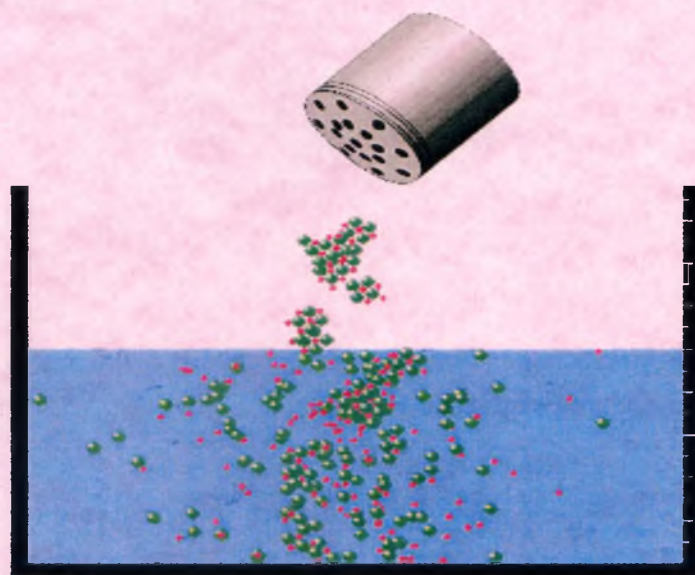


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ
Π.Μ.Σ.: «ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ»
Α' ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ



**“Οι ιδέες των παιδιών του δημοτικού σχολείου για τη
διάλυση: σύνδεση εμπειρικών και μικροσκοπικών
αναπαραστάσεων”**

Γραμματία Γκερμπεσιώτη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΛΟΣ, 2008



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

Αριθ. Εισ.: 6676/1
Ημερ. Εισ.: 15-10-2008
Δωρεά: Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
530.07
ΓΚΕ

Ευχαριστίες

Για την ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Καθηγήτρια κ. Ελένη Σταυρίδου για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε σε όλη τη διάρκεια της έρευνας και για τη συνεχή επιστημονική υποστήριξη σε αυτή την προσπάθειά μου. Οι συμβουλές της σε θέματα μεθοδολογίας, παρουσίασης και ανάλυσης των ευρημάτων της έρευνας, καθώς και η συνεχής καθοδήγησή της ήταν καθοριστικές για την επιτυχή ολοκλήρωση της εργασίας μου.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω το δεύτερο επιβλέποντα της διπλωματικής μου, κ. Παναγιώτη Κόκκοτα, Ομότιμο Καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών, για τις συμβουλές του και τη βοήθειά του σε θέματα βιβλιογραφίας.

Ευχαριστώ ακόμη τους/ις μαθητές/ριες του 6^{ου} και του 1^{ου} Δημοτικού Σχολείου Καρδίτσας που συμμετείχαν στην έρευνα.

Τέλος, εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες στη μητέρα μου και το σύζυγό μου, που με στήριξαν και με ενθάρρυναν όλο αυτό το διάστημα, αλλά και στα παιδιά μου που ανέχτηκαν το δύσκολο πρόγραμμα των υποχρεώσεων των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή

1. Γενική προβληματική της έρευνας.....	6
2. Δομή της εργασίας.....	7

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας

1.1. Κοινωνικός εποικοδομητισμός και συνεργατική μάθηση.....	9
1.2. Η διδασκαλία της Φυσικής με τη χρήση των νέων τεχνολογιών.....	10
1.3. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας.....	10
1.3.1. Οι ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης.....	11
1.3.2. Οι απόψεις των παιδιών για τη σωματιδιακή δομή της ύλης.....	17
1.3.3. Διδακτικές προσεγγίσεις του φαινομένου της διάλυσης.....	18

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία της έρευνας

2.1. Κριτήρια επιλογής του θέματος.....	21
2.2. Διασαφήνιση βασικών εννοιών.....	21
2.3. Τυπολογία και στόχοι της έρευνας.....	22
2.4. Υποθέσεις της έρευνας.....	23
2.5. Δείγμα.....	23
2.6. Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων.....	24
2.6.1. Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο.....	24
2.6.2. Συνεντεύξεις.....	25
2.7. Το εποπτικό και εργαστηριακό υλικό.....	26
2.8. Διαδικασία.....	26
2.9. Το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα της ομάδας ελέγχου.....	27

Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης για τη διάλυση

Εισαγωγή.....	28
3.1. Το νέο αναλυτικό πρόγραμμα.....	28
3.1.1. Το νέο μαθησιακό περιβάλλον.....	29
3.1.2. Δομή και περιεχόμενο των Φύλλων Εργασίας.....	30
3.1.3. Περιγραφή των προσομοιώσεων.....	31

3.2. Οι δύο φάσεις της διδακτικής παρέμβασης.....	34
3.3. Οι διδακτικές ενότητες της πρώτης φάσης της διδασκαλίας.....	34
3.3.1. Η 1 ^η διδακτική ενότητα: «Μίγματα και διαλύματα».....	35
3.3.2. Η 2 ^η διδακτική ενότητα: «Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου».....	36
3.3.3. Η 3 ^η διδακτική ενότητα: «Εξηγώντας τη διάλυση».....	37
3.3.4. Η 4 ^η διδακτική ενότητα: «Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή».....	38

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα της έρευνας

Εισαγωγή.....	40
4.1. Οι ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης.....	40
4.2. Τα σχεδιαστικά έργα των παιδιών για τα διαλύματα.....	50
4.2.1. Αναπαραστάσεις για το αλατόνερο.....	50
4.2.2. Αναπαραστάσεις για το διάλυμα νερού και οινόπνεύματος.....	53
4.2.3. Αναπαραστάσεις για το κορεσμένο, το πυκνό και το αραιό διάλυμα.....	56
4.3. Οι αντιλήψεις των παιδιών για τη διατήρηση μάζας.....	62
4.4. Οι αντιλήψεις των παιδιών για το κορεσμένο διάλυμα.....	63
4.5. Οι ιδέες των παιδιών για την τήξη και τη διάλυση.....	65
4.6. Οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για την τήξη και τη διάλυση.....	68
4.7. Οι ιδέες των παιδιών για τη διαλυτότητα ζάχαρης και αλατιού στο νερό.....	72
4.8. Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	73
4.8.1. Η ικανότητα των παιδιών του δείγματος να αναπαραστήσουν σωματιδιακά τη διάλυση.....	73
4.8.2. Οι εξηγήσεις των παιδιών για τη διάλυση.....	74
4.8.3. Η αναδόμηση των αντιλήψεων των παιδιών της πειραματικής ομάδας.....	76

Συμπεράσματα και Προτάσεις.....	80
--	-----------

Βιβλιογραφία.....	84
--------------------------	-----------

Παραρτήματα

Παράρτημα 1. Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο για το φαινόμενο της διάλυσης..	88
Αρχικό ερωτηματολόγιο	89
1 ^ο τελικό ερωτηματολόγιο, μετά την α΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης.....	93
2 ^ο τελικό ερωτηματολόγιο, μετά τη β΄ φάση της διδακτικής παρέμβασης.....	98
Παράρτημα 2. 1 ^ο Φύλλο Εργασίας: «Μίγματα και διαλύματα».....	100
Παράρτημα 3. 2 ^ο Φύλλο Εργασίας: «Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου».....	109
Παράρτημα 4. 3 ^ο Φύλλο Εργασίας: «Εξηγώντας τη διάλυση».....	115
Παράρτημα 5. 4 ^ο Φύλλο Εργασίας: «Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή»	119
Παράρτημα 6. Φύλλο Παρατήρησης.....	124

Εισαγωγή

1. Γενική προβληματική της έρευνας

Στη σημερινή εποχή η κοινωνική απαίτηση για επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό επιβάλλει αλλαγή του περιεχομένου του αναλυτικού προγράμματος (Driver, Squires, Rushworth & Wood-Robinson, 2000). Γνωστικά αντικείμενα, όπως οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά και η Τεχνολογία χαρακτηρίζονται από μια παγκοσμιότητα και συμβαδίζουν με τις απαιτήσεις της σύγχρονης κοινωνίας, παρέχοντας γνώσεις και διαδικασίες αξιοποιήσιμες από το σύγχρονο άνθρωπο. Έτσι, η εκπαιδευτική έρευνα στις Φυσικές Επιστήμες, αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Τις τελευταίες δεκαετίες ένας μεγάλος αριθμός ερευνών δείχνει ότι υπάρχει ένας συγκεκριμένος αριθμός παρανοήσεων και δυσκολιών στο να αντιληφθούν τα παιδιά διάφορες έννοιες και φαινόμενα των Φυσικών Επιστημών. Σε αυτό ίσως να συντελεί και ο τρόπος που ορισμένα φαινόμενα και έννοιες διδάσκονται στο δημοτικό σχολείο. Για παράδειγμα, η σωματιδιακή δομή της ύλης που αποτελεί σημαντικό υπόβαθρο στη μελέτη των Φυσικών Επιστημών στη δευτεροβάθμια και τριτοβάθμια εκπαίδευση, διδάσκεται κατακερματισμένα και δε συνδέεται, επαρκώς, με την ερμηνεία φαινομένων. Συνέπεια είναι να συγχέονται τα σωματιδιακά μοντέλα με την πραγματικότητα και να κατανοούνται από τους μαθητές και τις μαθήτριες ως αυθύπαρκτες οντότητες με δογματικό χαρακτήρα (Σταυρίδου, 1995).

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση των ιδεών των παιδιών για τη διάλυση. Παρουσιάζεται μια καινοτομική διδακτική προσέγγιση του φαινομένου της διάλυσης, κατά τη διάρκεια της οποίας διερευνάται η εννοιολογική εξέλιξη 61 παιδιών της Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου. Η έρευνα εστιάστηκε στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, αλλά μπορεί να αξιοποιηθεί και σε άλλες βαθμίδες, ενώ το θεωρητικό υπόβαθρο αποτέλεσαν ο κοινωνικός εποικοδομητισμός (Κόκκοτας, 2002) και η συνεργατική μάθηση (Σταυρίδου, 2000).

Οι 28 μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας διδάχθηκαν τη διάλυση με τη χρήση προσομοιώσεων, αλληλεπιδραστικού τύπου και ασκήθηκαν στην ανάπτυξη και την κατάλληλη σύνδεση αναπαραστάσεων από το εμπειρικό και το μικροσκοπικό επίπεδο.

2. Δομή της εργασίας

Η εργασία αποτελείται από 4 κεφάλαια. Στο 1^ο κεφάλαιο αναλύεται το θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας και παρουσιάζονται οι θεωρίες μάθησης στις οποίες στηρίχτηκε, δηλαδή ο κοινωνικός εποικοδομητισμός και η συνεργατική μάθηση. Ειδικότερα, γίνεται αναφορά στο σημαντικό ρόλο των προϋπαρχουσών ιδεών των παιδιών και του κοινωνικού περιγύρου στη μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Επιπλέον, γίνεται μια ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, σχετικά με τις ιδέες και τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τη διάλυση καθώς και με την επίδραση της διδασκαλίας της σωματιδιακής θεωρίας, ως βάση για την ερμηνεία της διαδικασίας της διάλυσης. Τέλος, γίνεται αναφορά στη συμβολή των νέων τεχνολογιών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και τη μάθηση των σχετικών εννοιών.

Η μεθοδολογία της έρευνας παρουσιάζεται στο 2^ο κεφάλαιο της εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, αναφέρονται τα κριτήρια επιλογής του θέματος της εργασίας και διασαφηνίζονται οι βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται στην έρευνα. Ακόμη, περιγράφονται οι στόχοι, οι υποθέσεις της έρευνας και το δείγμα που συμμετείχε σε αυτή και παρουσιάζεται ο τρόπος συλλογής των ερευνητικών δεδομένων (ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις) και το εποπτικό και εργαστηριακό υλικό που χρησιμοποιήθηκε. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στο παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα που ακολούθησε η Ομάδα Ελέγχου και παρουσιάζεται ολόκληρη η διαδικασία που ακολουθήθηκε από την Πειραματική Ομάδα.

Το 3^ο κεφάλαιο αναφέρεται στο σχεδιασμό των δύο φάσεων της διδακτικής παρέμβασης. Παρουσιάζονται οι στόχοι των διδακτικών ενοτήτων και τα Φύλλα Εργασίας που είχαν ως αφετηρία το εμπειρικό πεδίο και σταδιακά εισήγαγαν το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης για την ερμηνεία της διάλυσης. Παράλληλα, γίνεται μια περιγραφή του νέου μαθησιακού περιβάλλοντος που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης, σύμφωνα με το νέο αναλυτικό πρόγραμμα που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας.

Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων και τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στο 4^ο κεφάλαιο της εργασίας. Ταξινομούνται οι κατηγορίες των απαντήσεων και των σχεδιαστικών έργων των μαθητών και των μαθητριών και δίνονται φραστικά ή σχηματικά παραδείγματα για κάθε κατηγορία. Τα αποτελέσματα της έρευνας αναλύονται στατιστικά και παρατίθενται στους ανάλογους πίνακες. Επιπλέον, σχολιάζονται τα δεδομένα, σύμφωνα με τους στόχους της έρευνας, δηλαδή αν άλλαξαν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, μετά τη

διδασκτική παρέμβαση, αν απόκτησαν ικανοποιητικές νοητικές αναπαραστάσεις για τη διάλυση, πού οφείλεται η βελτίωση ή μη των απόψεών τους κτλ.

Τέλος, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα, αξιολογείται η διδασκτική παρέμβαση στο σύνολό της και διατυπώνονται προτάσεις για την περαιτέρω διδασκτική αξιοποίηση των αποτελεσμάτων.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας

1.1. Κοινωνικός εποικοδομητισμός και συνεργατική μάθηση

Οι αντιλήψεις για τη μάθηση έχουν εξελιχθεί ριζικά τις τελευταίες δεκαετίες. Οι απαντήσεις στο ερώτημα "Πώς μαθαίνει ο άνθρωπος" διαφέρουν ανάλογα με τη θεωρητική προσέγγιση που επιλέγεται για τη μάθηση. Οι θεωρίες μάθησης του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, εμπνέοντας το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του καινοτόμου αναλυτικού προγράμματος.

Η εποικοδομητική θεωρία που ασκεί μεγάλη επιρροή στα εκπαιδευτικά προγράμματα πολλών χωρών, παραδέχεται ότι το άτομο δεν είναι παθητικός δέκτης της γνώσης, αλλά ενεργός παράγων στη διαδικασία οικοδόμησής της. Αναγνωρίζει τη μεγάλη σημασία των αρχικών ιδεών, των αντιλήψεων και των προϋπαρχουσών γνώσεων των μαθητών/ριών και τη δυνατότητα της «εννοιολογικής αλλαγής», δηλαδή, της τροποποίησής τους, κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι περισσότερο συμβατές με το επιστημονικό πρότυπο (Σταυρίδου, 2000, Κόκκοτας, 2005).

Η κριτική που ασκήθηκε στην εποικοδομητική θεωρία και αφορούσε στην παραμέληση των κοινωνικών συνιστωσών στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης, οδήγησε σε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κοινωνική και πολιτισμική διάσταση της γνώσης και στην αναγνώριση της σημασίας της θεωρίας του Vygotsky (1978). Ειδικότερα, ο Vygotsky υποστήριξε ότι η νοητική ανάπτυξη του παιδιού είναι αδιάρρηκτα συνδεδεμένη με το κοινωνικο-πολιτισμικό πλαίσιο, μέσα στο οποίο αυτή συντελείται. Υπό αυτές τις συνθήκες διαμορφώθηκε ο κοινωνικός εποικοδομητισμός (social constructivism) που αποτελεί μια μετεξέλιξη της εποικοδομητικής θεωρίας μάθησης, λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη το κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο της μαθησιακής διαδικασίας (Σταυρίδου, 2000).

Η συνεργατική μάθηση στηρίζεται στη συνεργασία μικρών ομάδων μαθητών/ριών, με σκοπό την καλύτερη οικοδόμηση της γνώσης. Από τα αποτελέσματα πολλών ερευνών προέκυψε το συμπέρασμα ότι η εφαρμογή της ομαδοσυνεργατικής προσέγγισης στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα. Έτσι, φαίνεται ότι η μέθοδος αυτή βοηθά ιδιαίτερα τα παιδιά με χαμηλές επιδόσεις και τα κορίτσια, αυξάνει την αυτοεκτίμηση όλων των μαθητών/ριών και βελτιώνει τις κοινωνικές τους δεξιότητες. Τέλος, βελτιώνεται η

στάση τους απέναντι στις Φυσικές Επιστήμες και αυξάνεται η κινητοποίηση και η ευχαρίστησή τους (Σταυρίδου, 2000).

1.2. Η διδασκαλία της Φυσικής με τη χρήση των νέων τεχνολογιών

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία αύξηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών έχει καταστήσει επιτακτική τη χρήση τους στη διδασκαλία της Φυσικής. Ορισμένα πλεονεκτήματα της χρήσης των νέων τεχνολογιών είναι η αυτονομία του χρήστη που του επιτρέπει να έχει το δικό του ρυθμό, η εξοικονόμηση χρόνου με τη χρήση εικονικών εργαστηρίων, οι πολλαπλές πηγές, η μοντελοποίηση και η διαδραστικότητα.

Συγκεκριμένα, τα λογισμικά προσομοίωσης και μοντελοποίησης βοηθούν το/η μαθητή/ρια να λειτουργήσει ως ερευνητής/ρια, μέσα σε περιβάλλοντα εικονικών εργαστηρίων, όπου προσομοιώνονται συσκευές, διαδικασίες και φαινόμενα. Επίσης, οι μαθητές/ριες έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τιμές παραμέτρων, να κάνουν προβλέψεις, να μοντελοποιήσουν ένα φαινόμενο μέσω της μαθηματικής του περιγραφής και να αλληλεπιδράσουν με τον υπολογιστή για να δουν τον έλεγχο των προβλέψεών τους. Ο σχεδιασμός, ωστόσο, της διδασκαλίας με τη χρήση υπολογιστή, θα πρέπει να στηρίζεται στις αρχές της εποικοδομητικής θεώρησης, δηλαδή τις προϋπάρχουσες γνώσεις των παιδιών, την ομαδική εργασία, τη συνεργασία, την ανταλλαγή απόψεων κ.α., για να προβάλλει τις ευκαιρίες για μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (Βλάχος, 2004). Βέβαια, ο υπολογιστής δεν πρέπει να αντικαθιστά ποτέ το πείραμα, εκεί που αυτό μπορεί να γίνει (Κόκκοτας, 2005).

Σε πολλά γνωστικά αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, η χρήση προσομοιώσεων και μοντέλων στον υπολογιστή από μαθητές/ριες πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης φαίνεται να έχει πολύ θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην ουσιαστική κατανόηση των φαινομένων, στην οικοδόμηση των εννοιών των Φυσικών Επιστημών και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και θετικών στάσεων απέναντι στη Φυσική, στην έρευνα και στη γνώση (Σολομωνίδου, 2001).

1.3. Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

Από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 τα εμπειρικά δεδομένα ερευνών δείχνουν ότι τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν εναλλακτικές ιδέες για μια ποικιλία θεμάτων των Φυσικών Επιστημών που ασκούν ισχυρή επιρροή στη μεταγενέστερη μάθησή τους. Οι ιδέες αυτές είναι συχνά διαφορετικές από το

επιστημονικό πρότυπο, αλλά θεωρούνται χρήσιμες γιατί αποτελούν το σκελετό της ερμηνείας των φαινομένων και μπορούν να επηρεαστούν από τη διδασκαλία ή ακόμη και να μείνουν ανεπηρέαστες από αυτή (Κόκκοτας, 2002).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες και τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τη διάλυση και τη συμβολή της σωματιδιακής δομής της ύλης στην ερμηνεία του φαινομένου. Προς αυτή την κατεύθυνση βοήθησε η μελέτη των Calik, Ayas και Ebenezer (2005) που ανέλυσαν τις έρευνες των τελευταίων δύο δεκαετιών σχετικά με τη διάλυση και τις κατηγοριοποίησαν με βάση τους σκοπούς, τη μεθοδολογία, τις κατηγορίες παρανοήσεων των μαθητών/ριών και τις διδακτικές στρατηγικές εννοιολογικής αλλαγής που χρησιμοποιήθηκαν.

1.3.1. Οι ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης

Στην έρευνα των Hatzinikita, Koulaidis και Hatzinikitas (2005), οι εξηγήσεις που έδωσαν 30 παιδιά, ηλικίας 11 – 12 ετών, για το φαινόμενο της διάλυσης ήταν κυρίως παραγοντικές, όπου η αιτία βρίσκεται μέσα στο σύστημα, νατουραλιστικές (υλικός χαρακτήρας στο φαινόμενο) και μακροσκοπικές. Συγκεκριμένα, για την εξήγηση της διάλυσης του αλατιού στο νερό τα παιδιά απέδωσαν ενεργό ρόλο στο νερό και παθητικό στο αλάτι. Αντίθετα, προκειμένου να εξηγήσουν την αλμυρή γεύση του διαλύματος απέδωσαν ενεργό ρόλο στο αλάτι και παθητικό ρόλο στο νερό.

Οι Nakhleh και Samarapungavan (1999) διερεύνησαν τις ιδέες 15 παιδιών (7-10 ετών) για τη σωματιδιακή φύση της ύλης, κατά τη διαδικασία της διάλυσης. Υποστήριζαν ότι οι μαθητές/ριες περισσότερο περιέγραφαν τη διαδικασία και λιγότερο την εξηγούσαν. Οι ερμηνείες τους ταξινομούνται από τις ερευνήτριες σε τρία επίπεδα: το μακροεπίπεδο, το μακρο-σωματιδιακό και το μικροσκοπικό. Από τα αποτελέσματα της έρευνας διαπιστώθηκε ότι μόνο 2 αγόρια, ηλικίας 8 και 9 ετών εξήγησαν τη διάλυση σε μικροσκοπικό επίπεδο, με σαφή αναφορά στη σωματιδιακή φύση της ύλης, χωρίς ωστόσο να μπορούν να γενικεύσουν τη χρήση της για την ερμηνεία άλλων φαινομένων.

Κατά τον ίδιο τρόπο, οι Nakhleh, Samarapungavan και Saglam (2005) ανέλυσαν τις συνεντεύξεις 9 μαθητών/ριών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, με σκοπό να τις συγκρίνουν με τις ανάλογες των παιδιών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, από προηγούμενη έρευνά τους (Nakhleh και Samarapungavan, 1999). Αποδείχτηκε ότι παρά το γεγονός πως τα μεγαλύτερα παιδιά γνώριζαν τη δομή της ύλης, μόνο 2

εξήγησαν τη διάλυση σε μικροσκοπικό επίπεδο. Μία προσπάθεια εξήγησης που δόθηκε από τους/ις ερευνητές/ριες είναι ότι στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δε γίνεται σωστή αφομοίωση των σωματιδιακών απόψεων στις μακροσκοπικές προηγούμενες γνώσεις των παιδιών, με αποτέλεσμα να αποκτούν αποσπασματικά τις γνώσεις, χωρίς να τις συνδέουν με τα φαινόμενα και τις διαδικασίες.

Τη χρήση σωματιδιακών απόψεων προκειμένου να εξηγηθούν φαινόμενα διάλυσης διερεύνησαν οι Kabariyar, Leach και Scott (2004) σε έρευνα που πραγματοποίησαν σε παιδιά, ηλικίας 14-15 ετών. Παρουσίασαν στα παιδιά της πειραματικής ομάδας ένα σωματιδιακό μοντέλο σε τέσσερις φάσεις: εισαγωγή, ανάγκη για ένα σωματιδιακό μοντέλο, κατασκευή ενός σωματιδιακού μοντέλου και εφαρμογή του μοντέλου για την εξήγηση φαινομένων, σχετικών με τη διάλυση (διατήρηση ύλης και μάζας, μη διατήρηση όγκου, αφάνεια της διαλυμένης ουσίας μετά τη διάλυση, διάλυση χωρίς ανακάτωμα, διαφοροποίηση μεταξύ τήξης και διάλυσης). Διαπιστώθηκε ότι στην εξήγηση της διάλυσης, με βάση το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης και στη διαφοροποίηση τήξης και διάλυσης τα παιδιά της πειραματικής ομάδας υπερείχαν σημαντικά έναντι αυτών της ομάδας ελέγχου που ακολούθησε τη συμβατική διδασκαλία.

Πολλές έρευνες σκοπεύουν στη μελέτη ανάλογων διδακτικών παρεμβάσεων, με σημείο αναφοράς τη σωματιδιακή δομή της ύλης και στην επίδρασή τους στην κατανόηση της διαλυτότητας από τα παιδιά. Οι Lee, Eichinger, Anderson, Berkheimer και Blakeslee (1993) διαπίστωσαν ότι μετά από μία διετή διδακτική παρέμβαση, περισσότερα από τα μισά παιδιά του δείγματος (13 ετών) χρησιμοποίησαν σωματιδιακές ιδέες για την ερμηνεία της διάλυσης, κάτι που σχεδόν κανένα δεν έκανε πριν από τη διδασκαλία. Ορισμένες παρανοήσεις των μαθητών/ριών που αναφέρθηκαν στην έρευνα, αφορούσαν στην *εξαφάνιση* της διαλυμένης ουσίας, στην *εξάτμισή* της, στην *σύγχυση τήξης και διάλυσης*, στην τοποθέτηση της διαλυμένης ουσίας στον πυθμένα γιατί είναι *στερεό* ή γιατί είναι *πιο βαριά* από το νερό και στη γενικότερη μακροσκοπική θεώρηση του φαινομένου, ακόμη και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Ωστόσο, οι Bunce και Gabel (2002) υπογράμμισαν ότι η διδασκαλία της σωματιδιακής αναπαράστασης της ύλης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είχε θετική επιρροή στα κορίτσια και μηδενική επιρροή στα αγόρια.

Στο συμπέρασμα ότι τα μικρότερα παιδιά συγχέουν τη διάλυση με την τήξη κατέληξαν και οι Cosgrove and Osborne's (1981) όταν συγκρίνανε τις ιδέες παιδιών

ηλικίας 12–15 χρόνων. Υποστήριξαν, όμως, ότι τα μεγαλύτερα ερμηνεύουν σωστά το φαινόμενο της διάλυσης, χωρίς ωστόσο να κάνουν χρήση της κατάλληλης επιστημονικής ορολογίας.

Η σύγχυση διάλυσης και τήξης αποτέλεσε μία βασική κατηγορία παρανοήσεων, την οποία κατέγραψαν και οι Ebenezer και Gaskell (1995), όταν μελέτησαν τις αντιλήψεις μαθητών/ριών, ηλικίας 16 ετών. Οι ίδιοι ερευνητές ανέφεραν ότι πολλά παιδιά θεωρούν τη διάλυση, ως ένα χημικό φαινόμενο, κατά το οποίο δημιουργούνται νέες ουσίες.

Στην έρευνα των Prieto, Blanco και Rodriguez (1989) διερευνήθηκαν οι ιδέες μαθητών/ριών, ηλικίας 11-14 χρονών, για τα διαλύματα και τη διαδικασία της διάλυσης. Από τις αναλύσεις γραπτών κειμένων και σχεδίων φαίνεται ότι κυριάρχησαν απόψεις που σχετίζονται με τη δράση, όπως *αναμιγνύονται, προστίθενται, κινούνται, ενώνονται, χύνονται, εισάγονται*. Τα παιδιά εστίασαν, κυρίως, στη διαλυμένη ουσία στην οποία έδωσαν παθητικό ρόλο στη διαδικασία της διάλυσης, όπως *λιώνει, σπάει, αποσυντίθεται, εξαφανίζεται, σκορπίζεται, μένει στον πυθμένα, διαλύεται*. Επιπλέον, τα μεγαλύτερα παιδιά αναφέρθηκαν στην αλληλεπίδραση των ουσιών, ενώ πολλά από αυτά ερμήνευσαν τη διάλυση ως χημικό φαινόμενο, όπου δημιουργείται μια νέα ουσία ή αλλάζουν οι προϋπάρχουσες ουσίες. Σε αυτή την ηλικία φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες κατανοούν την ομοιογένεια του διαλύματος, ενώ οι απόψεις τους για τη δομή της ύλης είναι συνεχείς. Ακόμη και μετά τη διδασκαλία τα παιδιά συνεχίζουν να μην κάνουν χρήση του σωματιδιακού μοντέλου για την ερμηνεία της διάλυσης. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ιδέες των παιδιών σχετίζονται, σε μεγάλο βαθμό, με την καθημερινότητά τους και επηρεάζονται ελάχιστα από την εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες.

Οι Blanco and Prieto (1997) ομαδοποίησαν απαντήσεις μαθητών/ριών 12–18 χρονών ιεραρχικά σε κατηγορίες, όπως «διάλυση», «μερική διάλυση», «σκορπίζεται ή ανακατεύεται», «αλάτι στον πυθμένα». Υποστήριξαν ότι πολλά παιδιά θεωρούν ότι η διάλυση οφείλεται σε μηχανικούς παράγοντες όπως το ανακάτεμα, η θερμότητα ή το κούνημα, χωρίς τους οποίους δεν μπορεί να γίνει ή ότι περισσότερο ανακάτεμα σημαίνει και περισσότερη διάλυση.

Σε ανάλογη έρευνα, οι Ebenezer and Erickson (1996) χρησιμοποίησαν τη φαινομενογραφία για να διερευνήσουν τις ιδέες 13 μαθητών/ριών (grade 11), σχετικά με τη διαλυτότητα. Οι κατηγορίες των παρανοήσεων ήταν οι ακόλουθες:

1. *Σύγχυση διάλυσης και τήξης*, φυσική μετατροπή της ζάχαρης από στερεό σε υγρό, χρήση του όρου «λιώνει».

2. Η διάλυση είναι χημικό φαινόμενο γιατί δημιουργείται μια νέα ουσία.

3. *Πυκνότητα της διαλυμένης ουσίας*. Πχ. «το αλάτι που είναι διαλυμένο στο νερό είναι πιο ελαφρύ από αυτό που βρίσκεται στον πυθμένα γιατί είναι σπασμένο».

4. *Κενός χώρος στο διάλυμα*. Οι ουσίες δεν μπορούν να διαλυθούν γιατί δεν υπάρχει διαθέσιμος χώρος να σκορπιστούν.

5. *Μέγεθος της διαλυμένης ουσίας*. Το μέγεθος των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας πρέπει να είναι πάρα πολύ μικρό για να γίνει η διάλυση. Ο όρος *σωματίδιο* σημαίνει για τους/ις μαθητές/ριες ένα μικροσκοπικό κομμάτι ύλης, όπως ένας κόκκος ζάχαρης.

6. *Ταυτολογίες ή ειδικές ιδιότητες της διαλυμένης ουσίας*, όπως ότι το αλάτι είναι κρύσταλλο και δε διαλύεται.

Οι Liu και Lesniak (2006) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο των συνεντεύξεων σε 54 μαθητές/ριες (6 έως 15 ετών), για να μελετήσουν τις αντιλήψεις τους για τη διάλυση, τη χημική αλλαγή και την κατανόηση της ουσίας, σε σχέση με το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου τους και την ηλικία τους. Ορισμένα από τα συμπεράσματα, στα οποία κατέληξαν ήταν ότι τα μικρότερα παιδιά εστιάζουν, κυρίως, στις αλλαγές που υφίσταται η διαλυμένη ουσία (*λιώνει, γίνεται νερό*), ενώ τα μεγαλύτερα παιδιά αναφέρονται στην αλληλεπίδραση των ουσιών και στην αντιστρεψιμότητα της διαδικασίας της διάλυσης διαμέσου της κρυστάλλωσης.

Οι Calik και Ayas (2005) κατέγραψαν τις παρανοήσεις 441 μαθητών/ριών (13-17 ετών), σχετικά με τις έννοιες *διαλυμένη ουσία, διαλύτης και διάλυμα*. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι τα παιδιά παρουσιάζουν δυσκολίες στην περιγραφή και χρήση αυτών των όρων. Έτσι, τα μικρότερα δεν μπορούν να ξεχωρίσουν τις διαλυμένες ουσίες από τους διαλύτες, ενώ τα μεγαλύτερα θεωρούν ότι κατά τη διάλυση γίνεται χημική αντίδραση. Παράλληλα, εμφανίστηκαν παρανοήσεις, όπως ο ενεργός ρόλος του διαλύτη και ο παθητικός ρόλος της διαλυμένης ουσίας, ενώ δεν ήταν δυνατή η διάκριση από τα παιδιά των ομογενών και ετερογενών μιγμάτων.

Ως συνέχεια της παραπάνω έρευνας ο Calik (2005) υποστήριξε ότι οι εναλλακτικές ιδέες μένουν στη μακρόχρονη μνήμη για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους. Σύμφωνα με την έρευνα, το μικρότερο ποσοστό εναλλακτικών ιδεών καταγράφηκε στην grade 9, ενώ παρατηρήθηκε μια αύξηση πάλι

στην grade 10. Επομένως, ενδέχεται η εκπαίδευση να είχε αρνητική επιρροή στην κατανόηση των σχετικών εννοιών από τα παιδιά.

