγήσει σε μικροσκοπικό επίπεδο, θεωρώντας την ενέργεια αυτή απαραίτητη για την αποσαφήνιση του φαινομένου στους/ις μαθητές/ριες (Σταυρίδου, 1995). Ακόμη

γίνεται μια μικρή αναφορά στην παράμετρο της έννοιας του αέρα και στο ρόλο του ως αποδέκτη των υδρατμών. Δίνεται ουσιαστικά η απάντηση στην περιρρέουσα ερώτηση «πού πήγε το νερό;» της πρώτης ενότητας και επεκτείνεται η έννοια και σε άλλες καταστάσεις που συναντούν οι μαθητές/ριες στην καθημερινή τους ζωή.

Η τρίτη ενότητα επισημαίνει στους/ις μαθητές/ριες ότι το φαινόμενο της εξάτμισης, δεν αφορά μόνο το νερό, άλλα όλα τα υγρά. Μέσα από πειραματικές διατάξεις και διάφορες δραστηριότητες γίνεται η σύνδεση του φαινομένου με ένα μεγάλο φάσμα καταστάσεων που συναντούν καθημερινά στην προσωπική και σχολική τους ζωή, ολοκληρώνοντας έτσι την διδακτική παρέμβαση. Επιπλέον στοχεύει στο να κατανοήσουν οι μαθητές/ριες ότι το εξατμισμένο υγρό, αν και δεν είναι πλέον αντιληπτό με τις αισθήσεις, δεν χάνεται αλλά διατηρείται διασκορπισμένο στον αέρα.

Η σειρά κατάταξης των τριών ενότητων και το περιεχόμενό τους επιλέχθηκε έτσι ώστε να κάνει το αντίθετο από αυτό που συνήθως προβάλλουν τα εγχειρίδια του Δημοτικού Σχολείου, να καταδείξει δηλαδή ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μέσα στο σχολείο θα πρέπει να ακολουθεί το μοντέλο εργασίας των επιστημόνων, να ξεκινά δηλαδή από την παρατήρηση του πραγματικού κόσμου, να μεταφέρει και να μελετά το φαινόμενο σε συνθήκες εργαστηρίου, να προσπαθεί να το ερμηνεύσει με τη διατύπωση θεωρητικού πλαισίου και στη συνέχεια να προχωρά στον έλεγχο και στη γενίκευση του θεωρητικού αυτού πλαισίου έτσι ώστε να ερμηνεύει μία σειρά από καταστάσεις που έχουν ως αιτία το συγκεκριμένο φαινόμενο (Harlen, 1992; Ψύλλος, Κουμαράς, Καριώτογλου, 1993).

3.3.1 1^η Ενότητα: «Εισαγωγή στην έννοια της εξάτμισης»

Οι διδακτικοί στόχοι της 1^{ης} διδακτικής ενότητας είναι οι μαθητές/ριες: α) να παρατηρήσουν την μείωση του όγκου του νερού και να αποκτήσουν αναπαραστάσεις σε εμπειρικό επίπεδο από την εξέλιξη του φαινομένου της εξάτμισης, β) να αντιληφθούν τις συνέπειες της διαφοράς θερμοκρασίας στη δημιουργία και στην εξέλιξη του φαινομένου, γ) να κατανοήσουν την έννοια της εξάτμισης μέσα από παραδείγματα της καθημερινής ζωής και δ) να συνδέσουν το φαινόμενο με την αλλαγή της φυσικής κατάστασης των υγρών σε αέρια, όταν αυτά απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον.

Στην αρχή της ενότητας ο/η δάσκαλος/α προβληματίζει τους/ις μαθητές/ριες δίνοντάς τους/ες προφορικά ένα σενάριο της καθημερινής ζωής που αποτελεί και την υπόθεση της 1^{ης} δραστηριότητας του φυλλαδίου εργασίας (βλ. Παράρτημα 2). Στη συνέχεια, τους/ις μοιράζει τα φυλλάδια, τους προτρέπει να διαβάσουν τις πληροφορίες που τους/ις δίνονται και τους/ις βοηθάει να υλοποιήσουν τις υπόλοιπες δραστηριότητες που υπάρχουν σ' αυτό. Ενθαρρύνει τους/ις μαθητές/ριες να σκέφτονται ελεύθερα και ανεξάρτητα και τους/ις προσανατολίζει όπου χρειάζονται. Καθημερινά τους/ις υπενθυμίζει να ελέγχουν τη στάθμη του νερού στους διαφανείς ογκομετρικούς κυλίνδρους (σε ml) που έχουν τοποθετήσει σε ηλιόλουστο και σε σκιερό μέρος, όπως προβλέπει το σενάριο του φυλλαδίου εργασίας, και δεν επεμβαίνει στο έργο των ομάδων, εκτός εάν αυτό του/ης ζητηθεί και το κρίνει απαραίτητο.

Ο χρόνος που απαιτείται για την πραγματοποίηση των δραστηριοτήτων της 1^{ης} ενότητας είναι 45 λεπτά για την ανάγνωση των παρεχόμενων πληροφοριών, την έναρξη του πειράματος και την καταγραφή των προβλέψεων και 15 λεπτά, μετά το πέρας της διαδικασίας παρατήρησης της στάθμης του νερού και την ολοκλήρωση του πειράματος, για να καταλήξουν οι μαθητές/ριες σε συμπεράσματα.

Τα φυλλάδια εργασίας της ενότητας (βλ. Παράρτημα 2) περιέχουν έξι δραστηριότητες, οι πέντε από τις οποίες σχετίζονται με την παρατήρηση της στάθμης μιας ποσότητας νερού σε δύο διαφανείς ογκομετρικούς κυλίνδρους (200 ml στον κάθε κύλινδρο) που τοποθετούνται σε ένα σκιερό και σ' ένα ηλιόλουστο μέρος της τάξης. Η έκτη δραστηριότητα ζητάει από τους/ις μαθητές/ριες να ονομάσουν το φαινόμενο, του οποίου τα αποτελέσματα έχουν ήδη παρατηρήσει (μείωση του όγκου του νερού), και προϋποθέτει τη βοήθεια του/ης δασκάλου/ας για την υλοποίησή της.

3.3.2 2^η Ενότητα: «Η εξάτμιση του νερού – Παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο»

Οι διδακτικοί στόχοι της 2^{ης} διδακτικής ενότητας είναι οι μαθητές/ριες: α) να διαπιστώσουν πειραματικά και να κατανοήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της εξάτμισης, β) να συνδέσουν το φαινόμενο της εξάτμισης με καταστάσεις της καθημερινής ζωής, γ) να αποκτήσουν αναπαραστάσεις για την ασυνέχεια της ύλης, ως αποτελούμενης από μικροσκοπικά σωματίδια μεταξύ των

οποίων υπάρχει κενό, δ) να δημιουργήσουν αναπαραστάσεις από το μικροσκοπικό επίπεδο για την εξέλιξη του φαινομένου της εξάτμισης, ε) να συνδυάσουν τις αναπαραστάσεις τόσο από το εμπειρικό επίπεδο όσο και από το μοντέλο ώστε να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν το απλό σωματιδιακό μοντέλο, για την περιγραφή και την εξήγηση διαφόρων μεταβολών των υγρών και αερίων σωμάτων, όπως π.χ. η αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων από υγρή σε αέρια και το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού, στ) να κατανοήσουν ότι η εξατμισμένη ουσία δεν χάνεται αλλά διατηρείται σε άλλη μορφή (αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων – αρχή διατήρησης της ύλης), ζ) να αποδεχτούν τον αέρα ως τελικό αποδέκτη του εξατμισμένου υγρού.

Στην αρχή της πρώτης από τις δύο διδακτικές ώρες που απαιτούνται για την πραγματοποίηση της ενότητας, ο/η δάσκαλος/α λέει απλά στους/ις μαθητές/ριες ότι πρόκειται να διερευνήσουν περισσότερο το φαινόμενο της εξάτμισης, μελετώντας παράγοντες που ενδέχεται να το επηρεάζουν και τους/ις διανέμει τα φυλλάδια εργασίας, προτρέποντας τους/ες να ενεργήσουν ανάλογα με τις οδηγίες. Φροντίζει η κάθε δραστηριότητα να γίνεται ταυτόχρονα σε όλες τις ομάδες, αφού πρώτα συζητήσει με αυτές. Ακόμα προσπαθεί να ενθαρρύνει τα παιδιά να προχωρήσουν σε γενικεύσεις, στηριζόμενα στα αποτελέσματα που συγκεντρώνουν.

Αν και στην προηγούμενη ενότητα έγινε ανάλογη αναφορά, ο όρος «εξάτμιση» δεν αναφέρεται αρχικά από τον/ην δάσκαλο/α, έτσι ώστε να προκύψει στην πορεία με τρόπο φυσικό και αβίαστο ως αποτέλεσμα μίας διαδικασίας και μίας ακολουθίας ενεργειών από τους/ις ίδιους/ες τους/ις μαθητές/ριες. Η σύνδεση με την προηγούμενη ενότητα προκύπτει ως συμπέρασμα μέσα από τη δομή των φυλλαδίων εργασίας, είναι προϊόν διαλόγου και δίνει στα παιδιά τη χαρά της ανακάλυψης (Russel & Watt, 1990). Χαρακτηριστικό της ενότητας αποτελεί η χρήση μοντέλων ώστε να επιτραπεί στους/ις μαθητές/ριες να κάνουν προβλέψεις για την πορεία που ακολουθεί το φαινόμενο της εξάτμισης, αλλά και να κατανοήσουν την μεταβολή της φυσικής κατάστασης του νερού σε μικροσκοπικό επίπεδο, έτσι ώστε να δώσουν απαντήσεις σε ερωτήματα που προκύπτουν σε μακροσκοπικό επίπεδο (Σταυρίδου, 1995).

Ο χρόνος που απαιτείται για τις δραστηριότητες της 2ης ενότητας και την εξαγωγή συμπερασμάτων είναι δύο συνεχόμενες διδακτικές ώρες του ωρολογίου προγράμματος του Δημοτικού Σχολείου, όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω.

Τα φυλλάδια εργασίας της ενότητας (βλ. Παράρτημα 2) περιέχουν 12 δραστηριότητες που αφορούν κυρίως την εκτέλεση επιλεγμένων, για την επίτευξη των στόχων, πειραμάτων. Τα παιδιά καλούνται αρχικά να κάνουν προβλέψεις και στη συνέχεια, αφού παρατηρήσουν την εξελικτική πορεία των πειραμάτων, να συζητήσουν, να αναπτύξουν επιχειρήματα και να προσπαθήσουν να εξηγήσουν τα αποτελέσματα τους μέσα στην ομάδα.

Σκοπός των πειραμάτων αυτών είναι σε πρώτη φάση να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την εξέλιξη του φαινομένου της εξάτμισης και στη συνέχεια να δοθεί η δυνατότητα στα παιδιά μέσα από την εκτέλεση ενός πειράματος προσομοίωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, αλλά και τη χρήση θεατρικού παιχνιδιού, να αποκτήσουν κατάλληλες αναπαραστάσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο για την ύλη των σωμάτων (υγρών και αερίων) και επομένως να επιχειρήσουν να εξηγήσουν το φαινόμενο, κατανοώντας ότι η ύλη δε χάνεται αλλά διατηρείται σε άλλη μορφή.

Ειδικότερα, οι μαθητές/ριες κάνοντας χρήση των σωματιδιακών μοντέλων της ύλης από το εκπαιδευτικό λογισμικό «M.A.Θ.H.M.A.» (βλ. Παράρτημα 3) διαπιστώνουν ότι η ύλη δεν είναι συνεχής, όπως πιθανώς πιστεύουν (Σταυρίδου, 1995), αλλά αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, τα μόρια, που βρίσκονται σε απόσταση το ένα από το άλλο και κινούνται άτακτα προς όλες τις κατευθύνσεις. Ακόμα παρατηρούν ότι η κίνησή των μορίων αυξάνεται, όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του σώματος, με αποτέλεσμα να απομακρύνονται ακόμη περισσότερο το ένα από το άλλο. Έτσι οδηγούνται στο συμπέρασμα ότι εκείνο που αλλάζει όταν ένα υγρό σώμα αλλάζει φυσική κατάσταση και από υγρό μετατρέπεται σε αέριο είναι ότι τα μόρια του υγρού παίρνουν θερμότητα, κινούνται πιο γρήγορα και αυξάνουν ακόμη περισσότερο την απόσταση μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να ξεφεύγουν από το δοχείο που περιέχονται, όταν φυσικά αυτό είναι ανοιχτό. Στη συνέχεια τα παιδιά αναπαριστούν μέσα από ένα θεατρικό παιχνίδι την κίνηση των μορίων ενός υγρού που εξατμίζεται και με τον τρόπο αυτό ανακαλύπτουν σταδιακά και εξοικειώνονται με την εξέλιξη του φαινομένου.

Επιπλέον, γίνεται μία πρώτη απόπειρα να κατανοήσουν τα παιδιά το ρόλο του αέρα ως τελικού αποδέκτη του εξατμισμένου νερού, συνδέοντας τις αλλαγές που διαπίστωσαν ότι γίνονται στο μικροσκοπικό επίπεδο (με τη βοήθεια του σωματιδιακού μοντέλου και τις δυνατότητες που δίνει ο υπολογιστής για προσομοιώσεις), με τις αλλαγές που γίνονται στο μακροσκοπικό επίπεδο. Για να διαπιστωθεί το κατά πόσο έχει επιτευχθεί ο παραπάνω στόχος, εκτός από τις γραπτές απαντήσεις ζητείται από τα παιδιά να εκτελέσουν και σχεδιαστικά έργα, έτσι ώστε να γίνει πιο ξεκάθαρη η σκέψη τους πάνω στα θέματα αυτά, όπως π.χ. τους ζητείται να ζωγραφίσουν τι συμβαίνει στον αέρα όταν το νερό εξατμίζεται ($10^{\text{η}}$ Δραστηριότητα). Στο τέλος των φυλλαδίων εργασίας της 2^{ης} ενότητας και συγκεκριμένα στις Δραστηριότητες 11 και 12 επιχειρείται μία ανακεφαλαίωση όλων όσων έχουν μάθει τα παιδιά για το φαινόμενο της εξάτμισης και τους παράγοντες που το επηρεάζουν, έτσι ώστε μέσα από την συζήτηση στις ομάδες και λαμβάνοντας υπόψη τα δεδομένα από όλες τις δραστηριότητες που έχουν πραγματοποιήσει μέχρι εκείνη τη στιγμή, να καταλήξουν στην εξαγωγή συμπερασμάτων.

3.3.3 3^η Ενότητα: «Η εξάτμιση άλλων υγρών»

Οι διδακτικοί στόχοι της 3^{ης} διδακτικής ενότητας είναι οι μαθητές/ριες: α) να κατανοήσουν ότι το φαινόμενο της εξάτμισης αφορά όλα τα υγρά, β) να αντιληφθούν ότι οι εξατμισμένες ουσίες υπάρχουν, ακόμα κι αν δεν τις βλέπουμε, γ) να εφαρμόσουν το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης για την περιγραφή του φαινομένου της εξάτμισης της κολόνιας, δ) να συνδυάσουν, να επεκτείνουν και να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν, προκειμένου να κατανοήσουν πώς μυρίζουμε από απόσταση διάφορες μυρωδιές και ε) να κατανοήσουν ότι η μυρωδιά δεν αποτελεί ξεχωριστή ύλη, αλλά μια ιδιότητα της ύλης.

Ο χρόνος που αφιερώνεται για την πραγματοποίηση της 3^{ης} και τελευταίας ενότητας της διδακτικής παρέμβασης για το φαινόμενο της εξάτμισης είναι 2 συνεχόμενες διδακτικές ώρες του ωρολογίου προγράμματος του Δημοτικού Σχολείου. Στην αρχή της πρώτης ώρας ο/η δάσκαλος/α κεντρίζει το ερευνητικό ενδιαφέρον των μαθητών/ριών θέτοντας τους/ες το ερώτημα: «Υπάρχει πιθανότητα το φαινόμενο της εξάτμισης να αφορά και άλλα υγρά εκτός από το νερό; Τι λέτε;». Η ερώτηση αναμένεται να πυροδοτήσει τις συζητήσεις μεταξύ των μελών της κάθε ομάδας, αλλά και ολόκληρης της τάξης. Τα παιδιά θα θελήσουν να πάρουν συγκεκριμένες

απαντήσεις για το ερώτημα κι έτσι ο/η δάσκαλος/α θα τους παρακινήσει να το διερευνήσουν μόνοι/ες τους, διανέμοντάς τους για το σκοπό αυτό τα φυλλάδια εργασίας και προτρέποντας τους/ες να ενεργήσουν ανάλογα με τις οδηγίες για να επιτύχουν το σκοπό τους. Φροντίζει και πάλι η κάθε δραστηριότητα να γίνεται ταυτόχρονα σε όλες τις ομάδες, αφού πρώτα συζητήσει μαζί τους για το χρόνο που θεωρούν ότι τους χρειάζεται. Ακόμα προσπαθεί να ενθαρρύνει τα παιδιά να προχωρήσουν σε γενικεύσεις, στηριζόμενα στα αποτελέσματα που συγκεντρώνουν, αλλά και στις γνώσεις που έχουν ήδη αποκτήσει, συνδέοντας το φαινόμενο της εξάτμισης με καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Χαρακτηριστικό της 3^{ης} ενότητας είναι η χρήση παρατηρήσεων και συμπερασμάτων των προηγούμενων ενοτήτων ως προϋπόθεση για να εξαχθούν νέα συμπεράσματα, πιο ολοκληρωμένα και πιο γενικευμένα, έτσι ώστε οι μαθητές/ριες μετά την ολοκλήρωση και της τελευταίας δραστηριότητας να έχουν σχηματίσει μία σφαιρική άποψη για το φαινόμενο της εξάτμισης κι όχι αποσπασματικά μόνο για το αντικείμενο της 3^{ης} ενότητας. Επιπλέον, η 3^η ενότητα της διδακτικής παρέμβασης μέσα από τη σύνδεση του φαινομένου της εξάτμισης με μια σειρά από φαινόμενα που αντιμετωπίζουν οι μαθητές/ριες στην καθημερινή του/ης ζωή, εκτός του ότι κεντρίζει το ενδιαφέρον τους, τους/ις εισάγει σε ένα νέο πλαίσιο μελέτης που τους παροτρύνει να εφαρμόσουν τις νέες γνώσεις που απέκτησαν, συσχετίζοντας φαινόμενα του φυσικού κόσμου με καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Τα φυλλάδια εργασίας της ενότητας (βλ. Παράρτημα 2) περιέχουν 10 δραστηριότητες. Η 1^η ζητάει από τα παιδιά να δώσουν μια απάντηση στο ερώτημα που έθεσε αρχικά ο/η δάσκαλος/α, καταγράφοντας με τον τρόπο αυτό τις ατομικές τους απόψεις πάνω στο θέμα, δηλαδή ζητάει από τα παιδιά να απαντήσουν αν θεωρούν ότι το φαινόμενο της εξάτμισης αφορά μόνο το νερό. Στόχος της δραστηριότητας αυτής είναι να διερευνηθεί αν οι μαθητές/ριες, αξιοποιώντας προηγούμενες γνώσεις τους, αντιλήφθηκαν ότι το φαινόμενο της εξάτμισης αφορά όλα τα υγρά κι όχι μόνο το νερό.

Οι επόμενες τρεις δραστηριότητες σχετίζονται με την εκτέλεση ενός πειράματος που έχει ως στόχο του να δώσει απάντηση στο προηγούμενο ερώτημα. Τα παιδιά ακολουθώντας ανάλογες διαδικασίες με κείνες που ακολούθησαν σε προηγούμενα

πειράματα, προβλέπουν, παρατηρούν, καταγράφουν, συζητούν μεταξύ τους τα δεδομένα και καταλήγουν σε συμπεράσματα, τα οποία καταγράφουν δίνοντας άλλοτε γραπτές απαντήσεις και άλλοτε σχέδια.

Στη συνέχεια, τα παιδιά εκτελούν ένα πείραμα που σκοπό του έχει την εκπλήρωση του δεύτερου στόχου της ενότητας, δηλαδή να γίνει κατανοητό ότι η ύλη δεν χάνεται, ακόμη και όταν δεν την αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις μας. Πιο συγκεκριμένα, τα παιδιά βάζουν μέσα σε μία γυάλινη διαφανή κωνική φιάλη rytex μερικές σταγόνες οινόπνευμα και στη συνέχεια προσαρμόζουν στο στόμιό της το στόμιο ενός μπαλονιού που δεν είναι φουσκωμένο. Στη συνέχεια θερμαίνουν τη φιάλη και αφού κάνουν μια πρόβλεψη για το τι θα συμβεί, παρατηρούν το μπαλόνι να φουσκώνει και ταυτόχρονα το οινόπνευμα της φιάλης να «εξαφανίζεται». Ύστερα, αφήνουν τη φιάλη να κρυώσει και αφού καταγράφουν και πάλι τις προβλέψεις τους, διαπιστώνουν ότι το μπαλόνι ξεφουσκώνει και το οινόπνευμα εμφανίζεται και πάλι στο μπουκάλι. Κατόπιν καλούνται πρώτα να το ερμηνεύσουν και ύστερα να βγάλουν γενικότερα συμπεράσματα για το φαινόμενο της εξάτμισης, προχωρώντας σε γενικεύσεις.

Για να διαπιστωθεί το κατά πόσο τα παιδιά έχουν κατανοήσει το φαινόμενο, ζητείται επίσης από αυτά να σχεδιάσουν το πώς φαντάζονται ότι είναι το εξατμισμένο υγρό (νερό ή οποιοδήποτε άλλο υγρό) καθώς φεύγει από το δοχείο που βρίσκεται και πώς είναι μερικά λεπτά μετά, όταν βρίσκεται στον αέρα, υπενθυμίζοντάς τους τις δραστηριότητες της προηγούμενης ενότητας με το λογισμικό «M.A.Θ.H.M.A.» και το θεατρικό παιχνίδι που έπαιξαν μετά. Η δραστηριότητα αυτή έχει ως στόχο της να διαπιστώσει: α) αν τα παιδιά είναι σε θέση να χρησιμοποιούν ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της ύλης, προκειμένου να εξηγήσουν την εξάτμιση και τη διάχυση της εξατμισμένης ουσίας στον αέρα και β) αν έχουν κατανοήσει ότι η εξατμισμένη ουσία δε χάνεται, αλλά διατηρείται σε μια άλλη μορφή, διάσπαρτη στον αέρα.

Η 3^η ενότητα τελειώνει με δύο δραστηριότητες που στοχεύουν στη σύνδεση του φαινομένου της εξάτμισης με το πώς μυρίζουμε διάφορες μυρωδιές από απόσταση. Η πρώτη αφορά την κολόνια και η δεύτερη το πώς καταλαβαίνουμε τι φαγητό μαγειρεύει κάποιος/α από απόσταση, αν και δεν το έχουμε δει. Έτσι ολοκληρώνεται η διδακτική παρέμβαση έχοντας συνδέσει το φαινόμενο της εξάτμισης με ένα



ικανοποιητικό αριθμό φαινομένων που βιώνει συχνά ο/η μαθητής/ρια στην καθημερινή του/ης ζωή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο:

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές/ριες των πειραματικών ομάδων και των ομάδων ελέγχου που συμμετείχαν στην έρευνα, στις ερωτήσεις του αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου για το φαινόμενο της εξάτμισης. Ειδικότερα, παρουσιάζονται κατηγοριοποιημένες οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά σε κάθε μία ερώτηση χωριστά πριν και μετά τη διδασκαλία και παράλληλα δίνονται χαρακτηριστικές απαντήσεις παιδιών έτσι ώστε να γίνει ευκολότερα αντιληπτή η κάθε κατηγορία απάντησης. Επιπλέον γίνεται σχολιασμός των απαντήσεων των μαθητών/ριών με γνώμονα ζητήματα όπως το ποιες ήταν οι αρχικές ιδέες όλων των παιδιών, ποιες ήταν οι τελικές ιδέες των παιδιών της πειραματικής ομάδας, αν άλλαξαν/ βελτιώθηκαν μετά την καινοτόμο/ πειραματική διδασκαλία, πού οφείλεται πιθανή διαφοροποίηση των αρχικών απαντήσεων των παιδιών, ποιες ήταν οι ιδέες των παιδιών των ομάδων ελέγχου μετά τη διδασκαλία παραδοσιακού τύπου, αν άλλαξαν ή όχι, πού οφείλεται πιθανή αποτυχία στην προσπάθεια αλλαγής των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών αυτών, κλπ.

Στο κεφάλαιο αυτό, εκτός από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών στις ερωτήσεις του αρχικού και τελικού ερωτηματολογίου, παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα από την ομαδοποίηση και ανάλυση των σχημάτων που έκαναν τα παιδιά όταν τους ζητούνταν να εξηγήσουν τις σκέψεις τους και δίνονται ενδεικτικές ζωγραφιές μαθητών/ριών πριν και μετά τη διδασκαλία, έτσι ώστε να αναδειχτούν τα χαρακτηριστικά της σκέψης των παιδιών.

Συνολικά μελετήθηκαν, αναλύθηκαν και παρουσιάζονται οι απαντήσεις που έδωσαν οι 24 μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας και οι 29 μαθητές/ριες των ομάδων ελέγχου (συνολικά 53 παιδιά), σε καθεμιά από τις 13 ερωτήσεις και τις υπο – ερωτήσεις (συνολικά 20 ερωτήματα) που περιέχονταν στο αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο.

4.2 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού

Οι μαθητές/ριες του Δημοτικού σχολείου παρουσιάζουν μια σειρά από εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με την εξάτμιση του νερού. Έτσι, στόχος της πρώτης ομάδας ερωτήσεων του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1, ερωτήσεις 1 – 5) ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο οι μαθητές/ριες της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου είναι σε θέση να περιγράψουν/ ορίσουν με ικανοποιητικό τρόπο το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού, να εξηγήσουν το φαινόμενο τόσο στο μακροσκοπικό όσο και στο μικροσκοπικό επίπεδο και τέλος να το συνδέουν με καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής.

Ερώτηση 1

Στην πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου δόθηκε στους/ις μαθητές/ριες ένα υποθετικό σενάριο της καθημερινής ζωής μέσα από το οποίο προσεγγίζονταν το φαινόμενο της εξάτμισης και τους ζητήθηκε να επιλέξουν την απάντηση που θεωρούσαν ως σωστή μέσα από τρεις συγκεκριμένες επιλογές. Το σενάριο και οι πιθανές απαντήσεις που δίνονταν ήταν οι εξής: *«Φεύγεις ένα ταξίδι με τους γονείς σου για μερικές ημέρες και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού θυμάσαι ότι ξέχασες ένα ποτήρι γεμάτο με νερό στο παράθυρο του δωματίου σου. Όταν επιστρέψεις στο σπίτι τι νομίζεις ότι θα παρατηρήσεις στο ποτήρι; Σημείωσε την απάντηση που θεωρείς σωστή.*

- α) Η στάθμη του νερού παρέμεινε η ίδια.*
- β) Η στάθμη του νερού κατέβηκε.*
- γ) Η στάθμη του νερού ανέβηκε.»*

Από τις απαντήσεις της πειραματικής ομάδας (Π.Ο.), στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 1) φάνηκε ότι το 1/3 περίπου των μαθητών/ριών (9/24 μαθητές/ριες) θεωρεί ότι η στάθμη του νερού θα παραμείνει η ίδια, αγνοούν δηλαδή την ύπαρξη του φαινομένου της εξάτμισης, αν και βρίσκονται στην ηλικία των 11 ετών. Οι υπόλοιποι (15/24 μαθητές/ριες) δηλώνουν ότι η στάθμη του νερού θα κατέβει, ενώ κανένας/καμία μαθητής/ρια δεν θεωρεί ότι η στάθμη του νερού θα ανέβει. Αντίθετα, από τις απαντήσεις των ομάδων ελέγχου (Ο.Ε.) προκύπτει ότι σχεδόν όλοι οι μαθητές/ριες (28/29 μαθητές/ριες) προβλέπουν ότι η στάθμη του νερού θα κατέβει, γεγονός που

μάλλον οφείλεται στις εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής, ενώ 1 μαθητής πιστεύει ότι η στάθμη του νερού θα ανέβει.

Κατά τη διάρκεια της 1^{ης} ενότητας οι μαθητές/ριες της Π.Ο. είχαν την ευκαιρία να εκτελέσουν ένα πείραμα, αντίστοιχο με το υποθετικό σενάριο, μέσα στην τάξη τους και επομένως να παρατηρήσουν και να καταγράψουν ατομικά ο καθένας/μία από αυτούς/ές για πέντε συνεχόμενες ημέρες πάνω σε ειδικά διαμορφωμένους πίνακες που περιέχονταν στα φυλλάδια εργασίας, την στάθμη του νερού ενός διαφανούς ογκομετρικού κυλίνδρου που περιείχε αρχικά 200 ml νερό.

Πίνακας 1

Ερώτηση 1: Φεύγεις ένα ταξίδι με τους γονείς σου για μερικές ημέρες και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού θυμάσαι ότι ξέχασες ένα ποτήρι γεμάτο με νερό στο παράθυρο του δωματίου σου. Όταν επιστρέψεις στο σπίτι τι νομίζεις ότι θα παρατηρήσεις στο ποτήρι; Σημείωσε την απάντηση που θεωρείς σωστή.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Η στάθμη του νερού παρέμεινε η ίδια.	9	0	0	0
2	Η στάθμη του νερού κατέβηκε.	15	24	28	29
3	Η στάθμη του νερού ανέβηκε.	0	0	1	0

Οι απαντήσεις της Π.Ο. στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 1) έδειξαν ότι οι 9 μαθητές/ριες που αρχικά πίστευαν ότι η στάθμη του νερού θα παραμείνει η ίδια, αναίρεσαν τις αρχικές τους απόψεις μετά τη διδασκαλία, δηλώνοντας ότι η στάθμη του νερού θα κατέβει. Το ίδιο συνέβη μετά την αντίστοιχη διδασκαλία με την παραδοσιακή μέθοδο (μετωπική διδασκαλία) και με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα και με τον 1 μαθητή των Ο.Ε. που είχε αρχικά απαντήσει ότι η στάθμη του νερού θα ανέβει. Όλοι, δηλαδή, οι μαθητές/ριες, ανεξάρτητα από το είδος της ή το περιεχόμενο της διδασκαλίας που παρακολούθησαν, κατανόησαν ότι η στάθμη του νερού θα κατέβει.

Ερώτηση 2

Η δεύτερη ερώτηση που τέθηκε στους/ις μαθητές/ριες ήταν η εξής: «Αν το πρώτο ποτήρι δείχνει την ποσότητα του νερού που υπήρχε πριν φύγεις για το ταξίδι, μπορείς να σχεδιάσεις στο διπλανό ποτήρι μέχρι πού θα φτάνει το νερό όταν επιστρέψεις στο σπίτι μετά από λίγες ημέρες;». Κάτω ακριβώς από την ερώτηση περιλαμβάνονταν και το σχέδιο δύο ποτηριών, το ένα δίπλα στο άλλο, από τα οποία το πρώτο περιείχε νερό και το δεύτερο ήταν άδειο, έτσι ώστε ο μαθητής/ρια ζωγραφίζοντας να αποτυπώσει τη δική του/ης άποψη. Σκοπός της ερώτησης αυτής ήταν να επιβεβαιώσει τη σταθερότητα των απαντήσεων που έδωσαν οι μαθητές/ριες στην 1^η ερώτηση και να διερευνήσει τις αναπαραστάσεις τους για τη μείωση του όγκου του νερού.

Πίνακας 2

Ερώτηση 2: Αν το πρώτο ποτήρι δείχνει την ποσότητα του νερού που υπήρχε πριν φύγεις για το ταξίδι, μπορείς να σχεδιάσεις στο διπλανό ποτήρι μέχρι πού θα φτάνει το νερό όταν επιστρέψεις στο σπίτι μετά από λίγες ημέρες;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Η στάθμη του νερού παρέμεινε η ίδια.	7	0	0	0
2	Η στάθμη του νερού κατέβηκε.	17	24	28	29
3	Η στάθμη του νερού ανέβηκε.	0	0	1	0

Από το αρχικό ερωτηματολόγιο προέκυψε (βλ. Πίνακα 2) ότι 7 από τους 24 μαθητές/ριες των Π.Ο. σχεδίασαν τη στάθμη του νερού στο ίδιο επίπεδο με το πρώτο ποτήρι, ενώ οι υπόλοιποι 17 σχεδίασαν τη στάθμη του νερού να έχει κατέβει. Παρατηρούμε δηλαδή ότι 2 μαθητές/ριες αν και απάντησαν στην 1^η ερώτηση ότι η στάθμη του νερού θα παραμείνει η ίδια όταν τους ζητήθηκε να το ζωγραφίσουν σχεδίασαν τη στάθμη του νερού να κατεβαίνει. Το γεγονός αυτό μπορεί να αποδοθεί είτε σε ελλιπή κατανόηση του περιεχομένου της 1^{ης} ερώτησης που τέθηκε στους/ις μαθητές μόνο με τη χρήση γραπτού λόγου, χωρίς συνοδεία σχηματικών αναπαραστάσεων, είτε σε σύγχυση των απόψεων των μαθητών/ριών που αμφιταλαντεύτηκαν μεταξύ των δύο θέσεων.

Αντίθετα, τα σχέδια των μαθητών/ριών των Ο.Ε. ήταν εναρμονισμένα με τις απαντήσεις που έδωσαν στην 1^η ερώτηση, δηλαδή οι 28 μαθητές/ριες σχεδίασαν τη στάθμη του νερού να κατεβαίνει, ενώ 1 μαθητής σχεδίασε τη στάθμη του νερού να ανεβαίνει.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο τόσο οι μαθητές/ριες των Π.Ο. όσο και των Ο.Ε. στο σύνολό τους, σχεδίασαν τη στάθμη του νερού σε χαμηλότερο επίπεδο σε σχέση με τη στάθμη του νερού στο πρώτο ποτήρι (βλ. Πίνακα 2), γεγονός που οφείλεται στη διδασκαλία του φαινομένου και στις δύο ομάδες.

Ερώτηση 2α

Για να γίνουν σαφείς οι λόγοι που οδήγησαν τους μαθητές/ριες να σχεδιάσουν τη στάθμη του νερού είτε στο ίδιο επίπεδο είτε να ανεβαίνει είτε να κατεβαίνει σε σχέση με το πρώτο ποτήρι, στη συνέχεια τους/ις ζητήθηκε να δικαιολογήσουν γραπτώς τις απόψεις τους. Συγκεκριμένα, η ερώτηση που τους/ις τέθηκε ήταν η εξής: *«Γιατί πιστεύεις ότι θα συμβεί αυτό; Δικαιολόγησε με λίγα λόγια την απάντησή σου.»*

Από το αρχικό ερωτηματολόγιο προέκυψε (βλ. Πίνακα 3) ότι 5 από τα 24 παιδιά της Π.Ο. και 4 από τα 29 παιδιά των Ο.Ε. απέδωσαν τη μείωση της στάθμης του νερού στον ήλιο χωρίς όμως να δίνουν επιπλέον εξηγήσεις. Τα 9 από τα 24 παιδιά των Π.Ο. και τα 17 από τα 29 παιδιά των Ο.Ε. συνέδεσαν το φαινόμενο με το φαινόμενο της εξάτμισης χωρίς όμως να δίνουν επαρκείς εξηγήσεις, ενώ 2 από τα 24 παιδιά των Π.Ο. και 5 από τα 29 παιδιά των Ο.Ε. φάνηκαν να έχουν περισσότερες γνώσεις για το μηχανισμό εξέλιξης του φαινομένου, κάνοντας αναφορά στην αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού λόγω της θερμότητας που παίρνει από το περιβάλλον. Ωστόσο κανένα από αυτά δε συνέδεσε το φαινόμενο με την ελεύθερη επιφάνεια του νερού. Τέλος, 4 παιδιά από τα 24 της Π.Ο. και 1 από τα 29 των Ο.Ε. δεν έδωσαν καμία απάντηση ή εξήγηση, ενώ άλλα 4 από τα 24 παιδιά της Π.Ο. και 2 από τα 29 των Ο.Ε. έδωσαν διάφορες απαντήσεις. Στις δύο τελευταίες κατηγορίες συμπεριλαμβάνονται και τα 7 παιδιά της Π.Ο. που πίστευαν ότι η στάθμη του νερού θα παραμείνει η ίδια. Από αυτά τα 3 δεν έδωσαν καμία αιτιολόγηση για τις απόψεις τους, ενώ τα υπόλοιπα 4 έδωσαν διάφορες απαντήσεις, όπως: *«Η στάθμη του νερού θα μείνει η ίδια γιατί κανένας δεν θα προσθέσει ή θα αφαιρέσει νερό από το ποτήρι».*

Από τη μελέτη των δεδομένων του τελικού ερωτηματολογίου προέκυψε ότι οι μαθητές/ριες της Π.Ο. βελτίωσαν τις απόψεις τους και έδωσαν εξηγήσεις για τη μείωση της στάθμης του νερού που βρίσκονται πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο σε σχέση με τους/ις μαθητές/ριες των Ο.Ε. που φαίνεται να διατήρησαν στη μεγαλύτερη πλειοψηφία τους τις αρχικές τους αντιλήψεις ακόμη και μετά τη διδασκαλία (βλ. Πίνακα 3). Πιο συγκεκριμένα, οι 19/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. συνέδεσαν το φαινόμενο της εξάτμισης με τη μείωση της στάθμης του νερού, ενώ οι 13 από αυτούς/ές έδωσαν είτε επιστημονικά σωστές αλλά ελλιπείς εξηγήσεις (6/24 μαθητές/ριες) είτε επιστημονικά σωστές και πλήρεις εξηγήσεις (7/24 μαθητές/ριες).

Πίνακας 3

Ερώτηση 2α: Γιατί πιστεύεις ότι θα συμβεί αυτό; Δικαιολόγησε με λίγα λόγια την απάντησή σου.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Η στάθμη του νερού θα κατέβει λόγω του ήλιου.	5	1	4	2
2	Το νερό εξατμίζεται.	5	3	10	10
3	Το νερό εξατμίζεται λόγω του ήλιου.	4	3	7	6
4	Το νερό εξατμίζεται λόγω του ήλιου και του αέρα.	0	0	0	4
5	Το νερό μετατρέπεται σε αέριο και πηγαίνει στην ατμόσφαιρα.	0	1	0	0
6	Το νερό εξατμίζεται ή αλλάζει φυσική κατάσταση λόγω της θερμότητας που παίρνει από το περιβάλλον.	2	6	4	4
7	Το νερό παίρνει θερμότητα και εξατμίζεται από την ελεύθερη επιφάνειά του.	0	7	1	1
8	Διάφορα	4	3	2	2
9	Δεν ξέρω/ Δεν απαντώ	4	0	1	0

Αντίθετα, από τις Ο.Ε. μόνο 4/29 μαθητές/ριες έδωσαν επιστημονικά σωστές αλλά ελλιπείς εξηγήσεις και 1/29 μαθητές/ριες έδωσε επιστημονικά σωστή και πλήρη εξήγηση. Ωστόσο, οι απαντήσεις τους αυτές δεν μπορούν να θεωρηθούν απόρροια της διδακτικής διαδικασίας (σε αντίθεση με τις απαντήσεις που έδωσαν οι

μαθητές/ριες της Π.Ο.), καθώς και οι 5 αυτοί/ές συνολικά μαθητές/ριες είχαν δώσει τις ίδιες ακριβώς απαντήσεις και στο αρχικό ερωτηματολόγιο.

Ερώτηση 3

Στην τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου διερευνήθηκαν οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το στέγνωμα των βρεγμένων ρούχων. Ειδικότερα στην ερώτηση 3 διερευνήθηκε το αν οι μαθητές/ριες συνδέουν το στέγνωμα των ρούχων με το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού. Η ερώτηση που τέθηκε στους/ις μαθητές/ριες ήταν η εξής: *«Η μαμά ή ο μπαμπάς απλώνουν συνήθως στο μπαλκόνι τα βρεγμένα ρούχα για να στεγνώσουν. Κατά τη γνώμη σου τι νομίζεις ότι γίνεται και στεγνώνουν τα ρούχα;»*.

Από τη μελέτη των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου (βλ. Πίνακα 4) προέκυψε ότι κανένας/μία μαθητής/ρια της Π.Ο. δεν απέδωσε το στέγνωμα των ρούχων στο φαινόμενο της εξάτμισης. Οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές πίστευαν ότι τα ρούχα στεγνώνουν λόγω του ήλιου (16/24 μαθητές/ριες) δίνοντας διάφορες αιτιολογήσεις όπως: *«Τα ρούχα στεγνώνουν γιατί υπάρχει ο ήλιος»*, *«Ο ήλιος χτυπάει τα ρούχα με τις ακτίνες του κι αυτά στεγνώνουν»*, *«Ο ήλιος εκπέμπει θερμότητα και τα ρούχα στεγνώνουν»*. Κάποιοι/ες άλλοι/ες θεωρούσαν ότι τα ρούχα στεγνώνουν λόγω του αέρα (3/24 μαθητές/ριες) εννοώντας τον άνεμο που φυσά, ενώ κάποιοι/ες άλλοι/ες (3/24 μαθητές/ριες) το απέδωσαν σε συνδυασμό των δύο παραπάνω παραγόντων. Τέλος, 1 μαθητής έδωσε ταυτολογική απάντηση, ενώ 1 μαθήτρια πίστευε ότι τα ρούχα στεγνώνουν γιατί το νερό που υπάρχει σ' αυτά πέφτει στο πάτωμα.