Το ίδιο χρονικό διάστημα, οι Calik και Ayas (2005) διεξήγαγαν μια συγκριτική έρευνα με 50 μαθητές/ριες (grade 8) και με 50 φοιτητές/ριες εκπαιδευτικούς των φυσικών επιστημών. Σκοπός της έρευνας ήταν να διερευνηθεί το επίπεδο κατανόησης των δύο ηλικιακών ομάδων, για έννοιες σχετικές με τα διαλύματα, τη χημική αλλαγή και την αέρια κατάσταση. Διαπιστώθηκαν εναλλακτικές ιδέες και στις δύο ομάδες, παρά την εκτενέστερη εκπαίδευση των φοιτητών. Όπως αναφέρεται στην έρευνα το 32% των φοιτητών/ριών και το 28% των μαθητών/ριών είχαν παρανοήσεις σε σωματιδιακό επίπεδο (σχέδια με τα μόρια της ζάχαρης μόνο στον πυθμένα, μόρια της ζάχαρης ως ένα στρώμα ανάμεσα σε στρώματα μορίων του νερού, τα μόρια του νερού περικυκλώνουν μέσα σε κύκλο ένα ή τρία μόρια ζάχαρης, αλυσίδες μορίων ζάχαρης και νερού ενωμένα με γραμμές). Επιπλέον, παρατηρήθηκε σύγχυση διάλυσης και τήξης και χρήση του ρήματος «λιώνει» αντί για «διαλύεται». Οι ερευνητές υπογράμμισαν ότι εφόσον και οι φοιτητές/ριες δάσκαλοι/ες έχουν τις ίδιες παρανοήσεις με τους/ις μαθητές/ριες είναι πολύ πιθανό να τις μεταφέρουν και στα παιδιά που θα διδάξουν αργότερα.

Οι Devetak, Vogrinc και Glazar (2007) μελέτησαν τις αντιλήψεις 408 μαθητών/ριών (16 ετών) για τη διάλυση και ανέλυσαν τις νοητικές αναπαραστάσεις τους, σε μικροσκοπικό επίπεδο. Διαπίστωσαν ότι μόνο ένα 43% των παιδιών κατανόησαν το φαινόμενο της διάλυσης, ενώ παρατήρησαν ότι τα παιδιά είχαν εναλλακτικές μικροσκοπικές αναπαραστάσεις για τη διάλυση, το κορεσμένο διάλυμα και τα σωματίδια του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας.

Οι παρανοήσεις που αφορούν στη διάλυση δεν παρατηρούνται μόνο σε μαθητές/ριες αλλά και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η έρευνα των Kokkotas και Vlachos (1998) έδειξε ότι οι φοιτητές/ριες μοιράστηκαν έναν αριθμό εναλλακτικών ιδεών με τα παιδιά. Ο Valanides (2000), αντίστοιχα, μελέτησε τις ερμηνείες που έδωσαν 20 φοιτήτριες υποψήφιες δασκάλες στην Κύπρο, σχετικά με τα διαλύματα, σε μακροσκοπικό και μικροσκοπικό επίπεδο. Διαπιστώθηκε ότι οι φοιτήτριες δεν μπορούσαν να συνδέσουν τις μακροσκοπικές διαδικασίες με το μικροσκοπικό επίπεδο, ότι η σωματιδιακή δομή της ύλης δεν ήταν επαρκώς κατανοητή, ενώ θεωρούσαν ότι η διάλυση είναι χημικό φαινόμενο γιατί *τα μόρια ενώνονται για να δώσουν νέα μόρια.*

Οι Au, Sidle και Rollins, (1993), αναλύοντας τις συνεντεύξεις παιδιών (3-7 ετών) υποστήριξαν ότι ακόμη και από την ηλικία των 3 ετών, τα παιδιά πιστεύουν ότι η ύλη συνεχίζει να υπάρχει μετά τη διάλυση. Ωστόσο, θεωρούν ότι η διαλυμένη ουσία έχει τη μορφή πολύ μικρών *αόρατων σωματιδίων* που επηρεάζουν τις μακρο-ιδιότητες ενός διαλύματος, όπως η γεύση ή η αυξημένη μάζα. Σε ανάλογα συμπεράσματα κατέληξαν και οι Rosen και Rozin, (1993).

Οι Piaget και Inhelder (1974) παρουσίασαν τα εξής στάδια ανάπτυξης στην κατανόηση της διάλυσης:

- παντελής απουσία οποιασδήποτε διατήρησης της διαλυμένης ουσίας (4-7 χρονών),
- διατήρηση της ύλης (7-9 χρονών),
- διατήρηση της μάζας (μετά τα 9 έτη)

Το θέμα της κατανόησης της διατήρησης της ύλης διαπραγματεύτηκε η Stavy, (1990). Σύγκρινε τις απόψεις μαθητών/ριών, ηλικίας 6-15 ετών και συμπέρανε ότι τα μικρότερα παιδιά πιστεύουν ότι ζυγίζει περισσότερο ένα διάλυμα ζάχαρης και νερού από το άθροισμα των μαζών των δύο ουσιών γιατί η ζάχαρη είναι βαριά και βαραίνει και το νερό. Αντίθετα, τα μεγαλύτερα πιστεύουν ότι ζυγίζει λιγότερο γιατί η ζάχαρη όταν διαλύεται γίνεται μικρότερη ή εξαφανίζεται.

Οι Yair και Yair, (2004) μελέτησαν την αίσθηση που έχουν τα παιδιά για την ύλη, ως συνεχή ή ασυνεχή. Διερευνήθηκε η ύπαρξη ενός διαισθητικού κανόνα ότι «οτιδήποτε μπορεί να διαιρεθεί στα δύο» σε παιδιά ηλικίας 8-13 ετών. Τους ζητήθηκε να σχεδιάσουν αντικείμενα, όπως θα τα έβλεπαν με «μαγικά γυαλιά» και να εξηγήσουν τη διάλυση και τη διατήρηση της μάζας. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει ένας άλλος διαισθητικός κανόνας στο δημοτικό «οτιδήποτε τελειώνει» που σημαίνει ότι οι υποδιαιρέσεις πρέπει αναγκαστικά να τερματίσουν, άρα η ύλη χάνεται και δε διατηρείται. Όσο ωριμάζουν ηλικιακά τα παιδιά ο κανόνας αυτός είναι λιγότερο συχνός, ενώ αυξάνει η συχνότητα του προηγούμενου κανόνα «οτιδήποτε μπορεί να διαιρεθεί στα δύο» και εμφανίζεται η ασυνεχή άποψη της ύλης.

Με τη διατήρηση της ύλης ασχολήθηκαν και οι Agung και Schwartz, (2007). Από τους 867 μαθητές/ριες (grade 12) στην Ινδονησία, μόνο το 41% κατανόησαν πλήρως αυτή τη βασική αρχή.

Οι Pinarbasi, Canpolat, Bayrakceken και Geban (2006) κατέγραψαν την εναλλακτική ιδέα της διατήρησης του όγκου κατά τη διάλυση. Διαπιστώθηκε ότι μετά

τη διδακτική παρέμβαση μόνο το 5% της πειραματικής ομάδας εξακολουθεί να πιστεύει στη διατήρηση του όγκου κατά τη διάλυση. Αντίθετα, πάνω από τα μισά παιδιά της ομάδας ελέγχου έχουν αυτή την άποψη, μετά τη συμβατική διδασκαλία.

1.3.2. Οι απόψεις των παιδιών για τη σωματιδιακή δομή της ύλης

Η έρευνα του Holding (1987) αφορούσε στη διερεύνηση του κατά πόσο μαθητές/ριες 8-17 ετών χρησιμοποιούν τη σωματιδιακή δομή της ύλης κατά το φαινόμενο της διάλυσης. Από τα αποτελέσματα της έρευνας προέκυψε ότι τα μικρά παιδιά σπάνια χρησιμοποίησαν τον όρο «μόρια» για να εξηγήσουν το φαινόμενο της διάλυσης και ότι αυτό δεν αποτελεί προσδοκία σε αυτή την ηλικία. Σε σωματιδιακό επίπεδο, στα σχέδιά τους αναπαρίστανται, συνήθως, «κομματάκια ζάχαρης» διασκορπισμένα, χωρίς να σχεδιάζονται σωματίδια νερού, για το οποίο επικρατούσε συνεχής άποψη. Η επόμενη συνήθης αναπαράσταση του διαλύματος που κυριάρχησε μεταξύ των ηλικιών 10 και 12 ετών ήταν η «συνεχής» σκίαση παντού. Παρατηρήθηκε, τέλος, ότι ένα σχετικά υψηλό ποσοστό μαθητών/ριών 15 και 17 ετών απεικόνισε μόνο τα σωματίδια των μορίων της ζάχαρης, ενώ ένα μικρό ποσοστό παιδιών αυτής της ηλικίας είχε σωστές σωματιδιακές αναπαραστάσεις των συστατικών του διαλύματος (Driver et al, 2000).

Στην έρευνά του, ο Boz, (2006) ερεύνησε τις εναλλακτικές απόψεις 300 μαθητών/ριών, ηλικίας 13, 15 και 17 ετών, σχετικά με τη σωματιδιακή δομή της ύλης. Αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι ενώ οι μεγαλύτεροι/ες μαθητές/ριες την κατανοούν, τα μικρότερα παιδιά πιστεύουν ότι η ύλη αποτελείται από πολύ μικρά κομματάκια ύλης και δεν αναφέρονται καθόλου στην εσωτερική δομή της. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι τα παιδιά κάθε ηλικίας, ακόμη κι αν έχουν σωστές σωματιδιακές ιδέες, δεν τις χρησιμοποιούν για την εξήγηση φαινομένων. Αυτό σημαίνει ότι η δομή της ύλης διδάσκεται αποσπασματικά και χωρίς σύνδεση με διαδικασίες και φαινόμενα, όπως ισχυρίστηκε ο Boz.

Σε μια συγκριτική έρευνα τριών χωρών που διεξήγαγαν οι Onwu και Randall, (2006) αποδείχτηκε ότι η σύνδεση των μικροσκοπικών μοντέλων και των μακροσκοπικών φαινομένων ήταν προβληματική και ανακριβής, κατά ένα μεγάλο ποσοστό και στις τρεις χώρες (ηλικία μαθητών/ριών τα 16-18 έτη). Στο ίδιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Crespo και Pozo (2004), όταν μελέτησαν τις αναπαραστάσεις εφήβων και φοιτητών/ριών, σε σχέση με τους μηχανισμούς εξήγησης της διάλυσης και των αλλαγών φάσης. Υποστήριξαν ότι οι μαθητές/ριες

δυσκολεύονται να διαχωρίσουν την πραγματικότητα από το επιστημονικό μοντέλο που χρησιμοποιούν για να την αναπαραστήσουν.

Οι Ebenezer και Erickson (1996) υποστήριξαν ότι στην καθημερινότητα της τάξης επικρατεί μια σύγκρουση μεταξύ του λεξιλογίου του παιδιού και της επιστημονικής γλώσσας που χρησιμοποιεί ο/η εκπαιδευτικός και το σχολικό εγχειρίδιο. Έτσι, ενώ ο όρος «σωματίδιο» σημαίνει για τους/ις μαθητές/ριες ένα πολύ μικρό κομμάτι ύλης, στην επιστημονική ορολογία τα σωματίδια είναι μόρια, άτομα ή ιόντα.

1.3.3. Διδακτικές προσεγγίσεις του φαινομένου της διάλυσης

Στην έρευνα των Snir, Smith και Raz (2003) παρουσιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση, όπου χρησιμοποιήθηκε ένα ειδικά σχεδιασμένο λογισμικό, για να εισάγει τους μαθητές και τις μαθήτριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στο σωματιδιακό μοντέλο, με σκοπό να το χρησιμοποιήσουν στην εξήγηση άλλων φαινομένων. Το λογισμικό που ήταν αλληλεπιδραστικού τύπου, προσομοίωνε, μεταξύ άλλων, το πείραμα του διαλύματος νερού και οιοπνεύματος και ζητούσε από τα παιδιά να επιλέξουν από έναν αριθμό μοντέλων, το πιο κατάλληλο για την εξήγηση του φαινομένου. Μετά την παρέμβαση διαπιστώθηκε ότι το 1/3 της πειραματικής ομάδας είχε ικανοποιητικές σωματιδιακές αναπαραστάσεις για τη διάλυση αλατιού σε νερό, σχεδιάζοντας διαφορετικά σωματίδια για το νερό και το αλάτι. Επίσης, το 90% των παιδιών είχε ικανοποιητικές σωματιδιακές απεικονίσεις για τουλάχιστον ένα από τα τρία φαινόμενα του λογισμικού.

Ένα περιβάλλον προσομοίωσης της διάλυσης του αλατιού στο νερό χρησιμοποίησε η Ebenezer (2001) για τη διδασκαλία της διαλυτότητας σε μαθητές/ριες της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι ένα περιβάλλον πολυμέσων διευκολύνει τη διερεύνηση και την εκτίμηση των ιδεών των παιδιών για τη διάλυση και τη διαπραγμάτευσή τους, σε μικροσκοπικό επίπεδο.

Οι Kokkotas και Vlachos (1998), σε μια προσπάθεια ανάπτυξης μαθησιακών και διδακτικών στρατηγικών σε 70 φοιτητές/ριες δασκάλους/ες, χρησιμοποίησαν την εποικοδομητική πλευρά της μαθησιακής διαδικασίας για να βελτιώσουν την επιστημονική γνώση των μελλοντικών δασκάλων για την σωματιδιακή δομή της ύλης.

Η επίδραση των προσομοιώσεων της διάλυσης χλωριούχου νατρίου στον τρόπο ερμηνείας του φαινομένου μελετήθηκε από τις Kelly και Jones (2007). Ζητήθηκε από

18 φοιτητές/ριες κολεγίου να εξηγήσουν τη διάλυση αλατιού σε νερό, αφού προηγουμένως είχαν παρακολουθήσει δύο προσομοιώσεις της διαδικασίας. Ωστόσο, όπως διαπιστώθηκε από τις προφορικές εξηγήσεις, οι φοιτητές/ριες δεν είχαν κατανοήσει, επαρκώς, τη διάλυση, παρά το γεγονός ότι έδωσαν σωστές ερμηνείες του φαινομένου στη γραπτή έκφραση και στα σχέδια, απεικονίζοντας, μάλλον, ό,τι παρατηρούσαν στις προσομοιώσεις, χωρίς απαραίτητα να το κατανοούν.

Την αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής προσέγγισης, προσανατολισμένης στην εννοιολογική αλλαγή, για την κατανόηση της διάλυσης, υποστήριξαν οι Pinarbası et al. (2006). Επίσης, οι Margel, Eylon και Scherz (2008), κατά τη διάρκεια έρευνας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση που διήρκησε 3 έτη, υποστήριξαν ότι για να αναπτύξουν τα παιδιά ικανοποιητικές σωματιδιακές αναπαραστάσεις της ύλης απαιτείται μία διδασκαλία της δομής της ύλης, σπειροειδούς προσέγγισης. Από τα αποτελέσματα της παραπάνω έρευνας προέκυψε ότι το 85% του δείγματος ήταν ικανό να αναπαραστήσει την ύλη, σε μικροσκοπικό επίπεδο, μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Κατά τον ίδιο τρόπο, οι Calik et al. (2007) προσανατολίστηκαν προς την εννοιολογική αλλαγή για μια εποικοδομητική προσέγγιση της διάλυσης. Μετά από μία διερεύνηση της προηγούμενης γνώσης των φοιτητών/ριών δασκάλων για τη διάλυση αλατιού και ζάχαρης στο νερό και με βάση τις εναλλακτικές ιδέες που βρέθηκαν, σχεδιάστηκε μια διδακτική παρέμβαση εννοιολογικής αλλαγής που εφαρμόστηκε σε 21 φοιτητές/ριες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά το τεστ *εννοιολογικής αλλαγής* οι φοιτητές/ριες κινήθηκαν προς την επιστημονική άποψη και είχαν περισσότερες σωστές απαντήσεις, με σωστή αιτιολόγηση.

Ο Johnson (1998) υποστήριξε ότι η σωματιδιακή θεωρία αποκτά ένα ρόλο-κλειδί και θεωρείται το μέσο για να φτάσουν τα παιδιά στην κατανόηση άλλων φαινομένων. Τη χρήση της σωματιδιακής θεωρίας για την κατανόηση της διάλυσης εφάρμοσαν οι Parageorgiou και Johnson (2005) σε παιδιά δημοτικού σχολείου (10-11 ετών), στην Ελλάδα. Οι ερευνητές συμπέραναν ότι η εισαγωγή των σωματιδιακών ιδεών συνέβαλλε στην κατανόηση του φαινομένου της διάλυσης. Μετά τη διδακτική παρέμβαση, η οποία περιλάμβανε μια εισαγωγική παρουσίαση της σωματιδιακής δομής της ύλης, 10 από τα 12 παιδιά της πειραματικής ομάδας μετακινήθηκαν σε σωματιδιακές ερμηνείες της διάλυσης και ζωγράφισαν δύο τύπους σωματιδίων, για τη ζάχαρη και το νερό. Ωστόσο, οι εξηγήσεις τους κατηγοριοποιήθηκαν, κυρίως, στα παρακάτω μοντέλα:

- μοντέλο Α: *σωματίδια μέσα στη συνεχόμενη ουσία και*

- μοντέλο B: τα σωματίδια είναι η ουσία, αλλά με μακροσκοπικό χαρακτήρα

Ο Tsai (1999) εξέτασε την αποτελεσματικότητα μιας δραστηριότητας που έκανε χρήση αναλογιών, για τη μικροσκοπική θεώρηση της ύλης. Η συγκεκριμένη δραστηριότητα παρουσιάστηκε ως παίξιμο ρόλων, όπου οι μαθητές/ριες είχαν ρόλους σωματιδίων κι έπαιζαν μεταξύ τους. Αναλύοντας τα σχέδια των παιδιών για την τακτοποίηση των σωματιδίων στις τρεις φυσικές καταστάσεις των σωμάτων, βρέθηκε ότι σε ένα άμεσο test δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ πειραματικής ομάδας και ομάδας ελέγχου. Ωστόσο, η σύγκριση των επιδόσεων σε ένα delay test έδειξε ότι η αναλογική δραστηριότητα είχε θετική επιρροή στην εννοιολογική αλλαγή των παιδιών, σε μια μακροχρόνια θεώρηση.

Η Meheut (2004) σχεδίασε δύο διδακτικά προγράμματα για τη διδασκαλία της σωματιδιακής δομής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το πρώτο σχεδιάστηκε για να εξηγηθεί η διατήρηση της ύλης μέσω της δομής της ύλης, κατά τη διάρκεια συγκεκριμένων φυσικών φαινομένων. Το δεύτερο διδακτικό πρόγραμμα σκόπευε στην ανάπτυξη από τα παιδιά ενός σωματιδιακού μοντέλου για την εξήγηση των ιδιοτήτων των αερίων, με τη χρήση προσομοίωσης στον υπολογιστή.

Όπως φαίνεται από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η κατανόηση του φαινομένου της διάλυσης από τους μαθητές και τις μαθήτριες αποτέλεσε αντικείμενο πολλών ερευνών. Διερευνήθηκαν οι παρανοήσεις των παιδιών και εφαρμόστηκαν αρκετές διδακτικές παρεμβάσεις με θετικά αποτελέσματα, προκειμένου να ξεπεραστούν οι δυσκολίες κατανόησης του φαινομένου σε μικροσκοπικό επίπεδο. Οι περισσότερες διδακτικές παρεμβάσεις βασίστηκαν στο σωματιδιακό μοντέλο της ύλης, το οποίο χρησιμοποίησαν ως μέσο για την εξήγηση της διαδικασίας της διάλυσης.

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία της έρευνας

2.1. Κριτήρια επιλογής του θέματος

Το φαινόμενο της διάλυσης επιλέχθηκε για τους εξής λόγους:

- Υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον, όπως φαίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία.
- Οι έννοιες της διάλυσης και της σωματιδιακής δομής της ύλης θεωρούνται βασικές για τη μάθηση της Χημείας από πολλούς ερευνητές (Abraham et al., 1994, Nakhleh & Samarapungavan, 1999, Calik et al., 2005).
- Επικρατούν στα παιδιά παρανοήσεις και δυσκολίες, σχετικά με τη διάλυση, όπως εξαφάνιση της διαλυμένης ουσίας, σύγχυση με τήξη, χρήση μη επιστημονικής ορολογίας κ.α.
- Είναι ένα φαινόμενο οικείο για τα παιδιά, εφόσον το συναντούν στην καθημερινότητά τους και κατανοητό για την ηλικία τους.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σωματιδιακή δομή της ύλης, ως ερμηνευτικό και περιγραφικό εργαλείο.
- Αναφέρεται στα σχολικά εγχειρίδια, διδάσκεται όμως με τρόπο αποσπασματικό και δογματικό και μόνο σε μακροσκοπικό επίπεδο.
- Μπορούν να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες, με την προσομοίωση του φαινομένου και την αναπαράστασή του σε σωματιδιακό επίπεδο, καθιστώντας δυνατή τη σύνδεση εμπειρικών και μικροσκοπικών αναπαραστάσεων από τους μαθητές και τις μαθήτριες.

2.2. Διασαφήνιση βασικών εννοιών

Η διδακτική παρέμβαση επικεντρώνεται σε βασικές έννοιες των Φυσικών Επιστημών, οι οποίες διασαφηνίζονται παρακάτω, με βάση την επιστημονική άποψη:

Διάλυση: Είναι ένα φυσικό φαινόμενο, κατά το οποίο δύο ή περισσότερες ουσίες αλληλεπιδρούν για να σχηματίσουν ένα ομογενές μίγμα.

Διαλύματα: Ονομάζονται τα ομογενή μίγματα στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, δηλαδή το *διαλύτη* και τις *διαλυμένες ουσίες*, ακόμη κι αν χρησιμοποιούμε μικροσκόπιο.

Διαλυτότητα: ποσότητα μιας ουσίας σε γραμμάρια που μπορεί να διαλυθεί σε 100 γραμμάρια διαλύτη. Εξαρτάται από το είδος της ουσίας, καθώς και από το είδος του διαλύτη.

Πυκνό ή αραιό διάλυμα: Πυκνό ονομάζεται το διάλυμα που έχει μεγάλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας και αραιό είναι το διάλυμα που έχει μικρή ποσότητα διαλυμένης ουσίας.

Κορεσμένο διάλυμα: Το διάλυμα στο οποίο δεν μπορεί να διαλυθεί επιπλέον ουσία.

Ίζημα: ονομάζεται η επιπλέον ποσότητα στερεής ουσίας που προσθέτουμε και δε διαλύεται, αλλά κατακάθεται στον πυθμένα του δοχείου.

Σωματίδιο μιας ουσίας: Η πιο μικρή δομική μονάδα αυτής της ουσίας.

Βασικές αρχές της σωματιδιακής θεωρίας που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα:

- Η ύλη είναι ασυνεχής και αποτελείται από μικρότατα σωματίδια.
- Υπάρχουν αποστάσεις ανάμεσα στα σωματίδια της ύλης.
- Υπάρχει κενό ανάμεσα στα σωματίδια.
- Τα σωματίδια κινούνται και η κίνησή τους αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.

2.3. Τυπολογία και στόχοι της έρευνας

Η εργασία που παρουσιάζεται αποτελεί μια έρευνα επιτευξιμότητας (feasibility research). Οι έρευνες αυτές διερευνούν και προσδιορίζουν το τι είναι δυνατό να επιτευχθεί από διδακτική άποψη, σε δεδομένο χρόνο και σε δεδομένες διδακτικές συνθήκες (Astolfi, 1993). Είναι, επομένως, προσανατολισμένες στην πράξη και γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ έρευνας και διδακτικής πράξης (Σταυρίδου, 1995).

Οι στόχοι της έρευνας είναι:

1. να διερευνηθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το φαινόμενο της διάλυσης,
2. να βοηθήσει τα παιδιά να αναπτύξουν και να συνδέσουν, κατάλληλα, αναπαραστάσεις από το εμπειρικό και το μικροσκοπικό πεδίο, χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις, αλληλεπιδραστικού τύπου, στον υπολογιστή,
3. να διερευνηθεί η επίδραση μιας καινοτομικής διδακτικής παρέμβασης στην κατανόηση του φαινομένου της διάλυσης,
4. να μελετηθεί η εννοιολογική εξέλιξη των μαθητών/ριών, κατά τη διάρκεια μιας καινοτομικής διδακτικής προσέγγισης, σχετικά με την έννοια της διάλυσης.

2.4. Υποθέσεις της έρευνας

Οι υποθέσεις της έρευνας είναι οι ακόλουθες:

1. Οι μαθητές και οι μαθήτριες της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου έχουν παρανοήσεις και εναλλακτικές αναπαραστάσεις για το φαινόμενο της διάλυσης. Πιο συγκεκριμένα, δεν αντιλαμβάνονται τη διατήρηση της ύλης και πιστεύουν ότι η διαλυμένη ουσία εξαφανίζεται ή αλλάζει σύσταση, χωρίς να γίνεται η ανάκτησή της στην αρχική της μορφή. Επίσης, συγχέουν τη διάλυση με την τήξη και δεν αντιλαμβάνονται την αλληλεπίδραση ουσιών κατά τη διάλυση, χρησιμοποιώντας το ρήμα «λιώνει» και για τα δύο φαινόμενα. Τέλος, έχουν μακροσκοπικές αναπαραστάσεις της διάλυσης και δεν χρησιμοποιούν σωματιδιακές απόψεις για να την ερμηνεύσουν και να την κατανοήσουν.
2. Οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης είναι δυνατό να αναδομηθούν προς την επιστημονική άποψη, με μια κατάλληλη διδακτική παρέμβαση, βασισμένη στον κοινωνικό εποικοδομητισμό και τη συνεργατική μάθηση.
3. Η σωματιδιακή δομή της ύλης μπορεί να αποτελέσει τη βάση για την εξήγηση και κατανόηση της διαδικασίας της διάλυσης. Υποθέτουμε, δηλαδή, ότι τα παιδιά μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις σωματιδιακές απόψεις για να αναπαραστήσουν το φαινόμενο της διάλυσης, να το διακρίνουν από το φαινόμενο της τήξης και να κατανοήσουν τη διατήρηση της ύλης.
4. Το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα δεν είναι δυνατό να τροποποιήσει, ικανοποιητικά, τις αρχικές ιδέες των παιδιών για τη διάλυση.

2.5. Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 61 μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης Δημοτικού σχολείου (11-12 ετών) που βρίσκονταν σε παρόμοιο κοινωνικοοικονομικό επίπεδο, στην Καρδίτσα. Στην πειραματική ομάδα συμμετείχαν 28 παιδιά, χωρισμένα σε δύο τάξεις των δεκατεσσάρων μαθητών/ριών, στο 6^ο Δημοτικό σχολείο Καρδίτσας. Αντίστοιχα, η ομάδα ελέγχου είχε 33 μαθητές/ριες του 1^{ου} Δημοτικού σχολείου Καρδίτσας.

2.6. Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων

Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων στηρίχτηκε στα ερωτηματολόγια, στις σημειώσεις των παιδιών στα Φύλλα Εργασίας, στις συνεντεύξεις και σε ένα Φύλλο Παρατήρησης που αξιολογούσε την πορεία της διδασκαλίας, το περιβάλλον της τάξης και το ομαδοσυνεργατικό κλίμα.

2.6.1. Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

Οι αντιλήψεις των παιδιών διερευνήθηκαν πριν από τη διδασκαλία με τη βοήθεια ενός αρχικού ερωτηματολογίου και μετά τη διδασκαλία, με τη συμπλήρωση ενός τελικού ερωτηματολογίου από τους/ις μαθητές/ριες.

Στόχος του αρχικού και του 1^{ου} τελικού ερωτηματολογίου που αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας, ήταν να διερευνήσει τις ιδέες όλων των παιδιών για τη διάλυση, έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι εναλλακτικές ιδέες και οι παρανοήσεις τους, πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά την α' φάση της διδασκαλίας. Το περιεχόμενό του συνδέονταν με τους διδακτικούς στόχους της παρέμβασης και τους στόχους της έρευνας. Περιλάμβανε 13 συνολικά ερωτήσεις, ανοιχτού και κλειστού τύπου και σε ορισμένες ερωτήσεις ζητούνταν από τα παιδιά να κάνουν σχέδια ουσιών ή διαλυμάτων (βλ. Παράρτημα 1). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τέσσερις κατηγορίες ερωτήσεων του ερωτηματολογίου.

Η πρώτη κατηγορία στόχευε στη διερεύνηση των αντιλήψεων των μαθητών και των μαθητριών για το φαινόμενο της διάλυσης, την αρχή της διατήρησης της ύλης κατά τη διάλυση και το κορεσμένο διάλυμα. Απαιτούσε από τα παιδιά γραπτές απαντήσεις περιγραφής και εξήγησης των φαινομένων και των σχετικών εννοιών. Για παράδειγμα, μία από τις ερωτήσεις ήταν η ακόλουθη: *«Προσθέτουμε ένα κουταλάκι αλάτι σε ένα ποτήρι νερό και ανακατεύουμε. Πιστεύεις ότι το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι; ΝΑΙ ΟΧΙ. Δικαιολόγησε την απάντησή σου».*

Η δεύτερη κατηγορία ερωτήσεων είχε στόχο τη διερεύνηση των σωματιδιακών αναπαραστάσεων των παιδιών για τη διάλυση, για τα διαλύματα και τις ουσίες, για το πυκνό και αραιό διάλυμα και τέλος, για το κορεσμένο διάλυμα. Ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να σχεδιάσουν περιεχόμενα δοχείων με διάφορα διαλύματα, αν το παρατηρούσαν προσεκτικά με το «μαγικό φακό». Μία ερώτηση αυτής της κατηγορίας ήταν η εξής: *«Φαντάσου ότι έχεις ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό με τον οποίο μπορείς να δεις μέσα στα σώματα που είναι γύρω σου. Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις το εσωτερικό του ποτηριού με το αλατόνερο».*

Μία ερώτηση της τρίτης κατηγορίας ήταν η ακόλουθη: «Μπορείς να σχεδιάσεις το εσωτερικό του ποτηριού Α που περιέχει μόνο νερό, το εσωτερικό του ποτηριού Β που περιέχει μόνο οινόπνευμα και το εσωτερικό του ποτηριού Γ που περιέχει το μίγμα νερού και οιοπνεύματος;». Η κατηγορία αυτή είχε στόχο τη διερεύνηση των αναπαραστάσεων των παιδιών για τις ουσίες και τα διαλύματα, σε σωματιδιακό επίπεδο και αν αυτές μπορούν να εξηγήσουν, επαρκώς, το φαινόμενο της διάλυσης.

Η τέταρτη κατηγορία ερωτήσεων ζητούσε από τα παιδιά να εξηγήσουν τι συμβαίνει σε ένα ποτήρι νερό, όπου υπήρχε ένα κομμάτι πάγου που έλιωνε και τι συμβαίνει σε ένα ποτήρι νερό, όπου υπήρχε μικρή ποσότητα ζάχαρης που διαλύονταν. Ταυτόχρονα, απαιτούσε από τους/ις μαθητές/ριες να κάνουν δύο σχεδιαστικά έργα (για το πρώτο και το δεύτερο ποτήρι). Οι ερωτήσεις αυτές είχαν στόχο να ανιχνεύσουν σε ποιο βαθμό τα παιδιά διαχωρίζουν την τήξη από τη διάλυση, να διερευνηθούν οι νοητικές αναπαραστάσεις τους, σε μικροσκοπικό επίπεδο, για τα δύο φαινόμενα και η επίδραση του καθημερινού λεξιλογίου στην κατανόηση της διάλυσης.

Στο τέλος του 1^{ου} τελικού ερωτηματολογίου επαναλαμβάνονταν ορισμένες ερωτήσεις που απαιτούσαν από τα παιδιά να κάνουν σχήματα, όπου όμως, τώρα, καλούνταν να χρησιμοποιήσουν *σωματίδια*. Παρόμοιες ερωτήσεις περιλάμβανε το 2^ο τελικό ερωτηματολόγιο που δόθηκε στα παιδιά μετά τη β' φάση της διδασκαλίας (βλ. Παράρτημα 1).

2.6.2. Συνεντεύξεις

Πριν από τη διδακτική παρέμβαση πραγματοποιήθηκαν 8 ημιδομημένες συνεντεύξεις σε 4 παιδιά της πειραματικής ομάδας και σε 4 της ομάδας ελέγχου. Οι μαθητές/ριες παρατήρησαν το φαινόμενο της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό, το οποίο έπρεπε στη συνέχεια να εξηγήσουν. Οι θεματικές της συνέντευξης αφορούσαν στη διατήρηση της ύλης, τη φύση και τις ιδιότητες του διαλύματος, την εξήγηση του κορεσμένου διαλύματος, τη σύγχυση διάλυσης και τήξης και την αναπαράσταση του φαινομένου σε σωματιδιακό επίπεδο. Τέλος, ζητήθηκε από τα παιδιά να εξηγήσουν τα σχέδιά τους στο αρχικό ερωτηματολόγιο.

Οι ίδιες συνεντεύξεις έγιναν και μετά τη διδακτική παρέμβαση, στα ίδια παιδιά, για να διερευνηθεί η επίδραση της διδασκαλίας (καινοτομικής ή παραδοσιακής) στην κατανόηση της διάλυσης. Αυτές οι συνεντεύξεις ήταν 7, γιατί ένας μαθητής της ομάδας ελέγχου δε δέχτηκε να επαναλάβει τη διαδικασία.

2.7. Το εποπτικό και εργαστηριακό υλικό

Για την επίτευξη των διδακτικών στόχων χρησιμοποιήθηκαν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, όπου οι μαθητές και οι μαθήτριες της πειραματικής ομάδας χρησιμοποίησαν λογισμικά του διαδικτύου για να προσομοιώσουν τα σχετικά φαινόμενα και να κάνουν εικονικά πειράματα (2^η και 4^η διδακτική ενότητα). Στο περιβάλλον της τάξης τα παιδιά χωρίστηκαν σε ομάδες και εκτέλεσαν πειράματα, χρησιμοποιώντας απλά υλικά, χαμηλού κόστους. Κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της νερό, οινόπνευμα, ζάχαρη, αλάτι, κουταλάκια, ογκομετρικούς σωλήνες, ζυγαριά, ποτήρια, ηλεκτρική εστία, παγάκια.

2.8. Διαδικασία

Οι αντιλήψεις των παιδιών για τη διάλυση διερευνήθηκαν με τη συμπλήρωση ενός αρχικού και δύο τελικών ερωτηματολογίων από τους/ις μαθητές/ριες. Για την επίτευξη του παραπάνω σκοπού πραγματοποιήθηκαν και οι 8 ημιδομημένες συνεντεύξεις με 4 παιδιά της πειραματικής ομάδας και με 4 της ομάδας ελέγχου, πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά, αντίστοιχα. Οι μαθητές/ριες παρατήρησαν το φαινόμενο της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό, το οποίο έπρεπε στη συνέχεια να εξηγήσουν και να σχεδιάσουν.

Η διδακτική παρέμβαση, διάρκειας 7 διδακτικών ωρών, πραγματοποιήθηκε από τη γράφουσα στα παιδιά της πειραματικής ομάδας. Αντίστοιχα, η ομάδα ελέγχου ακολούθησε το παραδοσιακό Αναλυτικό Πρόγραμμα του δημοτικού σχολείου. Τρεις ώρες διδασκαλίας απαιτήθηκαν για τη διεξαγωγή απλών πειραμάτων από τα παιδιά, στο περιβάλλον της τάξης τους και άλλες τρεις ώρες έγιναν στο εργαστήριο υπολογιστών, όπου υπήρξε ένας υπολογιστής για κάθε δύο ή τρία άτομα. Με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών οι μαθητές/ριες χρησιμοποίησαν σωματιδιακά μοντέλα και συσχέτισαν αναπαραστάσεις από το εμπειρικό και σωματιδιακό επίπεδο για να ερμηνεύσουν τη διαδικασία της διάλυσης διαφορετικών ουσιών στο νερό. Σε όλες τις δραστηριότητες εργάστηκαν σε ανομοιογενείς ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων και συζητούσαν και συνεργάζονταν μεταξύ τους, σε όλη τη διάρκεια της διδασκαλίας. Ατομικά εργάστηκαν μόνο για να συμπληρώσουν την ατομική πρόβλεψη των Φύλλων Εργασίας, την οποία, αργότερα, διαπραγματεύτηκαν ομαδικά, κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων. Οι έξι διδακτικές ώρες μοιράστηκαν σε τέσσερις διδακτικές ενότητες, για τις οποίες υπήρχαν τα

αντίστοιχα, ειδικά σχεδιασμένα για τις ανάγκες της έρευνας, Φύλλα Εργασίας. Οι ενότητες αυτές που αποτέλεσαν την α' φάση της διδασκαλίας ήταν οι εξής:

1. Μίγματα και διαλύματα
2. Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου
3. Εξηγώντας τη διάλυση
4. Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή

Μετά από μία εβδομάδα συμπληρώθηκε το 1^ο τελικό ερωτηματολόγιο από τα παιδιά, ενώ δύο εβδομάδες αργότερα υλοποιήθηκε η β' φάση της διδασκαλίας. Κατά τη διάρκεια της φάσης αυτής σχεδιάστηκαν από τα παιδιά αναπαραστάσεις σωματιδίων ουσιών και διαλυμάτων και τονίστηκε η διαφορετικότητα των σωματιδίων κάθε ουσίας. Μία εβδομάδα μετά, οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας συμπλήρωσαν το 2^ο τελικό ερωτηματολόγιο.

2.9. Το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα της ομάδας ελέγχου

Το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου προέβλεπε τη διδασκαλία των υλικών σωμάτων σε 5 διδακτικές ώρες. Και οι δύο ομάδες διδάχτηκαν αυτές τις έννοιες, με σαφείς αναφορές στη σωματιδιακή δομή της ύλης και σχετικές εικονικές αναπαραστάσεις στο «Ερευνώ και ανακαλύπτω, βιβλίο μαθητή» της Ε' τάξης.

Η ομάδα ελέγχου διδάχτηκε το φαινόμενο της διάλυσης με το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα του δημοτικού σχολείου, σύμφωνα με τις αρχές της ανακαλυπτικής μάθησης. Χρησιμοποιήθηκαν οι ενότητες «μελετάμε τα μίγματα» και «μελετάμε τα διαλύματα» του παραπάνω σχολικού εγχειριδίου, όπου τα παιδιά δημιούργησαν διαλύματα ζάχαρης ή αλατιού σε νερό, κατά τη διάρκεια 3 διδακτικών ωρών. Ωστόσο, δεν επιχειρήθηκε ερμηνεία της διάλυσης σε μικροσκοπικό επίπεδο. Υπήρχαν, μόνο, ορισμένες φραστικές αναφορές στο μικρόκοσμο που μπορούσαν τα παιδιά να διαβάσουν στα βιβλία τους, όπως «Τα μίγματα αποτελούνται από τα δομικά σωματίδια, π.χ. μόρια, των χημικών ουσιών που έχουν αναμειχθεί. Αν μπορούσαμε να μικρύνουμε, θα βλέπαμε όλα αυτά τα σωματίδια να κινούνται αναμειγμένα μεταξύ τους συνεχώς και τυχαία.».

Κεφάλαιο 3: Σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης για τη διάλυση

Εισαγωγή

Ο σχεδιασμός της διδακτικής παρέμβασης που παρουσιάζεται παρακάτω, στηρίχτηκε στον κοινωνικό εποικοδομητισμό και τη συνεργατική μάθηση. Σχεδιάστηκε ένα νέο αναλυτικό πρόγραμμα, βασισμένο στις δυσκολίες και τις παρανοήσεις των παιδιών, όπως αυτές διερευνήθηκαν στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Επιπλέον, τα Φύλλα Εργασίας που αναπτύχθηκαν για τις ανάγκες της έρευνας είχαν ως αφετηρία το εμπειρικό πεδίο και σταδιακά εισήγαγαν το σωματιδιακό μοντέλο της ύλης για την ερμηνεία της διάλυσης.

3.1. Το νέο αναλυτικό πρόγραμμα

Στην κατασκευή ενός αναλυτικού προγράμματος κύριο ρόλο παίζει η επιλογή του περιεχομένου, οι διδακτικές στρατηγικές και τα μαθησιακά έργα (Κόκκοτας, 2002). Στην εποικοδομητική προσέγγιση το αναλυτικό πρόγραμμα είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένο, ώστε οι μαθητές/ριες να οικοδομήσουν και να επανοικοδομήσουν την επιστημονική γνώση, ξεκινώντας με πρώτο και προσωρινό θεμέλιο τη δική τους αρχική γνώση και τις δικές τους αναπαραστάσεις (Βλάχος, 2004).

Το περιεχόμενο του νέου αναλυτικού προγράμματος που σχεδιάστηκε για την παρούσα εργασία περιλάμβανε έννοιες σχετικές με τη διάλυση, όπως ο ρόλος του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας, κορεσμένο διάλυμα, πυκνό ή αραιό διάλυμα, διάκριση τήξης και διάλυσης, διατήρηση ύλης και μη διατήρηση όγκου κατά τη διάλυση, διαλυτότητα διαφορετικών ουσιών στο νερό, παράγοντες που επηρεάζουν τη διάλυση.

Η διαφοροποίησή του από το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα συνίσταται στο γεγονός ότι το σωματιδιακό μοντέλο της δομής της ύλης χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την ερμηνεία του φαινομένου της διάλυσης και των σχετικών εννοιών. Σύμφωνα με το τελευταίο αναλυτικό πρόγραμμα του δημοτικού σχολείου (2001), ο μικρόκοσμος διδάσκεται στην πρωτοβάθμια βαθμίδα εκπαίδευσης, με τρόπο όμως αποσπασματικό, χωρίς να συνδέεται με το εμπειρικό πεδίο αναφοράς και συχνά με φραστικές αναφορές μόνο. Η κριτική που ασκήθηκε σε αυτό το πρόγραμμα σπουδών συνδέεται με την παραδοχή πολλών ερευνητών που υποστηρίζουν ότι τα 11χρονα παιδιά δεν μπορούν να κατανοήσουν τη δομή της ύλης, γιατί τα επιστημονικά

μοντέλα συγκρούονται με τα προϋπάρχοντα νοητικά μοντέλα των παιδιών (Κουμαράς, 2007, Driver et al, 2000). Ωστόσο, η χρήση ενός απλοποιημένου σωματιδιακού μοντέλου υποστηρίζεται ότι ενισχύει την ανάπτυξη νοητικών αναπαραστάσεων, μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες και διδασκαλία (Papageorgίου και Johnson, 2005). Έτσι, το παιδί έχει ένα μοντέλο που το χρησιμοποιεί ως εργαλείο, για να κατανοήσει και να εξηγήσει το φαινόμενο της διάλυσης, με αποτέλεσμα να μπορεί να «βλέπει» όχι μόνο το νερό και τη ζάχαρη, αλλά και τα σωματίδια του διαλύτη, τα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας, την κίνησή τους κτλ.

Επομένως, ο σχεδιασμός της διδακτικής στρατηγικής στηρίχτηκε στην επιλογή της διάλυσης, φαινόμενο από το εμπειρικό πεδίο, και στη χρήση ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου από τα παιδιά, για να αναπτύξουν ικανοποιητική νοητική αναπαράσταση της διάλυσης. Αυτή η σύνδεση των εμπειρικών και μικροσκοπικών αναπαραστάσεων θεωρήθηκε βασική για την αναδόμηση των αρχικών ιδεών των μαθητών/ριών.

Τα μαθησιακά έργα που χρησιμοποιήθηκαν, είχαν σκοπό να ενεργοποιήσουν την αρχική γνώση των παιδιών και να την αλλάξουν, σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο και τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και να χειριστούν τη γνώση ως συσχετισμένη με προβλήματα και υποκείμενη σε πιθανή μελλοντική διάψευση (Βλάχος, 2004), καθιστώντας τα παιδιά ικανά να αποκτήσουν την επιστημονική νοοτροπία. Για παράδειγμα, όταν οι μαθητές και οι μαθήτριες παρατηρούν ότι το αλάτι διαλύεται στο νερό, πιστεύουν ότι αυτό μπορεί να συμβεί με οποιαδήποτε ποσότητα αλατιού. Η γνωριμία τους όμως με το κορεσμένο διάλυμα έρχεται να διαψεύσει την προηγούμενη αντίληψή τους. Επομένως, σχεδιάστηκαν μαθησιακά έργα, όπως εργαστηριακές – πειραματικές δραστηριότητες, συζήτηση σε ομάδες, αναλογίες, μοντελοποίηση και χρήση ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού.

3.1.1. Το νέο μαθησιακό περιβάλλον

Η διδακτική παρέμβαση έγινε στις αίθουσες των παιδιών για τις 4 διδακτικές ώρες και στο εργαστήριο υπολογιστών για τις υπόλοιπες 3 ώρες. Πραγματοποιήθηκε αλλαγή της θέσης των θρανίων σε κάθε αίθουσα, έτσι ώστε κάθε δύο θρανία να σχηματίζουν ένα τραπέζι εργασίας. Οι μαθητές/ριες χωρίστηκαν από τη γράφουσα, σε ομάδες των τριών ή τεσσάρων ατόμων, τηρώντας μια ανομοιογένεια ως προς το φύλο και την επίδοσή τους και κάθισαν στο τραπέζι εργασίας, δύο απέναντι σε δύο ή δύο

απέναντι σε έναν, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα της άμεσης, μεταξύ τους αλληλεπίδρασης (Σταυρίδου, 2000). Σε κάθε τραπέζι εργασίας υπήρχαν τα απαραίτητα υλικά ή όργανα για τη διενέργεια των πειραμάτων και ανατέθηκαν ρόλοι σε κάθε μέλος της ομάδας, οι οποίοι εναλλάσσονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε να αποφευχθούν οι διενέξεις και η πιθανή έλλειψη συμμετοχής ορισμένων μαθητών/ριών. Ειδικότερα, σε κάθε ομάδα κάποιο παιδί έπρεπε να χειρίζεται τον υπολογιστή, κάποιο άλλο να κρατάει σημειώσεις, κάποιο άλλο να χειρίζεται τα όργανα ή τα υλικά για τα πειράματα κ.α.

Κάθε παιδί είχε το δικό του φύλλο εργασίας, το οποίο συμπλήρωνε ατομικά, όταν υπήρχε ατομική πρόβλεψη ή ομαδικά, έπειτα από συζήτηση με τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας. Για το λόγο αυτό, τονίστηκε ιδιαίτερα η ανάγκη της συζήτησης και της συνεργασίας για τη διεκπεραίωση των δραστηριοτήτων. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, ο ρόλος της εκπαιδευτικού ήταν καθοδηγητικός και βοηθητικός, συμβουλευοντας τα παιδιά για τη χρήση των οργάνων και συντονίζοντας τις εργασίες τους.

3.1.2. Δομή και περιεχόμενο των Φύλλων Εργασίας

Τα φύλλα εργασίας περιλάμβαναν:

- Δραστηριότητες καταγραφής ενός προβλήματος
- Ατομική πρόβλεψη και εξήγηση από κάθε παιδί χωριστά
- Σαφείς οδηγίες για την εκτέλεση του πειράματος στην αίθουσα ή για την προσομοίωση στον υπολογιστή, ομαδικά
- Συνεργασία και συζήτηση στην ομάδα για να εξηγήσουν τα αποτελέσματα του πειράματος και να αντιμετωπίσουν τη γνωστική σύγκρουση στην οποία ίσως να βρέθηκαν
- Σχεδιαστικά έργα, ώστε τα παιδιά να σχεδιάσουν σε μικροσκοπικό επίπεδο τις εξηγήσεις τους
- Συζήτηση σε επίπεδο τάξης, για να καταγραφούν τα συμπεράσματα

Κοινή βάση των φύλλων εργασίας ήταν η σύνδεση του εμπειρικού επιπέδου (τα διαλύματα που κλήθηκαν να κάνουν τα παιδιά) και του μικροσκοπικού επιπέδου (προσομοιώσεις, εικονικές αναπαραστάσεις).

Το περιεχόμενο των ομαδικών δραστηριοτήτων ήταν η δημιουργία διαλυμάτων ζάχαρης ή αλατιού σε νερό, η δημιουργία κορεσμένων διαλυμάτων, η παρατήρηση προσομοιώσεων, αλληλεπιδραστικού τύπου, στον υπολογιστή, θεατρικό παιχνίδι με

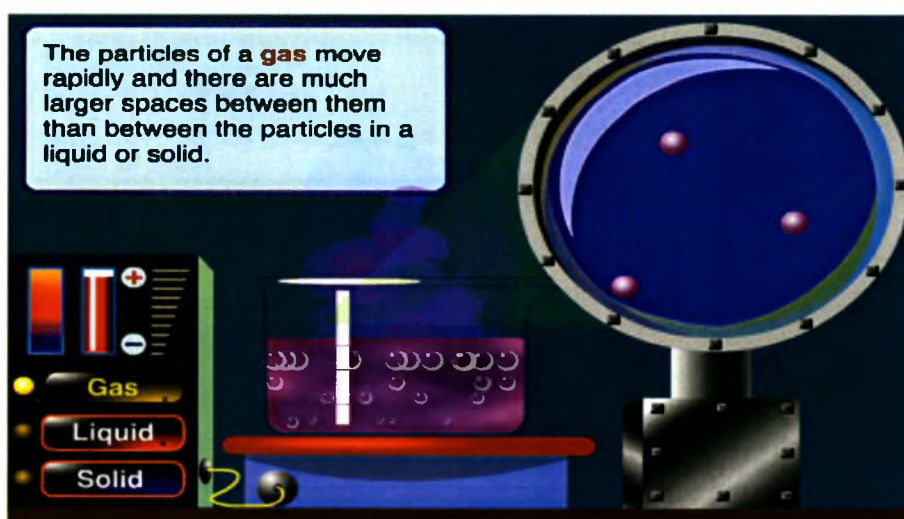
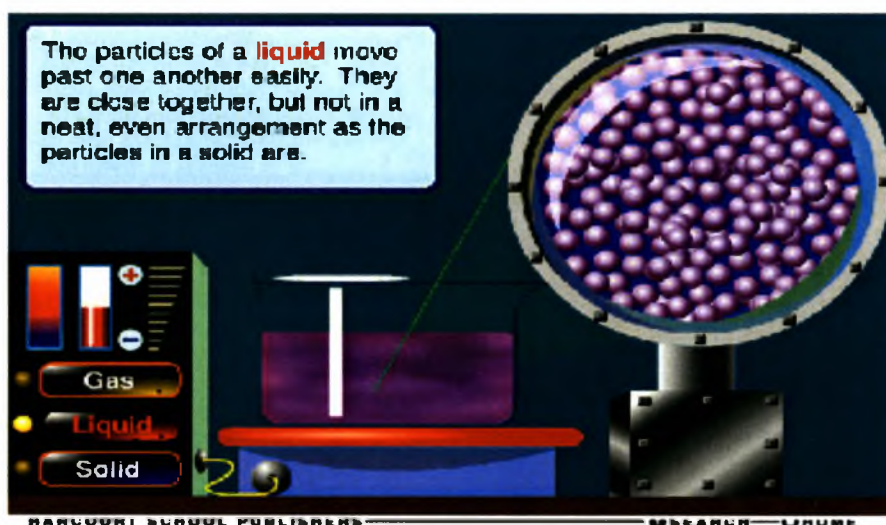
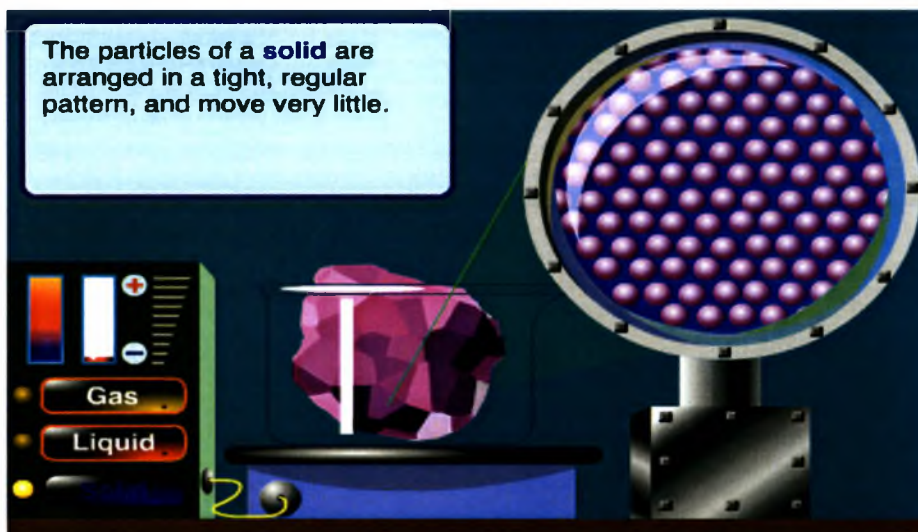
τα παιδιά να αναπαριστούν τα σωματίδια με το σώμα τους, η πειραματική διαπίστωση της ανάκτησης των ουσιών από τα διαλύματα, η αναγνώριση της διάλυσης, ως φυσικό φαινόμενο.

3.1.3. Περιγραφή των προσομοιώσεων

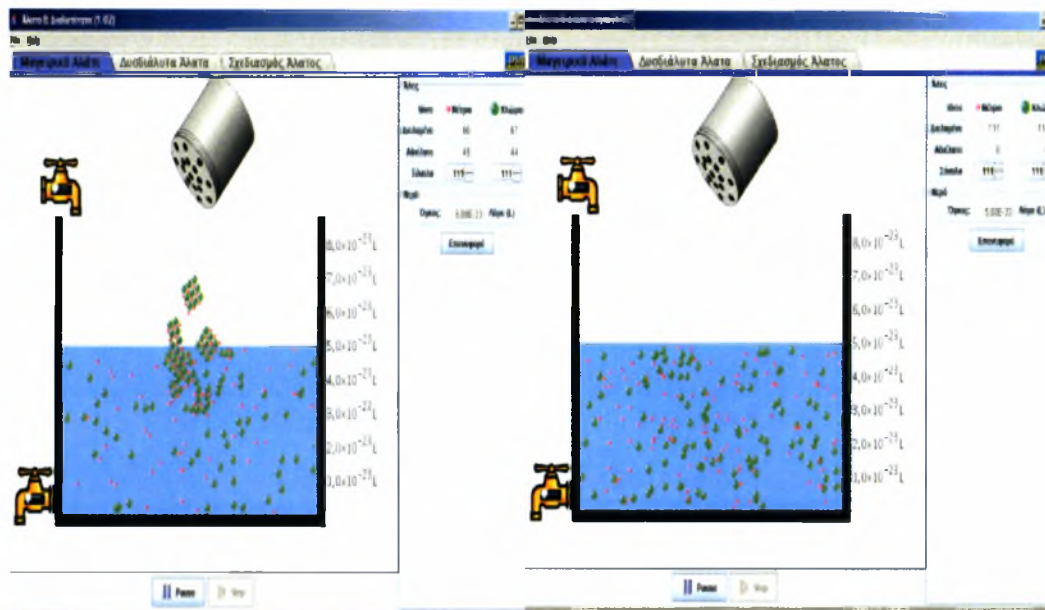
Στον υπολογιστή, οι προσομοιώσεις αναπαριστούν την πραγματικότητα και βοηθούν το παιδί να παρατηρήσει και να μελετήσει τη σταδιακή εξέλιξη ενός φαινομένου (Κόκκοτας, 2002).

Για την εισαγωγή των μαθητών/ριών στη σωματιδιακή δομή της ύλης (2^ο φύλλο εργασίας), επιλέχτηκε από το διαδίκτυο η ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/>. Πρόκειται για μια προσομοίωση της συμπεριφοράς των σωματιδίων ενός ιδανικού αερίου, με δυνατότητα αλληλεπίδρασης των παιδιών με το λογισμικό. Για την παρατήρηση των αναπαραστάσεων των σωματιδίων στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια, οι μαθητές και οι μαθήτριες πλοηγήθηκαν στο διαδίκτυο, στις διευθύνσεις http://www.bbc.co.uk/schools/ks3bitesize/science/chemistry/particle_model_1.shtm_1 και www.harcourtschool.com/activity/states_of_matter. Στον τελευταίο δικτυακό τόπο, τα παιδιά βρέθηκαν σε μια οθόνη, όπου υπάρχει ένα ποτήρι με ένα σώμα και πάνω δεξιά ένας μαγικός μεγεθυντικός φακός που δείχνει τα σωματίδια στις τρεις καταστάσεις της ύλης (βλ. σχήμα 1). Οι μαθητές και οι μαθήτριες παρατήρησαν την κίνηση και την τακτοποίηση των σωματιδίων στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια σώματα και είχαν τη δυνατότητα να αυξομειώνουν τη θερμότητα για να παρακολουθούν τις αλλαγές.

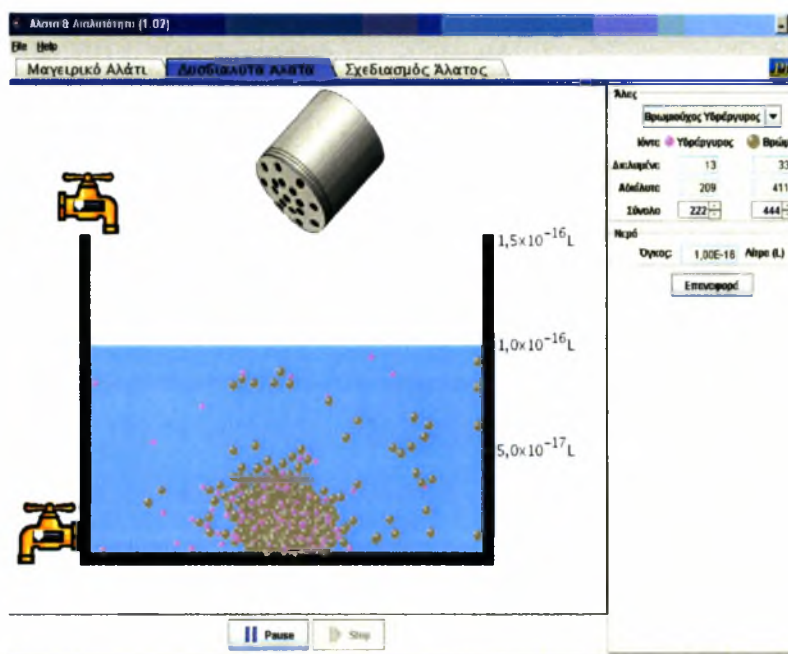
Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το σενάριο μιας προσομοίωσης, αλληλεπιδραστικού τύπου, “Αλατα & Διαλυτότητα” (4^ο φύλλο εργασίας), στην ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/>. Στο σχήμα 2 φαίνονται δύο οθόνες του λογισμικού, όπου παρουσιάζεται το φαινόμενο της διάλυσης μαγειρικού αλατιού σε νερό. Το λογισμικό δίνει στα παιδιά τη δυνατότητα να αυξομειώσουν τον όγκο του νερού, να διαλύσουν ευδιάλυτες ή δυσδιάλυτες ουσίες στο νερό και να δουν τις αναπαραστάσεις των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας, πριν τη διάλυση και κατά τη διάρκειά της. Επίσης, οι μαθητές/ριες μπορούν να ρυθμίσουν την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, όπως να ρίξουν πολύ αλάτι από την αλατιέρα για να δουν το κορεσμένο διάλυμα σε σωματιδιακό επίπεδο (βλ. σχήμα 3).



Σχήμα 1: Σωματιδιακή αναπαράσταση στερεού, υγρού και αερίου.



Σχήμα 2: Αναπαράσταση του φαινομένου της διάλυσης μαγειρικού αλατιού σε νερό.



Σχήμα 3: Αναπαράσταση κορεσμένου διαλύματος δυσδιάλυτης ουσίας.

3.2. Οι δύο φάσεις της διδακτικής παρέμβασης

Η διδακτική παρέμβαση χωρίστηκε σε δύο φάσεις. Η φάση α' διήρκησε συνολικά 6 διδακτικές ώρες και περιλάμβανε τέσσερις διδακτικές ενότητες, οι οποίες θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Η β' φάση της διδασκαλίας είχε διάρκεια μιας διδακτικής ώρας και πραγματοποιήθηκε 2 εβδομάδες μετά τη συμπλήρωση του 1^{ου} τελικού ερωτηματολογίου. Η φάση αυτή αποτέλεσε τη φάση εμπέδωσης των νέων γνώσεων και την εφαρμογή τους στην καθημερινότητα των παιδιών. Κάθε ομάδα έπρεπε να αναπαραστήσει σε σωματιδιακό επίπεδο, με «χαρτί – μολύβι» ένα διάλυμα και τις ουσίες από τις οποίες προήλθε, ένα κορεσμένο διάλυμα, δύο ουσίες σε υγρή κατάσταση και το διάλυμα που δημιουργούν και ένα φαινόμενο τήξης σε σχέση με ένα φαινόμενο διάλυσης. Ενισχύθηκαν να επιλέξουν ότι ήθελαν και να το συνδέσουν και με μια ιστορία την οποία διάβασαν στη συνέχεια, σε επίπεδο τάξης. Κατόπιν, σχεδιάστηκαν οι αναπαραστάσεις των διαλυμάτων στον πίνακα και συζητήθηκαν τα θετικά και αρνητικά σημεία κάθε σχεδίου. Επισημάνθηκε στα παιδιά ότι πρέπει να χρησιμοποιούν διαφορετικά σωματίδια για διαφορετικές ουσίες και ίδια σωματίδια για την ίδια ουσία, όπως επίσης ένα είδος σωματιδίων για την τήξη και δύο είδη σωματιδίων για τη διάλυση.

3.3. Οι διδακτικές ενότητες της πρώτης φάσης της διδασκαλίας

Η α' φάση της διδασκαλίας περιλάμβανε τις παρακάτω τέσσερις διδακτικές ενότητες:

1. Μίγματα και διαλύματα. Αναφορά στη διάλυση και προσπάθεια εξήγησης του φαινομένου, χωρίς αναφορά στο μικρόκοσμο.
2. Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου. Τα παιδιά παρατήρησαν το μικρόκοσμο της ύλης, μέσα από προσομοιώσεις στον υπολογιστή.
3. Εξηγώντας τη διάλυση. Ερμηνεία της διάλυσης, με βάση τη σωματιδιακή θεωρία, όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα.
4. Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή. Προσομοίωση του φαινομένου της διάλυσης και δυνατότητα αλληλεπίδρασης του παιδιού με το λογισμικό.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι διδακτικές ενότητες και τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας.

3.3.1. Η 1^η διδακτική ενότητα: «Μίγματα και διαλύματα»

Η πρώτη ενότητα, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, εισήγαγε τους/ις μαθητές/ριες στις έννοιες για τα μίγματα και τα διαλύματα. Στόχοι της ενότητας ήταν:

- να παρατηρήσουν τη διατήρηση της μάζας και τη μη διατήρηση του όγκου, κατά τη διάλυση, κάνοντας πειράματα, όπου αναμιγνύανε νερό με νερό, νερό με οινόπνευμα και νερό με ζάχαρη.
- να βρεθούν σε γνωστική σύγκρουση, παρατηρώντας ότι οι προβλέψεις τους δεν ήταν σωστές και ότι δεν μπορούν να εξηγήσουν τα φαινόμενα, με τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους. Για παράδειγμα, τα παιδιά συμπλήρωσαν στην ατομική τους πρόβλεψη ότι σε μια συγκεκριμένη ποσότητα νερού μπορεί να διαλυθεί ίση ποσότητα αλατιού και ζάχαρης. Ωστόσο, από τις μετρήσεις του πειράματος που ακολούθησε, διαπίστωσαν ότι μπορεί να διαλυθεί μικρότερη ποσότητα αλατιού και μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης.
- να διαπιστωθεί αν αυθόρμητα χρησιμοποιούν στις αναπαραστάσεις τους (σχέδια) στοιχεία από το μικροσκοπικό επίπεδο.
- να διαχωρίσουν τους ρόλους της διαλυμένης ουσίας και του διαλύτη.
- να κατανοήσουν τη διαφορά τήξης και διάλυσης.

Το φύλλο εργασίας της συγκεκριμένης ενότητας περιείχε 4 δραστηριότητες (βλ. παράρτημα 2). Αρχικά, συμπληρώθηκε η ατομική πρόβλεψη και στη συνέχεια κάθε ομάδα ολοκλήρωσε το πείραμα, ανάλογα με τους ρόλους που είχαν ανατεθεί σε κάθε μέλος της και για κάθε δραστηριότητα. Τα παιδιά παρατηρούσαν, έκαναν μετρήσεις και διαπίστωσαν αν τα αποτελέσματα του πειράματος συμφωνούσαν με την ατομική τους πρόβλεψη. Στη συνέχεια συζητούσαν σε επίπεδο ομάδας για να εξηγήσουν και να συμπεράνουν και ανακοίνωσαν τα αποτελέσματα στην τάξη.

Η πρώτη δραστηριότητα είχε στόχο την κατανόηση της διατήρησης μάζας και όγκου κατά την ανάμιξη νερού με νερό και την κατανόηση της διατήρησης μάζας και της μη διατήρησης όγκου στα διαλύματα νερού - οινόπνευματος και νερού – ζάχαρης. Οι μαθητές/ριες καθοδηγήθηκαν να αναπαραστήσουν τα διαλύματα και τις ουσίες που τα δημιούργησαν, έτσι ώστε να εξηγήσουν τα αποτελέσματα των μετρήσεών τους, χωρίς να γίνεται καμία αναφορά στο μικρόκοσμο. Στόχος ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποιούν, αυθόρμητα, στα σχεδιαστικά τους έργα στοιχεία από το σωματιδιακό επίπεδο.