Σε αντίθεση με τους/ις μαθητές/ριες των Π.Ο., όπως προκύπτει από το αρχικό ερωτηματολόγιο, οι 8/29 μαθητές/ριες των Ο.Ε. συνέδεσαν το στέγνωμα των ρούχων με το φαινόμενο της εξάτμισης, χωρίς όμως να δίνουν επιπλέον εξηγήσεις, ενώ 1/29 μαθητές/ριες έδωσε απάντηση επιστημονικά ορθή και πλήρη. Οι υπόλοιποι 20 μαθητές/ριες έδωσαν απαντήσεις ανάλογες με τους μαθητές/ριες των Π.Ο. τόσο σε περιεχόμενο όσο και σε αναλογία απαντήσεων ανά κατηγορία (βλ. Πίνακα 4).

Από την ανάλυση των δεδομένων του τελικού ερωτηματολογίου προέκυψε σημαντική βελτίωση των απόψεων των μαθητών/ριών της Π.Ο. σε σχέση με τις

απαντήσεις που έδωσαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Οι 20/24 μαθητές/ριες συνέδεσαν το φαινόμενο της εξάτμισης με το στέγνωμα των ρούχων. Συγκεκριμένα, οι 8/24 μαθητές/ριες δήλωσαν ότι τα ρούχα στεγνώνουν γιατί το νερό που υπάρχει πάνω τους εξατμίζεται, χωρίς όμως να κάνουν καμία αναφορά στη διαδικασία μέσα από την οποία αυτό επιτυγχάνεται, οι 7/24 μαθητές/ριες αναφέρθηκαν στην αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού που περιέχεται στα ρούχα και την μετατροπή του σε υδρατμό, ενώ οι 5/24 έδωσαν επιστημονικά ορθές και πλήρεις απαντήσεις.

Πίνακας 4

Ερώτηση 3: Η μαμά ή ο μπαμπάς απλώνουν συνήθως στο μπαλκόνι τα βρεγμένα ρούχα για να στεγνώσουν. Κατά τη γνώμη σου τι νομίζεις ότι γίνεται και στεγνώνουν τα ρούχα;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Τα ρούχα στεγνώνουν.	1	0	0	0
2	Το νερό πέφτει στο πάτωμα.	1	0	1	0
3	Τα ρούχα στεγνώνουν λόγω του ήλιου.	16	0	11	9
4	Τα ρούχα στεγνώνουν λόγω του αέρα.	3	2	2	3
5	Τα ρούχα στεγνώνουν λόγω του ήλιου και του αέρα.	3	1	4	4
6	Το νερό πηγαίνει στον αέρα ή στην ατμόσφαιρα.	0	1	1	1
7	Τα ρούχα στεγνώνουν γιατί το νερό που υπάρχει πάνω τους εξατμίζεται.	0	8	8	4
8	Το νερό εξατμίζεται αλλάζει δηλαδή φυσική κατάσταση, γίνεται υδρατμός και φεύγει από τα ρούχα.	0	7	0	3
9	Με τη θερμότητα του ήλιου τα μόρια του νερού αλλάζουν φυσική κατάσταση, δηλαδή το νερό από υγρό μετατρέπεται σε αέριο.	0	5	1	5
10	Διάφορα	0	0	1	0

Αντίθετα, οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. παρουσίασαν μικρή βελτίωση των απόψεών τους σχετικά με το στέγνωμα των ρούχων, καθώς τα 2/3 των μαθητών/ριών (16/24

συνολικά μαθητές/ριες) έμειναν σταθεροί στις αρχικές εναλλακτικές τους απόψεις, ενώ ο αριθμός εκείνων που πριν τη διδασκαλία είχαν δηλώσει ότι το στέγνωμα των ρούχων οφείλεται στο φαινόμενο της εξάτμισης (9/29 μαθητές/ριες) αυξήθηκε σε μικρό βαθμό μετά από αυτήν (12/29 μαθητές/ριες).

Ερώτηση 3α

Ο σκοπός της ερώτησης 3α του ερωτηματολογίου ήταν να διερευνήσει το πού πιστεύουν οι μαθητές/ριες ότι πηγαίνει το νερό όταν φύγει από τα ρούχα. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: *«Η μαμά ή ο μπαμπάς απλώνουν συνήθως στο μπαλκόνι τα βρεγμένα ρούχα για να στεγνώσουν. Τι πιστεύεις ότι έγινε το νερό που υπήρχε στα ρούχα όταν αυτά στεγνώσουν;»*.

Από τη μελέτη των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου προέκυψε ότι οι μαθητές/ριες τόσο της Π.Ο. όσο και των Ο.Ε. είχαν μια ποικιλία εναλλακτικών ιδεών σχετικά με το τι συμβαίνει στο νερό που υπάρχει στα βρεγμένα ρούχα όταν αυτά στεγνώσουν, αλλά και για το ποιος είναι ο τελικός αποδέκτης του όταν αυτό εξατμιστεί. Όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5, το 1/3 των παιδιών της Π.Ο. αρχικά πίστευε ότι το νερό *«απορροφήθηκε»* είτε από τα ίδια τα ρούχα, είτε από το έδαφος, είτε από τον ήλιο, ενώ κάποια δεν έδωσαν επιπλέον εξηγήσεις. Παρατηρούμε δηλαδή ότι αν και τα παιδιά της Π.Ο. είναι 11 ετών διατήρησαν απόψεις που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία εμφανίζονται σε μικρότερη ηλικία (7 περίπου ετών).

Την ίδια άποψη διατύπωσε και 1 παιδί των Ο.Ε., ακόμη μεγαλύτερης ηλικίας (12 ετών). Στις Ο.Ε. καταγράφηκε και η αντίληψη περί *«εξαφάνισης»* του νερού (ένας μαθητής 11 ετών) που σύμφωνα με τη βιβλιογραφία συναντάται τόσο σε παιδιά Νηπιαγωγείου όσο και σε παιδιά των πρώτων τάξεων του Δημοτικού σχολείου, γεγονός που επιβεβαίωσε την ανθεκτικότητα των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών ακόμη και μετά τη διδασκαλία, αφού ο κύκλος του νερού στη φύση διδάσκεται σύμφωνα με το ισχύον αναλυτικό πρόγραμμα από την Α' κιάλας τάξη του Δημοτικού σχολείου.

Χαρακτηριστική ήταν επίσης και η άποψη ότι το νερό *«στέγνωσε»*, που συναντάται σε παιδιά ηλικίας 6 – 9 ετών, η οποία διατυπώνεται από 2 μαθητές της

Π.Ο. και 1 μαθήτρια των Ο.Ε.. Ακόμη, τα 12 από τα 24 παιδιά της Π.Ο. και τα 24 από τα 29 των Ο.Ε. απάντησαν ότι το νερό «εξατμίστηκε», χωρίς όμως να δίνουν επιπλέον εξηγήσεις για την έννοια του όρου, ενώ 1 παιδί από κάθε ομάδα (πειραματική και ελέγχου) απάντησε ότι το νερό «εξατμίστηκε», καταδεικνύοντας όμως ως τελικό αποδέκτη του τον αέρα. Τέλος, κανένα παιδί τόσο από την Π.Ο. όσο και από τις Ο.Ε. δεν έδωσε επιστημονικά πλήρη απάντηση.

Πίνακας 5

Ερώτηση 3α: Τι πιστεύεις ότι έγινε το νερό που υπήρχε στα ρούχα;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Εξαφανίστηκε.	0	0	1	0
2	Απορροφήθηκε (από το έδαφος, από τα ρούχα ή από τον ήλιο).	8	0	1	0
3	Στέγνωσε.	2	0	1	1
4	Πήγε στον αέρα.	0	1	0	4
5	Εξατμίστηκε.	12	7	24	5
6	Εξατμίστηκε και έγινε αέρας.	0	1	0	2
7	Εξατμίστηκε και πήγε στον αέρα.	1	7	1	10
8	Έγινε υδρατμός.	1	2	0	2
9	Εξατμίστηκε, έγινε υδρατμός και αναμίχθηκε με τον αέρα.	0	6	0	4
10	Διάφορα.	0	0	1	1

Ερώτηση 4

Στην τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να ζωγραφίσουν το τι συμβαίνει στο νερό καθώς τα ρούχα στεγνώνουν, έτσι ώστε οι ιδέες τους να γίνουν πιο κατανοητές. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: «Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις τι συμβαίνει στο νερό, καθώς τα ρούχα στεγνώνουν;».

Από την ανάλυση των σχημάτων της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 6) φάνηκε ότι τα μισά και πλέον παιδιά (13/24 μαθητές/ριες) θεωρούσαν ότι τα ρούχα στεγνώνουν γιατί γίνεται μηχανική αποστράγγιση του νερού προς τα κάτω, ενώ αρκετά παιδιά (6/24 μαθητές/ριες) φάνηκε να πιστεύουν ότι το νερό κατά την εξατμισμό εξαφανίζεται. Επιπλέον, κανένα από τα παιδιά δεν είχε συνειδητοποιήσει τη

σωματιδιακή δομή της ύλης, δηλαδή ότι η ύλη αποτελείται από μόρια, αφού ζωγράρισαν την ύλη ως συνεχή, απεικονίζοντας το εξατμισμένο νερό με συνεχείς γραμμές.

Πίνακας 6

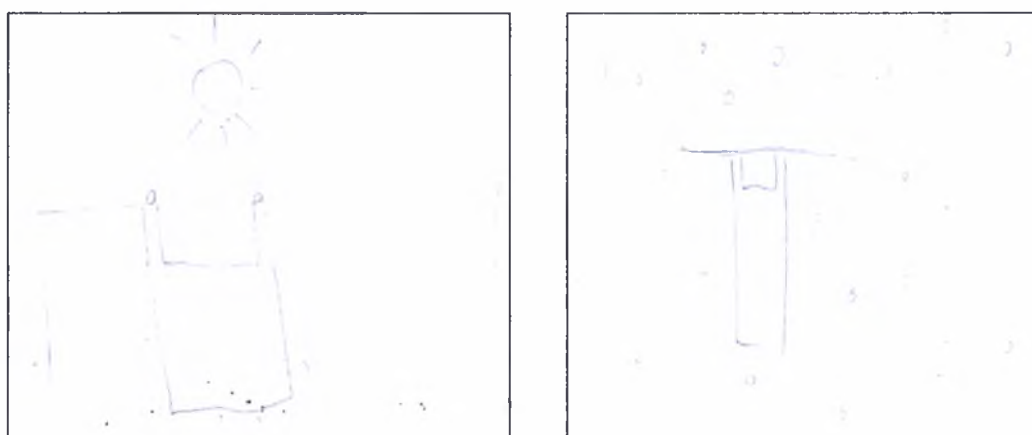
Ερώτηση 4: Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις τι συμβαίνει στο νερό, καθώς τα ρούχα στεγνώνουν;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Μοριακή αναπαράσταση της ύλης.	0	20	3	3
2	Συνεχής αναπαράσταση της ύλης.	4	2	3	8
3	Μικτές αναπαραστάσεις.	1	1	5	5
4	Μηχανική αποστράγγιση του νερού.	13	1	11	10
5	Εξαφάνιση του νερού.	6	0	7	3
6	Καμία ζωγραφιά.	0	0	0	0

Αντίστοιχα, από την ανάλυση των σχημάτων των Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο φάνηκε ότι ένας μεγάλος αριθμός παιδιών (11/29 μαθητές/ριες) πίστευε ότι τα ρούχα στεγνώνουν γιατί γίνεται μηχανική αποστράγγιση του νερού προς τα κάτω, ενώ αρκετά παιδιά (7/29 μαθητές/ριες) δεν έκαναν καμία απεικόνιση του νερού, θεωρώντας προφανώς ότι αυτό εξαφανίζεται όταν τα ρούχα στεγνώνουν. Ένας μικρός αριθμός παιδιών (3/29 μαθητές/ριες) φάνηκε να έχει κατανοήσει τη μικροσκοπική δομή της ύλης, ενώ 3 από τους/ις 29 μαθητές/ριες απεικόνισε την ύλη ως συνεχή. Τέλος, μια ομάδα παιδιών (5/29 μαθητές/ριες) σχεδίασε μικτές αναπαραστάσεις, συνδυάζοντας είτε σωματιδιακές αναπαραστάσεις με συνεχείς είτε απεικονίσεις μηχανικής αποστράγγισης με συνεχείς.

Από την ανάλυση των σχημάτων της Π.Ο. στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Σχήμα 1), δηλαδή μετά την εποικοδομητική διδασκαλία όπου οι μαθητές/ριες έκαναν χρήση μεταξύ άλλων και των σωματιδιακών μοντέλων της ύλης από το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.», διαπιστώθηκε ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες (20/24 μαθητές/ριες) είχαν αποκτήσει μικροσκοπικές αναπαραστάσεις της δομής της ύλης, ενώ ένας πολύ μικρός αριθμός (2/24 μαθητές/ριες) συνέχισε να θεωρεί την ύλη

ως συνεχή. Επιπλέον, φάνηκε να έχουν κατανοήσει τον μηχανισμό εξάτμισης του νερού αφού ένας μόνο από τους/ις 24 μαθητές/ριες συνέχισε να ζωγραφίζει τη μηχανική αποστράγγιση του νερού προς τα κάτω.

Η μελέτη των σχημάτων των μαθητών/ριών των Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο έδειξε ότι δεν έχει σημειωθεί κάποια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/ριες αναπαριστούν την ύλη ακόμη και μετά την διδασκαλία. Τα 13/29 παιδιά συνέχισαν να αντιλαμβάνονται την ύλη ως συνεχή, ενώ μόνο τα 3/29 παιδιά σχεδίασαν σωματιδιακές αναπαραστάσεις της ύλης, γεγονός βέβαιο που δεν μπορεί να αποδοθεί στη διδασκαλία, αφού τα παιδιά αυτά έδωσαν ανάλογες αναπαραστάσεις και στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Επίσης, από τη μελέτη των σχημάτων ως προς τις αντιλήψεις που εμφάνισαν οι μαθητές/ριες, για το τι συμβαίνει στο νερό καθώς τα ρούχα στεγνώνουν, ενώ στην προηγούμενη ερώτηση ένας μεγάλος αριθμός μαθητών/ριών (23/29 παιδιά) συνέδεσε το φαινόμενο της εξάτμισης με το στέγνωμα των ρούχων, δίνοντας βελτιωμένες και αποδεκτές απαντήσεις για την εξέλιξη του φαινομένου σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 5), ουσιαστικά πολλοί/ές από αυτούς/ές συνέχισαν να έχουν τις ίδιες εναλλακτικές αντιλήψεις περί μηχανικής αποστράγγισης (10/29 παιδιά) ή εξαφάνισης του νερού κατά την εξάτμιση (3/29 παιδιά) (βλ. Πίνακα 6).



Σχήμα 1: Σχηματικές αναπαραστάσεις παιδιού της πειραματικής ομάδας, πριν και μετά τη διδασκαλία, για το στέγνωμα των ρούχων.

Ερώτηση 5

Η πέμπτη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε σκοπό να διερευνήσει τις αντιλήψεις των παιδιών για τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της

εξάτμισης. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: «Ο αδερφός ή η αδερφή σου έριξε στο πάτωμα της κουζίνας λίγο νερό και δεν βρίσκεις χαρτί ή σφουγγαρίστρα για να το μαζέψεις. Μπορείς να κάνεις κάτι για να φύγει το νερό από το πάτωμα;».

Από τη μελέτη των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου φάνηκε ότι αρκετοί/ές μαθητές/ριες των Π.Ο. (6/24 παιδιά) είτε δεν κατανόησαν το περιεχόμενο της ερώτησης είτε δεν μπόρεσαν να σκεφτούν κάποιο άλλο τρόπο για να φύγει το νερό από το πάτωμα καθώς απάντησαν ότι θα το σκούπιζαν με κάτι, όπως wettex, πανί, κλπ., ενώ σχεδόν οι μισοί/ές μαθητές/ριες (11/24 παιδιά) απάντησαν ότι θα το αφήναν να στεγνώσει μόνο του, αγνοώντας προφανώς τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο. Ικανοποιητική απάντηση έδωσαν μόνο 3/24 μαθητές/ριες που δήλωσαν ότι θα χρησιμοποιούσαν ένα πιστολάκι για το στέγνωμα των μαλλιών που εκπέμπει θερμότητα και αέρα μαζί, ενώ 2/24 μαθητές/ριες δήλωσαν ότι δεν ήξεραν με ποιο τρόπο θα μπορούσαν να το κάνουν αυτό.

Πίνακας 7

Ερώτηση 5: Ο αδερφός ή η αδερφή σου έριξε στο πάτωμα της κουζίνας λίγο νερό και δεν βρίσκεις χαρτί ή σφουγγαρίστρα για να το μαζέψεις. Μπορείς να κάνεις κάτι για να φύγει το νερό από το πάτωμα;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Θα το σκούπισω με κάτι.	6	0	1	1
2	Το αφήνω να στεγνώσει μόνο του.	11	0	9	9
3	Θα ανοίξω ένα παράθυρο ή μία πόρτα.	0	3	3	5
4	Θα το φυσήξω με αέρα ή θα βάλω ένα ανεμιστήρα.	0	3	2	4
5	Θα μεγαλώσω την επιφάνειά του.	0	2	0	1
6	Θα πλησιάσω σ' αυτό μια πηγή θερμότητας.	0	1	4	1
7	Θα χρησιμοποιήσω ένα πιστολάκι που εκπέμπει θερμότητα και αέρα.	3	15	7	7
8	Διάφορα.	2	0	1	1
9	Δεν μπορώ/ Δεν ξέρω/ Δεν απαντώ.	2	0	2	0

Οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. φάνηκε να γνωρίζουν περισσότερα για τους παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο αφού πάνω από τους/ις μισούς/ές μαθητές/ριες (16/29 παιδιά) υπέδειξαν με τις απαντήσεις τους τον έναν ή και τους δύο από τους τρεις παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο. Συγκεκριμένα, οι 3/29 μαθητές/ριες απάντησαν ότι θα άνοιγαν ένα παράθυρο ή μια πόρτα, οι 2/29 μαθητές/ριες ότι θα χρησιμοποιούσαν ένα ανεμιστήρα, οι 4/29 μαθητές/ριες ότι θα πλησίαζαν μια πηγή θερμότητας κοντά στο νερό, ενώ οι 7/29 μαθητές/ριες δήλωσαν ότι θα χρησιμοποιούσαν ένα πιστολάκι για το στέγνωμα των μαλλιών που εκπέμπει θερμότητα και αέρα μαζί.

Από τη δεδομένα του τελικού ερωτηματολογίου διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/ριες της Π.Ο. παρουσίασαν σημαντική βελτίωση στις απαντήσεις που έδωσαν έναντι των μαθητών/ριών των Ο.Ε. (βλ. Πίνακα 7), αφού όλοι έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις. Ειδικότερα, 9/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. ανέφεραν στις απαντήσεις τους τον ένα από τους τρεις παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο της εξάτμισης συμπεριλαμβάνοντας και το μέγεθος της επιφανείας του νερού εκτός από το ρεύμα αέρα και την θερμότητα, απάντηση που δεν συμπεριλαμβάνονταν στις απαντήσεις του αρχικού ερωτηματολογίου, ενώ οι υπόλοιποι (15/24 παιδιά) ανέφεραν τους δύο από τους τρεις παράγοντες, δηλαδή τη θερμότητα και το ρεύμα αέρα, αριθμός σημαντικά αυξημένος σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο (3/24 παιδιά). Αντίθετα, οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο αφού έδωσαν τις ίδιες σχεδόν απαντήσεις και μετά τη διδασκαλία (βλ. Πίνακα 7).

Ερώτηση 5α

Ο σκοπός της ερώτησης 5α του ερωτηματολογίου ήταν να διερευνήσει τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το πού πηγαίνει το νερό όταν φύγει από το πάτωμα. Η ερώτηση που δόθηκε στους/ις μαθητές/ριες ήταν η εξής: «Πού νομίζεις ότι πήγε το νερό;».

Από την ανάλυση των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου προέκυψε ένας μεγάλος αριθμός εναλλακτικών ιδεών τόσο στην Π.Ο. όσο και στις Ο.Ε. (βλ. Πίνακα 8). Χαρακτηριστική ήταν η αντίληψη της απορρόφησης του νερού είτε από το πάτωμα (3/24 παιδιά της Π.Ο. και 3/29 παιδιά των Ο.Ε.) είτε από τον ήλιο (2/24

παιδιά της Π.Ο.). Επίσης, 4/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. και 2/29 μαθητές/ριες των Ο.Ε., που δεν είχαν κατανοήσει την ερώτηση 5 και απάντησαν ότι θα σκούπιζαν το νερό από το πάτωμα με κάποιο πανί, θεώρησαν ότι το νερό θα απορροφηθεί από το πανί αυτό, 1/29 μαθητής των Ο.Ε. μίλησε για «εξαφάνιση» του νερού και 2/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. απάντησαν ότι στέγνωσε χωρίς να δίνουν επιπλέον εξηγήσεις. Κάποιοι/ες μαθητές/ριες αναγνώρισαν ως τελικό αποδέκτη του νερού τον αέρα (3/24 παιδιά της Π.Ο. και 3/29 παιδιά των Ο.Ε.), χωρίς όμως να το συνδέουν με το φαινόμενο της εξατμίσσης, ενώ κάποιοι/ες άλλοι/ες απάντησαν ότι το νερό εξατμίστηκε (5/24 παιδιά της Π.Ο. και 10/29 παιδιά των Ο.Ε.), χωρίς όμως να δίνουν περαιτέρω εξηγήσεις για την έννοια που αποδίδουν στον όρο. Τέλος, ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών που προέρχονταν κατά κύριο λόγο από τις Ο.Ε. (1/24 παιδιά της Π.Ο. και 4/29 παιδιά των Ο.Ε.) απάντησαν ότι το νερό εξατμίστηκε και πήγε στον αέρα ή ότι έγινε υδρατμός και πήγε στον αέρα (3/29 παιδιά των Ο.Ε.).