Η δεύτερη δραστηριότητα ζητούσε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να προβλέψουν πόσα κουταλάκια αλάτι και πόσα κουταλάκια ζάχαρη θα διαλυθούν σε 40 ml νερό. Με το πείραμα διαπιστώθηκε η διαλυτότητα κάθε ουσίας, ενώ η επόμενη δραστηριότητα καθοδηγούσε τα παιδιά στην ανεύρεση τρόπων, για να συνεχιστεί η διάλυση στα προηγούμενα κορεσμένα διαλύματα.

Το τελευταίο έργο ζητούσε την εξήγηση των φαινομένων τήξης και διάλυσης, όπου υποτίθεται ότι συμβαίνουν στο εσωτερικό δύο ποτηριών, όπου στο πρώτο υπάρχει ένα κομμάτι πάγου σε νερό και στο δεύτερο ένα κουταλάκι ζάχαρη σε νερό.

3.3.2. Η 2^η διδακτική ενότητα: «Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου»

Κατά τη δεύτερη ενότητα, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, δεν έγινε αναφορά στη διάλυση, αλλά παρουσιάστηκε στους/ις μαθητές/ριες ο μικρόκοσμος της ύλης, μέσα από προσομοιώσεις στον υπολογιστή. Εξάλλου, οι αναπαραστάσεις των παιδιών από τα φύλλα εργασίας και οι εξηγήσεις που έδωσαν δεν ήταν ικανοποιητικές για την ερμηνεία της διάλυσης, σε μικροσκοπικό επίπεδο. Αποτέλεσμα ήταν να δημιουργηθεί η ανάγκη για την εισαγωγή ενός απλοποιημένου σωματιδιακού μοντέλου, για να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο προς αυτή την κατεύθυνση.

Στόχοι της ενότητας ήταν:

- να κατανοήσουν ότι η ύλη αποτελείται από σωματίδια.
- να αποκτήσουν αναπαραστάσεις της σωματιδιακής φύσης των στερεών, των υγρών και των αερίων.
- να αντιληφθούν την ασυνέχεια της ύλης, τη διαρκή κίνηση των σωματιδίων, τις αποστάσεις που έχουν μεταξύ τους και την ύπαρξη κενού ανάμεσά τους.
- να διαχωρίσουν τις μικροσκοπικές από τις μακροσκοπικές ιδιότητες.

Κάθε ομάδα είχε δύο χαρτόνια. Το ένα χαρτόνι αποτέλεσε έναν κατάλογο με τα συμπεράσματα για τα σωματίδια της ύλης (1ος κατάλογος) και το άλλο χαρτόνι αποτέλεσε έναν κατάλογο με σχετικές ερωτήσεις - απορίες για τα σωματίδια της ύλης (2ος κατάλογος). Κάθε φορά που οι ομάδες κατέγραφαν ένα συμπέρασμα συμπλήρωναν τον 1ο κατάλογο, ενώ κάθε ερώτηση ή απορία καταγραφόταν στον 2ο κατάλογο.

Τα μαθησιακά έργα της δεύτερης διδακτικής ενότητας ήταν 5 (βλ. παράρτημα 3). Το πρώτο από αυτά ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν, αυθόρμητα, τη σωματιδιακή δομή ενός στερεού, ενός υγρού και ενός αερίου και να δηλώσουν σε

ποιο σώμα θα ήθελαν να ανήκουν αν μπορούσαν να ήταν σωματίδια. Στόχος ήταν να ανιχνευτούν οι σχετικές αντιλήψεις των παιδιών.

Στις επόμενες τρεις δραστηριότητες οι μαθητές/ριες πλοηγήθηκαν στο διαδίκτυο, σε επιλεγμένες ιστοσελίδες, ακολουθώντας τις σαφείς οδηγίες που υπήρχαν στα φύλλα εργασίας τους. Παρατήρησαν στον υπολογιστή αναπαραστάσεις σωματιδίων στις τρεις καταστάσεις της ύλης και κατέγραψαν τα χαρακτηριστικά τους, μέσα από ομαδική συζήτηση. Επιπλέον, παρατήρησαν μια προσομοίωση, αλληλεπιδραστικού τύπου, για τη συμπεριφορά των σωματιδίων ενός ιδανικού αερίου.

Το τελευταίο μαθησιακό έργο ήταν ένα θεατρικό παιχνίδι, όπου τα παιδιά αναπαριστούσαν τα σωματίδια με το σώμα τους, στις τρεις καταστάσεις της ύλης.

3.3.3. Η 3^η διδακτική ενότητα: «Εξηγώντας τη διάλυση»

Η τρίτη ενότητα, διάρκειας μίας διδακτικής ώρας, είχε ως αντικείμενο το φαινόμενο της διάλυσης, με τη χρήση της σωματιδιακής θεωρίας, όπως αυτή παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Στόχοι αυτής της ενότητας ήταν:

- να κατανοήσουν και να εξηγήσουν το φαινόμενο της διάλυσης, σε μικροσκοπικό επίπεδο.
- να αποκτήσουν αναπαραστάσεις των σωματιδίων, κατά τη διάλυση.
- να διαπιστώσουν πειραματικά τη διατήρηση της ύλης και τη διατήρηση της μάζας, κατά τη διάλυση.
- να διαφοροποιήσουν εννοιολογικά τη διάλυση από την τήξη, με τη χρήση σωματιδιακών απόψεων.
- να διαπιστώσουν πειραματικά την ανάκτηση των ουσιών από τα διαλύματα και να αναγνωρίσουν τη διάλυση ως φυσικό φαινόμενο, κατανοώντας ότι δε δημιουργήθηκε μια νέα ουσία, ούτε άλλαξαν οι δύο ουσίες.

Η ενότητα αυτή είχε 4 δραστηριότητες που σχετίζονταν με έννοιες της διάλυσης (βλ. παράρτημα 4). Συγκεκριμένα, η πρώτη δραστηριότητα ζητούσε από κάθε παιδί, χωριστά, να ρίξει ένα κουταλάκι αλάτι μέσα σε ένα ποτήρι με νερό και να απαντήσει στις ερωτήσεις του φύλλου εργασίας, όπως «-Το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι; -Τι συμβαίνει στο αλάτι;». Στη συνέχεια, όλα τα παιδιά καθοδηγήθηκαν να συζητήσουν και να κάνουν χρήση σωματιδιακών απόψεων, για να εξηγήσουν το φαινόμενο της διάλυσης και να σχεδιάσουν ικανοποιητικές νοητικές αναπαραστάσεις, σε μικροσκοπικό επίπεδο.

Η δεύτερη δραστηριότητα αφορούσε στο πείραμα ανάκτησης των συστατικών του αλατόνευρου, γεγονός που αποτελεί συχνή παρανόηση των παιδιών, εφόσον πιστεύουν ότι το αλάτι χάνεται με τη διάλυση και δεν επανέρχεται. Η τρίτη δραστηριότητα σκόπευε στην κατανόηση της αρχής της διατήρησης της μάζας κατά τη διάλυση, με το ζύγισμα των ουσιών πριν από τη διάλυση και μετά, με το ζύγισμα του διαλύματος.

Τη χρήση του σωματιδιακού μοντέλου μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν τα παιδιά, για να αναπαραστήσουν την τήξη και τη διάλυση, κατά την τέταρτη δραστηριότητα, με σκοπό να διαφοροποιήσουν, εννοιολογικά, τα δύο φαινόμενα.

3.3.4. Η 4^η διδακτική ενότητα: «Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή»

Η τέταρτη ενότητα, διάρκειας μίας διδακτικής ώρας, ταξίδεψε τους/ις μαθητές/ριες στο μικρόκοσμο της ύλης, κατά τη διάλυση ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ουσιών στο νερό, μέσα από μία προσομοίωση στον υπολογιστή. Στόχοι της ενότητας ήταν:

- να αποκτήσουν αναπαραστάσεις των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας πριν από τη διάλυση και κατά τη διαδικασία της διάλυσης.
- να κατανοήσουν τις διαφορές στη διαλυτότητα, με τη διάλυση ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ουσιών στο νερό.
- να αλληλεπιδράσουν με το λογισμικό για να ανακαλύψουν τους παράγοντες που επηρεάζουν τη διάλυση μιας ουσίας.
- να αναγνωρίσουν πότε ένα διάλυμα είναι κορεσμένο ή ακόρεστο.
- να αντιληφθούν την ύπαρξη αλατιού σε όλο το δοχείο, όταν υπάρχει στον πυθμένα το ίζημα.

Η συγκεκριμένη διδακτική ενότητα περιλάμβανε μία ομαδική δραστηριότητα (βλ. παράρτημα 5). Οι μαθητές/ριες καθοδηγήθηκαν να παρατηρήσουν στον υπολογιστή μια προσομοίωση, αλληλεπιδραστικού τύπου, της συμπεριφοράς των σωματιδίων της διαλυμένης ουσίας, κατά τη διαδικασία της διάλυσης. Ακόμη, τους δόθηκε η δυνατότητα να αλλάξουν δεδομένα και μεταβλητές και να εξάγουν συμπεράσματα για τη διάλυση και τη διαλυτότητα.

Ειδικότερα, ζητήθηκε από τα παιδιά να προβλέψουν τι θα συμβεί στη δεξαμενή που υπήρχε στην οθόνη του υπολογιστή, όταν ρίξουμε το αλάτι. Μετά την ατομική πρόβλεψη, οι ομάδες καθοδηγήθηκαν να εκτελέσουν το πείραμα και να περιγράψουν τα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας, πριν πέσουν στο νερό και μετά τη διαδικασία της διάλυσης. Επιπλέον, μπορούσαν να ρυθμίσουν την ποσότητα της διαλυμένης

ουσίας που έπεφτε κάθε φορά στη δεξαμενή. Επομένως, αλληλεπιδρούσαν με το λογισμικό για να κατανοήσουν έννοιες, όπως κορεσμένο διάλυμα, αραιό ή πυκνό διάλυμα και δημιουργία ιζήματος. Μπορούσαν, επίσης, να συνεργαστούν για να διαπιστώσουν πειραματικά ορισμένους παράγοντες της διαλυτότητας, καθώς και τις διαφορές στη διαλυτότητα ευδιάλυτων και δυσδιάλυτων ουσιών.

Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα της έρευνας

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα ερευνητικά δεδομένα που προήλθαν από τις απαντήσεις των παιδιών στα ερωτηματολόγια που τους δόθηκαν, από τις συνεντεύξεις και από τα φύλλα εργασίας τους. Οι απαντήσεις και τα σχεδιαστικά έργα των μαθητών/ριών κατηγοριοποιούνται και δίνονται φραστικά ή σχηματικά παραδείγματα για κάθε κατηγορία. Παράλληλα, σχολιάζονται τα δεδομένα, σύμφωνα με τους στόχους της έρευνας, δηλαδή αν άλλαξαν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, μετά τη διδακτική παρέμβαση, αν απόκτησαν ικανοποιητικές νοητικές αναπαραστάσεις για τη διάλυση, πού οφείλεται η βελτίωση ή μη των απόψεών τους κτλ.

Τα ερευνητικά δεδομένα που προήλθαν από τις συνεντεύξεις και τα φύλλα εργασίας βοήθησαν περισσότερο στη διευκρίνιση ορισμένων σημείων. Οι απαντήσεις και τα σχήματα των παιδιών αφορούσαν συνολικά 13 ερωτήσεις που περιέχονταν στα ερωτηματολόγια. Σε αυτές απάντησαν οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας (28 παιδιά) και της ομάδας ελέγχου (33 παιδιά), πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά από αυτή.

4.1. Οι ιδέες των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης

Όπως αναφέρθηκε στην ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, οι μαθητές/ριες έχουν παρανοήσεις και δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών, σχετικών με τη διάλυση. Με αφετηρία αυτή την παραδοχή, η πρώτη ερώτηση στόχευε στην ανάδειξη των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών για τη διατήρηση της ύλης, κατά τη διάλυση. Επιλέχτηκε ένα καθημερινό περιστατικό που μπορεί να παρατηρήσει το παιδί στο περιβάλλον του, οποιαδήποτε στιγμή. Το περιστατικό αυτό ήταν ένα ποτήρι με νερό, στο οποίο προστέθηκε ένα κουταλάκι αλάτι και ανακατεύτηκε. Η πρώτη ερώτηση ήταν η εξής: *«Προσθέτουμε ένα κουταλάκι αλάτι σ' ένα ποτήρι νερό και ανακατεύουμε. Κατά τη γνώμη σου, θα μπορείς να δεις το αλάτι, μέσα στο ποτήρι, μετά από λίγη ώρα; α)ΝΑΙ β)ΟΧΙ»*

Από τα στοιχεία του πίνακα 1, προκύπτει ότι 23 (86%) μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας απαντούν σωστά και μόνο 4 (15%) απαντούν λάθος στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Λιγότερο θετικά αποτελέσματα φαίνεται να έχει η ομάδα ελέγχου,

όπου 22 (67%) παιδιά απαντούν ότι το αλάτι δε θα φαίνεται μετά το ανακάτεμα και 11 (33%) απαντούν ότι θα φαίνεται. Υπήρχαν, επομένως, εμπειρίες στα παιδιά για το φαινόμενο της διάλυσης, από την καθημερινότητά τους.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, φαίνεται ότι βελτιώθηκαν μόνο οι αντιλήψεις της ομάδας ελέγχου. Έτσι, 29 (88%) μαθητές/ριες απάντησαν ότι δε θα μπορούσαν να δουν το αλάτι και μόνο 4 παιδιά έδωσαν λάθος απάντηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το ποσοστό των παιδιών της πειραματικής ομάδας που θεωρούσαν ότι θα μπορούσαν να δουν το αλάτι μετά το ανακάτεμα αυξήθηκε σε 25% και αντίστοιχα το ποσοστό των σωστών απαντήσεών τους μειώθηκε στο 75%. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά μπερδεύτηκαν με τις δραστηριότητες που πραγματοποίησαν κατά τη διδασκαλία, με αποτέλεσμα να θεωρούν ότι υπάρχει το αλάτι και ότι φαίνεται λίγο.

Είναι ορατό το αλάτι;	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
ΝΑΙ	4	7	11	4
ΟΧΙ	23	21	22	29
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 1: Αντιλήψεις των παιδιών για την εικόνα της διαλυμένης ουσίας.

Η δεύτερη ερώτηση είχε στόχο να εμβαθύνει στην προηγούμενη ερώτηση και να διερευνήσει κατά πόσο τα παιδιά κατανοούν την αρχή της διατήρησης της ύλης, κατά τη διάλυση. Περιείχε δύο υποερωτήσεις, από τις οποίες η πρώτη ζητούσε τη συμπλήρωση με τη μονολεκτική απάντηση ναι/όχι και η δεύτερη την εξήγηση αυτής της επιλογής. Η ερώτηση ήταν η ακόλουθη: «α) Πιστεύεις ότι το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι; ΝΑΙ ΟΧΙ β) Δικαιολόγησε την απάντησή σου.»

Από την ανάλυση των δεδομένων προκύπτει ότι το ποσοστό των παιδιών της πειραματικής ομάδας που αντιλήφθηκε την ύπαρξη αλατιού μέσα στο ποτήρι, στο αρχικό ερωτηματολόγιο (20), δε διαφοροποιήθηκε μετά τη διδακτική παρέμβαση (21). Αντίθετα, στην ομάδα ελέγχου μειώθηκε το αντίστοιχο ποσοστό. Έτσι, 20 (61%) μαθητές/ριες πίστευαν ότι το αλάτι υπάρχει μέσα στο ποτήρι, ενώ στο αρχικό ερωτηματολόγιο ήταν 24 (73%) παιδιά (βλ. πίνακα 2).

Είναι το αλάτι μέσα στο ποτήρι;	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
ΝΑΙ	20	21	24	20
ΟΧΙ	7	7	9	13
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 2: Αντιλήψεις των παιδιών για τη διατήρηση της ύλης, κατά τη διάλυση.

Τα παιδιά που απάντησαν ότι το αλάτι είναι μέσα στο ποτήρι, έπρεπε στη συνέχεια να δικαιολογήσουν την άποψή τους. Οι εξηγήσεις τους ταξινομήθηκαν στις παρακάτω οχτώ κατηγορίες:

1. Μακροσκοπική, μη αποδεκτή: Το αλάτι υπάρχει μέσα στο ποτήρι, γιατί *δε διαλύεται* (μένει στον πάτο του ποτηριού και φαίνεται, όπως η άμμος). Π.χ.: «*Το αλάτι μόλις πέφτει μέσα στο νερό πάει κατευθείαν στον πάτο του ποτηριού*».
2. Ανθρωποκεντρική: Στην κατηγορία αυτή ο άνθρωπος θεωρείται η αιτία της ύπαρξης του αλατιού. Το αλάτι είναι μέσα στο ποτήρι γιατί το ρίξαμε εμείς. Π.χ.: «*Απαντώ με ναι γιατί το αλάτι το ρίξαμε στην αρχή μέσα στο ποτήρι*».
3. Ταυτολογία: Τα παιδιά επαναλάμβαναν την ερώτηση του ερωτηματολογίου, χωρίς αιτιολόγηση, π.χ. «*Είναι μέσα στο ποτήρι*».
4. Ιδιότητα της ύλης: Στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν οι απαντήσεις που αφορούσαν στην ιδιότητα της ύλης που αναφέρει στο ότι τίποτε δεν μπορεί να χαθεί. Δηλαδή, το αλάτι είναι μέσα στο ποτήρι γιατί δεν μπορεί να έχει εξαφανιστεί ή να έχει φύγει. Π.χ.: «*Ναι, γιατί όταν ρίχνεις αλάτι ή οτιδήποτε άλλο ποτέ δεν εξαφανίζεται αλλά δεν το βλέπεις*».
5. Διάλυση: Το αλάτι διαλύεται, με αποτέλεσμα να είναι μέσα στο ποτήρι, αλλά να μη φαίνεται. Π.χ.: «*Το αλάτι είναι μέσα στο ποτήρι αλλά έχει διαλυθεί*».
6. Πειραματικά: Τα παιδιά απέδειξαν την ύπαρξη του αλατιού μέσα στο ποτήρι, παρουσιάζοντας τον τρόπο που μπορούμε να το ξαναπάρουμε. Π.χ.: «*Γιατί όταν στο νερό υπάρχει μια ουσία π.χ. αλάτι, ζάχαρη, δεν μπορούμε να τη διακρίνουμε. Όταν όμως εξατμιστεί το νερό θα δούμε το αλάτι να κάθεται στον πάτο*».

7. Αισθητηριακά: Η γεύση χρησιμοποιήθηκε ως μέσο, για να αποδειχτεί η ύπαρξη του αλατιού μέσα στο ποτήρι. Π.χ.: «Γιατί άμα δοκιμάσεις το νερό θα δεις ότι έχει αλάτι».
8. Σωματιδιακή: Δόθηκαν σωματιδιακές απαντήσεις, εφόσον τα παιδιά πίστευαν ότι μέσα στο ποτήρι υπάρχουν τα μόρια του αλατιού. Π.χ.: «Μέσα στο αλάτι υπάρχουν μικροσκοπικά μόρια που ακόμα είναι μέσα στο ποτήρι».

Όπως φαίνεται στον πίνακα 3, από τους/ις 20 μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας που απάντησαν καταφατικά στην ύπαρξη αλατιού μέσα στο ποτήρι, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, μόνο δύο έδωσαν σωματιδιακή ερμηνεία, ενώ οι περισσότεροι/ες έδωσαν μακροσκοπική εξήγηση (4) ή τοποθετήθηκαν στην κατηγορία «ταυτολογίες» (5). Σε μικρότερα ποσοστά ήταν οι άλλες κατηγορίες, όπως η «ιδιότητα της ύλης» που σημαίνει ότι τίποτε δε χάνεται (3), η «αισθητηριακή» (2) και η «πειραματική» (2). Μόνο ένα παιδί αναφέρθηκε στον άνθρωπο, ως υπεύθυνο για την ύπαρξη του αλατιού στο ποτήρι και μόνο ένα παιδί αναφέρθηκε στη διάλυση. Από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών της ομάδας ελέγχου, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, φαίνεται ότι 10 απαντήσεις παιδιών τοποθετήθηκαν στη μακροσκοπική κατηγορία και 5 ήταν ταυτολογίες. Ωστόσο, 5 παιδιά αναφέρθηκαν στη διάλυση, ως την αιτία της μη ορατότητας του αλατιού, ενώ μόνο ένα παιδί είχε σωματιδιακές απόψεις. Οι αρχικές ιδέες όλων των μαθητών/ριών συγκλίνουν προς τη μακροσκοπική θεώρηση και προς τις ταυτολογίες και διαφαίνεται μια μικρή υπεροχή της ομάδας ελέγχου, πριν από την παρέμβαση.

Παρά το γεγονός ότι δε διαφοροποιήθηκαν τα ποσοστά των μαθητών/ριών στο τελικό ερωτηματολόγιο που θεωρούσαν ότι το αλάτι υπάρχει μέσα στο ποτήρι, οι εξηγήσεις όμως που δόθηκαν ήταν διαφορετικές. Σχεδόν τα μισά παιδιά της πειραματικής ομάδας κινήθηκαν προς τις σωματιδιακές απόψεις και τρία παιδιά αναφέρθηκαν στη διάλυση. Μόνο ένα παιδί εξακολούθησε να έχει μακροσκοπική άποψη, ένα παιδί συνέχισε να πιστεύει ότι η ύλη δε μπορεί να χαθεί, ενώ υπήρξαν 5 ταυτολογίες και 2 απαντήσεις που βασίζονταν στη γεύση του διαλύματος. Επομένως, οι αρχικές ιδέες των παιδιών της πειραματικής ομάδας φαίνεται ότι έχουν βελτιωθεί, εφόσον αυξήθηκαν οι αναφορές στη δομή της ύλης για την εξήγηση της διάλυσης.

Διατήρηση της ύλης κατά τη διάλυση	Πειραματική ομάδα		Ομάδα ελέγχου	
	(αρχικό) N	(τελικό) N	(αρχικό) N	(τελικό) N
Μακροσκοπική, μη αποδεκτή	4	1	10	4
Ανθρωποκεντρική	1	0	2	1
Ταυτολογία	5	5	5	8
Ιδιότητα της ύλης	3	1	1	1
Διάλυση	1	3	5	5
Πειραματικά	2	0	0	0
Αισθητηριακά	2	2	0	1
Σωματιδιακή	2	9	1	0
Σύνολο	20	21	24	20

Πίνακας 3: Αντιλήψεις των παιδιών για τη διατήρηση της ύλης, κατά τη διάλυση.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο, 8 (40%) μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου που πίστευαν ότι το αλάτι συνεχίζει να υπάρχει, μέσα στο ποτήρι, μετά τη διάλυση, έδωσαν ταυτολογικές εξηγήσεις. Επίσης, 4 παιδιά ερμήνευσαν το φαινόμενο μακροσκοπικά, ένα παιδί αναφέρθηκε στην ιδιότητα της ύλης, μια απάντηση ανήκε στην ανθρωποκεντρική κατηγορία και μια άλλη στην αισθητηριακή. Από τα 20 παιδιά μόνο 5 έδωσαν αποδεκτή απάντηση, αναφερόμενοι στη διάλυση, ενώ κανένα δε χρησιμοποίησε σωματιδιακές απόψεις.

Οι εξηγήσεις των μαθητών και των μαθητριών που απάντησαν ότι το αλάτι δεν είναι μέσα στο ποτήρι ομαδοποιήθηκαν σε τρεις κατηγορίες:

1. Αναφορά στη διάλυση: Το αλάτι διαλύεται ή ανακατεύεται, επομένως δεν είναι μέσα στο ποτήρι (καταστρέφεται). Π.χ. «γιατί όταν το ανακατέψαμε το αλάτι διαλύθηκε μέσα στο νερό».

2. Σύγχυση με τήξη: Περιλαμβάνονται οι απαντήσεις που χαρακτηρίζονται από σύγχυση μεταξύ διάλυσης και τήξης (λιώνει το αλάτι). Π.χ.: «έβαλα όχι γιατί νομίζω ότι όταν βάζουμε μία κουταλιά αλάτι μετά από λίγη ώρα το αλάτι λιώνει».
3. Εξαφάνιση ή εξάτμιση: Το αλάτι δεν είναι μέσα στο ποτήρι γιατί εξαφανίστηκε ή εξατμίστηκε. Π.χ.: «έβαλα όχι γιατί πιστεύω ότι το αλάτι δεν είναι μέσα στο νερό του».

Από το αρχικό ερωτηματολόγιο προέκυψε ότι από τα 7 παιδιά της πειραματικής ομάδας που απάντησαν ότι το αλάτι δεν είναι μέσα στο ποτήρι, τα 4 τοποθετήθηκαν στην κατηγορία «σύγχυση με τήξη», ένα παιδί θεωρούσε ότι το αλάτι εξαφανίζεται και 2 παιδιά αναφέρθηκαν στη διάλυση (βλ. πίνακα 4). Από την ομάδα ελέγχου, 6 μαθητές/ριες πίστευαν στην εξάτμιση ή εξαφάνιση του αλατιού, 2 παιδιά έκαναν αναφορά στη διάλυση και ένα παιδί είχε σύγχυση τήξης και διάλυσης.

Μη διατήρηση της ύλης κατά τη διάλυση / Παρανοήσεις	Πειραματική ομάδα		Ομάδα ελέγχου	
	(αρχικό) N	(τελικό) N	(αρχικό) N	(τελικό) N
Αναφορά στη διάλυση	2	3	2	9
Σύγχυση με τήξη	4	3	1	2
Εξαφάνιση ή εξάτμιση	1	1	6	2
Σύνολο	7	7	9	13

Πίνακας 4: Αντιλήψεις των παιδιών για τη μη διατήρηση της ύλης, κατά τη διάλυση.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο φαίνεται μια υπεροχή της ομάδας ελέγχου, ως προς το γεγονός ότι μεταφέρθηκε από την κατηγορία «εξαφάνιση ή εξάτμιση», στην κατηγορία «αναφορά στη διάλυση». Η πειραματική ομάδα έδωσε τις ίδιες απαντήσεις, με τη διαφορά ότι ένα παιδί που στο αρχικό ερωτηματολόγιο είχε σύγχυση διάλυσης και τήξης, στο τελικό ερωτηματολόγιο τοποθετήθηκε στην κατηγορία «αναφορά στη διάλυση».

Οι αντιλήψεις του δείγματος για την αρχή της διατήρησης της ύλης κατά τη διάλυση, διερευνήθηκαν και με τις 15 συνεντεύξεις που έγιναν πριν από την παρέμβαση και μετά. Σε αυτές τις συνεντεύξεις υπήρχε, αρχικά, ένα ποτήρι με νερό κι ένα κουταλάκι ζάχαρη και στη συνέχεια ζητήθηκε πρόβλεψη από τα παιδιά για το τι θα γίνει αν ρίξουμε τη ζάχαρη μέσα στο νερό.

Τα 4 παιδιά της ομάδας ελέγχου θεωρούσαν ότι η ζάχαρη θα μείνει στον πάτο του ποτηριού, αδιάλυτη, π.χ. «*Η ζάχαρη θα είναι στον πάτο.*». Κατά τη διάρκεια του πειράματος και όσο ανακατευόταν η ζάχαρη, τα παιδιά αυτά πίστευαν ότι μπορεί να πάει παντού μέσα στο ποτήρι, αλλά στο τέλος θα παραμείνει αδιάλυτη, π.χ. «*Φέρνει γύρω γύρω αλλά δε θα λιώσει.*». Όταν έφτασαν σε γνωστική σύγκρουση και διαπίστωσαν ότι η ζάχαρη έπαψε να φαίνεται, θεώρησαν το ανακάτεμα, ως υπεύθυνο για το αποτέλεσμα και τροποποίησαν τις απαντήσεις τους. Έτσι, μία μαθήτρια ανέφερε ότι η ζάχαρη δεν είναι μέσα στο ποτήρι γιατί *ανακατεύτηκε και διαλύθηκε*, ένας μαθητής εξήγησε σωστά τη διατήρηση της ύλης, κατά τη διάλυση, π.χ. «*Η ζάχαρη δεν είναι κάτω στον πάτο κι έχει πάει σε όλο το νερό κι έχει διαλυθεί σε αυτό*» και δύο παιδιά αναφέρθηκαν στην τήξη, π.χ.:

E: Είναι μέσα στο ποτήρι;

M: Ναι.

E: Αλλά τι συμβαίνει;

M: Έλιωσε, δε φαίνεται.

Η πειραματική ομάδα είχε διαφορετικές αντιλήψεις από την αρχή των συνεντεύξεων. Ένας μαθητής υποστήριξε ότι η ζάχαρη δεν είναι μέσα στο ποτήρι γιατί *διαλύθηκε και εξαφανίστηκε*, ενώ 3 παιδιά έδωσαν απαντήσεις, βασισμένες στη σωματιδιακή δομή της ύλης, γεγονός που δείχνει ότι κάτι είχαν διδαχθεί ή είχαν ακούσει από το περιβάλλον τους. Ωστόσο, χρησιμοποίησαν για τη ζάχαρη, τα ρήματα *εξαφανίστηκε* και *έλιωσε*, δηλαδή θεωρούσαν ότι η διαλυμένη ουσία χάθηκε ή άλλαξε φυσική κατάσταση και επομένως δε βρίσκεται μέσα στο διάλυμα. Π.χ. «*Εξαφανίστηκε κι έμειναν τα μόρια.*». Πίστευαν ότι κάποια μόρια της ζάχαρης έχουν μείνει, σκορπισμένα, μέσα στο νερό, δίνοντας σε αυτό τη γλυκιά γεύση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το παρακάτω:

M: Η ζάχαρη δε θα φαίνεται, αλλά η γεύση του ακόμη θα είναι μέσα.

E: Θα υπάρχει η ζάχαρη μέσα στο ποτήρι;

M: Όχι, αλλά θα υπάρχουν κάποια μόρια που θα δίνουν τη γεύση.

E: Η ζάχαρη;

M: Δε θα φαίνεται πλέον.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση φαίνεται ότι οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας τροποποιήθηκαν προς το επιστημονικό πρότυπο. Από την ανάλυση των δεδομένων προέκυψε ότι όλα τα παιδιά κατανόησαν τη διατήρηση της διαλυμένης ουσίας και είχαν σωματιδιακές απόψεις. Ωστόσο, κανένα παιδί δεν αναφέρθηκε σε μόρια νερού ή στο ρόλο του νερού κατά τη διάλυση. Π.χ.

M: Έχει διαλυθεί μέσα στο νερό και δε φαίνεται πλέον.

E: Όταν λες «έχει διαλυθεί» τι εννοείς;

M: Έχει γίνει πιο μικροσκοπική, έχουν φύγει τα μόριά της κι έχουν χωριστεί και πλέον δε φαίνεται.... Είναι πιο μικρή.

Η επίδραση του καθημερινού λεξιλογίου, ίσως, να ευθύνεται για τις απαντήσεις δύο μαθητών/ριών, οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη λέξη «λιώνει» για να εξηγήσουν σωστά τη διαδικασία της διάλυσης. Στο παράδειγμα που ακολουθεί, η φραστική αναφορά «η ζάχαρη έλιωσε με το νερό» δείχνει ότι ο μαθητής που τη χρησιμοποίησε κατανόησε την έννοια της αλληλεπίδρασης των δύο ουσιών κατά τη διάλυση, διαφοροποιώντας τη από την τήξη.

M: Γιατί έχει λιώσει μες στο ποτήρι.

E: Δηλαδή;

M: Έχουν μείνει μέσα τα μόριά της.

E: Δηλαδή, τι έγινε;

M: Έλιωσε.

E: Πώς έλιωσε; Όπως λιώνει το παγάκι;

M: Όχι, διαφορετικά.

E: Πώς;

M: Έλιωσε με το νερό.

E: Μπορούμε να την ζαναπάρουμε;

M: Ναι.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, κανένα παιδί της ομάδας ελέγχου δεν είχε σωματιδιακές απόψεις, ενώ μία μαθήτρια αναφέρθηκε στη διάλυση, χωρίς να μπορέσει να εξηγήσει ακριβώς τι συμβαίνει. Επίσης, μία μαθήτρια χρησιμοποιούσε, ταυτόχρονα, τα ρήματα «λιώνει» και «διαλύεται», όταν εξηγούσε τη διατήρηση της ζάχαρης μέσα στο ποτήρι. Με τον παρακάτω διάλογο φαίνεται ότι ο τρίτος μαθητής πίστευε ότι η ζάχαρη είναι μέσα στο ποτήρι, διαλυμένη, αλλά δε φαίνεται γιατί γίνεται αόρατη.

E: Δεν τη βλέπεις;

M: Όχι, διαλύεται.