Πίνακας 8

Ερώτηση 5α: Πού νομίζεις ότι πήγε το νερό;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Το απορρόφησε το πανί με το οποίο το σκούπισα.	4	0	2	0
2	Εξαφανίστηκε.	0	0	1	2
3	Στέγνωσε.	2	0	0	1
4	Το τράβηξε το πάτωμα	3	0	3	2
5	Το απορρόφησε ο ήλιος.	2	0	0	0
6	Πήγε στον αέρα.	3	1	3	3
7	Εξατμίστηκε.	5	5	10	4
8	Εξατμίστηκε και πήγε στον αέρα.	1	17	4	10
9	Έγινε υδρατμός και πήγε στον αέρα.	0	0	3	4
10	Εξατμίστηκε, έγινε αέριο ή άλλαξε φυσική κατάσταση και αιωρείται στον αέρα.	0	1	0	2
12	Διάφορα.	2	0	0	0
13	Δεν ξέρω.	0	0	3	1
14	Χωρίς απάντηση.	2	0	0	0

Στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 8) οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. παρουσίασαν σημαντική βελτίωση, καθώς οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες

αναγνώρισαν τον αέρα ως τελικό αποδέκτη του νερού (19/24 παιδιά), ενώ αρκετοί από αυτούς/ές αναγνώρισαν ότι η διαδικασία μέσα από την οποία επιτυγχάνεται η μεταφορά αυτή είναι το φαινόμενο της εξάτμισης (23/24 παιδιά). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι κανένας/μία μαθητής/ρια δεν διατήρησε τις αρχικές εναλλακτικές του/ης απόψεις μετά την επικοινωνιακή διδασκαλία.

Σε αντίθεση με τους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο., οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. παρουσίασαν μικρές αποκλίσεις στις απαντήσεις που έδωσαν στο τελικό ερωτηματολόγιο σε σχέση με το αρχικό, ενώ αρκετοί από αυτούς/ές διατήρησαν τις αρχικές εναλλακτικές τους ιδέες.

4.3 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για το φαινόμενο της εξάτμισης της κολόνιας

Στόχος της δεύτερης ομάδας ερωτήσεων του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1, ερωτήσεις 6 – 7) ήταν να διερευνηθεί εάν και κατά πόσο οι μαθητές/ριες της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου συνδέουν το φαινόμενο της εξάτμισης και με άλλες καταστάσεις της καθημερινής ζωής που αφορούν άλλα υγρά εκτός από το νερό, όπως π.χ. με το φαινόμενο της εξάτμισης της κολόνιας.

Ερώτηση 6

Η έκτη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε σκοπό να διερευνήσει τις αντιλήψεις των παιδιών για το πώς μυρίζουμε την κολόνια που βάζει κάποιος αν και βρίσκεται σε απόσταση από μας και κατά πόσο το συνδέουν με το φαινόμενο της εξάτμισης. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: *«Στο διπλανό δωμάτιο κάποιος ή κάποια βάζει λίγη κολόνια. Εσύ το καταλαβαίνεις χωρίς να τον/ην δεις και ενώ δεν βρίσκεσαι εκεί. Πώς νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;»*.

Από τη μελέτη των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου προέκυψε ότι τόσο οι μαθητές/ριες της Π.Ο. όσο και των Ο.Ε. δυσκολεύονται να συνδέσουν το φαινόμενο της εξάτμισης με το πώς μυρίζουμε την κολόνια από απόσταση, ενώ θεωρούν ότι η κολόνια και η μυρωδιά της είναι δύο διαφορετικά πράγματα. Ωστόσο, μετά τη διδακτική παρέμβαση τα παιδιά της Π.Ο. αναδομούν τις ιδέες τους σε μεγαλύτερο βαθμό από τις Ο.Ε. συνδέοντας σε μεγαλύτερο ποσοστό το φαινόμενο

της εξάτμισης με το γεγονός ότι μυρίζουμε την κολόνια από απόσταση (17/24 παιδιά της Π.Ο. έναντι 4/29 των Ο.Ε.), ενώ μεγαλύτερος αριθμός παιδιών καταφέρει να οικοδομήσει την επιστημονικά άποψη (13/24 παιδιά της Π.Ο. έναντι 4/29 παιδιών των Ο.Ε.). Οι μαθητές/ριες των Ο.Ε., όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, διατήρησαν στο μεγαλύτερο μέρος τους τις αρχικές τους απόψεις ακόμη και μετά τη διδασκαλία.

Πίνακας 9

Ερώτηση 6: Στο διπλανό δωμάτιο κάποιος ή κάποια βάζει λίγη κολόνια. Εσύ το καταλαβαίνεις χωρίς να τον/ην δεις και ενώ δεν βρίσκεσαι εκεί. Πώς νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Η μυρωδιά της κολόνιας σκορπίζεται παντού.	18	3	11	5
2	Η μυρωδιά μεταφέρεται με τον αέρα.	0	2	5	6
3	Η κολόνια μεταφέρεται με τον αέρα κι έτσι τη μυρίζουν όλοι.	2	2	5	13
4	Η κολόνια εξατμίζεται και ο αέρας φέρνει τη μυρωδιά.	0	4	3	0
5	Η κολόνια εξατμίζεται και τα μόριά της φτάνουν στη μύτη μας μέσω του αέρα.	1	13	3	4
6	Διάφορα.	2	0	1	1
7	Δεν ξέρω/ Δεν απαντώ.	1	0	1	0

Ερώτηση 7

Η έβδομη ερώτηση του ερωτηματολογίου έδωσε επιπλέον πληροφορίες για τις ιδέες των μαθητών/ριών για το πώς μπορούν και μυρίζουν την κολόνια. Η ερώτηση που δόθηκε στα παιδιά διατυπώθηκε ως εξής: «*Κάνε ένα σχέδιο για να εξηγήσεις τι νομίζεις ότι έγινε στην παραπάνω περίπτωση και μπόρεσες να μυρίσεις την κολόνια, αν και βρισκόσουν σε απόσταση από αυτόν/ήν που την έβαλε.*».

Από την ανάλυση των σχημάτων της Π.Ο. (βλ. Πίνακα 10) προκύπτει ότι ένας μεγάλος αριθμός μαθητών/ριών συνέχισε να θεωρεί την ύλη ως συνεχή ακόμη και μετά τη διδασκαλία, ενώ ένα μικρό ποσοστό σχεδίασε σωματιδιακές αναπαραστάσεις

της ύλης (9/24 παιδιά). Είναι χαρακτηριστικό ότι οι περισσότεροι/ες από τους/ις μαθητές/ριες που σχεδίασαν την ύλη ως συνεχή, είχαν σχεδιάσει την εξάτμιση του νερού στην τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου χρησιμοποιώντας το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης, γεγονός που πιθανόν σημαίνει ότι οι μαθητές/ριες αυτοί/ές αν και εν μέρει κατανόησαν τη σωματιδιακή δομή της ύλης δεν προχώρησαν σε γενικεύσεις. Αντίθετα, όλοι οι μαθητές/ριες που σχεδίασαν την εξάτμιση της κολόνιας κάνοντας χρήση του σωματιδιακού μοντέλου είχαν σχεδιάσει με ανάλογο τρόπο και την εξάτμιση του νερού.

Πίνακας 10

Ερώτηση 7: Κάνε ένα σχέδιο για να εξηγήσεις τι νομίζεις ότι έγινε στην παραπάνω περίπτωση και μπόρεσες να μυρίσεις την κολόνια, αν και βρισκόσουν σε απόσταση από αυτόν/ήν που την έβαλε.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Μοριακή αναπαράσταση της ύλης.	0	9	1	1
2	Συνεχής αναπαράσταση της ύλης.	18	13	26	25
3	Μικτές αναπαραστάσεις.	0	1	0	1
4	Εξαφάνιση της κολόνιας.	4	1	1	2
5	Καμία ζωγραφιά.	2	0	1	0

Οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. ζωγράρισαν στην πλειοψηφία τους συνεχείς αναπαραστάσεις της ύλης τόσο στο αρχικό (26/29 παιδιά) όσο και στο τελικό ερωτηματολόγιο (25/29 παιδιά).



Σχήμα 2: Σχηματικές αναπαραστάσεις παιδιού της πειραματικής ομάδας, πριν και μετά τη διδασκαλία, για το πώς μυρίζουμε την κολόνια.

4.3 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τον αέρα και την αέρια κατάσταση

Οι μαθητές/ριες του Δημοτικού σχολείου, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (βλ. Κεφάλαιο 1), παρουσιάζουν μια σειρά από εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με τον αέρα και την αέρια κατάσταση γενικότερα. Έτσι, στόχος της τρίτης ομάδας ερωτήσεων του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1, ερωτήσεις 8 – 12) ήταν να διερευνηθεί αφενός το κατά πόσο οι μαθητές/ριες της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου αντιλαμβάνονται τον αέρα και γενικότερα τα αέρια ως υλικά σώματα (π.χ. τις εξατμισμένες ουσίες) και αφετέρου αν έχουν κάποιες αναπαραστάσεις για τη σωματιδιακή δομή τους.

Ερώτηση 8

Η όγδοη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε σκοπό να διερευνήσει τις αντιλήψεις των παιδιών για τον αέρα. Η ερώτηση που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: «*Τι είναι για σένα ο αέρας;*».

Από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών τόσο των Π.Ο. όσο και των Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο φαίνεται ότι τα παιδιά έδωσαν μια ποικιλία απαντήσεων σχετικά με το τι πιστεύουν ότι είναι ο αέρας. Πιο συγκεκριμένα, ένας αριθμός μαθητών/ριών συγχέει τον αέρα με τον άνεμο (3/24 παιδιά της Π.Ο. και 2/29 παιδιά των Ο.Ε.), ενώ σχεδόν οι μισοί/ές από κάθε ομάδα έδωσαν απαντήσεις που συνδέουν τον αέρα με την ύπαρξη της ζωής (10/24 παιδιά της Π.Ο. και 14/29 παιδιά των Ο.Ε.). Στους/ις μαθητές/ριες της Π.Ο. καταγράφηκε και η αντίληψη ότι αέρας και οξυγόνο ταυτίζονται (4/24 παιδιά), ενώ κάποιου/ες μαθητές/ριες των Ο.Ε. θεωρούσαν τον αέρα ως «*ένα αόρατο σύννεφο*» που αποτελείται από διάφορα αέρια (2/29 παιδιά). Ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών της Π.Ο. επιχείρησε να ορίσει τον αέρα αναφέροντας τις ιδιότητες που τον χαρακτηρίζουν (2/24 παιδιά). Ανάλογη απάντηση έδωσε κι ένας αριθμός μαθητών/ριών των Ο.Ε. (4/29 παιδιά).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 11), αφού μεσολάβησε η διδακτική παρέμβαση εποικοδομητικού τύπου, οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. βελτιώθηκαν αρκετά και πλέον η πλειοψηφία των παιδιών έδειξε να είναι σε θέση να δώσει επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις για το τι είναι ο αέρας (17/24 παιδιά). Πιο

συγκεκριμένα, πάνω από τους/ις μισούς/ές μαθητές/ριες περιέγραψαν τον αέρα ως μίγμα διαφόρων αερίων, αναφέροντας τα κυριότερα από αυτά καθώς και την αναλογία με την οποία περιέχονται (14/24 παιδιά), ενώ μερικοί/ές ακόμη μαθητές/ριες φαίνεται να έχουν κατανοήσει ότι ο αέρας εκτός από άζωτο, οξυγόνο κι άλλα αέρια περιέχει και άλλες ουσίες όπως σκόνη, ρύπους, υδρατμούς, κλπ. (3/24 παιδιά). Ωστόσο, ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών φαίνεται ότι διατήρησε τις αρχικές εναλλακτικές του ιδέες δίνοντας απαντήσεις που είτε συνδέουν/ σχετίζουν τον αέρα με την ύπαρξη της ζωής (3/24 παιδιά) είτε θεωρούν ότι αποτελείται μόνο από οξυγόνο (1/24 παιδιά).

Πίνακας 11

Ερώτηση 8: Τι είναι για σένα ο αέρας;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Ο άνεμος που φυσά.	3	0	2	0
2	Πολύτιμο αγαθό για τον άνθρωπο.	10	3	14	11
3	Ένα φυσικό φαινόμενο.	2	0	0	0
4	Ένα αόρατο σύννεφο με διάφορα αέρια.	0	0	2	2
5	Οξυγόνο.	4	1	0	0
6	Ένα αόρατο, άχρωμο και άοσμο σώμα.	2	2	4	6
7	Είναι μίγμα πολλών αερίων και περιλαμβάνει 78% άζωτο, 21% οξυγόνο και 1% άλλα αέρια.	0	14	5	7
8	Ο αέρας είναι οξυγόνο, άζωτο, καυσαέρια, άλλα αέρια, υδρατμοί, σκόνη.	0	3	0	1
12	Διάφορα.	1	1	2	1
13	Χωρίς απάντηση.	2	0	0	1

Από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών των Ο.Ε. στην ίδια ερώτηση στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 11), μετά τη διδασκαλία παραδοσιακού τύπου, φαίνεται ότι οι ιδέες των παιδιών δεν έχουν αναδομηθεί κι ότι οι μαθητές/ριες συνέχισαν να απαντούν με βάση τις εμπειρίες της καθημερινής τους ζωής, ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών έδειξε να είναι σε θέση να δώσει επιστημονικά αποδεκτές

απαντήσεις (8/29 παιδιά), οι περισσότεροι από τους/ις οποίους/ες είχαν δώσει τις ίδιες απαντήσεις και πριν από τη διδασκαλία (5/29 παιδιά).

Ερώτηση 8α

Η ερώτηση 8α του ερωτηματολογίου έδωσε επιπλέον πληροφορίες για τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τον αέρα. Η ερώτηση που δόθηκε στα παιδιά διατυπώθηκε ως εξής: «Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας.».

Από την καταγραφή, ανάλυση και ομαδοποίηση των σχημάτων των μαθητών/ριών της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 12) φάνηκε ότι η πλειοψηφία των μαθητών/ριών (23/24 παιδιά) αναπαριστούσε τον αέρα χωρίς μόρια (η ύλη ως συνεχής και στατική) και επομένως τα παιδιά αυτά έδειξαν να μην έχουν μικροσκοπική αναπαράσταση της δομής της ύλης. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι μαθητές/ριες να μην μπορούν να εξηγήσουν επαρκώς τη διάχυση των εξατμισμένων ουσιών (νερού, κολόνιας, κλπ.) μέσα στον αέρα και επομένως όπως προέκυψε σε προηγούμενη ερώτηση να μην μπορούν να ερμηνεύσουν το πώς μυρίζουμε από απόσταση την κολόνια.

Πίνακας 12

Ερώτηση 8α: Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Σωματιδιακή αναπαράσταση της ύλης.	0	14	0	0
2	Συνεχής αναπαράσταση της ύλης.	23	7	22	27
3	Μικτές αναπαραστάσεις.	0	2	1	1
4	Καμιά ζωγραφιά	1	1	0	1

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, μετά τη διδασκαλία, (βλ. Πίνακα 12) ένας μεγάλος αριθμός μαθητών/ριών έδειξε να έχει αναπτύξει κατάλληλες αναπαραστάσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο (για την ύλη του ατμοσφαιρικού αέρα) αφού πάνω από τους/ις μισούς/ές μαθητές/ριες (14/24 παιδιά) αναπαριστούν τον αέρα με σωματίδια (σωματιδιακή αναπαράσταση της ύλης).

Η κωδικοποίηση των σχημάτων των μαθητών/ριών των Ο.Ε. (βλ. Πίνακα 12), έδειξε ότι τόσο στο αρχικό (22/29 παιδιά) όσο και στο τελικό ερωτηματολόγιο (27/29 παιδιά), οι μαθητές/ριες δεν έδειξαν να έχουν μικροσκοπική αναπαράσταση της δομής της ύλης, αφού δεν αναπαριστούν τον αέρα με μόρια ή σωματίδια. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα οι μαθητές/ριες να μην μπορούν να εξηγήσουν επαρκώς τον τρόπο με τον οποίο μυρίζουμε διάφορες ουσίες από απόσταση.

Ερώτηση 9

Η ένατη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε σκοπό να διερευνήσει το αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι η εξατμισμένη ουσία, αν και δεν είναι πλέον ορατή, δεν χάνεται (αρχή διατήρησης της ύλης), αλλά διατηρείται με άλλη μορφή διασκορπισμένη στον αέρα. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: «Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα που απλώνουμε στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα στεγνώνουν;».

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο έδειξαν ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές φαίνεται να πιστεύουν ότι το νερό χάνεται όταν εξατμιστεί, αφού δήλωσαν ότι δεν γίνεται καμία αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν (14/24 παιδιά).

Πίνακας 13

Ερώτηση 9: Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα που απλώνουμε στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα στεγνώνουν;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Ναι	10	21	16	17
2	Όχι	14	3	13	12

Στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 13), οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. έχουν μεταβληθεί σημαντικά, καθώς η πλειοψηφία των παιδιών (21/24 παιδιά) απάντησε θετικά στο ερώτημα αν γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν.

Από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο ίδιο ερώτημα, στο αρχικό ερωτηματολόγιο φαίνεται ότι τα παιδιά έδωσαν παρόμοιες απαντήσεις με αυτές που έδωσαν οι συμμαθητές τους της Π.Ο., ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ των τελικών και των αρχικών απαντήσεων των μαθητών/ριών των Ο.Ε. (βλ. Πίνακα 13).

Ερώτηση 9α

Για να γίνουν σαφείς οι λόγοι που οδήγησαν τους μαθητές/ριες να απαντήσουν θετικά στην ερώτηση 9, αν δηλαδή υφίσταται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα που απλώνουμε στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα στεγνώνουν, ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να εξηγήσουν με λίγα λόγια ποιες θεωρούν ότι είναι οι αλλαγές αυτές. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση που τέθηκε στους/ις μαθητές/ριες ήταν η εξής: *«Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.»*

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι 10/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο έδειξαν ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές αν και θεωρούν ότι γίνονται κάποιες αλλαγές στον αέρα όταν τα ρούχα στεγνώνουν έχουν πολύ συγκεκριμένες απόψεις για το ποιες είναι οι αλλαγές αυτές. Έτσι κάποιου/ες απάντησαν ότι κάτι αλλάζει αλλά δεν ξέρω τι (2/10 παιδιά), κάποιου/ες άλλοι/ες έδωσαν ταυτολογικές απαντήσεις (2/10 παιδιά), ενώ κάποιου/ες εξέφρασαν επιστημονικά αποδεκτή άποψη, δηλαδή ότι το νερό των ρούχων γίνεται υδρατμός και πηγαίνει στον αέρα (2/10 παιδιά). Εκφράστηκαν ωστόσο και διάφορες απόψεις που δε σχετίζονταν άμεσα με τον αέρα, όπως π.χ. *«Το νερό εξατμίζεται»*, *«Τα ρούχα στεγνώνουν»*, κλπ. που κατηγοριοποιήθηκαν χωριστά (βλ. Πίνακα 14).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. βελτιώθηκαν αισθητά τόσο σε αριθμό μαθητών/ριών που φαίνεται να αντιλήφθηκαν τις αλλαγές που συμβαίνουν στον αέρα όταν τα ρούχα στεγνώνουν (από 10/24 παιδιά στο αρχικό ερωτηματολόγιο σε 21/24 παιδιά στο τελικό) όσο και σε ποιοτικό επίπεδο του περιεχομένου των απαντήσεων αυτών. Κανένας/μία μαθητής/ρια δεν έδωσε άστοχες απαντήσεις, πάνω από τους/ις μισούς/ές μαθητές/ριες απάντησαν ότι ο αέρας αλλάζει γιατί το νερό που υπάρχει στα βρεγμένα ρούχα γίνεται υδρατμός και πηγαίνει στον αέρα (14/24 παιδιά), ενώ κάποιου/ες άλλοι/ες αναφέρθηκαν ακόμη πιο ειδικά

στη διαδικασία μέσα από την οποία γίνεται αυτό, δηλαδή ότι τα μόρια του νερού φεύγουν από τα ρούχα και σκορπίζονται στον αέρα (2/24 παιδιά). Ωστόσο, υπήρξε ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών που έδωσε ταυτολογικές απαντήσεις (2/24 παιδιά) ή που συνέχισε να μην κατανοεί ποιες ακριβώς είναι οι αλλαγές που υφίσταται ο αέρας (2/24 παιδιά), ακόμη και μετά τη διδασκαλία, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στον περιορισμένο χρόνο που αφιερώθηκε στο αντικείμενο αυτό κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας.