E: Όταν λες «διαλύεται» τι εννοείς;

M: Εξαφανίζεται η ζάχαρη, γίνεται αόρατη.

E: Αλλά υπάρχει μέσα;

M: Ναι.

Η τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε στόχο να διερευνήσει κατά πόσο οι μαθητές/ριες αντιλαμβάνονται τη δυνατότητα ανάκτησης των συστατικών του διαλύματος. Επιπλέον, ζητήθηκε από τα παιδιά που απάντησαν καταφατικά να προτείνουν τρόπους ανάκτησης του αλατιού από το αλατόνερο. Συγκεκριμένα, η ερώτηση ήταν η εξής: «*Νομίζεις ότι μπορούμε να ξαναπάρουμε το αλάτι; ΝΑΙ ΟΧΙ Αν απάντησες ναι, με ποιο τρόπο πιστεύεις ότι μπορεί να γίνει αυτό;*»

Οι κατηγορίες των τρόπων ανάκτησης του αλατιού από το αλατόνερο που προέκυψαν από την ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών είναι: α)βρασμός, β)στράγγισμα, γ)ταυτολογίες (π.χ. να το πιούμε και να μείνει η γεύση στο σώμα μας) και δ)δεν ξέρω. Οι κατηγορίες αυτές αφορούν μόνο στις απαντήσεις των μαθητών/ριών που δήλωσαν ότι είναι εφικτό να ξαναπάρουμε το αλάτι. Όπως φαίνεται στον πίνακα 5, οι απαντήσεις αυτές είναι 4 (15%) για την πειραματική ομάδα και 10 (30%) για την ομάδα ελέγχου, στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Στο τελικό ερωτηματολόγιο, οι αντίστοιχες απαντήσεις είναι 12 (43%) για την πειραματική και μόνο μία (3%) για την ομάδα ελέγχου.

Μπορείς να ξαναπάρεις το αλάτι;	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
ΝΑΙ	4	12	10	1
ΟΧΙ	23	16	23	32
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 5: Αντιλήψεις των παιδιών για τη δυνατότητα ανάκτησης των συστατικών του αλατόνερου.

Από την ανάλυση των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου, φαίνεται ότι οι απαντήσεις της πειραματικής ομάδας μοιράστηκαν στις κατηγορίες «στράγγισμα» και «ταυτολογίες». Αντίστοιχα, τα μισά παιδιά της ομάδας ελέγχου θεωρούσαν ότι μπορούμε να πάρουμε το αλάτι με στράγγισμα, 4 μαθητές/ριες δε γνώριζαν τον τρόπο και μόνο ένα παιδί ανέφερε το βρασμό (βλ. πίνακα 6).

Μπορείς να ξαναπάρεις το αλάτι;	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
βρασμός	0	9	1	1
στράγγισμα	2	2	5	0
ταυτολογία	2	1	0	0
δεν ξέρω	0	0	4	0
Σύνολο	4	12	10	1

Πίνακας 6: Αντιλήψεις των παιδιών για τους τρόπους ανάκτησης των συστατικών του αλατόνερου.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση, οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας που πίστευαν ότι γίνεται η ανάκτηση του αλατιού από το αλατόνερο, πρότειναν το βρασμό (9), 2 παιδιά πρότειναν το στράγγισμα και ένα παιδί απάντησε με ταυτολογία. Αντίθετα, μόνο ένα παιδί της ομάδας ελέγχου απάντησε σωστά στην ερώτηση, προτείνοντας το βρασμό. Τα υπόλοιπα 9 παιδιά που θεωρούσαν ότι γίνεται να ξαναπάρουμε το αλάτι, στο αρχικό ερωτηματολόγιο, φαίνεται ότι αναίρεσαν τις απόψεις τους.

Το γεγονός αυτό φανερώνει ότι η παραδοσιακή διδασκαλία οδήγησε τα παιδιά σε ανάπτυξη λανθασμένων απόψεων. Αντίθετα, παρατηρείται μια σημαντική βελτίωση στις απόψεις των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, μετά τη διδακτική παρέμβαση. Αυτό, ίσως, να οφείλεται στο πείραμα που έκαναν τα ίδια τα παιδιά, κατά τη διάρκεια του προγράμματος, το οποίο τα οδήγησε σε γνωστική σύγκρουση, εφόσον είχαν προβλέψει ότι δε γίνεται να ξαναπάρουμε το αλάτι. Παρόλα αυτά η πλειοψηφία των παιδιών δεν κατανόησε τη σχετική διαδικασία.

4.2. Τα σχεδιαστικά έργα των παιδιών για τα διαλύματα

Ένας βασικός στόχος του ερωτηματολογίου ήταν να διερευνήσει τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τη διάλυση, πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά από αυτή. Επομένως, εκτός από τις ανοιχτού και κλειστού τύπου ερωτήσεις, υπήρχαν και 4 ερωτήσεις, στις οποίες ζητούνταν από τα παιδιά να κάνουν σχέδια ουσιών ή διαλυμάτων.

Ειδικότερα, διερευνήθηκαν οι σωματιδιακές αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για το αλατόνερο, το διάλυμα νερού και οιοπνεύματος, το κορεσμένο διάλυμα και το πυκνό ή αραιό διάλυμα. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης των σχεδιαστικών έργων των παιδιών και αξιολογούνται, με κριτήριο το βαθμό στον οποίο γίνεται σύνδεση εμπειρικού και μικροσκοπικού επιπέδου και το βαθμό στον οποίο τα παιδιά είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν τη σωματιδιακή δομή της ύλης, για να αναπαραστήσουν το φαινόμενο της διάλυσης.

Στους πίνακες που ακολουθούν, με α σημειώνονται οι απαντήσεις των παιδιών στο τελικό ερωτηματολόγιο, όπου καλούνταν να σχεδιάσουν ελεύθερα, με β σημειώνονται τα σχέδια των παιδιών, όπου υποδεικνύονταν η χρήση σωματιδίων στα έργα τους, μετά την α φάση της διδασκαλίας και με γ συμβολίζονται τα σχέδιά τους, όπου υποδεικνύονταν η χρήση σωματιδίων στα σχήματά τους, μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.

4.2.1. Αναπαραστάσεις για το αλατόνερο

Όπως αναφέρθηκε, η πρώτη ερώτηση ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν, αυθόρμητα, το εσωτερικό του ποτηριού με το αλατόνερο, αν το παρατηρούσαν προσεκτικά με το «μαγικό» τους φακό, με τον οποίο θα μπορούσαν «να δουν» το εσωτερικό των σωμάτων. Ο στόχος της ερώτησης ήταν να διερευνηθεί αν τα παιδιά διαθέτουν μικροσκοπικές αναπαραστάσεις για το διάλυμα.

Οι αναπαραστάσεις των παιδιών για το φαινόμενο της διάλυσης ταξινομήθηκαν στις παρακάτω κατηγορίες:

- Σωματιδιακό πλήρες: Ικανοποιητική απεικόνιση του διαλύματος, με διαφορετικά σωματίδια των δύο συστατικών του, σύμφωνα με την επιστημονική άποψη (βλ. σχήμα 4γ).
- Σωματιδιακό ελλιπές: Τα σωματίδια απεικονίστηκαν να «κολυμπούν» μέσα στο νερό, για το οποίο δεν υπήρχε σωματιδιακή αναπαράσταση ή

σχεδιάστηκαν ίδια για όλες τις ουσίες. Ειδικότερα, στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν τα σχέδια των μαθητών/ριών (βλ. σχήμα 4α), στα οποία επικρατούσε η συνεχής άποψη για τη μία ουσία (συνήθως, το διαλύτη) και η σωματιδιακή απεικόνιση της δεύτερης ουσίας (συνήθως, της διαλυμένης ουσίας).

- **Μακροσκοπικό:** Το διάλυμα απεικονίστηκε μακροσκοπικά, είτε με συνεχή σκίαση σε όλο το ποτήρι (βλ. σχήμα 4β), είτε σχεδιάζοντας με σκίαση μόνο το αλάτι στο πάτο του ποτηριού, είτε τοποθετώντας μια γραμμή στη στάθμη του νερού.



Σχήμα 4: Ελλιπής σωματιδιακή αναπαράσταση (α σχέδιο), μακροσκοπική αναπαράσταση (β σχέδιο) και ικανοποιητική αναπαράσταση (γ σχέδιο) του αλατόνερου.

Όπως φαίνεται στον πίνακα 7, πριν από τη διδακτική παρέμβαση, 14 (52%) μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας έκαναν σχέδια που εντάχθηκαν στην κατηγορία «σωματιδιακό ελλιπές», 11 (41%) είχαν μακροσκοπική άποψη και μόνο 2 (7%) παιδιά φαίνεται ότι είχαν πλήρη σωματιδιακή αναπαράσταση του διαλύματος. Αντίστοιχες ήταν και οι αντιλήψεις της ομάδας ελέγχου, όπου κυριαρχούσαν οι ελλιπείς σωματιδιακές απόψεις για το αλατόνερο (24). Επίσης, 6 παιδιά απεικόνισαν μακροσκοπικά το διάλυμα και μόνο 3 παιδιά είχαν σωστές σωματιδιακές αναπαραστάσεις.

Σχέδιο αλατόνερου	Π.Ο. (αρχικό)	Π.Ο. (τελικό)			Ο.Ε. (αρχικό)	Ο.Ε. (τελικό)	
	N	α N	β N	γ N	N	α N	β N
σωματιδιακό πλήρες	2	5	8	25	3	1	0
σωματιδιακό ελλιπές	14	23	20	2	24	24	25
μακροσκοπικό	11	0	0	0	6	8	8
Σύνολο	27	28	28	27	33	33	33

Πίνακας 7: Αναπαραστάσεις του αλατόνερου παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Όλα τα παιδιά είχαν διδαχθεί τη σωματιδιακή δομή της ύλης, γεγονός που εξηγεί τις σωματιδιακές απόψεις τους. Ωστόσο, φαίνεται ότι υπάρχει μια σύγχυση στον τρόπο που προσπαθούν να συνδέσουν το εμπειρικό με το μικροσκοπικό επίπεδο.

Από τη μελέτη των δεδομένων του τελικού ερωτηματολογίου παρατηρήθηκε βελτίωση στις αντιλήψεις της πειραματικής ομάδας. Έτσι, όταν κλήθηκαν να σχεδιάσουν ελεύθερα, 23 παιδιά απεικόνισαν το αλατόνερο σε σωματιδιακό ελλιπές επίπεδο και 5 σε σωματιδιακό πλήρες επίπεδο, χωρίς να υπάρχει κανένα μακροσκοπικό σχέδιο. Όταν υποδεικνύονταν η χρήση σωματιδίων στα σχέδιά τους, πριν από τη β' φάση διδασκαλίας, βελτιώθηκαν περισσότερο οι απόψεις των παιδιών, καθώς τα σχεδιαστικά έργα τους που είχαν ικανοποιητικές σωματιδιακές αναπαραστάσεις αυξήθηκαν (8).

Μετά τη β' φάση της διδακτικής παρέμβασης που επικεντρώθηκε στην ενεργό εμπλοκή των μαθητών/ριών στη διαδικασία απεικόνισης σωματιδίων με χαρτί και μολύβι, είναι σημαντικό το γεγονός ότι το σύνολο σχεδόν των παιδιών της πειραματικής ομάδας απεικόνισε το αλατόνερο σωστά, σχεδιάζοντας με σωματίδια, τόσο το νερό όσο και το αλάτι. Για παράδειγμα, ένας μαθητής εξηγεί το σχέδιό του (βλ. σχήμα 4γ), κατά τη διάρκεια της συνέντευξης:

E: Γιατί στο σχέδιο του αλατόνερου σχεδιάζεις μικρά και μεγάλα κυκλάκια;

M: Το αλάτι θα είναι τα μικράτα μεγάλα θα είναι το νερό.

E: Τι υπάρχει ανάμεσα στα σωματίδια;

M: Τίποτε.

Τέλος, κανένα παιδί της πειραματικής ομάδας δεν είχε μακροσκοπική απεικόνιση του αλατόνευρου και μόνο 2 σχέδια εντάχθηκαν στην κατηγορία «σωματιδιακό ελλιπές».

Αντίθετα, κανένα παιδί της ομάδας ελέγχου δε χρησιμοποίησε σωστές σωματιδιακές αναπαραστάσεις όταν τους ζητήθηκε να χρησιμοποιήσουν σωματίδια για να σχεδιάσουν το αλατόνευρο. Επιπλέον, αυξήθηκε το ποσοστό των μακροσκοπικών απεικονίσεων, σε σχέση με το αρχικό ερωτηματολόγιο.

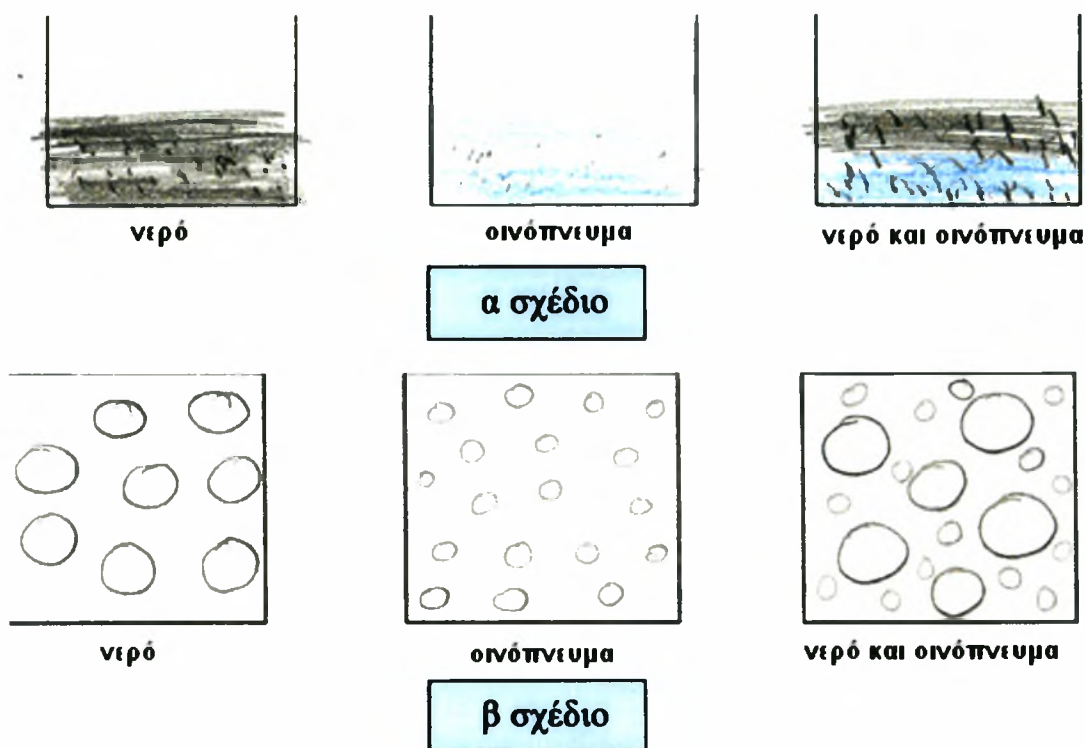
Η πιο συνηθισμένη παρανόηση που εμφανίστηκε και στις δύο ομάδες, ακόμη και μετά τη διδασκαλία, ήταν η συνεχής άποψη για το διαλύτη, παρόλο που υπήρχε σωματιδιακή άποψη για τη διαλυμένη ουσία.

4.2.2. Αναπαραστάσεις για το διάλυμα νερού και οινόπνευματος

Ο στόχος της δεύτερης ερώτησης ήταν να διερευνηθούν οι μικροσκοπικές αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για το διάλυμα νερού και οινόπνευματος και για τις αντίστοιχες ουσίες. Ζητήθηκε από τα παιδιά να σχεδιάσουν, ξεχωριστά, το νερό, το οινόπνευμα και το διάλυμα νερού και οινόπνευματος, αν το παρατηρούσαν προσεκτικά με το «μαγικό» τους φακό.

Από τη μελέτη των σχεδιαστικών έργων προέκυψαν οι παρακάτω 4 κατηγορίες:

1. Σωματιδιακό πλήρες: Σχεδιάστηκαν διαφορετικά σωματίδια για το νερό και διαφορετικά για το οινόπνευμα (βλ. σχήμα 5β).
2. Σωματιδιακό ελλιπές: Εντάχθηκαν οι περιπτώσεις, όπου είτε σχεδιάστηκαν μόνο τα σωματίδια του οινόπνευματος μέσα στο νερό, είτε υπήρχε μακροσκοπική αναπαράσταση για τη μία ουσία και σωματιδιακή για την άλλη, είτε σχεδιάστηκαν τα σωματίδια μέσα στην ουσία (βλ. σχήμα 5α).
3. Μακροσκοπικό μη αποδεκτό: Το διάλυμα απεικονίστηκε με συνεχή σκίαση, αλλά σε στρώματα διαφορετικού χρώματος, γεγονός που δείχνει ότι δεν κατανοήθηκε η έννοια του διαλύματος.
4. Μακροσκοπικό αποδεκτό: Ολόκληρο το διάλυμα σχεδιάστηκε είτε με σκούρο γκρι ή μπλε χρώμα, είτε με γραμμές κυκλικές ή ευθείες, μουτζουρωμένες σε όλο το ποτήρι. Θεωρήθηκε αποδεκτό γιατί κατανοήθηκε η έννοια του διαλύματος, αλλά σε μακροσκοπικό επίπεδο.



Σχήμα 5: Εναλλακτική αναπαράσταση ουσιών και διαλύματος από παιδί της ομάδας ελέγχου, στο β τελικό ερωτηματολόγιο (α σχέδιο) και ικανοποιητική απεικόνιση του διαλύματος και των συστατικών του, από παιδί της πειραματικής ομάδας, μετά τη διδακτική παρέμβαση (β σχέδιο).

Από την ανάλυση των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου, προέκυψε ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες και των δύο ομάδων είχαν παρόμοιες μακροσκοπικές αναπαραστάσεις για το διάλυμα νερού και οινοπνεύματος. Ειδικότερα, 14 (52%) σχέδια της πειραματικής ομάδας εντάχθηκαν στην κατηγορία «μακροσκοπικό αποδεκτό» (20 της ομάδας ελέγχου) και 9 (33%) στην κατηγορία «μακροσκοπικό μη αποδεκτό» (7 της ομάδας ελέγχου). Όπως φαίνεται στον πίνακα 8, πλήρεις σωματιδιακές αναπαραστάσεις δεν εμφάνισε κανένα παιδί, ενώ υπήρξαν 4 (15%) σχέδια της πειραματικής ομάδας και 6 (18%) της ομάδας ελέγχου που εντάχθηκαν στην κατηγορία «σωματιδιακό ελλιπές».

Σχέδια διαλύματος νερού και οιοπνεύματος	Π.Ο. (αρχικό) N	Π.Ο. (τελικό)			Ο.Ε. (αρχικό) N	Ο.Ε. (τελικό)	
		α N	β N	γ N		α N	β N
σωματιδιακό πλήρες	0	4	11	18	0	0	1
σωματιδιακό ελλιπές	4	9	9	9	6	1	15
μακροσκοπικό μη αποδεκτό	9	1	3	0	7	9	1
μακροσκοπικό αποδεκτό	14	14	5	0	20	23	16
Σύνολο	27	28	28	27	33	33	33

Πίνακας 8: Αναπαραστάσεις νερού, οιοπνεύματος και του αντίστοιχου διαλύματος της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Όπως φαίνεται από την ανάλυση των τελικών ερωτηματολογίων, όταν δε ζητήθηκε από τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν σωματίδια στα σχέδιά τους, πάνω από τα μισά παιδιά της πειραματικής ομάδας (15) και σχεδόν όλα της ομάδας ελέγχου (32) σχεδίασαν τις ουσίες και το διάλυμα σε μακροσκοπικό επίπεδο (με αποδεκτό και μη αποδεκτό τρόπο). Αντίστοιχα, πλήρεις σωματιδιακές απεικονίσεις φαίνεται ότι είχαν μόνο 4 παιδιά της πειραματικής ομάδας, ενώ ελλιπείς σωματιδιακές αναπαραστάσεις εμφανίστηκαν σε 9 σχέδια της πειραματικής ομάδας και μόνο σε ένα έργο της ομάδας ελέγχου. Με την υπόδειξη της χρήσης σωματιδίων στα έργα τους, κατά τη β' φάση του τελικού ερωτηματολογίου, πολλά παιδιά φαίνεται ότι αναίρεσαν τις προηγούμενες απόψεις τους. Έτσι, στη μακροσκοπική κατηγορία (αποδεκτή και μη αποδεκτή) εντάχθηκαν 8 σχέδια της πειραματικής ομάδας και 17 έργα της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, σωστές μικροσκοπικές αναπαραστάσεις είχαν 11 μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας (39%), ενώ εναλλακτικές σωματιδιακές αντιλήψεις φαίνεται ότι είχε ένα μεγάλο ποσοστό της ομάδας ελέγχου (45%).

Μετά την ενεργό εμπλοκή των παιδιών σε δραστηριότητες απεικόνισης ουσιών και διαλυμάτων (β' φάση), προέκυψε σημαντική βελτίωση των αναπαραστάσεων των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, εφόσον 18 (67%) σχεδιαστικά έργα τους (έναντι 1 της ομάδας ελέγχου) είχαν σωστές απεικονίσεις του διαλύματος. Επίσης, 9

παιδιά απεικόνισαν το διάλυμα σε σωματιδιακό επίπεδο, αλλά χρησιμοποίησαν τα ίδια σωματίδια και για τις δύο ουσίες, γεγονός που σημαίνει ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες θεωρούν ότι όλα τα υγρά έχουν ίδια σωματίδια, διαφορετικά από τα σωματίδια των στερεών ή των αερίων.

4.2.3. Αναπαραστάσεις για το κορεσμένο, το πυκνό και το αραιό διάλυμα

Η τρίτη ερώτηση είχε στόχο τη διερεύνηση των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών/ριών για το κορεσμένο διάλυμα και αποτελούσε το τρίτο σκέλος της 11^{ης} ερώτησης του ερωτηματολογίου. Ζητούνταν από τα παιδιά να σχεδιάσουν το εσωτερικό ενός κορεσμένου διαλύματος, αν το παρατηρούσαν, προσεχτικά, με το μαγικό τους φακό. Ειδικότερα, είχε προηγηθεί η αναφορά σε ένα γεγονός του εμπειρικού πεδίου, για το οποίο τα παιδιά έπρεπε να κάνουν πρόβλεψη, στη συνέχεια να δικαιολογήσουν την πρόβλεψή τους και τέλος, να συνδέσουν το γεγονός με το μικροσκοπικό επίπεδο, μέσα από τα σχεδιαστικά τους έργα. Ολόκληρη η 11^η ερώτηση ήταν η εξής:

«α. Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε αρκετό αλάτι σε ένα ποτήρι νερό, τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

β. Δικαιολόγησε την άποψή σου.

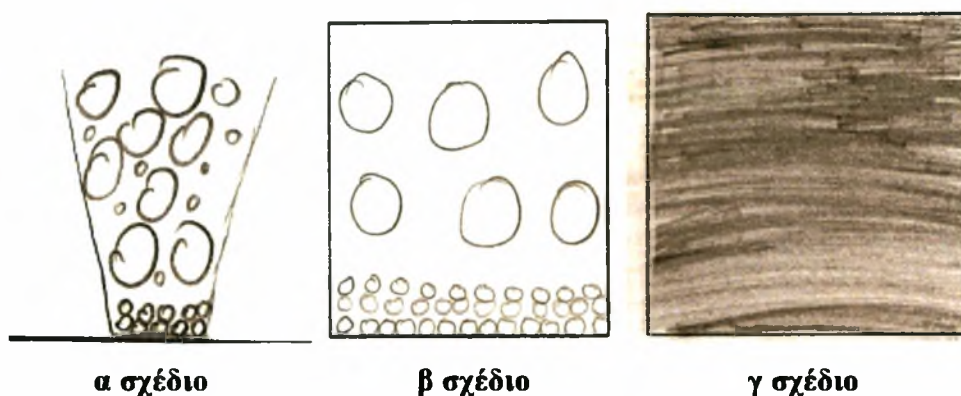
γ. Παρατήρησε με το μαγικό σου φακό και σχεδίασε το εσωτερικό του παραπάνω ποτηριού.»

Παρακάτω παρουσιάζονται μόνο τα αποτελέσματα της ανάλυσης των σχεδιαστικών έργων των μαθητών/ριών, εφόσον η ανάλυση των ερμηνειών του κορεσμένου διαλύματος θα παρουσιαστεί σε επόμενη ενότητα.

Τα σχέδια των μαθητών/ριών μπορούν να ομαδοποιηθούν στις εξής 5 κατηγορίες:

1. Σωστή σωματιδιακή άποψη: Σχεδιάστηκαν σωματίδια για το νερό και σωματίδια για το αλάτι, όπου στον πυθμένα του δοχείου υπήρχαν περισσότερα σωματίδια αλατιού (βλ. σχήμα 6α).
2. Μερικώς σωστή σωματιδιακή άποψη, με σωματίδια αλατιού μόνο στον πυθμένα: Σε αυτή την κατηγορία εντάχθηκαν σχήματα που αναπαριστούσαν μόνο τα σωματίδια του ιζήματος, χωρίς να υπάρχουν άλλα σωματίδια αλατιού μέσα στο ποτήρι. Σε ορισμένα σχέδια απεικονίζονταν τα σωματίδια του νερού (βλ. σχήμα 6β), ενώ σε άλλα υπήρχε μακροσκοπική αναπαράσταση του νερού.

3. Μερικώς σωστή σωματιδιακή άποψη, με σωματίδια αλατιού σε όλο το ποτήρι: Σχεδιάστηκαν σωματίδια αλατιού σε όλο το περιεχόμενο του ποτηριού, χωρίς αναπαράσταση του ιζήματος και χωρίς να σχεδιαστούν σωματίδια νερού.
4. Μακροσκοπικό για όλο το διάλυμα, χωρίς ίζημα: Πρόκειται για μια προσέγγιση του κορεσμένου διαλύματος, όπου ολόκληρο το διάλυμα σχεδιάστηκε με σκούρο γκρι χρώμα ή με γραμμές κυκλικές ή ευθείες, μουτζουρωμένες σε όλο το ποτήρι, χωρίς αναπαράσταση του ιζήματος (βλ. σχήμα 6γ).
5. Μακροσκοπικό και για το διάλυμα και για το ίζημα: Σχεδιάστηκε το νερό, μακροσκοπικά, ενώ στον πυθμένα του ποτηριού σχεδιάστηκε με συνεχή σκίαση ή με μία διαχωριστική γραμμή, ένα στρώμα αλατιού.



Σχήμα 6: Ικανοποιητική αναπαράσταση (α σχέδιο) και εναλλακτική απεικόνιση κορεσμένου διαλύματος (β σχέδιο) από παιδιά της πειραματικής ομάδας, στο γ τελικό ερωτηματολόγιο και μακροσκοπική αναπαράσταση κορεσμένου διαλύματος (γ σχέδιο).

Από την ανάλυση των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου φαίνεται ότι η πειραματική ομάδα δεν είχε σωστές σωματιδιακές αναπαραστάσεις του κορεσμένου διαλύματος. Επιπλέον, ένας μικρός αριθμός παιδιών (4) απεικόνισαν μακροσκοπικά το κορεσμένο διάλυμα, όπως επίσης και άλλοι 4 μαθητές/ριες απεικόνισαν σωματιδιακά μόνο το ίζημα, γεγονός που σημαίνει ότι δεν είχαν κατανοήσει την έννοια του κορεσμένου διαλύματος. Όπως φαίνεται στον πίνακα 9, τα περισσότερα

σχεδιαστικά έργα (10) είχαν αναπαραστάσεις σωματιδίων αλατιού, διασκορπισμένα μέσα στο νερό ή χαρακτηρίζονταν από μακροσκοπική θεώρηση όλου του διαλύματος (8). Αντίστοιχα, η πλειοψηφία των μαθητών/ριών της ομάδας ελέγχου (15) σχεδίασαν σωματίδια αλατιού σε όλο το ποτήρι. Επιπλέον, 5 παιδιά είχαν μακροσκοπική άποψη για όλο το διάλυμα, 4 είχαν σωματιδιακή αναπαράσταση του αλατιού μόνο στον πυθμένα και άλλα 4 παιδιά απεικόνισαν μακροσκοπικά το διάλυμα και το ίζημα, χωριστά.

Σχέδιο κορεσμένου διαλύματος	Π. Ο. (αρχικό) N	Π. Ο. (τελικό)		Ο. Ε. (αρχικό) N	Ο. Ε. (τελικό) N
		α N	γ N		
Σωματιδιακή άποψη κορεσμένου διαλύματος	0	8	12	0	0
Μερικώς σωστή/ σωματίδια αλατιού μόνο στον πυθμένα	4	3	5	4	4
Μερικώς σωστή/ σωματίδια αλατιού σε όλο το ποτήρι	10	13	10	15	11
Μακροσκοπικό για όλο το διάλυμα, χωρίς ίζημα	8	2	0	5	5
Μακροσκοπικό και για το διάλυμα και για το ίζημα	4	2	0	4	9
Κανένα σχέδιο	1	0	0	5	4
Σύνολο	27	28	27	33	33

Πίνακας 9: Αναπαραστάσεις κορεσμένου διαλύματος της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης, υπήρξε βελτίωση στις αναπαραστάσεις της πειραματικής ομάδας. Έτσι, 12 (44%) μαθητές/ριες κατάφεραν να συνδέσουν ικανοποιητικά το εμπειρικό και το μικροσκοπικό επίπεδο, κάτι που δεν έκανε κανένα παιδί της ομάδας που ακολούθησε το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα του σχολείου. Ένα επιπλέον θετικό στοιχείο είναι ότι δεν υπήρξε καμία

μακροσκοπική αναπαράσταση στα σχέδια της πειραματικής ομάδας. Ωστόσο, 10 (37%) μαθητές/ριες δε σχεδίασαν καθόλου το ίζημα και 5 σχεδίασαν σωματίδια αλατιού μόνο στον πυθμένα, γεγονός που σημαίνει ότι δεν κατανοήθηκε, σε μεγάλο βαθμό, η έννοια του κορεσμού στη διάλυση.

Από την άλλη πλευρά, η ομάδα ελέγχου είχε, κυρίως, μακροσκοπικές αναπαραστάσεις του κορεσμένου διαλύματος, όπου απεικονίζονταν μακροσκοπικά το διάλυμα και το ίζημα (9) ή μόνο το διάλυμα (5). Επίσης, 11 μαθητές/ριες σχεδίασαν μόνο τα σωματίδια αλατιού σε όλο το ποτήρι και 4 σχεδίασαν σωματίδια αλατιού μόνο στον πυθμένα.

Η τέταρτη ερώτηση είχε στόχο τη διερεύνηση των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών/ριών για το αραιό και το πυκνό διάλυμα. Ζητήθηκε από τα παιδιά να σχεδιάσουν τα περιεχόμενα δύο ποτηριών, όπου στο πρώτο διαλύθηκε ένας κύβος ζάχαρης και στο δεύτερο δύο κύβοι ζάχαρης. Η ερώτηση ήταν η εξής: «*Σε δύο δοχεία με ίση ποσότητα νερού το καθένα, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, προσθέτουμε στο 1^ο ένα κύβο ζάχαρης και στο 2^ο δύο κύβους και ανακατεύουμε καλά. Μπορείς να σχεδιάσεις το περιεχόμενο των δύο δοχείων, αν το παρατηρούσες προσεκτικά με το μαγικό σου φακό;*».

Τα σχεδιαστικά έργα των μαθητών/ριών ομαδοποιήθηκαν στις παρακάτω 4 κατηγορίες:

1. σωματιδιακό πλήρες: Σωματιδιακή αναπαράσταση του νερού και της ζάχαρης σε όλο το ποτήρι, όπου στο 2^ο δοχείο απεικονίστηκαν περισσότερα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας (βλ. σχήμα 7γ).
2. σωματιδιακό ελλιπές, αποδεκτό: Σχεδιάστηκαν μόνο τα σωματίδια της ζάχαρης μέσα στο νερό, όπου στο 2^ο ποτήρι ήταν περισσότερα. Θεωρήθηκε αποδεκτή άποψη γιατί κατανοήθηκε η έννοια του αραιού και πυκνού διαλύματος (βλ. σχήμα 7β).
3. σωματιδιακό ελλιπές, μη αποδεκτό: Σωματιδιακή άποψη μόνο για τη ζάχαρη που μένει στον πάτο του ποτηριού και δε διαλύεται.
4. μακροσκοπικό: Η ζάχαρη σχεδιάστηκε ως ένα στρώμα συνεχούς ύλης στον πάτο του ποτηριού ή ολόκληρο το διάλυμα απεικονίστηκε μακροσκοπικά (βλ. σχήμα 7α).

Πυκνό και αραιό διάλυμα	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
σωματιδιακό πλήρες	1	6	0	0
σωματιδιακό ελλιπές, αποδεκτό	9	15	20	16
σωματιδιακό ελλιπές, μη αποδεκτό	4	2	4	5
μακροσκοπικό	11	4	7	8
κανένα σχέδιο	2	1	2	4
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 10: Αναπαραστάσεις πυκνού και αραιού διαλύματος της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση διαπιστώθηκε ότι αυξήθηκε ο αριθμός των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας που είχαν πλήρεις σωματιδιακές αναπαραστάσεις για το αραιό και το πυκνό διάλυμα (6). Αντίστοιχα, περισσότερα παιδιά (15) κατανόησαν τα δύο διαλύματα, αλλά δεν μπόρεσαν να τα απεικονίσουν ικανοποιητικά. Το γεγονός ότι οι περισσότεροι μαθητές/ριες δε σχεδίασαν σωματίδια νερού, ίσως να οφείλεται στην προσομοίωση που παρατήρησαν, στην οποία το νερό απεικονίζονταν ως ένα συνεχές υπόστρωμα. Τέλος, μόνο 4 παιδιά συνέχισαν να θεωρούν την ύλη ως συνεχή και 2 παιδιά θεωρούσαν ότι η ζάχαρη μένει στον πυθμένα του δοχείου, αδιάλυτη.

Από την ανάλυση των σχημάτων της ομάδας ελέγχου, στο τελικό ερωτηματολόγιο, φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες δε βελτίωσαν τις αντιλήψεις τους. Έτσι, αυξήθηκαν οι μακροσκοπικές (8) και οι εναλλακτικές, μη αποδεκτές αναπαραστάσεις τους (5), ενώ μειώθηκε ο αριθμός των μαθητών/ριών που αναπαριστούσαν σωματιδιακά τη διαλυμένη ουσία και μακροσκοπικά το διάλυτο, στο αραιό και στο πυκνό διάλυμα (16). Επίσης, τα παιδιά δεν είχαν, καθόλου, πλήρεις μικροσκοπικές αναπαραστάσεις, παρά το γεγονός ότι είχαν διδαχθεί τη σωματιδιακή δομή της ύλης στο παραδοσιακό αναλυτικό τους πρόγραμμα.

4.3. Οι αντιλήψεις των παιδιών για τη διατήρηση μάζας

Οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τη διατήρηση μάζας, κατά τη διάλυση 30g ζάχαρης σε 100g νερό, διερευνήθηκαν, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση με την εξής ερώτηση: «Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ότι προσθέτουμε έναν κύβο ζάχαρης (30 γραμμάρια), σε ένα δοχείο με 100 γραμμάρια νερό. Ανακατεύουμε καλά, ώσπου να μη φαίνεται πλέον η ζάχαρη. Πόσο νομίζεις ότι θα ζυγίζει το περιεχόμενο του ποτηριού; Εξήγησε γιατί θα ζυγίζει τόσο:».

Από τη μελέτη των δεδομένων προέκυψε ότι δεν υπήρξε διαφοροποίηση στις δύο ομάδες, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση. Ειδικότερα, οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας (21) και της ομάδας ελέγχου (19) υποστήριξαν την αρχή της διατήρησης της μάζας στο αρχικό ερωτηματολόγιο (βλ. πίνακα 11).

Διατήρηση μάζας	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
Διατήρηση μάζας	21	23	19	21
Μη διατήρηση μάζας	4	5	11	9
Δεν ξέρω	2	0	3	3
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 11: Αντιλήψεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για τη διατήρηση μάζας, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Οι αντιλήψεις των παιδιών τροποποιήθηκαν ελάχιστα, στο τελικό ερωτηματολόγιο. Έτσι, 23 (82%) παιδιά της πειραματικής ομάδας και 21 (64%) της ομάδας ελέγχου πίστευαν ότι η συνολική μάζα του διαλύματος θα είναι 130 γραμμάρια, κάνοντας την πρόσθεση των δύο μαζών. Ένα παράδειγμα των εξηγήσεων που έδωσαν τα παιδιά είναι: «γιατί και να διαλυθεί η ζάχαρη πάλι θα ζυγίζει το ίδιο».

Ωστόσο, 5 παιδιά της πειραματικής ομάδας συνέχισαν να πιστεύουν και μετά τη διδακτική παρέμβαση ότι η συνολική μάζα του διαλύματος θα είναι μικρότερη από το άθροισμα των δύο μαζών, γιατί η ζάχαρη θα «διαλυθεί» και θα ζυγίζει λιγότερο. Για

παράδειγμα, μία μαθήτρια ανέφερε: «θα ζυγίζει 100g γιατί η ζάχαρη πλέον δε θα είναι βαριά γιατί είναι ανακατεμένη και έχει χάσει το βάρος της». Παρόμοια, 9 μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου δεν πίστευαν στη διατήρηση μάζας, κατά τη διάλυση, μετά την παραδοσιακή διδασκαλία, ενώ στο αντίστοιχο αρχικό ερωτηματολόγιο οι αρνητικές απαντήσεις ήταν 11.

4.4. Οι αντιλήψεις των παιδιών για το κορεσμένο διάλυμα

Σε προηγούμενη ενότητα παρουσιάστηκαν οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για το κορεσμένο διάλυμα. Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται οι απαντήσεις που έδωσαν τα παιδιά, προσπαθώντας να ερμηνεύσουν το κορεσμένο διάλυμα. Η ερώτηση ήταν η εξής: «Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε αρκετό αλάτι σε ένα ποτήρι νερό, τι νομίζεις ότι θα συμβεί; Δικαιολόγησε την άποψή σου.»

Οι απαντήσεις των παιδιών μπορούν να ομαδοποιηθούν στις εξής 5 κατηγορίες:

1. Σωστή εξήγηση του κορεσμένου διαλύματος: Οι μαθητές/ριες δήλωσαν ότι κάποια ποσότητα αλατιού διαλύεται και η υπόλοιπη παραμένει στον πυθμένα του ποτηριού, αδιάλυτη, πχ.: «τα μόρια του αλατιού θα πάνε παντού και ρίχνοντας πολύ αλάτι, το αλάτι θα μείνει στον πυθμένα».
2. Μη αποδεκτό, το αλάτι δε διαλύεται καθόλου: Στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν τα παιδιά που ανέφεραν ότι όλο το αλάτι θα μείνει στον πυθμένα του ποτηριού, αδιάλυτο, πχ.: «το αλάτι θα καθίσει στο τέλος του ποτηριού». Στην ίδια κατηγορία ταξινομήθηκαν και οι απαντήσεις των μαθητών/ριών που δήλωσαν ότι το αλάτι θα βρίσκεται σε όλο το περιεχόμενο του ποτηριού, αλλά θα είναι αδιάλυτο, άσπρο και θα φαίνεται, π.χ. «το νερό θα θολώσει».
3. Μερικώς σωστό / διαλύεται όλο το αλάτι: Δεν έγινε αναφορά στο ίζημα, πχ.: «το αλάτι δεν θα διαλυθεί εύκολα, θα πρέπει να το ανακατεύουμε ώρα».
4. Μη αποδεκτό / λιώνει, ρουφάει το νερό, εξατμίζεται: Αναφέρθηκαν λανθασμένες απόψεις, όπως «το αλάτι ρουφάει όλο το νερό», το αλάτι εξατμίζεται ή εξαφανίζεται ή «το αλάτι δε θα φανεί γιατί έχει λιώσει».
5. Χαρακτηριστικά διαλύματος, χωρίς εξήγηση κορεσμού: Δόθηκαν τα χαρακτηριστικά του διαλύματος (έντονη γεύση, χρώμα, αύξηση του συνολικού όγκου), χωρίς να εξηγηθεί η έννοια του κορεσμού, πχ.: «το νερό θα γίνει αλμυρό».

Από την ανάλυση των δεδομένων του αρχικού ερωτηματολογίου, προέκυψε ότι τα περισσότερα παιδιά της πειραματικής ομάδας (15) αναφέρθηκαν στα χαρακτηριστικά

του αλατόνερου και δεν έδωσαν καμία σωστή εξήγηση του κορεσμού. Αντίθετα, όπως φαίνεται στον πίνακα 13, εκείνα που δεν αναφέρθηκαν στις ιδιότητες του διαλύματος, έδωσαν ταυτολογικές απαντήσεις ή είχαν εναλλακτικές ιδέες για τη διάλυση και το κορεσμένο διάλυμα. Αντίστοιχα, οι απαντήσεις που έδωσαν οι μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου για να εξηγήσουν το κορεσμένο διάλυμα, ήταν, κυρίως, μη αποδεκτές, εφόσον η πλειοψηφία τους (17) θεωρούσε ότι το αλάτι δεν μπορεί να διαλυθεί καθόλου, όταν βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα.

Απόψεις παιδιών για το κορεσμένο διάλυμα	Π. Ο. (αρχικό) N	Π. Ο. (τελικό) N	Ο.Ε. (αρχικό) N	Ο.Ε. (τελικό) N
Σωστή εξήγηση κορεσμένου διαλύματος	0	14	2	16
Μη αποδεκτό / το αλάτι δε διαλύεται καθόλου	6	3	17	8
Μερικώς σωστό / διαλύεται όλο το αλάτι	0	3	2	3
Μη αποδεκτό/ λιώνει, ρουφάει το νερό, εξατμίζεται	6	6	4	4
Χαρακτηριστικά διαλύματος, χωρίς εξήγηση κορεσμού	15	2	8	2
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 13: Αντιλήψεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για το κορεσμένο διάλυμα, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Μετά τη διδακτική παρέμβαση τα μισά παιδιά της πειραματικής ομάδας αναδόμησαν τις αρχικές τους ιδέες και εξήγησαν σωστά το κορεσμένο διάλυμα, κάνοντας αναφορά στην ποσότητα του διαλυμένου αλατιού σε όλο το ποτήρι και στο ίζημα. Στις ερμηνείες τους χρησιμοποίησαν περισσότερο τις λέξεις «διάλυση» ή «διαλύθηκε» και λιγότερο τις λέξεις «ίζημα» ή «κορεσμένο διάλυμα», έννοιες τις οποίες εξήγησαν με φραστικές αναφορές. Ωστόσο, 6 (21%) μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας διατήρησαν τις παρανοήσεις που είχαν πριν από τη διδακτική

παρέμβαση και τα υπόλοιπα 8 παιδιά μοιράστηκαν, σχεδόν αναλογικά, στις άλλες κατηγορίες.

Από την ανάλυση των απαντήσεων του τελικού ερωτηματολογίου προέκυψε ότι οι μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου αναδόμησαν τις αρχικές τους ιδέες, σχεδόν στον ίδιο βαθμό με την πειραματική ομάδα, γεγονός που ίσως να οφείλεται στο ότι η ερμηνεία του κορεσμένου διαλύματος δεν απαιτούσε τη χρήση της σωματιδιακής θεωρίας από τα παιδιά. Έτσι, 16 παιδιά της ομάδας ελέγχου κατάφεραν να κατανοήσουν την έννοια του κορεσμένου διαλύματος, μετά την παραδοσιακή διδασκαλία. Ωστόσο, κάποια παιδιά συνέχισαν να πιστεύουν ότι το αλάτι δεν μπορεί να διαλυθεί (8), ενώ άλλα έδωσαν ταυτολογικές απαντήσεις (4).

Οι 4 μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας που πήραν μέρος στις συνεντεύξεις δε χρησιμοποίησαν σωματιδιακές απόψεις για να εξηγήσουν το κορεσμένο διάλυμα, μετά τη διδακτική παρέμβαση, παρά το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια της παρέμβασης παρατήρησαν προσομοιώσεις κορεσμένων διαλυμάτων. Μόνο μια μαθήτρια έκανε χρήση σωματιδίων, στα οποία όμως έδωσε ανιμιστικό χαρακτήρα, όπως φαίνεται παρακάτω:

M: επειδή είναι πάρα πολλά, αρχίζουν και μαζεύονται και δεν μπορούν να φύγουν όλα.

E: Δηλαδή, τι δεν μπορούν;

M:να φύγουν. Μερικά θα μείνουν στον πάτο και θα είναι μαζί και τα υπόλοιπα θα είναι γύρω.

E: Πώς το λένε αυτό το διάλυμα;

M: Κορεσμένο.

4.5. Οι ιδέες των παιδιών για την τήξη και τη διάλυση

Δεδομένου του γεγονότος ότι η σύγχυση τήξης και διάλυσης αποτελεί μια συχνή παρανόηση που έχουν τα παιδιά, ιδιαίτερα σε μικρότερες ηλικίες, δημιουργήθηκε η ερώτηση 12 του ερωτηματολογίου που είχε στόχο να διερευνήσει εάν και σε ποιο βαθμό οι μαθητές/ριες συγχέουν τη διάλυση με την τήξη. Η διατύπωσή της ήταν η εξής: «Σε ένα ποτήρι με νερό βάζουμε ένα παγάκι και σε ένα άλλο ποτήρι βάζουμε ένα κουταλάκι ζάχαρη. Ανακατεύουμε καλά τα δύο ποτήρια και τα αφήνουμε.
α. Τι πιστεύεις ότι θα παρατηρήσεις μετά από λίγη ώρα; β. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στον πάγο; γ. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στη ζάχαρη;»

Ζητήθηκε, επομένως, από τα παιδιά να εξηγήσουν τι συμβαίνει στον πάγο και τι συμβαίνει στη ζάχαρη, όταν βρίσκονται μέσα στο νερό, μέσα από ένα απλό παράδειγμα της καθημερινότητας. Οι απόψεις τους ταξινομήθηκαν στις παρακάτω 5 κατηγορίες:

1. Σύγχυση διάλυσης και τήξης: Χρησιμοποιήθηκε η λέξη «λιώνει» και για τα δύο φαινόμενα, π.χ.: «ο πάγος θα λιώσει γιατί θα πάρει θερμότηταη ζάχαρη θα λιώσει επειδή θα την ανακατέψουμε».
2. Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη διαλύεται: Πρόκειται για την επιστημονική άποψη που διαχωρίζει τα δύο φαινόμενα, π.χ.: «ο πάγος θα λιώσει και θα γίνει ένα με το νερό αφού δημιουργήθηκε από το νερό.....η ζάχαρη θα διαλυθεί όμως θα είναι ακόμη μέσα».
3. Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη εξαφανίζεται: Οι μαθητές/ριες πίστευαν ότι η τήξη είναι διαφορετική από τη διάλυση, γιατί ο πάγος γίνεται νερό, ενώ η ζάχαρη χάνεται ή εξαφανίζεται. Για παράδειγμα η απάντηση ενός παιδιού ήταν: «η ζάχαρη θα χαθεί και το παγάκι θα γίνει νερό».
4. Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη είναι αδιάλυτη: Τα παιδιά έδωσαν σωστή ερμηνεία για την τήξη, αλλά λανθασμένη εξήγηση για τη διάλυση, π.χ.: «ο πάγος θα αρχίζει να λιώνει.....η ζάχαρη θα κατέβει στον πάτο».
5. Αισθητηριακές διαφορές: Αναφέρθηκαν οι αισθητηριακές διαφορές των περιεχόμενων των δύο ποτηριών, χωρίς ερμηνεία των φαινομένων, π.χ.: «το ποτήρι με το παγάκι θα είναι πιο κρύο.....η γεύση του νερού με τη ζάχαρη θα είναι πολύ γλυκιά».

Όπως φαίνεται στον πίνακα 14, η πλειοψηφία της πειραματικής ομάδας (16), πριν από τη διδακτική παρέμβαση, θεωρούσε την τήξη και τη διάλυση, ως το ίδιο φαινόμενο. Επιπλέον, 8 (30%) παιδιά ερμήνευαν σωστά την τήξη και λανθασμένα τη διάλυση.

Από τη μελέτη των δεδομένων της πειραματικής ομάδας, στο τελικό ερωτηματολόγιο, προέκυψε ότι 12 (43%) μαθητές/ριες κατάφεραν να οικοδομήσουν την επιστημονική άποψη. Ωστόσο, 9 (32%) παιδιά δεν κατάφεραν να αναδομήσουν τις αρχικές τους ιδέες και συνέχισαν να πιστεύουν ότι πρόκειται για το ίδιο φαινόμενο. Βέβαια, υπήρξαν και 6 (21%) μαθητές/ριες που εξηγούσαν σωστά την τήξη και λανθασμένα τη διάλυση, χρησιμοποιώντας για τη ζάχαρη, λέξεις, όπως «εξαφανίζεται» ή «χάνεται».

Διάλυση και Τήξη	Πειραματική ομάδα (αρχικό) N	Πειραματική ομάδα (τελικό) N	Ομάδα ελέγχου (αρχικό) N	Ομάδα ελέγχου (τελικό) N
Σύγχυση διάλυσης και τήξης	16	9	7	4
Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη διαλύεται	0	12	8	16
Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη εξαφανίζεται	0	6	4	0
Ο πάγος λιώνει / η ζάχαρη είναι αδιάλυτη	8	0	12	13
Αισθητηριακές διαφορές	3	1	2	0
Σύνολο	27	28	33	33

Πίνακας 14: Αντιλήψεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για το φαινόμενο της διάλυσης και της τήξης, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Από το αρχικό ερωτηματολόγιο παρατηρήθηκε σύγχυση της τήξης και της διάλυσης σε 7 μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου, ενώ μετά την παραδοσιακή διδασκαλία 4 παιδιά συνέχισαν να συγχέουν τα δύο φαινόμενα. Επιπλέον, όπως φαίνεται από το τελικό ερωτηματολόγιο, τα περισσότερα παιδιά μετακινήθηκαν προς την επιστημονική άποψη (16), ενώ υπήρξαν και 13 μαθητές και μαθήτριες που εξακολούθησαν να πιστεύουν ότι η ζάχαρη δε διαλύεται στο νερό, ενώ ο πάγος λιώνει.

Τα παιδιά της πειραματικής ομάδας που πήραν μέρος στις συνεντεύξεις, χρησιμοποίησαν σωματιδιακές απόψεις, για να εξηγήσουν τα δύο φαινόμενα, μετά τη διδακτική παρέμβαση, σε αντίθεση με τους μαθητές και τις μαθήτριες της ομάδας ελέγχου που δεν αναφέρθηκαν καθόλου στη δομή της ύλης. Ωστόσο, φαίνεται ότι δεν κατανόησαν, πλήρως, το φαινόμενο της διάλυσης, σε μικροσκοπικό επίπεδο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός μαθητή της πειραματικής ομάδας, μετά τη διδακτική παρέμβαση, είναι:

M: Το παγάκι θα λιώσει μέσα στο ποτήρι με το νερό και θα γίνει κι αυτό νερό. Και η ζάχαρη θα λιώσει μες στο νερό αλλά θα υπάρχουν τα μόρια.

E: Θεωρείς ότι είναι το ίδιο φαινόμενο;

Ο μαθητής δεν απαντά.

E: Τι εννοείς όταν λες ότι «λιώνει» η ζάχαρη;

M: Εξαφανίζεται... αλλά υπάρχουν τα μόριά της μέσα στο νερό.

E: Πώς συμπεριφέρονται τα μόρια της ζάχαρης στο νερό;

M: Πάνε από εδώ κι από εκεί.

E: Πόσες ουσίες έχουμε στο πρώτο ποτήρι;

M: Μία.

E: Στο δεύτερο;

M: Ζάχαρη.

E: Έχουμε μόνο ζάχαρη στο δεύτερο ποτήρι;

M: Με νερό.

E: Δηλαδή, πόσες ουσίες έχουμε;

M: Δύο.

Ο παραπάνω μαθητής δεν είχε κατανοήσει, πλήρως, την έννοια της ουσίας, κάτι που παρατηρήθηκε σε αρκετά παιδιά και των δύο ομάδων. Αξιίζει να αναφερθεί ότι μία μαθήτρια υποστήριξε, πριν από τη διδακτική παρέμβαση, ότι το νερό δεν έχει μόρια και ότι μόνο το αλάτι έχει μόρια, ενώ πολλά παιδιά διαχώρισαν τον πάγο και το νερό, ως δύο διαφορετικές ουσίες. Το γεγονός αυτό, ίσως, να αποτελεί την αιτία της σύγχυσης των δύο φαινομένων, εφόσον για την ερμηνεία της διάλυσης χρειάζεται η κατανόηση της ουσίας και της αλληλεπίδρασης των ουσιών, όπως αντίστοιχα, για την ερμηνεία της τήξης απαιτείται η κατανόηση της ουσίας και της αλλαγής φάσης.

4.6. Οι νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών για την τήξη και τη διάλυση

Η τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου είχε στόχο να δώσει πρόσθετες πληροφορίες για τις αντιλήψεις και τις νοητικές αναπαραστάσεις των μαθητών και των μαθητριών, για το φαινόμενο της διάλυσης και το φαινόμενο της τήξης. Ειδικότερα, η ερώτηση αυτή ήταν συνέχεια εκείνης που αφορούσε στην εξήγηση των δύο φαινομένων και διατυπώθηκε ως εξής: «Κάνε ένα σχήμα για το περιεχόμενο κάθε ποτηριού, όταν δε θα φαίνονται πλέον το παγάκι και η ζάχαρη».

Ζητήθηκε, επομένως, από τα παιδιά να αναπαραστήσουν την τήξη και τη διάλυση, σε μικροσκοπικό επίπεδο και να συνδέσουν αυτό που παρατηρούν (εμπειρικό πεδίο) με τις αντίστοιχες αναπαραστάσεις.

Τα σχεδιαστικά έργα των μαθητών/ριών εντάχθηκαν στις παρακάτω 4 κατηγορίες:

1. Σωματιδιακό πλήρες: Σωστή σωματιδιακή άποψη και για τα δύο φαινόμενα. Ειδικότερα, στην κατηγορία αυτή εντάχθηκαν σχήματα με σωματίδια για το νερό στο πρώτο ποτήρι και με σωματίδια νερού και ζάχαρης στο δεύτερο ποτήρι (βλ. σχήμα 8γ).
2. Σωματιδιακό ελλιπές για διάλυση / σωματιδιακό πλήρες για τήξη: Σχεδιάστηκε μόνο ένα είδος σωματιδίων σε κάθε ποτήρι, του ίδιου ή διαφορετικού σχήματος. Θεωρείται αποδεκτό για το φαινόμενο της τήξης, αλλά μη αποδεκτό για το φαινόμενο της διάλυσης, διότι δεν απεικονίζονταν σωματίδια νερού στο ποτήρι με τη ζάχαρη (βλ. σχήμα 8δ).
3. Σωματιδιακό ελλιπές για διάλυση / μακροσκοπικό για τήξη: Οι μαθητές/ριες απεικόνισαν μόνο σωματίδια ζάχαρης στο ποτήρι με το διάλυμα, ενώ το φαινόμενο της τήξης απεικονίστηκε μακροσκοπικά (βλ. σχήμα 8β).
4. Μακροσκοπικό: Εντάχθηκαν σχέδια με μακροσκοπικές αναπαραστάσεις της τήξης και της διάλυσης, (βλ. σχέδιο 8α).

Παρατηρήθηκε ότι στα αρχικά ερωτηματολόγια σχεδόν κανένα παιδί του δείγματος δεν είχε απεικονίσει σωστά τη μικροσκοπική δομή των περιεχομένων των δύο ποτηριών. Όπως φαίνεται στον πίνακα 15, τα περισσότερα παιδιά είχαν μακροσκοπικές αναπαραστάσεις και για τα δύο φαινόμενα (12 της πειραματικής ομάδας και 21 της ομάδας ελέγχου) ή είχαν μακροσκοπικές απόψεις για την τήξη και σωματιδιακές ελλείψεις για τη διάλυση (9 παιδιά της πειραματικής ομάδας και 8 της ομάδας ελέγχου).

α σχέδιο



1^ο ποτήρι



2^ο ποτήρι

β σχέδιο



1^ο ποτήρι

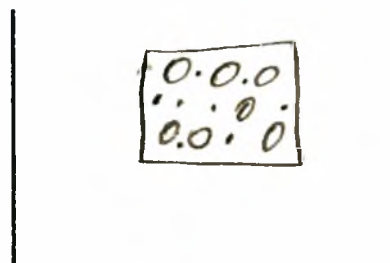


2^ο ποτήρι

γ σχέδιο

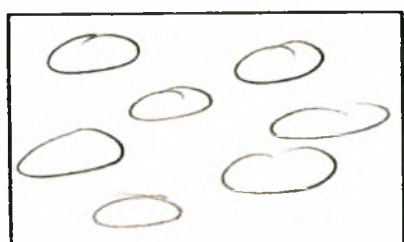


Ποτήρι με παγάκι

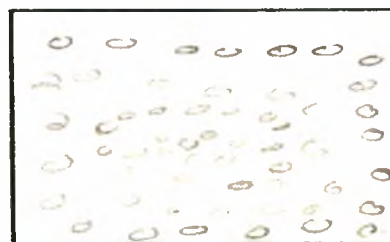


Ποτήρι με ζάχαρη

δ σχέδιο



Ποτήρι με παγάκι



Ποτήρι με ζάχαρη

Σχήμα 8: Μακροσκοπική αναπαράσταση τήξης και διάλυσης (α σχέδιο), σωματιδιακή ελλιπής απεικόνιση για τη διάλυση και μακροσκοπική για την τήξη (β σχέδιο), ικανοποιητική σωματιδιακή αναπαράσταση των δύο φαινομένων (γ σχέδιο), σωστή σωματιδιακή αναπαράσταση τήξης και σωματιδιακή ελλιπής απεικόνιση διάλυσης (δ σχέδιο), από παιδιά της πειραματικής ομάδας.

Σχέδιο τήξης και διάλυσης	Ο.Ε. (αρχικό)	Ο.Ε. (τελικό)	Π.Ο. (αρχικό)	Π.Ο. (τελικό)	
				α	γ
	N	N	N	N	N
σωματιδιακό πλήρες	0	0	1	6	7
σωματιδιακό ελλιπές για διάλυση / σωματιδιακό πλήρες για τήξη	2	4	4	1	18
σωματιδιακό ελλιπές για διάλυση / μακροσκοπικό για τήξη	8	14	9	15	2
μακροσκοπικό	21	14	12	6	0
Σύνολο	31	32	26	28	27

Πίνακας 15: Αναπαραστάσεις των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για την τήξη και τη διάλυση, πριν και μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Από τη μελέτη των σχεδιαστικών έργων των μαθητών/ριών, στα τελικά ερωτηματολόγια, προέκυψε ότι 7 (26%) παιδιά της πειραματικής ομάδας κατάφεραν να αναπαραστήσουν σωστά τα δύο φαινόμενα, μετά τη διδασκαλία, κάτι που δεν παρατηρήθηκε από κανένα παιδί της ομάδας ελέγχου. Επίσης, μετά τη β' φάση της διδασκαλίας (γ τελικό ερωτηματολόγιο, στον πίνακα 15), 18 (67%) μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας (έναντι 4 της ομάδας ελέγχου) οικοδόμησαν την επιστημονική άποψη για τη σωματιδιακή αναπαράσταση της τήξης, παρά το γεγονός ότι οι μικροσκοπικές αναπαραστάσεις τους ήταν ελλιπείς για το φαινόμενο της διάλυσης. Ειδικότερα, τα παιδιά δεν απεικόνισαν το νερό στο ποτήρι με το ζαχαρόνερο, κάτι που ίσως, να οφείλεται στο γεγονός ότι στην προσομοίωση που χρησιμοποιήθηκε στη διδακτική παρέμβαση, απεικονίζονταν με σωματίδια μόνο η διαλυμένη ουσία, ενώ το νερό απεικονίζονταν ως ένα συνεχές γαλάζιο υπόστρωμα.

Σημαντικό είναι το γεγονός ότι κανένα παιδί της πειραματικής ομάδας δεν είχε μακροσκοπικές αναπαραστάσεις των δύο φαινομένων, μετά τη διδακτική παρέμβαση,

ενώ μόνο 2 παιδιά απεικόνισαν μακροσκοπικά το νερό στα δύο ποτήρια και σωματιδιακά τη ζάχαρη.

Αντίθετα, οι μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου φαίνεται ότι δε βελτίωσαν τις απόψεις τους, μετά την παραδοσιακή διδασκαλία. Έτσι, 14 (44%) παιδιά είχαν μακροσκοπικές αναπαραστάσεις για την τήξη και τη διάλυση και άλλα 14 (44%) απεικόνισαν μακροσκοπικά την τήξη και μερικώς σωματιδιακά τη διάλυση, σχεδιάζοντας τα σωματίδια της ζάχαρης μέσα στο νερό.

4.7. Οι ιδέες των παιδιών για τη διαλυτότητα ζάχαρης και αλατιού στο νερό

Οι μαθητές και οι μαθήτριες της πειραματικής ομάδας, κατά τη διάρκεια της εποικοδομητικής παρέμβασης, ακολούθησαν ορισμένα βασικά στάδια για να οικοδομήσουν την επιστημονική γνώση. Ένα από αυτά τα στάδια ήταν η ατομική πρόβλεψη που συμπλήρωναν στα φύλλα εργασίας τους για το τι θα συμβεί σε κάποιο φαινόμενο ή διαδικασία. Στη συνέχεια καλούνταν να επαληθεύσουν ή να διαψεύσουν την πρόβλεψή τους, διαμέσου του πειράματος που καθοδηγούνταν να κάνουν. Ορισμένες προβλέψεις των παιδιών αναλύθηκαν και μελετήθηκαν, κατά τον ίδιο τρόπο που αναλύθηκαν οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου.

Κρίθηκε, επομένως, απαραίτητο να διερευνηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών και των μαθητριών, σχετικά με την ποσότητα της ζάχαρης και του αλατιού που μπορεί να διαλυθεί στο νερό. Έτσι, ζητήθηκε από τα παιδιά να κάνουν μία πρόβλεψη, πριν προχωρήσουν στη διενέργεια του αντίστοιχου πειράματος. Η ερώτηση 2 του 1^{ου} φύλλου εργασίας (βλ. παράρτημα 2) διατυπώθηκε ως εξής: *«Κάθε ομάδα έχει 2 ογκομετρικούς σωλήνες με 40ml νερό ο καθένας, ένα κουταλάκι, ζάχαρη και αλάτι.*
α. Πόσα κουταλάκια ζάχαρη μπορούν να διαλυθούν στον 1^ο ογκομετρικό σωλήνα;
β. Πόσα κουταλάκια αλάτι μπορούν να διαλυθούν στον 2^ο ογκομετρικό σωλήνα;
γ. Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου;»

Από την ανάλυση των δεδομένων των φύλλων εργασίας προέκυψε ότι 23 (82%) παιδιά πίστευαν ότι στους ογκομετρικούς σωλήνες θα διαλυθεί ίδια ποσότητα ζάχαρης και αλατιού, γιατί η ζάχαρη και το αλάτι διαλύονται με τον ίδιο τρόπο. Μετά τη διενέργεια του πειράματος από τα ίδια τα παιδιά και τη γνωστική σύγκρουση στην οποία έφτασαν, δεν μπορούσαν να εξηγήσουν γιατί συμβαίνει αυτό. Μόνο 7 (25%) μαθητές/ριες ανέφεραν ότι η ζάχαρη είναι διαφορετική από το αλάτι γιατί είναι πιο λεπτή, ενώ το αλάτι είναι πιο χοντρό ή έχει μεγαλύτερη μάζα.

Όταν τα παιδιά πραγματοποίησαν το πείραμα και παρατήρησαν το κορεσμένο διάλυμα, τους ζητήθηκε να βρουν έναν τρόπο για να συνεχιστεί η διάλυση στο ποτήρι που περιέχει το κορεσμένο διάλυμα. Παρατηρήθηκε ότι 10 (36%) μαθητές/ριες επέλεξαν σωστά την αύξηση του διαλύτη, ενώ 8 (29%) θεωρούσαν ότι αν το κορεσμένο διάλυμα ανακατευτεί, για μεγάλο χρονικό διάστημα, θα πάψει να είναι κορεσμένο και θα συνεχιστεί η διάλυση.

Οι παρανοήσεις των παιδιών εμφανίστηκαν σε όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης και χρησιμοποιήθηκαν ανάλογα για να επιτευχθεί η γνωστική σύγκρουση και η εννοιολογική αλλαγή, σύμφωνα με τη θεωρία του εποικοδομητισμού. Βέβαια, σε αυτό συντέλεσε και η συνεργατική μάθηση που είχε ως αφορμή να μοιραστούν και να ανταλλάξουν τα παιδιά τις απόψεις τους, ώσπου να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

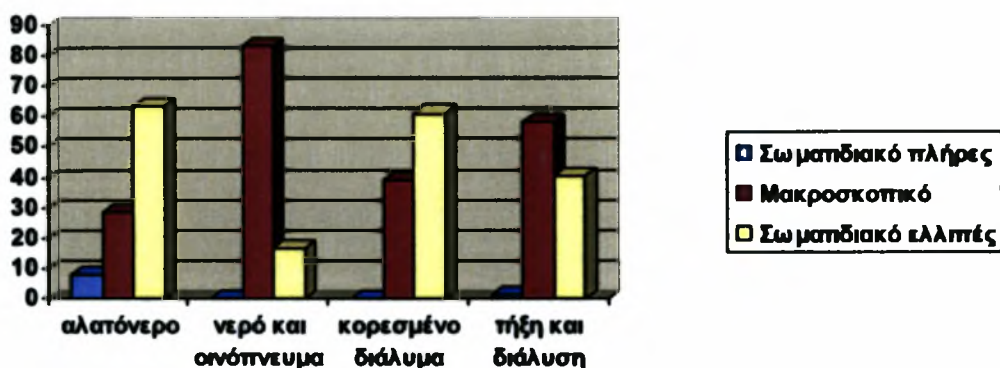
4.8. Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται μία σύνοψη των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την έρευνα και διερευνάται σε ποιο βαθμό η διδακτική παρέμβαση συντέλεσε στην αναδόμηση των αντιλήψεων των μαθητών και των μαθητριών της πειραματικής ομάδας, σχετικά με τη διάλυση.