Πίνακας 14

Ερώτηση 9α: Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=10	N=21	N=16	N=17
1	Ο αέρας αλλάζει.	2	2	0	2
2	Μεγαλώνει ο όγκος του αέρα.	0	0	1	1
3	Ο αέρας γίνεται πιο κρύος όταν τα ρούχα στεγνώνουν.	0	0	2	1
4	Το νερό των ρούχων πηγαίνει στον αέρα.	0	1	0	0
5	Το νερό των ρούχων γίνεται υδρατμός και πηγαίνει στον αέρα.	2	14	6	9
6	Τα μόρια του νερού φεύγουν από τα ρούχα και σκορπίζονται στον αέρα.	0	2	0	0
7	Δεν ξέρω τι αλλάζει.	2	2	2	1
8	Διάφορα	4	0	5	3

Από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 14) φάνηκε ότι οι απόψεις των μαθητών/ριών ήταν παρόμοιες με εκείνες των παιδιών της Π.Ο., δηλαδή αρκετά συγκεχυμένες σε σχέση με το ποιες ήταν οι αλλαγές που γίνονται στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν. Ωστόσο καταγράφηκαν και δύο αντιλήψεις διαφορετικές από εκείνες των παιδιών της Π.Ο. Η πρώτη από αυτές ήταν ότι ο όγκος του αέρα μεγαλώνει όταν τα ρούχα στεγνώνουν που αποτελεί εναλλακτική άποψη των παιδιών, ενώ η δεύτερη ότι ο αέρας γίνεται πιο κρύος όταν τα ρούχα στεγνώνουν, άποψη που θα μπορούσε να θεωρηθεί επιστημονικά αποδεκτή κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις (π.χ. να αφορά ένα κλειστό σύστημα), αφού για να εξελιχθεί το φαινόμενο της εξάτμισης απορροφά

θερμότητα από το περιβάλλον. Ωστόσο η συγκεκριμένη απάντηση θα έπρεπε να διερευνηθεί περισσότερο για να διαπιστωθεί τι ακριβώς εννοούσε το παιδί με τη φράση του αυτή.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, δηλαδή μετά τη διδασκαλία, δεν διαπιστώθηκε διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών/ριών των Ο.Ε. σε σχέση με τις απαντήσεις που έδωσαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 13), ενώ μόνο ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών έδωσε επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις (9/29 παιδιά).

Ερώτηση 10

Η δέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου έδωσε επιπλέον πληροφορίες γύρω από τις αντιλήψεις των μαθητών/ριών σε σχέση με τις αλλαγές που γίνονται στον αέρα κατά τη διάρκεια του στεγνώματος των βρεγμένων ρούχων. Η ερώτηση που δόθηκε στα παιδιά διατυπώθηκε ως εξής: *«Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας όταν απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα και πώς πιστεύεις ότι γίνεται μετά όσο τα ρούχα στεγνώνουν.»*

Από την ανάλυση των σχημάτων της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 15) φάνηκε ότι πολλά παιδιά πίστευαν ότι δεν γίνεται καμία αλλαγή στον αέρα κατά το διάστημα που τα βρεγμένα ρούχα στεγνώνουν (9/24 παιδιά), ενώ κάποια άλλα δεν έδωσαν καμία απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα (2/24 παιδιά). Υπήρξε ωστόσο και ένας αριθμός παιδιών που ζωγράφισε την ύλη ως συνεχή, απεικονίζοντας το εξατμισμένο νερό με συνεχείς γραμμές (9/24 παιδιά), καθώς και κάποια παιδιά που σχεδίασαν μικτές αναπαραστάσεις, δηλαδή ένα μέρος του νερού να αποστραγγίζεται μηχανικά και ένα μέρος του να εξατμίζεται αλλά με συνεχείς γραμμές (4/24 παιδιά), ενώ κανένα από τα παιδιά δεν είχε συνειδητοποιήσει τη σωματιδιακή δομή της ύλης, δηλαδή ότι η ύλη αποτελείται από μόρια.

Αντίστοιχα, από την ανάλυση των σχημάτων των Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 15) φάνηκε ότι πάνω από τα μισά παιδιά πίστευαν ότι γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα κατά τη διάρκεια του στεγνώματος των ρούχων, απεικόνισαν όμως την ύλη που εξατμίζεται ως συνεχή (16/29 παιδιά), ενώ κανένα δεν είχε κατανοήσει τη μικροσκοπική δομή της ύλης. Ένας μικρός αριθμός παιδιών

σχεδίασε μικτές αναπαραστάσεις συνδυάζοντας συνεχείς αναπαραστάσεις με απεικονίσεις μηχανικής αποστράγγισης (3/29 παιδιά), ενώ κάποια άλλα φάνηκε να μην κατανοούν την αλλαγή που γίνεται στον αέρα κατά τη διάρκεια του στεγνώματος των ρούχων, αφού δεν παρουσίασαν καμιά αλλαγή στα σχέδια τους (3/29 παιδιά). Τέλος, αρκετά παιδιά δεν έκαναν καμιά απεικόνιση (7/29 παιδιά) δηλώνοντας πιθανώς με τον τρόπο αυτό την άγνοια τους για το ποια αλλαγή είναι δυνατόν να συμβαίνει στον αέρα την ώρα που τα ρούχα στεγνώνουν.

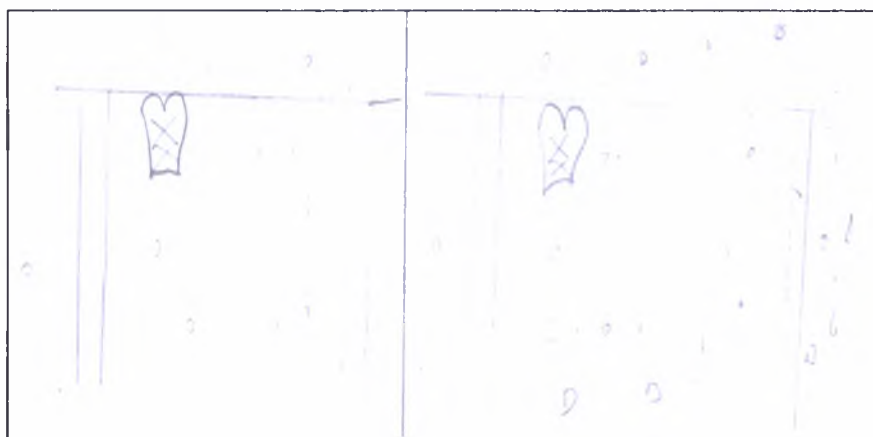
Πίνακας 15

Ερώτηση 10: Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας όταν απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα και πώς πιστεύεις ότι γίνεται μετά όσο τα ρούχα στεγνώνουν.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Σωματιδιακή αναπαράσταση της ύλης.	0	17	0	1
2	Συνεχής αναπαράσταση της ύλης.	9	1	16	14
3	Μικτές αναπαραστάσεις.	4	6	3	4
4	Καμιά αλλαγή.	9	0	3	9
5	Καμιά ζωγραφιά.	2	0	7	1

Στο τελικό ερωτηματολόγιο η πλειοψηφία των μαθητών/ριών της Π.Ο. (17/24 παιδιά) έδειξαν να έχουν αναπτύξει κατάλληλες αναπαραστάσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο για την ύλη των αερίων σωμάτων (απεικόνισαν το εξατμισμένο νερό με μόρια), ενώ ταυτόχρονα παρουσίασαν τα μόρια να διαχέονται στον αέρα. Με τον τρόπο αυτό εξήγησαν ικανοποιητικά το μηχανισμό εξάτμισης του νερού και την έννοια της διάχυσης της εξατμισμένης ουσίας στον αέρα (βλ. Σχήμα 3).

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 15) έδειξαν ότι δε σημειώθηκε κάποια αλλαγή στον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές/ριες αναπαριστούν την ύλη ακόμη και μετά την διδασκαλία. Ένας μεγάλος αριθμός παιδιών συνέχισε να αντιλαμβάνεται την ύλη ως συνεχή (14/29 παιδιά), ενώ μία μόνο μαθήτρια της ΣΤ΄ τάξης φάνηκε να κατανοεί τη μικροσκοπική δομή της ύλης. Ακόμη από τη μελέτη των σχημάτων ως προς τις αντιλήψεις που εμφάνισαν οι μαθητές/ριες για το αν γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα κατά τη διάρκεια του

στεγνώματος των ρούχων παρουσιάστηκε το εξής παράδοξο: Η πλειοψηφία των μαθητών/ριών που δεν έκανε κανένα σχέδιο στο αρχικό ερωτηματολόγιο (6/7 παιδιά), στο τελικό ερωτηματολόγιο, δηλαδή μετά τη διδασκαλία, σχεδίασε αναπαραστάσεις που υποστηρίζουν την αντίληψη ότι δεν γίνεται καμία αλλαγή στον αέρα κατά τη διάρκεια του στεγνώματος των ρούχων (βλ. Πίνακα 15). Δηλαδή, από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο στη συγκεκριμένη ερώτηση, φάνηκε ότι μετά την παραδοσιακή διδασκαλία η πλειοψηφία των μαθητών/ριών διατήρησε τις αρχικές της απόψεις ενώ μία μερίδα μαθητών/ριών (6/29 παιδιά) όχι μόνο δε βελτίωσε τις υπάρχουσες αλλά απέκτησε και νέες εναλλακτικές αντιλήψεις.



Σχήμα 3: Σχηματικές αναπαραστάσεις παιδιού της πειραματικής ομάδας, πριν και μετά τη διδασκαλία, για το πώς είναι ο αέρας όταν απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα και πώς γίνεται μετά.

Ερώτηση 11

Ο σκοπός της ενδέκατης ερώτησης του ερωτηματολογίου ήταν να διερευνήσει το αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι η εξατμισμένη κολόνια, αν και δεν είναι πλέον ορατή, δεν χάνεται (αρχή διατήρησης της ύλης), αλλά διατηρείται με άλλη μορφή διασκορπισμένη στον αέρα. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: *«Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν ανοίγεις ένα μπουκάλι με άρωμα και η μυρωδιά του φτάνει σε σένα αν και βρίσκεσαι σε απόσταση;»*.

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο έδειξαν ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές φαίνεται να πιστεύουν ότι η κολόνια δεν χάνεται όταν εξατμιστεί, αφού η πλειοψηφία τους απάντησε θετικά στην ερώτηση (20/24 παιδιά). Το διαφορετικό αποτέλεσμα που προέκυψε σε σχέση με την

αντίστοιχη ερώτηση για το εξατμισμένο νερό κατά τη διάρκεια του στεγνώματος των ρούχων μάλλον οφείλεται στο γεγονός ότι μία από τις χαρακτηριστικές ιδιότητες της κολόνιας είναι ότι έχει έντονη οσμή κι έτσι γίνεται αισθητή από τα παιδιά ακόμα και όταν δεν είναι πλέον ορατή, σε αντίθεση με το νερό που είναι άοσμο.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 16), στις θετικές απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. του αρχικού ερωτηματολογίου προστέθηκε ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών κι έτσι η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών (22/24 παιδιά) απάντησε θετικά στο ερώτημα αν γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με άρωμα ανοίξει και η μυρωδιά του απλωθεί σε κάποια απόσταση.

Πίνακας 16

Ερώτηση 11: Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν ανοίγεις ένα μπουκάλι με άρωμα και η μυρωδιά του φτάνει σε σένα αν και βρίσκεσαι σε απόσταση;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Ναι	20	22	20	20
2	Όχι	4	2	9	9

Από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο ίδιο ερώτημα, στο αρχικό ερωτηματολόγιο φαίνεται ότι τα παιδιά έδωσαν παρόμοιες απαντήσεις με αυτές που έδωσαν οι συμμαθητές τους της Π.Ο., ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο δεν παρατηρείται διαφοροποίηση μεταξύ των τελικών και των αρχικών απαντήσεων των μαθητών/ριών των Ο.Ε. (βλ. Πίνακα 16).

Ερώτηση 11α

Για να γίνουν σαφείς οι λόγοι που οδήγησαν τους μαθητές/ριες να απαντήσουν θετικά στην ερώτηση 11, αν δηλαδή υφίσταται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με άρωμα ανοίξει και η μυρωδιά του απλωθεί σε κάποια απόσταση, ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να εξηγήσουν με λίγα λόγια ποιες θεωρούν ότι είναι οι αλλαγές αυτές. Πιο συγκεκριμένα, η ερώτηση που τέθηκε στους/ις μαθητές/ριες ήταν η εξής: «*Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.*».

Οι απαντήσεις που έδωσαν οι 20/24 μαθητές/ριες της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο έδειξαν ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές, αν και θεωρούν ότι γίνονται κάποιες αλλαγές στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με άρωμα ανοίξει, έχουν πολύ συγκεκριμένες απόψεις για το ποιες είναι οι αλλαγές αυτές. Έτσι οι περισσότεροι/ες από τους μισούς/ές μαθητές/ριες απάντησαν ότι αυτό που αλλάζει είναι η μυρωδιά του αέρα (13/20 παιδιά), κάποιοι/ες άλλοι/ες ότι η μυρωδιά της κολόνιας ανακατεύεται με τον αέρα (3/20 παιδιά), ενώ κάποιοι/ες άλλοι/ες ότι κάτι αλλάζει αλλά δεν ξέρουν τι είναι αυτό (3/20 παιδιά). Είναι δηλαδή εμφανές ότι οι μαθητές/ριες της Π.Ο. πριν από τη διδασκαλία δεν είχαν συνδέσει το πώς μυρίζουμε την κολόνια από απόσταση με το φαινόμενο της εξάτμισης, ενώ εξέφρασαν και πάλι την εναλλακτική αντίληψη ότι η κολόνια και η μυρωδιά της είναι δύο διαφορετικά πράγματα (βλ. Πίνακα 17).

Πίνακας 17

Ερώτηση 11α: Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=20	N=22	N=20	N=20
1	Ο αέρας αλλάζει.	0	1	1	2
2	Αλλάζει η μυρωδιά του αέρα.	13	3	9	7
3	Η μυρωδιά μπερδεύεται με τον αέρα.	3	0	4	3
4	Η κολόνια πηγαίνει στον αέρα.	0	1	0	1
5	Η κολόνια εξατμίζεται και σκορπίζεται στον αέρα.	0	11	1	3
6	Η κολόνια εξατμίζεται και τα μόριά της αναμιγνύονται με τον αέρα.	0	5	0	0
7	Διάφορα.	1	1	5	2
8	Δεν ξέρω./ Δεν απαντώ.	3	0	0	2

Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. βελτιώθηκαν αισθητά από άποψη περιεχομένου, ενώ παρουσιάστηκε μία μικρή αύξηση του αριθμού των μαθητών/ριών που θεωρούν ότι γίνονται αλλαγές στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με άρωμα ανοίξει. Πιο συγκεκριμένα, οι μισοί/ές περίπου μαθητές/ριες απάντησαν ότι η κολόνια εξατμίζεται και πηγαίνει στον αέρα (11/24 παιδιά), ενώ μερικοί/ές ακόμη φαίνεται να κατανόησαν και τη διαδικασία μέσα από

την οποία θα συμβεί αυτό, αφού ανέφεραν ότι η κολόνια εξατμίζεται και τα μόριά της αναμιγνύονται με τον αέρα (5/24 παιδιά). Ωστόσο, υπήρξε ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών που διατήρησαν τις αρχικές εναλλακτικές τους απόψεις (βλ. Πίνακα 17) δηλαδή συνέχισαν να πιστεύουν ότι η κολόνια και η μυρωδιά της είναι δύο διαφορετικά πράγματα (3/24 παιδιά).

Από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Ο.Ε. στο αρχικό ερωτηματολόγιο φάνηκε ότι οι απόψεις των μαθητών/ριών ήταν παρόμοιες με εκείνες των παιδιών της Π.Ο. (βλ. Πίνακα 17). Οι περισσότεροι/ες, δηλαδή, από τους/ις μαθητές/ριες πίστευαν ότι αυτό που αλλάζει είναι η μυρωδιά του αέρα (9/29 παιδιά) χωρίς όμως να κάνουν κάποια άλλη αναφορά σε αλλαγές που έγιναν στη σύνθεσή του, ενώ μερικοί/ές άλλοι/ες φάνηκε να πιστεύουν ότι η μυρωδιά της κολόνιας και η κολόνια είναι δύο διαφορετικά πράγματα (4/29 παιδιά).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, δηλαδή μετά τη διδασκαλία, διαπιστώθηκε μικρή διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών/ριών των Ο.Ε. σε σχέση με τις απαντήσεις που έδωσαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 17), ενώ ελάχιστοι ήταν οι μαθητές/ριες που έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές απαντήσεις (3/29 παιδιά).

Ερώτηση 12

Η δωδέκατη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε σκοπό να δώσει επιπλέον πληροφορίες για το αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται τις αλλαγές που γίνονται στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με άρωμα ανοίξει, δηλαδή εάν αντιλαμβάνονται ότι η εξατμισμένη κολόνια αν και δεν είναι πλέον ορατή, δεν χάνεται (αρχή διατήρησης της ύλης), αλλά διατηρείται με άλλη μορφή διασκορπισμένη στον αέρα. Η διατύπωση της ερώτησης που δόθηκε στα παιδιά ήταν η εξής: *«Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς είναι ο αέρας πριν το άνοιγμα του μπουκαλιού και πώς γίνεται μετά.»*

Από την ανάλυση των σχημάτων της Π.Ο. στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 18) φάνηκε ότι η πλειοψηφία των παιδιών πίστευε ότι ο αέρας υφίσταται κάποιες αλλαγές όταν ανοιχτεί ένα μπουκάλι με κολόνια (20/24 παιδιά), αν και στην αντίστοιχη ερώτηση που αφορούσε το στέγνωμα των βρεγμένων ρούχων (Ερώτηση 10) το 1/3 περίπου των παιδιών εξέφρασε την αντίθετη άποψη (βλ. Πίνακα 15). Οι απεικονίσεις που σχεδίασαν τα παιδιά παρουσίασαν την ύλη ως συνεχή, ενώ κανένα

από αυτά δεν είχε συνειδητοποιήσει τη σωματιδιακή δομή της ύλης. Υπήρξε ωστόσο και ένας αριθμός παιδιών που δεν έδωσε καμία απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα (4/24 παιδιά).

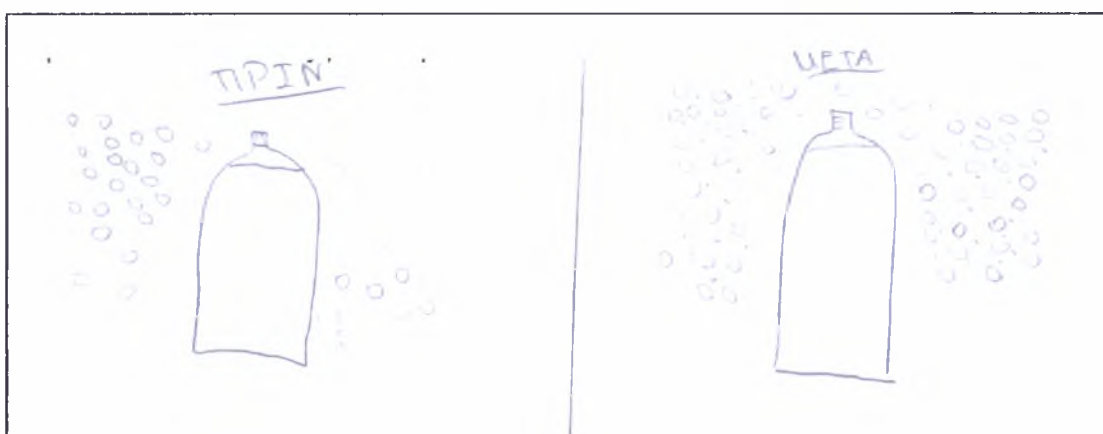
Στο τελικό ερωτηματολόγιο πάνω από τα μισά παιδιά (14/24 παιδιά) έδειξαν να έχουν αναπτύξει κατάλληλες αναπαραστάσεις στο μικροσκοπικό επίπεδο για την ύλη των αερίων σωμάτων (απεικόνισαν την εξατμισμένη κολόνια με μόρια), ενώ ταυτόχρονα παρουσίασαν τα μόρια να διαχέονται στον αέρα. Με τον τρόπο αυτό εξήγησαν ικανοποιητικά το μηχανισμό εξάτμισης της κολόνιας και την έννοια της διάχυσης της εξατμισμένης ουσίας στον αέρα.