4.8.1. Η ικανότητα των παιδιών του δείγματος να αναπαραστήσουν σωματιδιακά τη διάλυση

Από τα δεδομένα της έρευνας προέκυψε ότι τα παιδιά και των δύο ομάδων, αρχικά δεν είχαν ικανοποιητικές σωματιδιακές αναπαραστάσεις για τη διάλυση. Όπως φαίνεται στο ιστόγραμμα 1, αρχικά υπήρξε μόνο ένα 8% των μαθητών/ριών που απεικόνισαν σωματιδιακά το αλατόνερο. Τα περισσότερα μακροσκοπικά σχήματα χρησιμοποιήθηκαν από τα παιδιά, για να απεικονίσουν το διάλυμα νερού και οινοπνεύματος (83%) και για να αναπαραστήσουν τη διάλυση και την τήξη (58%). Ωστόσο, οι μακροσκοπικές αναπαραστάσεις φαίνεται ότι υπαναχώρησαν στις ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές και τις μαθήτριες τη μικροσκοπική απεικόνιση του αλατόνερου και του κορεσμένου διαλύματος. Στις ερωτήσεις αυτές, τα παιδιά (63% για το αλατόνερο και 61% για το κορεσμένο διάλυμα) φαίνεται ότι χρησιμοποίησαν ένα ελλιπές σωματιδιακό μοντέλο, προκειμένου να εξηγήσουν το φαινόμενο της διάλυσης, απεικονίζοντας, σωματιδιακά, τη διαλυμένη ουσία και μακροσκοπικά, το διαλύτη.

Η διαφοροποίηση των νοητικών αναπαραστάσεων των μαθητών/ριών, ανάλογα με τη φυσική κατάσταση της διαλυμένης ουσίας (στερεή ή υγρή) οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά δεν μπορούσαν να διανοηθούν τη δόμηση της ύλης από σωματίδια, παρά το γεγονός ότι την είχαν διδαχθεί, πρόσφατα, με το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα. Επομένως, στις εναλλακτικές απεικονίσεις τους φαίνεται ότι χρησιμοποίησαν ελλιπή υβριδικά σωματιδιακά μοντέλα (Johnson, 1998), σχεδιάζοντας «κομματάκια αλατιού ή ζάχαρης», εφόσον ο όρος «σωματίδιο» σημαίνει για πολλά παιδιά ένα μικροσκοπικό κομμάτι ύλης, όπως ένας κόκκος ζάχαρης (Ebenezer & Erickson, 1996, Driver et al, 2000).



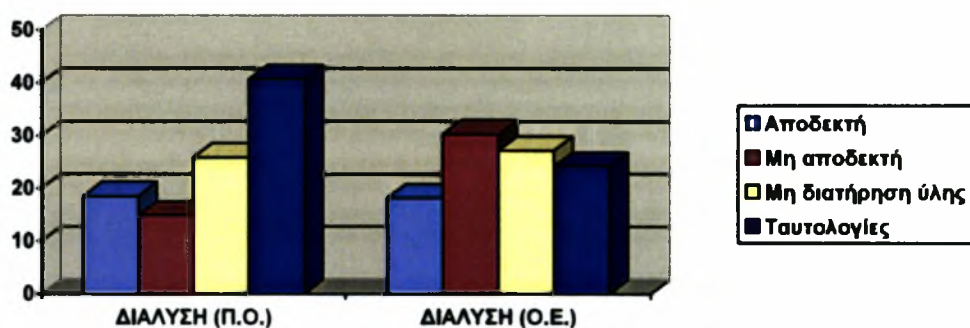
Ιστόγραμμα 1: Αναπαραστάσεις παιδιών για το αλατόνερο, το διάλυμα νερού και οινόπνευματος, το κορεσμένο διάλυμα και τη διάκριση τήξης και διάλυσης, πριν από τη διδακτική παρέμβαση.

Γίνεται, επομένως, φανερό ότι η αρχική γνώση του δείγματος απέχει πολύ από το επιστημονικό πρότυπο και ότι είναι μεγάλη η δυσκολία που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στην κατανόηση της δομής της ύλης και στην εφαρμογή του σωματιδιακού μοντέλου για την εξήγηση της διάλυσης.

4.8.2. Οι εξηγήσεις των παιδιών για τη διάλυση

Μεταξύ των παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου δεν υπήρχαν σημαντικές διαφορές στην αρχική γνώση τους, σχετικά με τη διάλυση. Όταν τους ζητήθηκε να εξηγήσουν το φαινόμενο της διάλυσης, τα περισσότερα παιδιά της πειραματικής ομάδας (41%) υιοθέτησαν την αρχή της διατήρησης της ύλης, αλλά δεν μπορούσαν να εξηγήσουν το φαινόμενο ή να χρησιμοποιήσουν κατάλληλη,

επιστημονική ορολογία. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι ένα μικρό ποσοστό μαθητών/ριών είχε οικοδομήσει μια επιστημονική άποψη για τη διάλυση, ενώ αρκετοί/ές θεωρούσαν ότι η ζάχαρη ή το αλάτι δε διαλύονται στο νερό. Όπως φαίνεται στο ιστόγραμμα 2, το 26% των παιδιών της πειραματικής ομάδας και το 27% της ομάδας ελέγχου πίστευε ότι η διαλυμένη ουσία εξαφανίζεται ή καταστρέφεται, κατά τη διαδικασία της διάλυσης. Όπως αναφέρθηκε στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, η μη διατήρηση της ύλης κατά τη διάλυση αποτελεί μια συνήθη παρανόηση των παιδιών που έχει διερευνηθεί σε πολλές έρευνες.



Ιστόγραμμα 2: Αντιλήψεις παιδιών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για τη διάλυση, πριν από τη διδακτική παρέμβαση.

Η πλειοψηφία των μαθητών/ριών φαίνεται ότι εστίασε μόνο στη διαλυμένη ουσία, στην οποία έδωσε παθητικό ρόλο και δεν αναφέρθηκε καθόλου στο ρόλο του νερού ή στην αλληλεπίδραση των ουσιών. Τα στοιχεία αυτά συμφωνούν με τα ευρήματα άλλων ερευνών (Prieto et al., 1989).

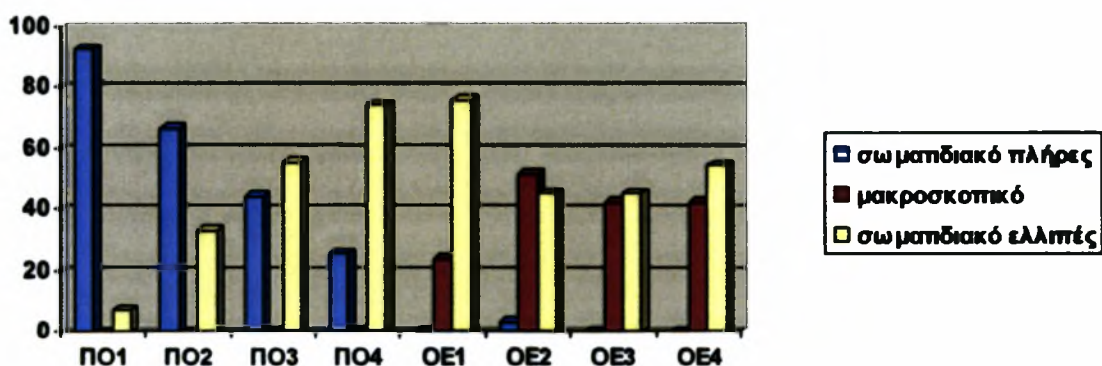
Από την ανάλυση των δεδομένων στο αρχικό ερωτηματολόγιο προέκυψε ότι σχεδόν το 77% των μαθητών/ριών θεωρούσε ότι δε γίνεται ανάκτηση της διαλυμένης ουσίας μετά τη διάλυση, είτε γιατί δεν υπάρχει πια, είτε γιατί έχει αλλάξει η αρχική δομή της. Επίσης, σχεδόν το 25% των παιδιών πίστευε ότι η συνολική μάζα του διαλύματος είναι μικρότερη από το άθροισμα των μαζών των συστατικών του. Ο Holding (1987) υποστήριξε ότι όταν τα παιδιά δεν έχουν την ικανότητα της διατήρησης της μάζας σημαίνει ότι έχουν οικοδομήσει κάποιο σωματιδιακό μοντέλο ύλης. Θεωρούν, δηλαδή ότι τα σωματίδια στα οποία θα χωριστεί η διαλυμένη ουσία θα έχουν αμελητέα μάζα (Driver et al., 2000).

Μία άλλη παρανόηση των παιδιών που παρατηρήθηκε, αρχικά, είναι η σύγχυση διάλυσης και τήξης σε ποσοστό, πάνω από 38%. Παρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και άλλων ερευνών για τη διάκριση των δύο φαινομένων (Lee et al., 1993, Ebenezer & Erickson, 1996, Calik & Ayas, 2005). Τέλος, η κατανόηση του κορεσμένου διαλύματος δεν παρατηρήθηκε, σχεδόν, σε κανένα παιδί του δείγματος.

Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι επαληθεύτηκε η πρώτη υπόθεση της έρευνας που αφορούσε στην ύπαρξη εναλλακτικών ιδεών και παρανοήσεων στα παιδιά, σχετικά με τη διάλυση.

4.8.3. Η αναδόμηση των αντιλήψεων των παιδιών της πειραματικής ομάδας

Η αρχική γνώση των μαθητών και των μαθητριών του δείγματος φαίνεται ότι ταυτίζεται, ελάχιστα με το επιστημονικό πρότυπο. Στο ιστόγραμμα 3 παρουσιάζονται οι αναπαραστάσεις της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου για το αλατόνερο, το διάλυμα νερού και οινόπνευματος, το κορεσμένο διάλυμα και τη διάκριση τήξης και διάλυσης, μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης.



Ιστόγραμμα 3: Αναπαραστάσεις του αλατόνερου (1), του διαλύματος νερού και οινόπνευματος (2), του κορεσμένου διαλύματος (3) και της διάκρισης τήξης και διάλυσης (4), παιδιών της πειραματικής ομάδας (ΠΟ) και της ομάδας ελέγχου (ΟΕ), μετά την παρέμβαση.

Από αυτή τη σύγκριση παρατηρείται ότι πολλοί/ές μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας απέκτησαν πλήρεις σωματιδιακές αναπαραστάσεις για τη διάλυση, ιδιαίτερα όταν κλήθηκαν να απεικονίσουν το αλατόνερο και το διάλυμα νερού και οινόπνευματος σε μικροσκοπικό επίπεδο. Φαίνεται, επίσης, ότι δεν έχουν καθόλου μακροσκοπικές απεικονίσεις για τη διάλυση, μετά τη διδακτική παρέμβαση, ενώ

αρκετά παιδιά ανέπτυξαν σωματιδιακές ελλειπείς αναπαραστάσεις. Τα παιδιά της ομάδας ελέγχου απεικόνισαν τα διαλύματα, κυρίως σε σωματιδιακό ελλιπές επίπεδο, ενώ εμφάνισαν και μεγάλο ποσοστό μακροσκοπικών αντιλήψεων.

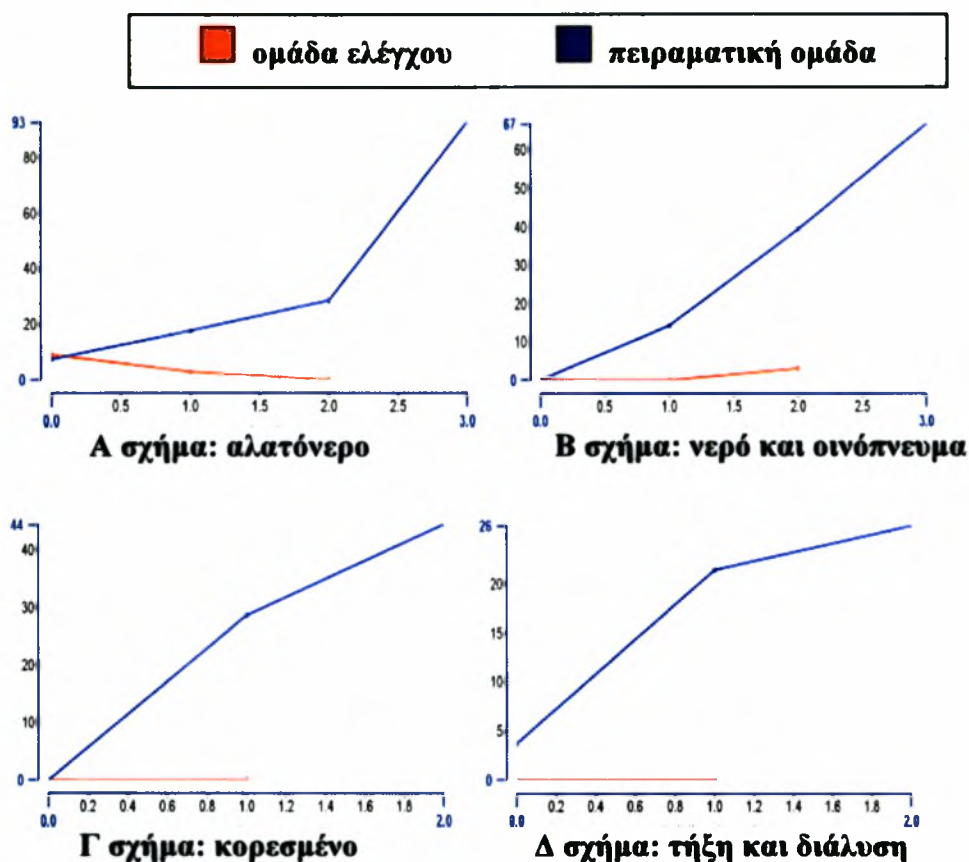
Μολονότι, τα παιδιά της πειραματικής ομάδας δεν είχαν μακροσκοπικές αναπαραστάσεις, μετά τη διδακτική παρέμβαση, εμφάνισαν, όμως, μεγάλο ποσοστό σωματιδιακών ελλιπών απεικονίσεων, ιδιαίτερα στις ερωτήσεις που αφορούσαν στο κορεσμένο διάλυμα και στη διάκριση τήξης και διάλυσης. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μια σταδιακή εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών/ριών που έχουν σε σημαντικό βαθμό αφομοιώσει το σωματιδιακό μοντέλο, χωρίς όμως να μπορούν να το εφαρμόζουν απόλυτα ικανοποιητικά. Εξάλλου, οι αναπαραστάσεις του μακροσκοπικού επιπέδου έχουν μεγάλη σταθερότητα και είναι αναμενόμενο ότι δεν υφίστανται εύκολα τροποποίηση (Pozo & Crespo, 2005).

Τα αποτελέσματα ήταν λιγότερο ικανοποιητικά για την ερώτηση που ζητούσε σχέδια τήξης και διάλυσης, στην οποία παρουσιάστηκε βελτίωση των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών, σε σχέση με τις αρχικές αντιλήψεις τους, αλλά σε μικρότερο ποσοστό. Ωστόσο, ορισμένες παρανοήσεις συνέχισαν να υφίστανται, όπως η απουσία αναπαραστάσεων του διαλύτη που ίσως να οφείλονται στη χρήση του συγκεκριμένου λογισμικού. Ειδικότερα, η τήξη και η διάλυση συγχέονται από τα παιδιά και λόγω του καθημερινού λεξιλογίου που χρησιμοποιούν για να περιγράψουν τα δύο φαινόμενα (Prieto et al., 1989).

Η πρόοδος που σημειώθηκε στις σωματιδιακές αναπαραστάσεις της πειραματικής ομάδας, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, φαίνεται στο διάγραμμα 1. Ξεκινώντας από το αρχικό ερωτηματολόγιο, ακολούθησαν τρεις έλεγχοι (α, β, γ) των αναπαραστάσεων της πειραματικής ομάδας για το αλατόνερο και το διάλυμα νερού και οιοπνεύματος και δύο έλεγχοι (α, γ) για το κορεσμένο διάλυμα και τη διάκριση τήξης και διάλυσης. Η μελέτη των σχημάτων έδειξε σημαντική βελτίωση των σωματιδιακών αναπαραστάσεων των παιδιών της πειραματικής ομάδας, ιδιαίτερα μετά τη β φάση της διδακτικής παρέμβασης (γ έλεγχος).

Παράλληλα με τα σχεδιαστικά έργα, η επεξεργασία των γραπτών απαντήσεων του τελικού ερωτηματολογίου, έδειξε ότι υπήρξε αναδόμηση των αρχικών ιδεών των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας, ιδιαίτερα στην εξήγηση της διαδικασίας της διάλυσης. Ειδικότερα, τα παιδιά της πειραματικής ομάδας έδωσαν αποδεκτές, σωματιδιακές ερμηνείες (32%) και αποδεκτές μακροσκοπικές (11%), σε αντίθεση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου που εξήγησαν σωστά τη διάλυση, σε ένα μικρό

ποσοστό (15%) και μόνο σε μακροσκοπικό επίπεδο. Ωστόσο, σχεδόν το 25% των μαθητών/ριών της πειραματικής ομάδας συνέχισε να έχει εναλλακτικές ιδέες για τη διάλυση, μετά τη διδακτική παρέμβαση.



Διάγραμμα 1: Σωστές σωματιδιακές αναπαραστάσεις του αλατόνερου (Α σχήμα), του διαλύματος νερού και οινόπνευματος (Β σχήμα), του κορεσμένου διαλύματος (Γ σχήμα) και των φαινομένων τήξης και διάλυσης (Δ σχήμα) των παιδιών της πειραματικής ομάδας (■) και της ομάδας ελέγχου (■), μετά τη διδακτική παρέμβαση.

Τα παιδιά της πειραματικής ομάδας βελτίωσαν τις αρχικές απόψεις τους, σχετικά με το κορεσμένο διάλυμα, όπου τα μισά από αυτά φαίνεται ότι κατανόησαν πλήρως την έννοια του κορεσμού μετά τη διδασκαλία. Το 43% των μαθητών/ριών αναδόμησαν τις λανθασμένες αντιλήψεις τους προς το επιστημονικό πρότυπο για τη διάκριση τήξης και διάλυσης, ενώ το 28% βελτίωσαν τις απόψεις τους για τη δυνατότητα ανάκτησης των συστατικών του διαλύματος.

Φαίνεται ότι δεν παρουσιάστηκαν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες, ιδιαίτερα όσον αφορά στις αντιλήψεις τους για τη διάκριση τήξης και διάλυσης και το κορεσμένο διάλυμα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι οι διδακτικές ενότητες

που διδάχθηκαν ήταν παρεμφερής. Ωστόσο, το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα που ακολούθησε η ομάδα ελέγχου φαίνεται ότι επηρέασε αρνητικά τις αντιλήψεις των παιδιών για τη δυνατότητα ανάκτησης ουσιών και τη διατήρηση ύλης.

Συμπεράσματα και Προτάσεις

Η ενεργή, αλληλεπιδραστική και κοινωνική φύση της γνώσης αναγνωρίζεται ως βασική προϋπόθεση της αποτελεσματικής μάθησης, σύμφωνα με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού. Με βάση αυτό το θεωρητικό πλαίσιο σχεδιάστηκε η παρούσα διδακτική παρέμβαση για τη διάλυση, όπου λήφθηκαν υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και έγινε χρήση λογισμικών και προσομοιώσεων από το διαδίκτυο.

Αρχικά, επιλέχθηκε το εμπειρικό πεδίο, το οποίο χρειάζονταν να είναι συμβατό με την καθημερινότητα των μαθητών/ριών. Στην προσπάθειά τους να ερμηνεύσουν τη διάλυση, τα παιδιά, κατά τη διάρκεια της πρώτης διδακτικής ενότητας, μη μπορώντας να απεικονίσουν το φαινόμενο σε μικροσκοπικό επίπεδο, εμφάνισαν εναλλακτικές αντιλήψεις, όμοιες με εκείνες του αρχικού ερωτηματολογίου.

Στο σημείο αυτό, έγινε η εισαγωγή του σωματιδιακού μοντέλου της ύλης με τη βοήθεια των προσομοιώσεων, του θεατρικού παιχνιδιού και των άλλων δραστηριοτήτων. Τα παιδιά χρησιμοποίησαν τη δομή της ύλης, ως βάση για να εξηγήσουν τις έννοιες που σχετίζονταν με τη διάλυση. Επομένως, η χρήση της σωματιδιακής θεωρίας οδήγησε τους μαθητές και τις μαθήτριες στην αναδόμηση των αρχικών ιδεών τους, ιδιαίτερα μετά τη β φάση της διδασκαλίας. Ο βασικός ρόλος της δομής της ύλης στην κατανόηση και μάθηση της διάλυσης τονίστηκε σε πολλές έρευνες (Kabapinar, Leach & Scott, 2004, Johnson, 1998, Papageorgiou & Johnson, 2005, Ebenezer, 2001).

Ένας βασικός παράγοντας που συντέλεσε στα ικανοποιητικά αποτελέσματα της έρευνας ήταν η συνεργατική μάθηση που χρησιμοποιήθηκε για το σχεδιασμό και την πραγματοποίηση της παρέμβασης. Υπήρξε συνεργασία και επικοινωνία μεταξύ των παιδιών στην ομάδα, με αποτέλεσμα οι μαθητές/ριες να συμμετέχουν, ισάξια, στη διενέργεια των πειραμάτων, εναλλάσσοντας ρόλους και να μην αντιμετωπίσουν προβλήματα ή δυσκολίες στην κατανόηση των οδηγιών από τα φύλλα εργασίας. Τέλος, θεώρησαν τη διδασκαλία πολύ ενδιαφέρουσα και απέκτησαν θετική στάση για το μικρόκοσμο, σε βαθμό που ήθελαν να συνεχιστεί το μάθημα και την επόμενη διδακτική ώρα.

Στα συμπεράσματα που συμπλήρωσαν τα παιδιά στα φύλλα εργασίας τους χρησιμοποίησαν το ίδιο σχεδόν λεξιλόγιο με άτομα της ίδιας ομάδας, κάτι που δείχνει την επιρροή της ομάδας για την οικοδόμηση της γνώσης. Προς αυτή την κατεύθυνση τροποποιήθηκε και ο ρόλος της εκπαιδευτικού, η οποία διευκόλυνε και συντόνιζε τις εργασίες όλων των ομάδων, παρεμβαίνοντας, όπου χρειαζότανε.

Η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των παιδιών της πειραματικής ομάδας, μετά τη διδακτική παρέμβαση, επαλήθευσε τη 2^η υπόθεση της έρευνας. Αντίστοιχα, η χρήση σωματιδιακών αναπαραστάσεων από τα παιδιά, για να ερμηνεύσουν το φαινόμενο της διάλυσης, επαλήθευσε την 3^η υπόθεση της έρευνας.

Ένας βασικός στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης για το φαινόμενο της διάλυσης, ώστε να χρησιμοποιηθούν, κατάλληλα, στη σύνταξη των φύλλων εργασίας της διδακτικής παρέμβασης. Συνοπτικά, οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών, πριν από τη διδακτική παρέμβαση, είναι:

- Τα παιδιά εστιάζουν, κυρίως, στη διαλυμένη ουσία, στην οποία δίνουν παθητικό ρόλο,
- Μακροσκοπική αναπαράσταση της διάλυσης,
- Σύγχυση διάλυσης και τήξης,
- Τα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας θεωρούνται ως μικρά κομματάκια της ουσίας,
- Οι μαθητές/ριες δε διανοούνται την ανάκτηση των συστατικών του διαλύματος, είτε γιατί αλλάζει η διαλυμένη ουσία, είτε γιατί χάνεται,
- Εξαφάνιση ή εξάτμιση της διαλυμένης ουσίας,
- Τα παιδιά δεν κατανοούν το κορεσμένο διάλυμα,
- Δεν κατανοούν το νερό, ως ουσία που αποτελείται από μόρια
- Στο πάνω μέρος του διαλύματος δεν υπάρχουν σωματίδια της διαλυμένης ουσίας,
- Σχεδιάζονται σωματίδια μόνο για τη διαλυμένη ουσία, ενώ το νερό απεικονίζεται μακροσκοπικά,
- Όταν απεικονίζονται σωματίδια φαίνονται να είναι μέσα στην ουσία και όχι να την αποτελούν,

Μετά τη διδακτική παρέμβαση παρατηρήθηκε μια αύξηση των σωστών και επιστημονικά τεκμηριωμένων απαντήσεων και μια αντίστοιχη μείωση των

δισθητικών αντιλήψεων. Επομένως, φαίνεται ότι η διδακτική παρέμβαση συντέλεσε στην ανάπτυξη σωματιδιακών αναπαραστάσεων της διάλυσης στα παιδιά της πειραματικής ομάδας και στην κατανόηση των σχετικών εννοιών, σε μικροσκοπικό επίπεδο. Η ομαδοσυνεργατική μάθηση και η χρήση λογισμικών, αλληλεπιδραστικού τύπου, συνέβαλαν στη μάθηση των σχετικών εννοιών και την αναδόμηση των αρχικών εναλλακτικών ιδεών τους. Έτσι, ενώ τα αρχικά σχέδια των παιδιών τοποθετούνταν στη μακροσκοπική κατηγορία, υπήρξε μια διαφοροποίηση της πειραματικής ομάδας προς τη σωματιδιακή κατηγορία, ιδιαίτερα μετά τη β' φάση της διδασκαλίας που επικεντρώθηκε στα σχεδιαστικά έργα των παιδιών και τη σύνδεση εμπειρικών και μικροσκοπικών αναπαραστάσεων. Ειδικότερα, 93% των παιδιών έκαναν ένα πλήρως αποδεκτό σχέδιο του αλατόνερου στο μικροσκοπικό επίπεδο και 67% έδωσαν πλήρεις σωματιδιακές αναπαραστάσεις του διαλύματος νερού και ονοπνεύματος.

Αντίθετα, η ομάδα ελέγχου δεν απέκτησε μικροσκοπικές αναπαραστάσεις και εμφάνισε καλές επιδόσεις μόνο στην περιγραφή των σχετικών εννοιών. Στα σχεδιαστικά τους έργα παρατηρήθηκε, κυρίως, η άποψη της συνέχειας της ύλης, ενώ σωματιδιακές απόψεις κυριάρχησαν στην απεικόνιση της διαλυμένης ουσίας, αλλά μάλλον ως μικρά κομματάκια ύλης, παρά ως σωματίδια.

Οι βασικοί παράγοντες που συντέλεσαν στη βελτίωση των αρχικών ιδεών των παιδιών για τη διάλυση είναι οι εξής:

1. Η εφαρμογή της θεωρίας του κοινωνικού εποικοδομητισμού, ως θεωρητικό πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης.
2. Το ομαδοσυνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον, όπου οι μαθητές/ριες εργάστηκαν σε μικρές ομάδες, χωρίς ανταγωνιστικό κλίμα.
3. Η εισαγωγή ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου ύλης που αποτέλεσε για τα παιδιά, τη βάση, για να εξηγήσουν και να αναπαραστήσουν τη διάλυση.
4. Η χρήση των νέων τεχνολογιών που βοήθησαν τα παιδιά να αλληλεπιδράσουν με τα λογισμικά και να παρατηρήσουν προσομοιώσεις διαλυμάτων.

Παράλληλα, πρέπει να τονιστεί η σημασία της β' φάσης της διδακτικής παρέμβασης. Δεδομένου ότι η αναδόμηση των νοητικών αναπαραστάσεων των παιδιών παρατηρήθηκε ιδιαίτερα, κατά τη συμπλήρωση του 2^{ου} τελικού ερωτηματολογίου, γίνεται σαφές ότι δεν αρκεί η παρατήρηση και η διδασκαλία του σωματιδιακού μοντέλου. Ειδικότερα, όταν τα παιδιά παρατήρησαν προσομοιώσεις σωματιδίων στον υπολογιστή και εικόνες σωματιδιακών μοντέλων ύλης δεν

αναδόμησαν σε μεγάλο βαθμό τις αρχικές αντιλήψεις τους. Αντίθετα, η β' φάση της διδακτικής παρέμβασης που ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να εμπλακούν ενεργά στη διαδικασία απεικόνισης σωματιδίων ουσιών και διαλυμάτων με χαρτί και μολύβι, είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική βελτίωση των αρχικών νοητικών αναπαραστάσεών τους.

Φαίνεται, επομένως, ότι η ενεργός και η συστηματική εμπλοκή των παιδιών σε σχεδιαστικά έργα αναπαράστασης της σωματιδιακής δομής ουσιών και διαλυμάτων σε ένα περιβάλλον πολυμέσων, δημιουργούν ευνοϊκές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη νοητικών αναπαραστάσεων στο μικροσκοπικό επίπεδο και τη σύνδεσή τους με τις αντίστοιχες του εμπειρικού επιπέδου. Για τη βελτίωση της μάθησης και της κατανόησης φαινομένων διάλυσης προκύπτει, λοιπόν και πάλι, η ανάγκη επαναπροσδιορισμού του παραδοσιακού μοντέλου διδασκαλίας με τη δημιουργική αξιοποίηση των δυνατοτήτων των Νέων Τεχνολογιών.

Επιπλέον, από τα αποτελέσματα της έρευνας φαίνεται ότι παιδιά της ηλικίας αυτής μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο για την περιγραφή και εξήγηση διαφόρων φαινομένων που διδάσκονται στο σχολείο. Θα πρέπει όμως η μύηση των μαθητών/ριών σε απλές διαδικασίες μοντελοποίησης να γίνεται με πιο συστηματικό τρόπο και για μεγαλύτερο αριθμό φαινομένων.