Πίνακας 18

Ερώτηση 12: Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς είναι ο αέρας πριν το άνοιγμα του μπουκαλιού και πώς γίνεται μετά.					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Μοριακή αναπαράσταση της ύλης.	0	14	1	1
2	Συνεχής αναπαράσταση της ύλης.	20	8	19	22
3	Μικτές αναπαραστάσεις.	0	2	0	2
4	Καμιά αλλαγή.	0	0	7	2
5	Καμιά ζωγραφιά	4	0	2	2

Από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών των Ο.Ε., στην ίδια ερώτηση, στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. Πίνακα 18) φάνηκε ότι αρχικά το 1/4 περίπου των παιδιών εξέφρασε την άποψη ότι δεν γίνεται καμία αλλαγή στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με κολόνια ανοιχτεί (7/29 παιδιά), σε αντίθεση με τα παιδιά της Π.Ο. που δεν εμφάνισαν παρόμοιες ιδέες/ απόψεις στις απεικονίσεις τους. Ωστόσο οι υπόλοιποι/ες μαθητές/ριες των Ο.Ε. εξέφρασαν απόψεις ανάλογες με εκείνες των συμμαθητών/ριών τους της Π.Ο., δηλαδή σχεδίασαν απεικονίσεις που εμφανίζουν την ύλη ως συνεχή και στατική, ενώ υπήρξε και μία μαθήτρια της ΣΤ΄ τάξης που χρησιμοποίησε το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης για να απεικονίσει την εξατμισμένη κολόνια.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι απαντήσεις των μαθητών/ριών των Ο.Ε. διαφοροποιήθηκαν ελάχιστα από αυτές του αρχικού ερωτηματολογίου (βλ. Πίνακα 18), αφού η πλειοψηφία των παιδιών συνέχισε να εμφανίζει την ύλη ως συνεχή και στατική (22/29 παιδιά). Αυτή πιθανόν να ήταν και μία από τις αιτίες που εμπόδισαν τα παιδιά να κατανοήσουν τη διάχυση της εξατμισμένης κολόνιας στον αέρα, καθώς φάνηκε ότι ένας μικρός αριθμός παιδιών συνέχισε να πιστεύει ότι δεν γίνεται καμία αλλαγή στον αέρα όταν ένα μπουκάλι με κολόνια ανοιχτεί (2/29 παιδιά), ενώ κάποια άλλα συνέχισαν να μην δίνουν καμία απάντηση στο ερώτημα, ακόμη και μετά τη διδασκαλία (2/29 παιδιά).



Σχήμα 4: Σχηματικές αναπαραστάσεις παιδιού της πειραματικής ομάδας, πριν και μετά τη διδασκαλία, για το πώς είναι ο αέρας πριν το άνοιγμα του μπουκαλιού της κολόνιας και πώς γίνεται μετά.

4.5 Ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών γενικά για το φαινόμενο της εξάτμισης

Όπως, έχει διαπιστωθεί από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, οι μαθητές/ριες του Δημοτικού σχολείου παρουσιάζουν μια σειρά από εναλλακτικές αντιλήψεις σχετικά με το μηχανισμό δημιουργίας αλλά και τη διαδικασία εξέλιξης του φαινομένου της εξάτμισης. Έτσι, στόχος της τελευταίας ερώτησης του ερωτηματολογίου (βλ. Παράρτημα 1, ερωτήματα 13 και 13α) ήταν αρχικά να διερευνηθεί εάν οι μαθητές/ριες της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του Δημοτικού σχολείου είχαν ακούσει για το φαινόμενο της εξάτμισης και αν ναι, τι νόμιζαν ότι σημαίνει αυτό και μετά από τη διδασκαλία αν ήταν σε θέση: α) να περιγράψουν/ ορίσουν με ικανοποιητικό τρόπο το φαινόμενο της εξάτμισης, ανεξάρτητα από το είδος και τις ιδιότητες της ουσίας που εξατμίζονταν, β) να εξηγήσουν το φαινόμενο τόσο στο

μακροσκοπικό όσο και στο μικροσκοπικό επίπεδο και γ) να το συνδέουν με καταστάσεις της καθημερινής τους ζωής. Η ερώτηση που δόθηκε στους/ις μαθητές/ριες διατυπώθηκε ως εξής: «Έχεις ακούσει ποτέ την φράση “το φαινόμενο της εξάτμισης”; Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι σημαίνει αυτό.»

Από την μελέτη των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου (βλ. Πίνακα 19) προέκυψε ότι πριν από τη διδακτική παρέμβαση τα μισά περίπου παιδιά της Π.Ο. (13/24 παιδιά) και τα 3/4 περίπου των παιδιών των Ο.Ε. (20/29 παιδιά) δεν είχαν ακούσει ποτέ για το φαινόμενο της εξάτμισης, ενώ τα υπόλοιπα παιδιά και των δύο ομάδων (δηλαδή τα 11/24 παιδιά της Π.Ο. και τα 9/29 παιδιά των Ο.Ε.) απάντησαν θετικά στην ερώτηση.

Πίνακας 19

Ερώτηση 13: Έχεις ακούσει ποτέ την φράση “το φαινόμενο της εξάτμισης”;					
a/a	Κατηγορίες απαντήσεων	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=24	N=24	N=29	N=29
1	Ναι	11	24	9	29
2	Όχι	13	0	20	0

Ωστόσο, όταν τα 11/24 παιδιά της Π.Ο. που είχαν ακούσει τη φράση «το φαινόμενο της εξάτμισης» κλήθηκαν να το εξηγήσουν, διαπιστώθηκε ότι: α) Τα 3/11 παιδιά έδωσαν απαντήσεις με βάση την καθημερινή τους εμπειρία, π.χ. «Όταν αφήνω κάτι ανοιχτό για πολύ ώρα, τότε εξατμίζεται αυτό που έχει μέσα», β) Τα 4/11 παιδιά όρισαν την εξάτμιση ως μετατροπή ενός υγρού σε αέριο, π.χ. «Το νερό γίνεται ατμός, δηλαδή το υγρό γίνεται αέριο», γ) Τα 2/11 παιδιά έδωσαν εναλλακτικές απαντήσεις, συνδέοντας περισσότερο το φαινόμενο με τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων και δ) Τα 2/11 παιδιά δήλωσαν ότι έχουν ακούσει τη φράση «το φαινόμενο της εξάτμισης» χωρίς όμως να το κατανοούν (βλ. Πίνακα 20).

Αντίστοιχα, όταν οι 9/29 μαθητές/ριες των Ο.Ε. που είχαν ακούσει τη φράση «το φαινόμενο της εξάτμισης» κλήθηκαν να το εξηγήσουν, διαπιστώθηκε ότι τα 5/9 παιδιά έδωσαν απαντήσεις με βάση την καθημερινή τους εμπειρία, το 1/9 παιδιά όρισε την εξάτμιση ως μετατροπή ενός υγρού σε αέριο και τα 3/9 παιδιά έδωσαν αόριστες απαντήσεις (βλ. Πίνακα 20).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, σε αντίθεση με το αρχικό, όλοι/ες οι μαθητές/ριες τόσο της Π.Ο. όσο και των Ο.Ε. απάντησαν ότι είχαν ακούσει για το φαινόμενο της εξάτμισης (βλ. Πίνακα 19). Ωστόσο παρατηρήθηκαν μεγάλες διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων ως προς την κατανομή των απαντήσεων, όταν οι μαθητές/ριες κλήθηκαν να ορίσουν το φαινόμενο (βλ. Πίνακα 20).

Πίνακας 20

Ερώτηση 13α: Αν απάντησες ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι σημαίνει αυτό;					
α/α	Κατηγορίες απαντήσεων Οι μαθητές/ριες ορίζουν την εξάτμιση...	Πειραματική ομάδα		Ομάδες ελέγχου	
		Αρχικό	Τελικό	Αρχικό	Τελικό
		N=11	N=24	N=9	N=29
1	Ως εξαφάνιση του νερού.	0	0	0	6
2	Δίνοντας απαντήσεις με βάση την καθημερινή τους εμπειρία.	3	2	5	7
3	Ως μετατροπή ενός υγρού σε αέριο.	4	4	1	5
4	Ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης ενός υγρού σε αέριο, όταν αυτό απορροφά θερμότητα.	0	3	0	6
5	Ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης ενός υγρού σε αέριο μόνο από την ελεύθερη επιφάνειά του.	0	6	0	0
6	Δίνοντας επιστημονικά αποδεκτές και πλήρεις απαντήσεις	0	7	0	0
7	Διάφορα	2	2	3	3
8	Δεν ξέρω	2	0	0	2

Η πλειοψηφία των παιδιών της Π.Ο. έδωσε είτε επιστημονικά αποδεκτές και πλήρεις απαντήσεις είτε απαντήσεις που βρίσκονται πολύ κοντά στο επιστημονικό πρότυπο, έχοντας βελτιώσει ικανοποιητικά τις αρχικές τους απόψεις. Πιο συγκεκριμένα: α) Τα 7/24 παιδιά έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές και πλήρεις απαντήσεις ορίζοντας την εξάτμιση ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης όλων των υγρών (από υγρή σε αέρια) που γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια τους καθώς απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον β) Τα 6/24 παιδιά έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές αλλά ελλιπείς απαντήσεις ορίζοντας την εξάτμιση ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης όλων των υγρών (από υγρή σε αέρια) που γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια τους, χωρίς όμως να κάνουν καμία αναφορά στην θερμότητα που απαιτείται. γ) Τα 3/24 παιδιά έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές αλλά ελλιπείς απαντήσεις, ορίζοντας την εξάτμιση ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης όλων των

υγρών (από υγρή σε αέρια) όταν αυτά απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον, χωρίς όμως να επισημαίνουν ότι αυτό γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια τους. δ) Τα 4/24 παιδιά έδωσαν ελλιπείς απαντήσεις ορίζοντας την εξάτμιση ως μετατροπή όλων των υγρών σε αέρια, χωρίς να δίνουν άλλες εξηγήσεις και ε) Τα 2/24 παιδιά έδωσαν μη ικανοποιητικές απαντήσεις με βάση την καθημερινή τους εμπειρία, ενώ κανένα από τα παιδιά της Π.Ο. δεν έδωσε εναλλακτικές απαντήσεις.

Οι απαντήσεις των παιδιών των Ο.Ε. στο τελικό ερωτηματολόγιο παρουσίασαν αρκετές διαφορές σε σχέση με τις απαντήσεις της Π.Ο. Πιο συγκεκριμένα, κανένα παιδί των Ο.Ε. δεν έδωσε επιστημονικά αποδεκτή και πλήρη απάντηση. Μόνο τα 6/29 παιδιά έδωσαν επιστημονικά αποδεκτές αλλά ελλιπείς απαντήσεις, ορίζοντας την εξάτμιση ως αλλαγή της φυσικής κατάστασης όλων των υγρών (από υγρή σε αέρια) όταν αυτά απορροφούν θερμότητα από το περιβάλλον, χωρίς όμως να επισημαίνουν ότι αυτό γίνεται μόνο από την ελεύθερη επιφάνεια τους, ενώ 5/29 παιδιά έδωσαν ελλιπείς απαντήσεις, ορίζοντας την εξάτμιση μόνο ως μετατροπή όλων των υγρών σε αέρια και 7/29 παιδιά έδωσαν μη ικανοποιητικές απαντήσεις με βάση την καθημερινή τους εμπειρία. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι απαντήσεις 6 παιδιών των Ο.Ε. (κυρίως παιδιά της Ε΄ τάξης) που αν και στο αρχικό ερωτηματολόγιο έδωσαν απαντήσεις πιο κοντά στο επιστημονικό πρότυπο, στο τελικό ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε ένα μήνα μετά τη διδασκαλία, όρισαν την εξάτμιση ως «εξαφάνιση» του νερού, ενώ ακόμη 2/29 παιδιά των Ο.Ε. απάντησαν ότι δεν ξέρουν ή δεν θυμούνται τι ακριβώς είναι αυτό. Το γεγονός αυτό προβληματίζει ιδιαίτερα, γιατί φανερώνει τη σύγχυση απόψεων στην οποία έχει περιέλθει μια αρκετά μεγάλη μερίδα μαθητών/ριών μετά τη διδασκαλία (περίπου το 1/3 των παιδιών), ενώ θα έπρεπε να έχει συμβεί ακριβώς το αντίθετο, δηλαδή οι μαθητές/ριες να έχουν δώσει απαντήσεις πιο επιστημονικές και πιο πλήρεις σε σχέση με τις αρχικές τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που διαμορφώθηκαν με βάση τα αποτελέσματα της έρευνας (αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο), καθώς και προτάσεις για τη βελτίωση της διδασκαλίας και μάθησης σχετικά με το φαινόμενο της εξάτμισης.

Έτσι, από τις απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες των Π.Ο. και των Ο.Ε. στο αρχικό και στο τελικό ερωτηματολόγιο προκύπτει ότι οι μαθητές/ριες της Π.Ο. βελτίωσαν σημαντικά τις απόψεις τους μετά από την εποικοδομητική διδακτική παρέμβαση για το φαινόμενο της εξάτμισης. Σε αντίθεση, οι μαθητές/ριες που παρακολούθησαν παραδοσιακού τύπου διδασκαλία είτε διατήρησαν τις αρχικές τους απόψεις είτε ανέδειξαν νέες εναλλακτικές ιδέες και μόνο ένας μικρός αριθμός μαθητών/ριών βελτίωσε τις απόψεις του.

Πιο συγκεκριμένα, πριν από τη διδακτική παρέμβαση πολλοί/ές από τους/ις μαθητές/ριες των Π.Ο. φαίνεται ότι αγνοούσαν το φαινόμενο της εξάτμισης, ενώ οι υπόλοιποι δεν αντιλαμβάνονταν ότι η εξατμισμένη ουσία διατηρείται αλλάζοντας απλώς μορφή και θεωρούσαν ότι το νερό είτε εξαφανίζεται, είτε απορροφάται από κάποιο αντικείμενο (π.χ. το έδαφος, τα ρούχα, τον ήλιο, κλπ.), είτε ότι η εξάτμιση είναι ταυτόσημη της μηχανικής αποστράγγισης, ενώ δε συνέδεαν το φαινόμενο με την εξάτμιση άλλων υγρών εκτός του νερού και με το πώς μυρίζουμε διάφορες μυρωδιές, επαληθεύοντας την 1^η υπόθεση της έρευνας. Ακόμη, είχαν ασαφή εικόνα για τον αέρα και δεν κατανοούσαν ότι είναι ο τελικός αποδέκτης των εξατμισμένων υγρών, ούτε συνέδεαν το φαινόμενο με διάφορες καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, τα σχέδια των μαθητών/ριών έδειξαν ότι δεν είχαν αναπτύξει αναπαραστάσεις της μικροσκοπικής δομής της ύλης.

Μετά την εποικοδομητική διδακτική παρέμβαση, οι απαντήσεις των μαθητών/ριών της Π.Ο. έδειξαν ότι ένας ικανοποιητικός αριθμός μαθητών/ριών κατανόησε το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού, τους παράγοντες που το επηρεάζουν και το πώς αυτό εξελίσσεται, αναδόμησε τις αρχικές εναλλακτικές του ιδέες και οικοδόμησε νέες

πιο κοντά στο επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο, επαληθεύοντας την 2^η υπόθεση της έρευνας. Ακόμη, κατανόησε ότι το φαινόμενο αυτό δεν αφορά μόνο το νερό αλλά όλα τα υγρά και το συνέδεσε με αρκετές καταστάσεις και φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Επιπλέον, τα σχέδια των μαθητών/ριών έδειξαν ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές ανέπτυξαν κατάλληλες αναπαραστάσεις για τη σωματιδιακή δομή της ύλης και ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν το απλό σωματιδιακό μοντέλο για να περιγράψουν και να εξηγήσουν διάφορες μεταβολές που συμβαίνουν στο περιβάλλον, όπως π.χ. το στέγνωμα των ρούχων, σε αντίθεση με τους/ις μαθητές/ριες των Ο.Ε. που δεν φαίνεται να κατανόησαν τη σωματιδιακή δομή της ύλης.

Ωστόσο, αναδείχτηκε η δυσκολία των μαθητών/ριών και των δύο ομάδων να συνδέσουν το φαινόμενο της εξάτμισης με το πώς μυρίζουμε την κολόνια και κατ' επέκταση και άλλες ουσίες, από απόσταση. Η δυσκολία αυτή πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι οι μαθητές/ριες χρειάζονται περισσότερα παραδείγματα και σχετικές δραστηριότητες για να γενικευτεί η λειτουργία του σωματιδιακού μοντέλου και να εφαρμοστεί σε περισσότερες περιπτώσεις.

Η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων της Π.Ο. για το φαινόμενο της εξάτμισης, σε αντίθεση με τις Ο.Ε. (επαλήθευση της 3^{ης} υπόθεσης της έρευνας), μπορεί να συνδεθεί με το νέο μαθησιακό περιβάλλον, εποικοδομητικού και συνεργατικού τύπου, που διαμορφώθηκε στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, αλλά και με το νέο αναλυτικό πρόγραμμα που προέβλεπε τη χρήση μοντέλων κατά τη διδασκαλία. Το νέο αυτό μαθησιακό περιβάλλον ήταν μαθητοκεντρικό, έθετε δηλαδή το/η μαθητή/ρια στο επίκεντρο της διδακτικής πράξης, λάμβανε υπόψη τις αρχικές ιδέες των παιδιών για τα φαινόμενα που μελετήθηκαν και έδινε ιδιαίτερη έμφαση στην κοινωνική διάσταση οικοδόμησης της νέας γνώσης, ενισχύοντας παράλληλα την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/ριών σε νέες μαθησιακές δραστηριότητες. Επιπλέον, τα αποτελέσματα της έρευνας ενίσχυσαν την άποψη ότι η κατάλληλη διδακτική αξιοποίηση επιστημονικών μοντέλων και μοντελοποίησης μπορεί να συμβάλλει στη βελτίωση της μάθησης και κατανόησης εννοιών και φαινομένων των Φυσικών Επιστημών.

Από τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας προέκυψαν ενδιαφέροντα στοιχεία που μπορούν να καθοδηγήσουν τη διδακτική πράξη, τόσο σχετικά με τη βελτίωση της

διδασκαλίας εννοιών των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό σχολείο, όπως π.χ. του φαινομένου της εξάτμισης, όσο και με τη βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών και κατ' επέκταση της διδακτικής πράξης γενικότερα στο Δημοτικό σχολείο, έτσι ώστε να έχουμε καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στο φαινόμενο της εξάτμισης, τα αποτελέσματα της έρευνας ανέδειξαν ένα μεγάλο αριθμό εναλλακτικών ιδεών των Ελλήνων/ίδων μαθητών/ριών γύρω από το φαινόμενο αυτό που μπορούν να βοηθήσουν τους/ις εκπαιδευτικούς να εντοπίσουν και να προσδιορίσουν τους παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας κατάλληλης διδακτικής στρατηγικής για το φαινόμενο της εξάτμισης, έτσι ώστε η έννοια αυτή να γίνει κατανοητή από τους/ις μαθητές/ριες και να επιτευχθεί εννοιολογική αλλαγή. Ειδικότερα, κατέστη φανερό από όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, ότι προκειμένου να επιτευχθούν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα, σε σχέση με το παραπάνω φαινόμενο και την ηλικία των μαθητών/ριών (τελευταίες τάξεις του Δημοτικού σχολείου), απαιτείται αρχικά η οικοδόμηση βασικών εννοιών από τα παιδιά, όπως είναι η κατανόηση της ύπαρξης του αέρα και της αέριας φάσης γενικότερα, της αλλαγής της φυσικής κατάστασης των σωμάτων, της αρχής διατήρησης της ύλης και πιθανόν της έννοιας της ουσίας. Καθοριστικό ρόλο σε όλα τα παραπάνω έπαιξε η κατανόηση της σωματιδιακής φύσης των υγρών και των αερίων σωμάτων, που σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας φάνηκε να είναι αναγκαία προϋπόθεση για την κατανόηση και ερμηνεία των φαινομένων που μελετήθηκαν.

Ακόμη, έγινε φανερό ότι οι μαθητές/ριες και των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) κατανόησαν σε μεγαλύτερο βαθμό τη διατήρηση της εξατμισμένης κολόνιας σε σχέση με τη διατήρηση του εξατμισμένου νερού, λόγω της ιδιότητας της κολόνιας να μυρίζει έντονα και να γίνεται αισθητή στον αέρα, ακόμη κι όταν δεν είναι πλέον ορατή. Για το λόγο αυτό προτείνεται η χρήση του παραδείγματος της κολόνιας στη διδασκαλία του φαινομένου της εξάτμισης, καθώς φαίνεται ότι μπορεί να συμβάλλει στην εμπέδωση της αντίληψης ότι η εξατμισμένη ουσία δεν χάνεται κατά την εξάτμιση, αλλά διατηρείται σε άλλη μορφή.

Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην επίτευξη καλύτερων μαθησιακών αποτελεσμάτων στην Π.Ο. φαίνεται να έπαιξε το γεγονός ότι το φαινόμενο της εξάτμισης

αντιμετωπίστηκε διδακτικά στο πλαίσιο της συστημικής προσέγγισης της διδασκαλίας, δηλαδή η έννοια της εξατμίσης προσεγγίστηκε ως ένα σύστημα εννοιών που αλληλεπιδρούν στη διαμόρφωση του φαινομένου κι όχι ως ένα ενιαίο φαινόμενο ανεξάρτητο από το περιβάλλον μέσα στο οποίο δημιουργείται και εξελίσσεται. Έτσι, παράλληλα με τη διερεύνηση των αλλαγών που προκαλούνταν στην ουσία που εξατμίζονταν (νερό ή κολόνια), εξετάζονταν και οι αλλαγές που προκαλούσε η εξατμιζόμενη ουσία στον αέρα, έτσι ώστε οι μαθητές/ριες να αποκτούν μια συνολική εικόνα της πορείας του φαινομένου, δηλαδή να αντιλαμβάνονται από πού φεύγει το εξατμισμένο σώμα και πού πηγαίνει.

Όσον αφορά στη βελτίωση της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, έτσι ώστε οι μαθητές/ριες να αποκτούν ουσιαστική κατανόηση των εννοιών και φαινομένων που διδάσκονται, από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές/ριες που συμμετείχαν στις Ο.Ε. δεν άλλαξαν/ βελτίωσαν τις αρχικές εναλλακτικές τους ιδέες μετά την παραδοσιακή διδασκαλία, στα θέματα στα οποία μελετήθηκαν. Αντίθετα, τα παιδιά που συμμετείχαν στις Π.Ο., μετά την αλλαγή που έγινε στο μαθησιακό περιβάλλον της τάξης, έδειξαν ότι σε ικανοποιητικό βαθμό οικοδόμησαν τις έννοιες που διδάχτηκαν κι ότι αρκετά από αυτά ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν τη γνώση που κατέκτησαν για να εξηγήσουν νέες έννοιες και φαινόμενα της καθημερινής τους ζωής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε ορισμένες διαπιστώσεις και κατ' επέκταση σε κάποιες προτάσεις για τη βελτίωση της διδασκαλίας και γενικότερα της μάθησης των Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό σχολείο, που μπορούν να συνοψιστούν στα παρακάτω.

Είναι φανερό η ανάγκη αλλαγής του σημερινού πλαισίου με ένα νέο που θα στοχεύει στο πέρασμα από το δασκαλοκεντρικό μοντέλο σε ένα μαθητοκεντρικό, στο οποίο ο/η μαθητής/ρια θα βρίσκεται στο επίκεντρο της διδακτικής πράξης κι ο/η δάσκαλος/α θα είναι ο/η διευκολυντής/ρια της γνώσης, που λαμβάνοντας υπόψη του/ης τις αρχικές ιδέες των παιδιών και την κοινωνική διάσταση οικοδόμησης της νέας γνώσης, θα παρέχει τις απαραίτητες οδηγίες και διευκρινήσεις έτσι ώστε οι μαθητές/ριες ανάλογα με το είδος και τη φύση της δραστηριότητας να οικοδομούν τα δικά τους νοήματα, έχοντας ως αφετηρία τις δικές τους απόψεις.

Τέλος, όπως προέκυψε από τα αποτελέσματα της έρευνας που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της αξιολόγησης της διδακτικής παρέμβασης, απαραίτητες φαίνεται να είναι και οι αλλαγές στο Αναλυτικό Πρόγραμμα των Φυσικών Επιστημών του Δημοτικού σχολείου. Το εκπαιδευτικό υλικό, που δημιουργήθηκε για το φαινόμενο της εξάτμισης και περιγράφηκε πιο πάνω, αποτελεί μία πρόταση για τη διδασκαλία του φαινομένου στην Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη του Δημοτικού σχολείου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αυτούσιο είτε αποσπασματικά από εν ενεργεία εκπαιδευτικούς, δεδομένου ότι αξιολογήθηκε σε συνθήκες πραγματικής τάξης δημόσιων Ελληνικών σχολείων και οι στόχοι του είναι εναρμονισμένοι με τους στόχους του επίσημου Αναλυτικού Προγράμματος του ΥΠΕΠΘ.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση

- Andersson, B. (1990). Pupil's conceptions of matter and its transformations (age 12 – 16). *Studies in Science Education*, 18, 53 – 85.
- Aristotle (1955). Meteorologica. In *The Works of Aristotle*, Book 1, Chs 9 and 10. Oxford: Clarendon Press.
- Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful, Verbal Learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. (1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York: Reinhart.
- Bar, V. (1987). Comparison of the development of ratio concepts in two domains. *Science Education*, 71(4), 599 – 613.
- Bar, V., & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16(2), 157 – 174.
- Bar, V. & Travis, A. S. (1991). Children's views concerning phase changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363 – 382.
- Bachelard, G. (1938/1983). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris: de Vrin.
- Bishop, A. (1985). "The Social Construction of Meaning-A significant Development for Mathematics Education?" *For the Learning of Mathematics*, 5(1), 24 – 28.
- Carr, A., Jonassen, D., Litzinger, M.E., Marra, R. (1998). Good ideas to foment Educational revolution: the role of systemic change in advancing situated learning, constructivism, and feminist pedagogy. *Educational Technology*, January – February 1998, 5 – 15.
- Chang, J. (1999). Teachers college students' conceptions about evaporation, condensation, and boiling. *Science Education*, 83(5), 511 – 526.
- Cohen, E. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1 – 35.
- Delacôte, G. (1996). *Savoir Apprendre. Les nouvelles Méthodes*. Paris: Odile Jacob.
- Dewey J. (1916). *Democracy and education*. New York: Macmillan.
- Dewey J. (1929). *My pedagogical creed*. Washington, DC: Progressive Education Association.
- Dewey J. (1938). *Experience and education*. New York: Macmillan.
- Driver R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Open

- University Press. Philadelphia : Milton Keynes.
- Driver, R. & Oldham, V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development. *Studies in Science Education*, 13.
- Driver, R. & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, 67, 443 – 456.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, e. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5 – 12.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood - Robinson V. (2000). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών : Μια Παγκόσμια Σύνοψη των Ιδεών των Μαθητών*. Αθήνα : τυπωθήτω (Γιώργος Δάρδανος).
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481 – 490.
- Duit, R. & Treagust, D. (1998). Learning in science: from behaviourism towards social constructivism and beyond. In B. J. Fraser and K. G. Tobin (Eds.) *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3 – 25.
- Faure, G. & Lascar, S. (2001). *Το Θεατρικό Παιχνίδι*. Αθήνα: Gutenberg.
- Giordan, A. de Vecchi, (1987). *Les origines du savoir*. Paris : Delachaux et Niestle.
- Harlen, W. (1992). *The Teaching of Science*. London: Fulton Publishers.
- Harty, S. (1993). Project 2061: Systemic Reform of K – 12 Education of Science Literacy, *Journal of Science Education and Technology*, 2(3), 505 – 507.
- Hatzinikita, V. & Koulaidis, V. (1997). Pupil's ideas on conservation during changes in the state of water. *Research in Science & Technological Education*, 15(1), 53 – 70.
- Inbody, D. (1963). Children's understanding of natural phenomena. *Science Education*, 47(3), 270 – 281.
- Johnson, P. M. , Gott, R. (1996). Constructivism and evidence from children' s ideas. *Science Education*, 80, 561 – 577.
- Johnson, P. M. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 2: Evaporation and condensation below boiling point. *International Journal of Science Education*, 20(6), 695 – 709.
- Lazarowitz & Hertz – Lazarowitz (1998). *Cooperative learning in the science Curriculum*, in B. Fraser & K. Tobin (Eds) *International Handbook of Science Education*, G. B.: Kluwer Academic Publishers, pp 449 – 469.

- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning and Values*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Company.
- Marinopoulos, D. & Stavridou, E. (2002). The influence of a collaborative learning environment on primary students' conceptions about acid rain. *Journal of Biological Education*, 37(1), 18 – 24.
- Mercer, N. (1998). *The Guided Construction of Knowledge*. Multilingual Matters Ltd, 1998.
- Newton, P., Osborne, R. J. & Driver R. (1999). The place of argumentation in the Pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553 – 576.
- Novak, J. D. (1977). An alternative for Piagetian Psychology for science and mathematics education. *Science Education*, 61(4), 453 – 477.
- Novak, J. D. (1984). Application of advances in learning theory and philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 27, 947 – 949.
- Novak, J. D. (1988). Learning Science and the Science of learning. *Studies in Science Education*, 15.
- Novak, J. D. (1993). Human Constructivism: A Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, 167 – 193.
- Osborne, R. J., Cosgrove, M. M. (1983). Children' s conceptions of the changes of state of the water. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(9), 825 – 838.
- Osborne, R. J., Bell, B. F. and Gilbert, J. K. (1983). Science teaching and children's views of the world. *European Journal of Science Education*, 5, 1 – 14.
- Osborne, R. J., Freyberg, P. (1985). *Learning in science. The implications of children's science*. Hong Kong : Heineman Publishers.
- Piaget, J. (1962). *Play, dreams and imitation in early childhood*. New York, NY: Norton.
- Piaget, J. (1972). *The Child's Conception of Physical Causality* (pp. 3 – 31). Totowa, NJ: Littlefield, Adams.
- Rahayu, S. & Tytler, R. (1999). Progression of primary school children's conception of burning: toward an understanding of the concept of substance. *Research in Science Education*, 29, 295 – 312.
- Roth, W. M. (1995). *Authentic school science*. Netherlands: Kluwer Academic

Publishers.

- Russel, T., Harlen, W., & Watt, D. (1989). Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education*, 11, 566 – 576.
- Russel, T. & Watt, D. (1990). *Primary SPACE Project Research Report: Evaporation and Condensation*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Shuell, T. (1987). Cognitive Psychology and Conceptual Change: Implication for Teaching Science. *Science Education*, 71.
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupil's understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63 – 82.
- Sutton, C. (1992/2002). *Οι Λέξεις, οι Φυσικές Επιστήμες και η Μάθηση*. επιμ. Π. Κόκοτας, μτφρ: Μιχαήλ Ν. Κασούτας, Δημήτριος Π. Λαθούρης, , Αθήνα: τυπωθήτω (Γιώργος Δάρδανος).
- Thompson, B. (1985). Experience, problem solving and learning mathematics: Considerations in developing mathematics curricula. In Silver E.A. (ed.): *Teaching and Learning mathematical problem solving: Multiple research Perspectives*. Hillsdale N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Treagust, D. (1986). Evaluating students' misconceptions by means of diagnostic Multiple choice items. *Research in Science Education*, 16, 199 – 207.
- Tytler, R. & Peterson, S. (2004). Young Children Learning about Evaporation: A Longitudinal Perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics, & Technology*, 4(1), 111 – 126.
- Tytler, R. (2000). A comparison of Year 1 and Year 6 student's conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, 22(5), 447 – 467.
- Valanides, N. (2000). Primary student teacher's understanding of the process and effects of distillation. *Chemistry Education: Research and practice in Europe*, 1(3), 355 – 364.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wertsch, J. (1991). *Voices of the Mind: A Sociocultural Approach to Mediated Action*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wheatley, G. (1991). Constructivist Perspectives in Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75.

West, L., Pines, L. (1985). *Cognitive structure and conceptual change*. London : Academic Press.

Z'arour, G. I. (1976). Interpretation of natural phenomena by Lebanese school children. *Science Education*, 60(2), 277 – 287.

Ελληνόγλωσση

Άλκηστις (1998). *Το Βιβλίο της Δραματοποίησης* (Γ' έκδοση). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Κόκοτας, Β. Π. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα : Γρηγόρη.

Κόκοτας, Β. Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Μέρος II): Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα : Γρηγόρη.

Κόκοτας, Π. & Πήλιουρας, Π. (2003). Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών σε ένα συνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 4, 14 – 23.

Σολομωνίδου, Χ., Σταυρίδου, Ε., (1994). Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία: δυνατότητες και προοπτικές για την επίλυση προβλημάτων της εκπαίδευσης. *Επιθεώρηση Φυσικής*, 24, 19 – 29.

Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Αθήνα: Σαββάλας.

Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μία εφαρμογή στο Δημοτικό Σχολείο*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας.

Σταυρίδου, Ε., Σολομωνίδου, Χ. (1998). *Έννοιες Φυσικών Επιστημών I : Πανεπιστημιακές Παραδόσεις για τους φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας*. Βόλος : Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ψύλλος, Δ., Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π. (1993). Εποικοδόμηση της Γνώσης στην Τάξη με Συνέρευνα Δασκάλου και μαθητή. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 70.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

για

το φαινόμενο της εξάτμισης

ΑΡΧΙΚΟ – ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

Όνοματεπώνυμο: ----- Σχολείο: -----

Τάξη: ----- Ημερομηνία: Βόλος, ----- / ----- / -----

Αγαπητέ φίλε μαθητή/ Αγαπητή φίλη μαθήτρια, σε παρακαλώ να συμπληρώσεις το ερωτηματολόγιο που κρατάς στα χέρια σου. Οι απαντήσεις σου δεν θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των γνώσεών σου ούτε για τη βαθμολογία σου. Θα μας βοηθήσουν όμως σημαντικά στο να γνωρίσουμε τις απόψεις σου για φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας, ώστε να γίνει το μάθημα «Ερευνώ τον Φυσικό κόσμο» πιο αποτελεσματικό και πιο ευχάριστο για σένα.

1. Φεύγεις ένα ταξίδι με τους γονείς σου για μερικές ημέρες και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού θυμάσαι ότι ξέχασες ένα ποτήρι γεμάτο με νερό στο παράθυρο του δωματίου σου. Όταν επιστρέψεις στο σπίτι τι νομίζεις ότι θα παρατηρήσεις στο ποτήρι; Σημείωσε την απάντηση που θεωρείς σωστή.

- Η στάθμη του νερού παρέμεινε η ίδια.
- Η στάθμη του νερού κατέβηκε.
- Η στάθμη του νερού ανέβηκε.

2. Αν το πρώτο ποτήρι δείχνει την ποσότητα του νερού που υπήρχε πριν φύγεις για το ταξίδι, μπορείς να σχεδιάσεις στο διπλανό ποτήρι μέχρι πού θα φτάνει το νερό όταν επιστρέψεις στο σπίτι μετά από λίγες ημέρες;



2α. Γιατί πιστεύεις ότι θα συμβεί αυτό; Δικαιολόγησε με λίγα λόγια την απάντησή σου.

3. Η μαμά ή ο μπαμπάς απλώνουν συνήθως στο μπαλκόνι τα βρεγμένα ρούχα για να στεγνώσουν. Κατά τη γνώμη σου τι νομίζεις ότι γίνεται και στεγνώνουν τα ρούχα;

3α. Τι πιστεύεις ότι έγινε το νερό που υπήρχε στα ρούχα;

4. Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις τι συμβαίνει στο νερό, καθώς τα ρούχα στεγνώνουν;

5. Ο αδερφός ή η αδερφή σου έριξε στο πάτωμα της κουζίνας λίγο νερό και δεν βρίσκεις χαρτί ή σφουγγαρίστρα για να το μαζέψεις. Μπορείς να κάνεις κάτι για να φύγει το νερό από το πάτωμα;

5α. Πού νομίζεις ότι πήγε το νερό;

6. Στο διπλανό δωμάτιο κάποιος ή κάποια βάζει λίγη κολώνια. Εσύ το καταλαβαίνεις χωρίς να τον/την δεις και ενώ δεν βρίσκεσαι εκεί. Πώς νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;

7. Κάνε ένα σχέδιο για να εξηγήσεις τι νομίζεις ότι έγινε στην παραπάνω περίπτωση και μπόρεσες να μυρίσεις την κολώνια, αν και βρισκόσουν σε απόσταση από αυτόν/αυτήν που την έβαλε.

8. Τι είναι για σένα ο αέρας;

8α. Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας.

9. Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν τα βρεγμένα ρούχα που απλώνουμε στο μπαλκόνι ή στην ταράτσα στεγνώνουν;

Ναι

Όχι

9α. Αν ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.

10. Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς νομίζεις ότι είναι ο αέρας όταν απλώνουμε τα βρεγμένα ρούχα και πώς πιστεύεις ότι γίνεται μετά όσο τα ρούχα στεγνώνουν.

11. Γίνεται κάποια αλλαγή στον αέρα όταν ανοίγεις ένα μπουκάλι με άρωμα και η μυρωδιά του φτάνει σε σένα αν και βρίσκεσαι σε απόσταση;

Ναι

Όχι

11α. Αν ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι είναι αυτό που αλλάζει.

12. Κάνε μία ζωγραφιά, για να δείξεις πώς είναι ο αέρας πριν το άνοιγμα του μπουκαλιού και πώς γίνεται μετά.

13. Έχεις ακούσει ποτέ την φράση «το φαινόμενο της εξάτμισης»;

Ναι

Όχι

13α. Αν ναι, γράψε με λίγα λόγια τι νομίζεις ότι αυτό σημαίνει.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2

Φυλλάδια εργασίας μαθητών/ριών

για

το φαινόμενο της εξάτμισης

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1

Όνοματεπώνυμο: ----- Σχολείο: -----

Τάξη: ----- Ημερομηνία: Βόλος, ----- / ----- / -----

1^η Δραστηριότητα: Φεύγεις ένα ταξίδι με τους γονείς σου για πέντε ημέρες και κατά τη διάρκεια του ταξιδιού θυμάσαι ότι ξέχασες ένα ποτήρι γεμάτο με νερό στο παράθυρο του δωματίου σου. Όταν επιστρέψεις στο σπίτι τι νομίζεις ότι θα παρατηρήσεις στο ποτήρι; Σημείωσε την απάντηση που θεωρείς σωστή.

Η στάθμη του νερού παρέμεινε η ίδια.

Η στάθμη του νερού κατέβηκε.

Η στάθμη του νερού ανέβηκε.

2η Δραστηριότητα: Πιστεύεις ότι το αποτέλεσμα θα ήταν το ίδιο αν ο καιρός ήταν ηλιόλουστος ή συννεφιασμένος;

Ναι

Όχι

Αν όχι, τι νομίζεις ότι θα άλλαζε.

3η Δραστηριότητα: Αν το πρώτο ποτήρι δείχνει την ποσότητα του νερού που υπήρχε πριν φύγεις για το ταξίδι, σημείωσε στα διπλανά ποτήρια μέχρι πού θα φτάνει το νερό όταν επιστρέψεις στο σπίτι μετά από πέντε ημέρες, όταν ο καιρός είναι ηλιόλουστος και όταν είναι συννεφιασμένος;

Πριν το ταξίδι

Με ηλιόλουστο καιρό

Με συννεφιασμένο καιρό



Γιατί πιστεύεις ότι θα συμβεί αυτό; Δικαιολόγησε με λίγα λόγια την απάντησή σου.

4^η Δραστηριότητα: Για να διαπιστώσετε και μόνοι/ες σας τι θα συμβεί σε ένα ποτήρι γεμάτο νερό που ξεχάσαμε στο παράθυρο, κάντε το παρακάτω πείραμα μέσα στην τάξη σας.

Υλικά που θα χρειαστείτε:

- Δύο ογκομετρικοί σωλήνες
- Νερό

Οδηγίες:

1. Γράψτε την σημερινή ημερομηνία.
2. Γεμίστε και τους δύο ογκομετρικούς σωλήνες μέχρι την ένδειξη 200 ml.
3. Τοποθετήστε τον ένα ογκομετρικό σωλήνα σε ένα παράθυρο που το βλέπει ο ήλιος και τον άλλο σε ένα σκιερό παράθυρο.
4. Σημειώστε καθημερινά τις παρατηρήσεις σας, **ατομικά** ο/η καθένας/μια σας, για το πού βρίσκεται η στάθμη του νερού στον κάθε σωλήνα, για τις επόμενες πέντε ημέρες.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

<u>ΗΜΕΡΕΣ</u>	<u>ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ</u>	<u>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ</u>	
		<u>Κούπα στον ήλιο</u>	<u>Κούπα στη σκιά</u>
<u>Έναρξη</u> <u>Πειράματος</u>			
<u>1η ημέρα</u> <u>παρατήρησης</u>			
<u>2η ημέρα</u> <u>παρατήρησης</u>			
<u>3η ημέρα</u> <u>παρατήρησης</u>			
<u>4η ημέρα</u> <u>παρατήρησης</u>			
<u>5η ημέρα</u> <u>παρατήρησης</u>			

➤ Τι παρατηρείς;

➤ Ποιο είναι το αποτέλεσμα στους δύο σωλήνες;

➤ Γιατί νομίζεις ότι συνέβη αυτό;

➤ Πού νομίζεις ότι πήγε το νερό;

Σημείωση: Αν μεσολαβεί Σαββατοκύριακο, σημείωσε τις παρατηρήσεις της Δευτέρας αμέσως μετά από τις παρατηρήσεις της Παρασκευής και θεώρησέ την ως επόμενη ημέρα παρατήρησης.

5^η Δραστηριότητα: Ανακοινώστε τις παρατηρήσεις σας στην ομάδα και αφού συζητήσετε με τα υπόλοιπα μέλη γράψτε τα συμπεράσματά σας για το φαινόμενο που παρατηρήσατε..

6^η Δραστηριότητα: Πώς ονομάζουμε το φαινόμενο που παρατηρήσατε;

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2

Όνοματεπώνυμο: ----- Σχολείο: -----

Τάξη: ----- Ημερομηνία: Βόλος, ----- / ----- / -----

Δραστηριότητες

1^η Δραστηριότητα : Βρέξτε την μία παλάμη σας με νερό και ακουμπήστε την πάνω στον πίνακα της τάξης σας έτσι ώστε να βγουν πάνω του τα αποτυπώματα. Στη συνέχεια, με τους/ις υπόλοιπους/ες συμμαθητές/ριες σας, επινοείστε διάφορες μεθόδους για να εξαφανίσετε τα αποτυπώματα αυτά, χωρίς όμως να τα αγγίξετε. Σημειώστε ποιες μεθόδους χρησιμοποιήσατε και ποια ήταν η πιο αποτελεσματική απ' όλες;

2^η Δραστηριότητα : Πώς ερμηνεύετε αυτό που συνέβη;

3^η Δραστηριότητα: Κάντε τα παρακάτω πειράματα σε ομάδες των δύο ατόμων, για να διαπιστώσετε ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την εξάτμιση του.

Υλικά που θα χρειαστείτε:

- σταγονόμετρο
- ένα φακό μπαταρίας
- ένα ανεμιστηράκι
- νερό

1^ο Πείραμα (Οδηγίες):

- Με το σταγονόμετρο ρίξτε από μία σταγόνα νερού σε κάθε άκρη του θρανίου σας.
- Πάνω από τη μία σταγόνα, σε μικρή απόσταση, κρατήστε τον φακό αναμμένο προς τη σταγόνα.

➤ Τι παρατηρείτε; Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτό;

2^ο Πείραμα (Οδηγίες):

1. Με το σταγονόμετρο ρίξτε και πάλι από μία σταγόνα νερού σε κάθε άκρη του θρανίου σας.
2. Τοποθετήστε το ανεμιστηράκι στο θρανίο σας, έτσι ώστε να φυσά προς τη μία σταγόνα.

➤ Τι παρατηρείτε; Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτό;

3^ο Πείραμα (Οδηγίες):

1. Με το σταγονόμετρο ρίξτε και πάλι από μία σταγόνα νερού σε κάθε άκρη του θρανίου σας.
2. Με την άκρη του σταγονόμετρου «απλώστε» τη μία σταγόνα έτσι ώστε να είναι η επιφάνειά της μεγαλύτερη.
3. Παρατηρήστε τις σταγόνες για μερικά λεπτά.

- Τι παρατηρείτε; Πού νομίζετε ότι οφείλεται αυτό;

- Τι συμπέρασμα βγάξετε από τα τρία παραπάνω πειράματα για τους παράγοντες που επηρεάζουν την εξάτμιση;

4^η Δραστηριότητα: Η μητέρα ή ο πατέρας σας ζητά πριν φύγει για τη δουλειά να απλώσετε τα ρούχα που μόλις έχει πλύνει το πλυντήριο. Πού νομίζετε ότι πρέπει να τα απλώσετε και με ποιο τρόπο έτσι ώστε να στεγνώσουν πιο γρήγορα; Συζητήστε με τον/ην συμμαθητή/ρια σας και περιγράψτε τις κινήσεις σας με λίγα λόγια.

5^η Δραστηριότητα: Έχετε παρατηρήσει άλλα πράγματα που στεγνώνουν; Πώς νομίζετε ότι αυτό συμβαίνει; Συζητήστε με την ομάδα σας τις εμπειρίες και τις απόψεις σας, καταγράψτε δύο τουλάχιστον περιπτώσεις και στη συνέχεια περιγράψτε με λίγα λόγια τη διαδικασία.

6^η Δραστηριότητα (Ατομική εργασία): Τι νομίζετε ότι συμβαίνει στο νερό όταν εξατμίζεται; Καταγράψτε τις ιδέες σας.

7^η Δραστηριότητα: Για να καταλάβετε καλύτερα τι συμβαίνει στο νερό όταν εξατμίζεται, προσπαθήστε να φανταστείτε τι συμβαίνει στα μόρια του πριν και μετά την εξάτμιση. Για να γίνει αυτό πιο εύκολο χρησιμοποιήστε το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.» ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

1. Ανοίξτε τον υπολογιστή σας και από την ΕΝΑΡΞΗ κατευθυνθείτε στα ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ.
2. Βρείτε το «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.» κάντε αριστερό κλικ και μπειτε στην εφαρμογή.
3. Κάντε αριστερό κλικ στην πόρτα του Γυμνασίου και πατώντας το δεξί βέλος στο επάνω αριστερό μέρος της οθόνης κατευθυνθείτε στο εργαστήριο της Θερμότητας.
4. Κάντε αριστερό κλικ στην πόρτα του εργαστηρίου και επιλέξτε την ενότητα «Αλλαγή φυσικής κατάστασης».
5. Εκτελέστε το πείραμα κατεβάζοντας πάνω στον πάγκο με αριστερό κλικ τον λύχνο και το δοχείο του νερού.
6. Ανάψτε το λύχνο με όποια ένταση θέλετε, επιλέγοντας το με δεξί κλικ πάνω στο λύχνο και στη συνέχεια με αριστερό κλικ στη φλόγα.
7. Παρατηρήστε την αλλαγή της στάθμης του νερού όσο αυτό θερμαίνεται.
8. Παράλληλα, κάντε αριστερό κλικ πάνω στη λέξη μοντέλα και επιλέξτε αρχικά το υγρό και αργότερα το αέριο.
9. Παρατηρήστε, κάνοντας αριστερό κλικ πάνω στα κουμπιά «κρύο», «ζεστό», «πολύ ζεστό», τι συμβαίνει στα μόρια του νερού στην υγρή και στην αέρια κατάσταση.

➤ Τι παρατηρείτε; Τι αλλάζει στα μόρια του νερού καθώς αυτά θερμαίνονται;

- Ποια διαφορά παρατηρείτε στα μόρια του νερού όταν το νερό βρίσκεται στην υγρή κατάσταση και όταν βρίσκεται στην αέρια;

- Ζωγραφίστε τα μόρια του νερού όταν αυτό βρίσκεται σε ένα ποτήρι.



- Μπορείτε να ζωγραφίσετε τα μόρια του νερού όταν αυτό εξατμίζεται;

- Τι νομίζετε ότι μπορεί να συμβαίνει στα μόρια που περιέχονται στις σταγόνες του νερού τη στιγμή της αλλαγής από την υγρή κατάσταση στην αέρια;

8^η Δραστηριότητα (Θεατρικό παιχνίδι); Στο θεατρικό παιχνίδι παίρνει μέρος ολόκληρη η τάξη. Τα παιδιά αναπαριστούν τα μόρια του νερού που κινούνται με μικρή ταχύτητα μέσα σε ένα οριοθετημένο με σκοινί χώρο που παριστάνει το δοχείο. Το σκοινί σχηματίζει Π ώστε η μία πλευρά να είναι η ανοιχτή επιφάνεια του δοχείου. Η δραστηριότητα μπορεί να γίνει μέσα ή έξω από την τάξη, εάν ο καιρός το επιτρέπει. Το ρόλο της θερμότητας παίζει ένα ταμπούρλο. Όσο πιο γρήγορα χτυπάει το ταμπούρλο τόσο αυξάνεται η θέρμανση του δοχείου και επομένως μεγαλώνει η

ταχύτητα της κίνησης των παιδιών. Κάποια στιγμή, όταν η ένταση έχει ανέβει αρκετά, κάποια παιδιά αρχίζουν να ξεφεύγουν από την ανοιχτή πλευρά του σκοινιού και να τρέχουν ανέμελα και άτακτα προς όλα τα σημεία της αυλής, που αναπαριστά τον αέρα της ατμόσφαιρας. Το χτύπημα του ταμπούργλου συνεχίζεται ώσπου όλα τα παιδιά να φύγουν από τον οριοθετημένο χώρο και να τρέξουν στην αυλή, δηλαδή ώσπου να ολοκληρωθεί η διαδικασία της εξάτμισης.

9^η Δραστηριότητα: Μπορείς τώρα να περιγράψεις τι συμβαίνει στον αέρα όταν το νερό εξατμίζεται;

10^η Δραστηριότητα: Κάνε μία ζωγραφιά για να δείξεις καλύτερα τι συμβαίνει στον αέρα όταν το νερό εξατμίζεται;

11^η Δραστηριότητα: Συνοψίζοντας, αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, γράψτε με λίγα λόγια τι νομίζετε ότι είναι το φαινόμενο της εξάτμισης..

12^η Δραστηριότητα: Μπορείς να περιγράψεις με λίγα λόγια την πορεία που ακολουθεί το φαινόμενο της εξάτμισης και ποιοι παράγοντες το επηρεάζουν.

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3

Όνοματεπώνυμο: ----- Σχολείο: -----

Τάξη: ----- Ημερομηνία: Βόλος, ----- / ----- / -----

Δραστηριότητες

1^η Δραστηριότητα (Ατομική εργασία): Είδαμε στην προηγούμενη ενότητα το νερό να εξατμίζεται, να μετατρέπεται δηλαδή από υγρό σε αέριο. Πιστεύεις ότι αυτό συμβαίνει μόνο στο νερό ή και σε άλλα υγρά; Γράψε τις απόψεις σου και δικαιολόγησέ τις με λίγα λόγια, δίνοντας και άλλα παραδείγματα.

2^η Δραστηριότητα (Ομαδική εργασία): Για να βγάλεις ασφαλή συμπεράσματα για το αν άλλα υγρά εξατμίζονται, κάνε με τους υπόλοιπους συμμαθητές σου το παρακάτω πείραμα.

Υλικά που θα χρειαστείτε:

- Ορθοστάτης
- Πηγάκι ξύλινο ή πλαστικό
- Σπάγκος
- Χαρτοπετσέτες
- Καθαρό οινόπνευμα
- Σταγονόμετρο

Οδηγίες:

1. Στηρίζουμε το πηγάκι στον ορθοστάτη.
2. Κρεμάμε στα άκρα του τις χαρτοπετσέτες.
3. Μετακινούμε τις πετσέτες αριστερά ή δεξιά ώστε να ισορροπήσει το πηγάκι (ζυγός).
4. Ρίχνουμε 6 – 7 σταγόνες οινοπνεύματος στη μία χαρτοπετσέτα.

- Τι παρατηρείτε να συμβαίνει στην ισορροπία του ζυγού;

- Τι νομίζετε ότι θα συμβεί μετά από χρόνο 10 λεπτών;

- Μετά από 10 λεπτά παρατηρήστε τι συνέβη και καταγράψτε το.

- Πώς ερμηνεύετε αυτό που συνέβη; Αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, γράψτε τα συμπεράσματά σας με λίγα λόγια.

3^η Δραστηριότητα (Ατομική δραστηριότητα): Πού πιστεύεις ότι πηγαίνουν όλα αυτά τα υγρά που εξατμίζονται; Διατύπωσε με λίγα λόγια τις σκέψεις σου.

4^η Δραστηριότητα: Κάνε ένα σχέδιο για να δείξεις καλύτερα πού νομίζεις ότι πηγαίνουν τα υγρά όταν εξατμίζονται.

5^η Δραστηριότητα: Κάντε το παρακάτω πείραμα σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων για να διαπιστώσετε το τι συμβαίνει στα υγρά όταν εξατμίζονται.

Υλικά που θα χρειαστείτε:

- Μία γυάλινη διαφανή κωνική φιάλη pyrex
- Ένα σταγονόμετρο
- Καθαρό οινόπνευμα
- Ένα λευκό μπαλόνι
- Μία ηλεκτρική εστία
- Λαβίδα

Οδηγίες:

1. Με το σταγονόμετρο ρίχνουμε μέσα στη φιάλη 6 – 7 σταγόνες οινόπνευμα.
2. Εφαρμόζουμε στο στόμιο της φιάλης το μπαλόνι.
3. Τοποθετούμε πάνω στην ηλεκτρική εστία την κωνική φιάλη με το οινόπνευμα και το ανάβουμε.

➤ Τι νομίζετε ότι θα συμβεί;

➤ Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί μετά από λίγα λεπτά; Κάντε μία πρόβλεψη.

➤ Μετά από 5 – 6 λεπτά παρατηρήστε τι θα συμβεί και καταγράψτε το.

➤ Πώς ερμηνεύετε αυτό που συνέβη; Αφού συζητήσετε με την ομάδα σας, γράψτε τα συμπεράσματά σας με λίγα λόγια.

6^η Δραστηριότητα: Με τη βοήθεια της λαβίδας κατεβάστε το μπουκάλι με το ασετόν από το ηλεκτρικό μάτι και αφήστε το μερικά λεπτά να κρυώσει. Τι πιστεύετε ότι θα συμβεί; Κάντε μία πρόβλεψη.

- Τι συνέβη τελικά; Πώς το ερμηνεύεις; Συζήτησε με την ομάδα σου και γράψε τα συμπεράσματά σου.
- -----

7^η Δραστηριότητα: Συζητήστε με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας σου τα συμπεράσματα που βγάλατε από τα δύο παραπάνω πειράματα για την εξάτμιση και ανακοινώστε τα σε όλη την τάξη.

8^η Δραστηριότητα: Κάνε μια ζωγραφιά στο πίσω μέρος της σελίδας που να δείχνει πώς φαντάζεσαι ότι είναι το εξατμισμένο υγρό (νερό ή οποιοδήποτε άλλο υγρό) καθώς φεύγει από το δοχείο που βρίσκεται και πώς είναι μερικά λεπτά μετά, όταν βρίσκεται στον αέρα. Για να βοηθηθείς θυμήσου τις δραστηριότητες της προηγούμενης ενότητας με το λογισμικό «M.A.Θ.H.M.A.» και το θεατρικό παιχνίδι που έπαιξες μετά.

9^η Δραστηριότητα: Για να πάρετε κι άλλες πληροφορίες για την εξάτμιση των υγρών, κάντε το παρακάτω πείραμα. Ένα παιδί της τάξης σου να σταθεί στη μία μεριά της τάξης κρατώντας ένα μπουκάλι κολόνια και τα υπόλοιπα παιδιά στην άλλη άκρη. Αν ανοίξει το παιδί το καπάκι της κολόνιας, τι νομίζεις ότι θα συμβεί; Θα μυρίσουν όλα τα παιδιά την κολόνια ή μόνο το παιδί που την κρατά; Κάνε μία πρόβλεψη.

- Ύστερα άνοιξε το καπάκι της κολόνιας. Τι παρατηρείς; Πού πιστεύεις ότι οφείλεται αυτό;

- Ζωγράφισε μία απλή ζωγραφιά για να εξηγήσεις καλύτερα τις απόψεις σου.

10^η Δραστηριότητα: Μπορείς τώρα να εξηγήσεις πώς καταλαβαίνεις τι φαγητό έφτιαξε η μαμά, μόλις μπεις στην κουζίνα γυρίζοντας από το σχολείο; Περιέγραψε το με λίγα λόγια.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3

Το εκπαιδευτικό λογισμικό

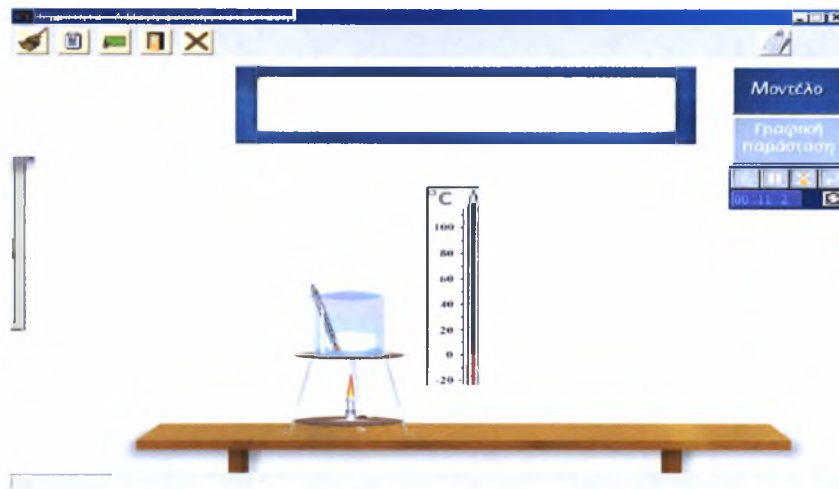
«Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.»

ΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.»

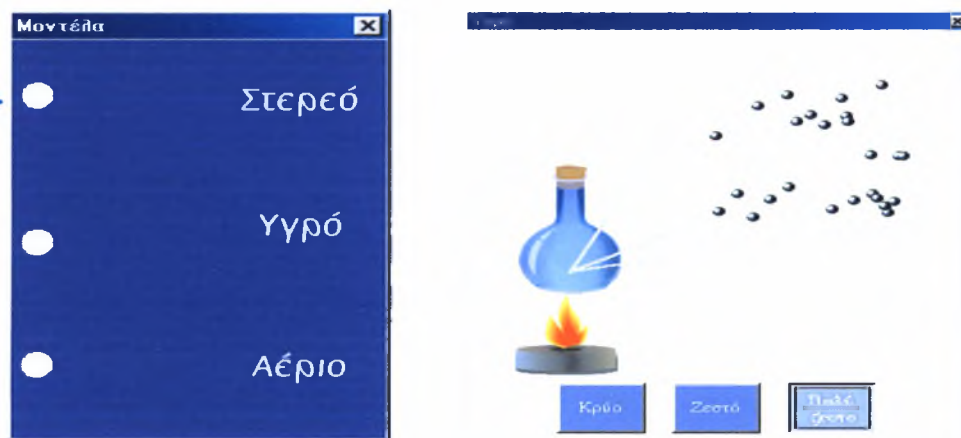
Το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.» σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε στα πλαίσια του έργου του ΥΠΕΠΘ «Αναδιατύπωση και Εκσυγχρονισμός των Προγραμμάτων Σπουδών στον Τομέα των Φυσικών Επιστημών με Σύγχρονη Παραγωγή Διδακτικού Υλικού» και με εποπτεία του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου για τη Β' και Γ' Γυμνασίου, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και στην Ε' και ΣΤ' Δημοτικού. Αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μαθησιακό περιβάλλον για τις θεματικές ενότητες Μηχανική, Ανάκλαση – διάθλαση, Θερμότητα, Ηλεκτρισμός, και Μοντέλα & Άτομα και είναι εμπνευσμένο από την εποικοδομητική αντίληψη για τη μάθηση. Η χρήση του από το/η μαθητή/ρια προορίζεται κυρίως για το σπίτι, μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και στην τάξη κάτω από την καθοδήγηση του/ης εκπαιδευτικού.

Το συγκεκριμένο λογισμικό επιλέχθηκε για την έρευνα αυτή γιατί: α) οι μαθητές/ριες εμπλέκονται μέσα από ένα εικονικό εργαστήριο σε αυθεντικές δραστηριότητες, β) λαμβάνονται υπ' όψη οι αναπαραστάσεις των παιδιών για τον πραγματικό κόσμο και γ) παρέχεται στους /ις μαθητές/ριες βοήθεια και καθοδήγηση όταν αυτοί/ές το χρειάζονται, έτσι ώστε να δραστηριοποιούνται δημιουργικά. Ακόμη, πολύ σημαντικά σημεία στη χρήση του λογισμικού είναι ότι υποκινεί το ενδιαφέρον των παιδιών, ενθαρρύνει τη συνεργατική μάθηση, την αλληλεπίδραση και την επικοινωνία τόσο μεταξύ τους όσο και με τον/ην εκπαιδευτικό, είναι εύκολο στη χρήση του και δίνει τη δυνατότητα στους/ις μαθητές/ριες να δοκιμάσουν δικές τους επιλογές, όπου αυτοί το κρίνουν σκόπιμο, και να διαπιστώσουν μόνοι/ες τους τυχόν λανθασμένες ενέργειες, καθώς δίνεται η δυνατότητα της οπτικής ανάδρασης του αποτελέσματος των διαφόρων επιλογών που αυτοί/ές κάνουν.

Τέλος, στην ενότητα «Θερμότητα», η οποία χρησιμοποιήθηκε για την πειραματική διδασκαλία, δίνεται η δυνατότητα στους/ις μαθητές/ριες να δημιουργήσουν πολλαπλές αναπαραστάσεις που προέρχονται από το πειραματικό επίπεδο (φαινόμενα, πειράματα), τα σύμβολα (διαγράμματα μεταβολής μεγεθών) και τα μοντέλα της δομής της ύλης.



Εικόνα 1. Το περιβάλλον εργασίας του εκπαιδευτικού λογισμικού «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.» στο εργαστήριο της Θερμότητας και στην ενότητα «Αλλαγή της φυσικής κατάστασης των σωμάτων»



Εικόνα 2. Το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης από το εκπαιδευτικό λογισμικό «Μ.Α.Θ.Η.Μ.Α.».



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085570

511