Τέλος, θα πρέπει να τονιστεί ότι το δείγμα της έρευνας ήταν μικρό, με αποτέλεσμα τα συμπεράσματα να είναι ενδεικτικά και να μη μπορούν να γενικευτούν. Θα είχε μεγάλο ενδιαφέρον να γίνει η έρευνα με μεγαλύτερο δείγμα και με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτικού λογισμικού, το οποίο θα αναπαριστά σε σωματιδιακό επίπεδο, τόσο το διαλύτη όσο και τη διαλυμένη ουσία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abraham, M.R., Williamson, V.M. & Westbrook, S.L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching* 31, 147–165
- Agung, S., & Schwartz, M.S. (2007). Students' understanding of conservation of matter, stoichiometry and balancing equations in Indonesia. *International Journal of Science Education*, 29 (13), 1679-1702
- Astolfi, J.P. (1993). Les trois paradigmes pour les recherches en didactique. *Revue Francaise de Pedagogie*, 103, 5-18
- Au, T.K., Sidle, A., & Rollins, K. (1993). Developing an intuitive understanding of conservation and contamination: Invisible particles as a plausible mechanism. *Developmental Psychology*, 29, 286–299
- Blanco, A. & Prieto, T. (1997). Pupils' views on how stirring and temperature affect the dissolution of a solid in a liquid: A cross-age study (12 to 18). *International Journal of Science Education*, 19, 303–315
- Boz, Y. (2006). Turkish Pupils' Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (2), 203-213
- Bunce, D. & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching* 39(10), 911–927
- Calik, M. (2005). A cross-age study of different perspectives in solution chemistry from Junior to Senior High School. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 671-696
- Calik, M. & Ayas, A. (2005a). A comparison of level of understanding of eighth grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 42 (6), 638-667.
- Calik, M. & Ayas, A. (2005b). A cross-age study on the understanding of chemical solutions and their components. *International Education Journal*, 6 (1), 30-41
- Calik, M., Ayas, A. & Coll, R.K. (2007). Enhancing pre-service elementary teachers' conceptual understanding of solution chemistry with conceptual change text. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5, 1-28
- Calik, M., Ayas, A. & Ebenezer, J. (2005). A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*, 14 (1), 29-50

- Cosgrove, M. & Osborne, R. (1981). *Physical Change*. Learning in Science Project, University of Waikato, Hamilton, New Zealand.
- Crespo, M.Á.G. & Pozo, J.I. (2004). Relationships between everyday knowledge and scientific knowledge: Understanding how matter changes. *International Journal of Science Education*, 26 (11), 1325-1343
- Devetak, I., Vogrinc, J. & Glaz̃ar, S.A. (2007). Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Research in Science Education*, 1-23, (in Press)
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (2000). *Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών*. Αθήνα: τυπωθήτω
- Ebenezer, J. (2001). A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt. *Journal of Science Education and Technology*, 10 (1), 73-92
- Ebenezer, J. & Erickson, L.G. (1996). Chemistry students' conception of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80, 181–201
- Ebenezer, J. & Gaskell, P. (1995). Relational conceptual change in solution chemistry. *Science Education*, 79, 1–17
- Hatzinikita, V., Koulaidis, V. & Hatzinikitas, A. (2005). Modeling Pupils' Understanding and Explanations Concerning Changes in Matter. *Research in Science Education*, 35, 471–495
- Johnson, P. (1998). Children's understanding of changes of state involving the gas state, Part 1: boiling water and the particle theory. *International Journal of Science Education*, 20, (5), 567–583
- Kabapinar, F., Leach, J. & Scott, P. (2004). The design and evaluation of a teaching–learning sequence addressing the solubility concept with Turkish secondary school students. *International Journal of Science Education*, 26(5), 635–652
- Kelly, R. & Jones, L.L. (2007). Exploring How Different Features of Animations of Sodium Chloride Dissolution Affect Students' Explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16(5), 413-429
- Kokkotas, P. & Vlachos, I. (1998). Teaching the topic of the particulate nature of matter in prospective teachers' training courses. *International Journal of Science Education*, 20 (3), 291–303
- Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D. & Blakeslee, T.D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249–270

- Liu, X. & Lesniak, K. (2006). Progression in Children's Understanding of the Matter Concept from Elementary to High School. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 320–347
- Margel, H., Eylon B.S. & Scherz, Z. (2008). A Longitudinal Study of Junior High School Students' Conceptions of the Structure of Materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 132–152
- Meheut, M. (2004). Designing and validating two teaching–learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 605–618
- Nakhleh, M.B. & Samarapungavan, A. (1999). Elementary School Children's Beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777–805
- Nakhleh, M.B., Samarapungavan, A. & Saglam, Y. (2005). Middle School Students' Beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(5), 581–612
- Onwu, G.O.M. & Randall, E. (2006). Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. *Chemistry Education Research and Practice*, 7 (4), 226-239
- Papageorgiou, G. & Johnson, P. (2005). Do Particle Ideas Help or Hinder Pupils' Understanding of Phenomena? *International Journal of Science Education*, 27(11), 1299–1317
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1974). *The child's construction of quantities: Conservation and atomism*. London: Routledge & Kegan Paul
- Pinarbasi, T., Canpolat, N., Bayrakceken, S. & Geban, O. (2006). An Investigation of Effectiveness of Conceptual Change Text-oriented Instruction on Students' Understanding of Solution Concepts. *Research in Science Education*, 36 (4), 313–335
- Pozo, J.I. & Gómez Crespo, M.A. (2005). The embodied nature of implicit theories: The consistency of ideas about the nature of matter. *Cognition and Instruction*, 23 (3), 351-387
- Prieto, T., Blanco, A. & Rodriguez, A. (1989). The ideas of 11 to 14-year-old students about the nature of solutions. *International Journal of Science Education*, 11, 451–463
- Rosen, A.B. & Rozin, P. (1993). Now you see it, now you don't. The pre-school child's conception of invisible particles in the context of dissolving. *Development Psychology*, 29, 300–311
- Snir, J., Smith, C. & Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model of matter. *Science Education*, 87, 794–830.

- Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12(5), 501-512
- Tsai, C-C. (1999). Overcoming Junior High School Students' Misconceptions About Microscopic Views of Phase Change: A Study of an Analogy Activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91
- Valanides, N. (2000). Primary student teachers' understanding of the particulate nature of matter and its transformations during dissolving. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 249-262
- Yair, Y. & Yair, Y. (2004). "Everything Comes to an End": An Intuitive Rule in Physics and Mathematics. *Science Education*, 88(4), 594-609
- Βλάχος, Ι. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Εποικοδόμησης*. Αθήνα, Εκδ. Γρηγόρη
- Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*, 3η έκδ., Αθήνα
- Κόκκοτας, Π. (2005). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα, Εκδ. Γρηγόρη
- Κουμαράς, Π. (2007). Τα νέα σχολικά εγχειρίδια των Φυσικών Επιστημών Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού Σχολείου: Μια κριτική θεώρηση. *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 20-21, 18-33
- Σολομωνίδου Χ., (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία*. Κώδικας, Θεσσαλονίκη.
- Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Αθήνα, Εκδ. Σαββάλα
- Σταυρίδου, Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μία εφαρμογή στο δημοτικό σχολείο*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας

Παράρτημα 1

Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο

για

το φαινόμενο της διάλυσης

ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:.....

ΤΑΞΗ:.....

..... ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Ημερομηνία:

1. Προσθέτουμε ένα κουταλάκι αλάτι σ' ένα ποτήρι νερό και ανακατεύουμε. Κατά τη γνώμη σου, θα μπορείς να δεις το αλάτι, μέσα στο ποτήρι, μετά από λίγη ώρα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

2. Πιστεύεις ότι το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

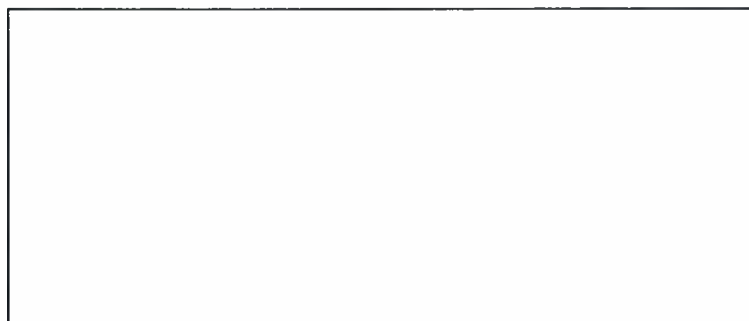
Δικαιολόγησε την απάντησή σου

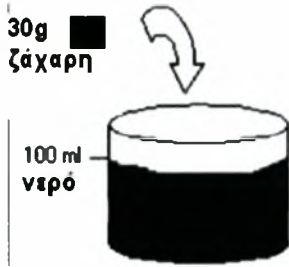
3. Νομίζεις ότι μπορούμε να ξαναπάρουμε το αλάτι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

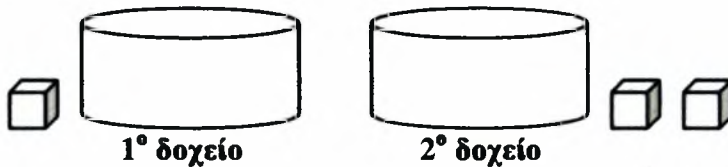
Αν απάντησες ναι, με ποιο τρόπο πιστεύεις ότι μπορεί να γίνει αυτό;

4. Φαντάσου ότι έχεις ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό με τον οποίο μπορείς να δεις μέσα στα σώματα που είναι γύρω σου. Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις το εσωτερικό του ποτηριού με το αλατόνερο:

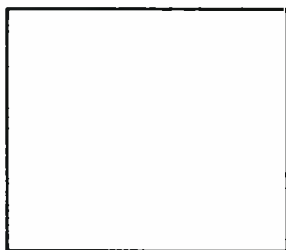




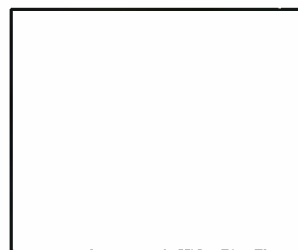
5. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ότι προσθέτουμε έναν κύβο ζάχαρης (30 γραμμάρια), σε ένα δοχείο με 100 γραμμάρια νερό. Ανακατεύουμε καλά, ώσπου να μη φαίνεται πλέον η ζάχαρη. Πόσο νομίζεις ότι θα ζυγίζει το περιεχόμενο του ποτηριού; Το περιεχόμενο του ποτηριού θα ζυγίζει _____.
6. Εξήγησε γιατί θα ζυγίζει τόσο: _____
- _____
- _____



7. Σε δύο δοχεία με ίση ποσότητα νερού το καθένα, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, προσθέτουμε στο 1^ο ένα κύβο ζάχαρης και στο 2^ο δύο κύβους και ανακατεύουμε καλά. Μπορείς να σχεδιάσεις το περιεχόμενο των δύο δοχείων, αν το παρατηρούσες προσεκτικά με το μαγικό σου φακό;

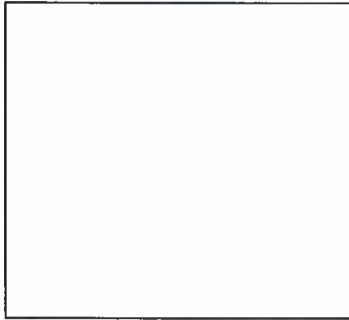


1^ο δοχείο

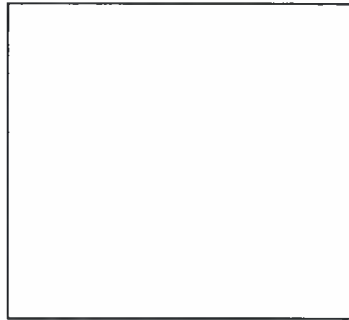


2^ο δοχείο

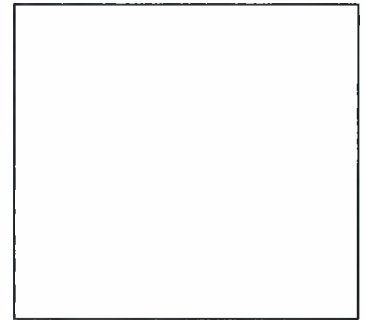
8. Μπορείς να σχεδιάσεις το εσωτερικό του ποτηριού Α που περιέχει μόνο νερό, το εσωτερικό του ποτηριού Β που περιέχει μόνο οινόπνευμα και το εσωτερικό του ποτηριού Γ που περιέχει το μίγμα νερού και οινόπνευματος;



ποτήρι Α



ποτήρι Β

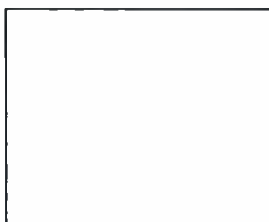


ποτήρι Γ

9. α. Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε αρκετό αλάτι σε ένα ποτήρι νερό, τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

β. Δικαιολόγησε την άποψή σου: _____

- γ. Παρατήρησε με το μαγικό σου φακό και σχεδίασε το εσωτερικό του παραπάνω ποτηριού:

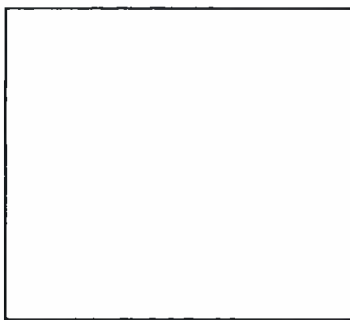


10. α. Σε ένα ποτήρι με νερό βάζουμε ένα παγάκι και σε ένα άλλο ποτήρι βάζουμε ένα κουταλάκι ζάχαρη. Ανακατεύουμε καλά τα δύο ποτήρια και τα αφήνουμε. Τι πιστεύεις ότι θα παρατηρήσεις μετά από λίγη ώρα; _____

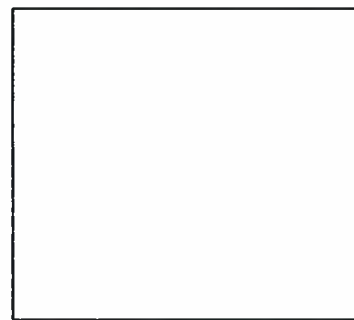
β. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στον πάγο; _____

γ. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στη ζάχαρη; _____

11. Κάνε ένα σχήμα για το περιεχόμενο κάθε ποτηριού, όταν δε θα φαίνονται πλέον το παγάκι και η ζάχαρη:



1^ο ποτήρι



2^ο ποτήρι

1^ο ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:.....

ΤΑΞΗ:.....

..... ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ

Ημερομηνία:

1. Προσθέτουμε ένα κουταλάκι αλάτι σ' ένα ποτήρι νερό και ανακατεύουμε. Κατά τη γνώμη σου, θα μπορείς να δεις το αλάτι, μέσα στο ποτήρι, μετά από λίγη ώρα;

ΝΑΙ ΟΧΙ

2. Πιστεύεις ότι το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

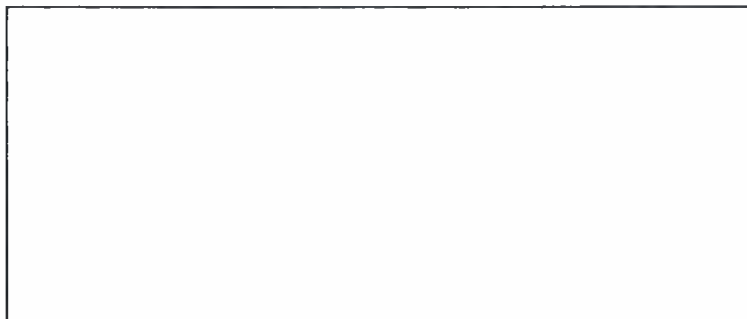
Δικαιολόγησε την απάντησή σου

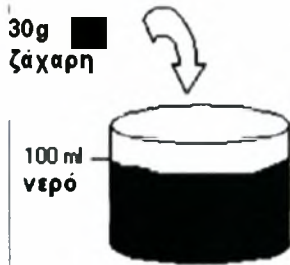
3. Νομίζεις ότι μπορούμε να ξαναπάρουμε το αλάτι;

ΝΑΙ ΟΧΙ

Αν απάντησες ναι, με ποιο τρόπο πιστεύεις ότι μπορεί να γίνει αυτό;

4. Φαντάσου ότι έχεις ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό με τον οποίο μπορείς να δεις μέσα στα σώματα που είναι γύρω σου. Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις το εσωτερικό του ποτηριού με το αλατόνερο:





5. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ότι προσθέτουμε έναν κύβο ζάχαρης (30 γραμμάρια), σε ένα δοχείο με 100 γραμμάρια νερό. Ανακατεύουμε καλά, ώσπου να μη φαίνεται πλέον η ζάχαρη. Πόσο νομίζεις ότι θα ζυγίζει το περιεχόμενο του ποτηριού;

Το περιεχόμενο του ποτηριού θα ζυγίζει _____.

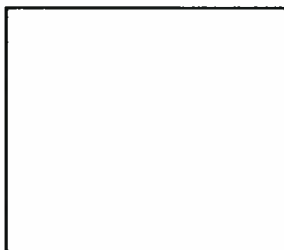
6. Εξήγησε γιατί θα ζυγίζει τόσο: _____
- _____
- _____



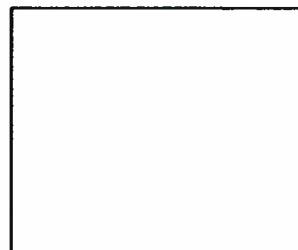
1^ο δοχείο

2^ο δοχείο

7. Σε δύο δοχεία με ίση ποσότητα νερού το καθένα, όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, προσθέτουμε στο 1^ο ένα κύβο ζάχαρης και στο 2^ο δύο κύβους και ανακατεύουμε καλά. Μπορείς να σχεδιάσεις το περιεχόμενο των δύο δοχείων, αν το παρατηρούσες προσεκτικά με το μαγικό σου φακό;

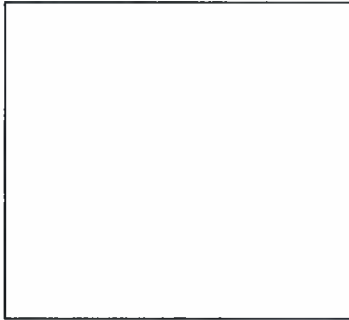


1^ο δοχείο

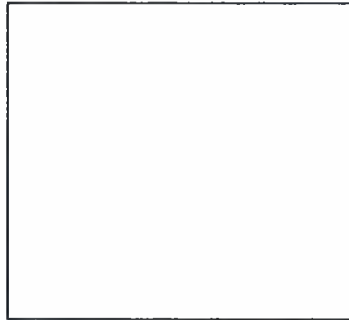


2^ο δοχείο

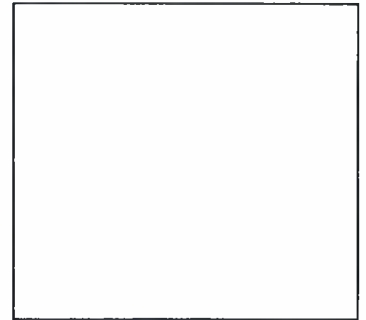
8. Μπορείς να σχεδιάσεις το εσωτερικό του ποτηριού Α που περιέχει μόνο νερό, το εσωτερικό του ποτηριού Β που περιέχει μόνο οινόπνευμα και το εσωτερικό του ποτηριού Γ που περιέχει το μίγμα νερού και οιοπνεύματος;



ποτήρι Α



ποτήρι Β

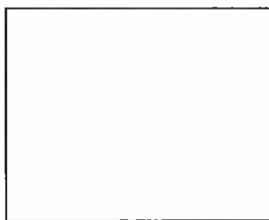


ποτήρι Γ

9. α. Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε αρκετό αλάτι σε ένα ποτήρι νερό, τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

β. Δικαιολόγησε την άποψή σου: _____

- γ. Παρατήρησε με το μαγικό σου φακό και σχεδίασε το εσωτερικό του παραπάνω ποτηριού:

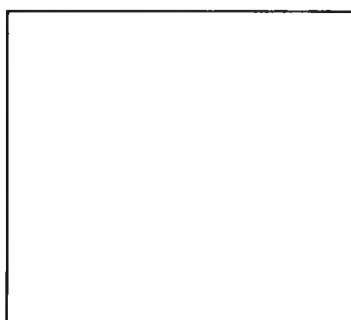


10. α. Σε ένα ποτήρι με νερό βάζουμε ένα παγάκι και σε ένα άλλο ποτήρι βάζουμε ένα κουταλάκι ζάχαρη. Ανακατεύουμε καλά τα δύο ποτήρια και τα αφήνουμε. Τι πιστεύεις ότι θα παρατηρήσεις μετά από λίγη ώρα; _____

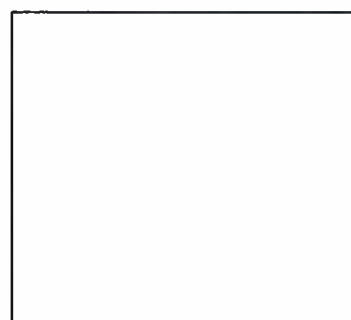
β. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στον πάγο; _____

γ. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στη ζάχαρη; _____

11. Κάνε ένα σχήμα για το περιεχόμενο κάθε ποτηριού, όταν δε θα φαίνονται πλέον το παγάκι και η ζάχαρη:



1^ο ποτήρι



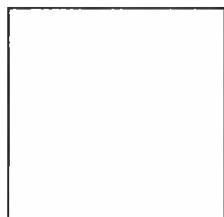
2^ο ποτήρι

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

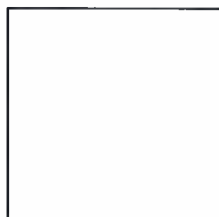
.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

1. Να σχεδιάσεις, χρησιμοποιώντας σωματίδια, το εσωτερικό ενός ποτηριού με νερό και το εσωτερικό αλατιού που βρίσκεται σε ένα κουταλάκι:

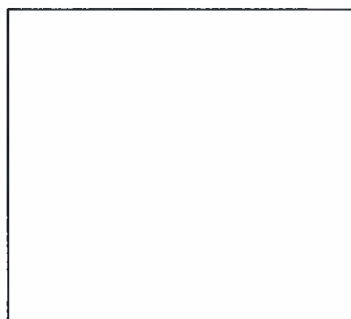


Νερό



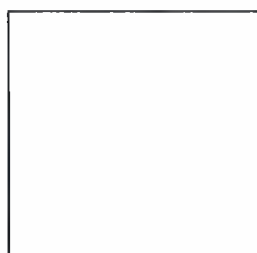
Αλάτι

2. Αν ρίξουμε το αλάτι στο νερό, ζωγράφισε τώρα το εσωτερικό του ποτηριού που περιέχει το αλατόνερο, χρησιμοποιώντας σωματίδια:

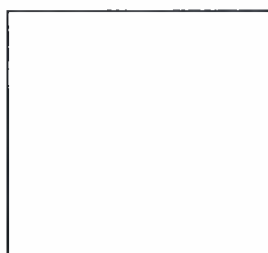


Αλατόνερο

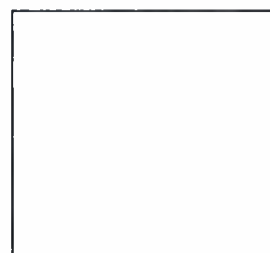
3. Μπορείς να σχεδιάσεις το εσωτερικό του ποτηριού Α που περιέχει μόνο νερό, το εσωτερικό του ποτηριού Β που περιέχει μόνο οινόπνευμα και το εσωτερικό του ποτηριού Γ που περιέχει το μίγμα νερού και οινοπνεύματος, χρησιμοποιώντας σωματίδια:



ποτήρι Α



ποτήρι Β



ποτήρι Γ

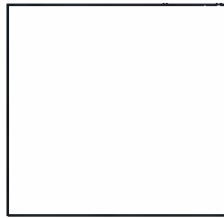
2^ο ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

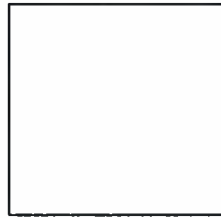
.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

1. Να σχεδιάσεις, χρησιμοποιώντας σωματίδια, το εσωτερικό ενός ποτηριού με νερό και το εσωτερικό αλατιού που βρίσκεται σε ένα κουταλάκι:

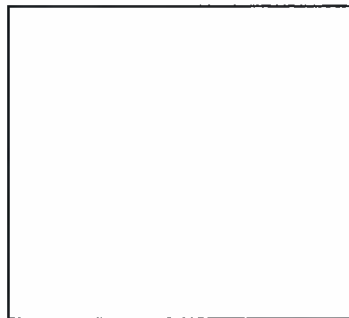


Νερό



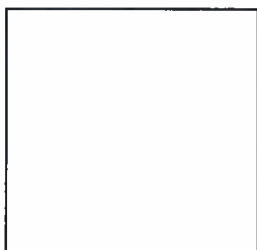
Αλάτι

2. Αν ρίξουμε το αλάτι στο νερό, ζωγράφισε τώρα το εσωτερικό του ποτηριού που περιέχει το αλατόνερο, χρησιμοποιώντας σωματίδια:



Αλατόνερο

3. Μπορείς να σχεδιάσεις το εσωτερικό του ποτηριού Α που περιέχει μόνο νερό, το εσωτερικό του ποτηριού Β που περιέχει μόνο οινόπνευμα και το εσωτερικό του ποτηριού Γ που περιέχει το μίγμα νερού και οινόπνευματος, χρησιμοποιώντας σωματίδια:



ποτήρι Α

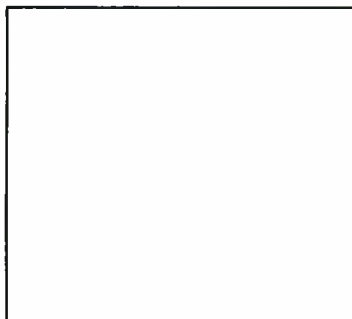


ποτήρι Β

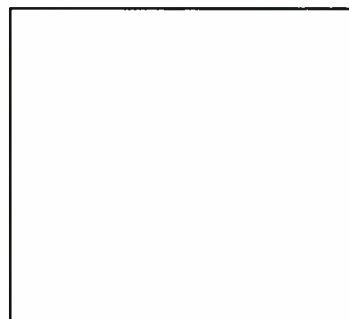


ποτήρι Γ

4. Σε ένα ποτήρι με νερό βάζουμε ένα παγάκι και σε ένα άλλο ποτήρι βάζουμε ένα κουταλάκι ζάχαρη. Ανακατεύουμε καλά τα δύο ποτήρια και τα αφήνουμε. Κάνε ένα σχήμα για το περιεχόμενο κάθε ποτηριού, όταν δε θα φαίνονται πλέον το παγάκι κι η ζάχαρη:



Ποτήρι με παγάκι



Ποτήρι με ζάχαρη

5. Όταν αρρώστησες η μητέρα ή ο πατέρας σου έφτιαξε μια κούπα τσάι. Χωρίς να καταλάβεις έριξες μέσα στην κούπα μεγάλη ποσότητα ζάχαρης, με αποτέλεσμα να μη διαλύεται όλη η ζάχαρη και να μείνει λίγη από αυτή στον πάτο της κούπας, όσο κι αν εσύ ανακατεύεις. Μπορείς να ζωγραφίσεις παρακάτω το εσωτερικό του κορεσμένου διαλύματος που δημιούργησες (δηλαδή το τσάι με την πολλή ζάχαρη);



Σε ευχαριστώ για τη συνεργασία σου!

Παράρτημα 2

1^ο Φύλλο Εργασίας

«Μίγματα και διαλύματα»

1^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: Τάξη: Σχολείο:

1^η ενότητα: «Μίγματα και διαλύματα»

1^η Δραστηριότητα: Μέτρηση όγκου και μάζας

α. Με τους/ις συμμαθητές/ριες της ομάδας σας γεμίζετε δύο ογκομετρικά δοχεία με νερό, όγκου 100ml το καθένα και μάζας 100 γραμμαρίων το καθένα. Σε ένα τρίτο ογκομετρικό δοχείο ρίχνετε και τις δύο ποσότητες του νερού.



Ατομική πρόβλεψη: Ποιος νομίζεις ότι θα είναι ο όγκος και η μάζα στο τρίτο δοχείο;

Ο όγκος θα είναι _____

Η μάζα θα είναι _____

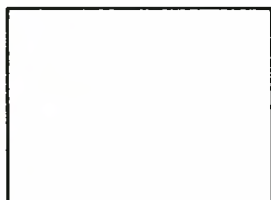
1. Πώς το εξηγείς αυτό; _____

2. Παρατήρησε με την ομάδα σου και σημείωσε τις ενδείξεις του ογκομετρικού δοχείου και της ζυγαριάς στον πίνακα που βρίσκεται στο τέλος της 1^{ης} δραστηριότητας.

3. Πόσος είναι ο όγκος στο τρίτο δοχείο; _____

4. Συζητήστε μεταξύ σας κι εξηγήστε πώς συμβαίνει αυτό:

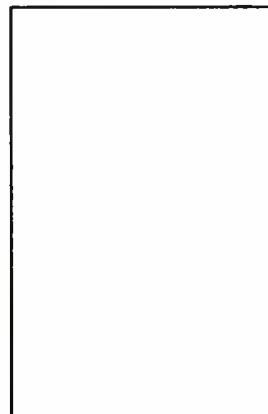
5. Να σχεδιάσετε το περιεχόμενο του 1^{ου} δοχείου, του 2^{ου} δοχείου και του 3^{ου} δοχείου, όπως θα το παρατηρούσατε με ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό:



1^ο δοχείο με νερό



2^ο δοχείο με νερό



3^ο δοχείο με νερό και νερό

- β. Επαναλαμβάνετε το προηγούμενο πείραμα αλλά αυτή τη φορά στο 2ο δοχείο έχετε 100ml οινόπνευμα που ζυγίζει 75 γραμμάρια.



Ατομική πρόβλεψη: Ποιος νομίζεις ότι θα είναι ο όγκος και η μάζα στο τρίτο δοχείο;

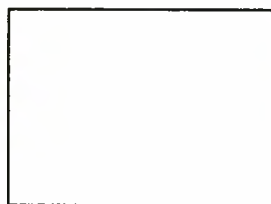
Ο όγκος θα είναι _____

Η μάζα θα είναι _____

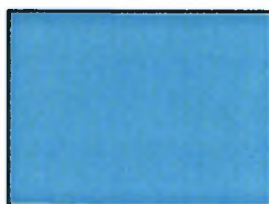
6. Πώς το εξηγείς αυτό; _____

7. Παρατήρησε με την ομάδα σου και σημείωσε τις ενδείξεις του ογκομετρικού δοχείου και της ζυγαριάς στον πίνακα που βρίσκεται στο τέλος της 1^{ης} δραστηριότητας.
8. Πόσος είναι ο όγκος στο τρίτο δοχείο; _____
9. Είναι σωστή η πρόβλεψή σου πριν από το πείραμα;
Ναι Όχι
10. Συζητήστε μεταξύ σας κι εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό:

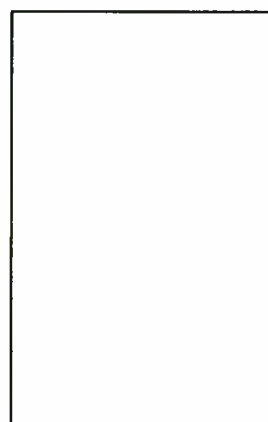
11. Να σχεδιάσετε το περιεχόμενο του 1^{ου} δοχείου, του 2^{ου} δοχείου και του 3^{ου} δοχείου, όπως θα το παρατηρούσατε με ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό:



1^ο δοχείο με νερό



2^ο δοχείο με οινόπνευμα



3^ο δοχείο με νερό και οινόπνευμα

γ. Επαναλαμβάνετε το πείραμα με το ίδιο 1^ο δοχείο. Αυτή τη φορά στο 2^ο δοχείο έχετε ζάχαρη, όγκου 20ml και μάζας 30 γραμμαρίων. Στο 3^ο δοχείο ρίχνετε μαζί το νερό και τη ζάχαρη, ώσπου η ζάχαρη να μη φαίνεται πια.



Ατομική πρόβλεψη: Ποιος νομίζεις ότι θα είναι ο όγκος και η μάζα στο τρίτο δοχείο;

Ο όγκος θα είναι _____

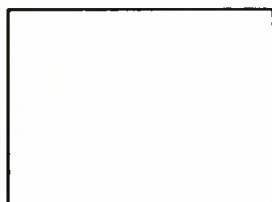
Η μάζα θα είναι _____

12. Πώς το εξηγείς αυτό; _____

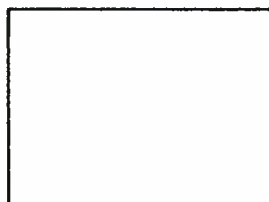
13. Παρατήρησε με την ομάδα σου και σημείωσε τις ενδείξεις του ογκομετρικού δοχείου και της ζυγαριάς στον πίνακα που βρίσκεται στο τέλος της 1^{ης} δραστηριότητας.

14. Συζητήστε μεταξύ σας και σχολιάστε τα αποτελέσματα των μετρήσεων που βρήκατε:

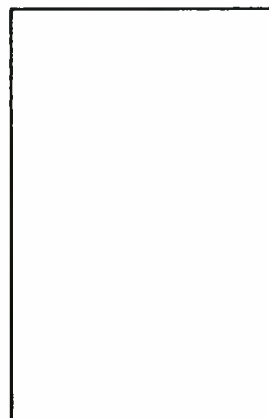
15. Να σχεδιάσετε το περιεχόμενο του 1^{ου} δοχείου, του 2^{ου} δοχείου και του 3^{ου} δοχείου, όπως θα το παρατηρούσατε με ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό:



1^ο δοχείο με νερό



2^ο δοχείο με ζάχαρη



3^ο δοχείο με νερό και ζάχαρη

	Όγκος 1 ^{ου} δοχείου	Όγκος 2 ^{ου} δοχείου	Όγκος 3 ^{ου} δοχείου	Μάζα 1 ^{ου} δοχείου	Μάζα 2 ^{ου} δοχείου	Μάζα 3 ^{ου} δοχείου
νερό με νερό	100	100		100	100	
νερό και οινόπνευμα	100	100		100	75	
νερό και ζάχαρη	100	20		100	30	

16. Στο παραπάνω πείραμα λέμε ότι η ζάχαρη _____ στο νερό. Το φαινόμενο αυτό των σωμάτων λέγεται _____. Το περιεχόμενο του δοχείου που αποτελείται από το νερό και τη ζάχαρη ονομάζεται _____

2^η Δραστηριότητα:

Κάθε ομάδα έχει 2 ογκομετρικούς σωλήνες με 40ml νερό ο καθένας, ένα κουταλάκι, ζάχαρη και αλάτι.



Ατομική πρόβλεψη:

1. Πόσα κουταλάκια ζάχαρη μπορούν να διαλυθούν στον 1^ο ογκομετρικό σωλήνα;

Μπορούν να διαλυθούν _____

2. Πόσα κουταλάκια αλάτι μπορούν να διαλυθούν στον 2^ο ογκομετρικό σωλήνα;
Μπορούν να διαλυθούν _____
3. Μπορείς να δικαιολογήσεις την άποψή σου; _____



Ομαδική εργασία:

Προσθέστε ένα κουταλάκι ζάχαρη στον 1^ο ογκομετρικό σωλήνα και ένα κουταλάκι αλάτι στον 2^ο ογκομετρικό σωλήνα. Ανακατέψτε το περιεχόμενο και παρατηρήστε αν διαλύονται η ζάχαρη και το αλάτι. Συνεχίστε σταδιακά να προσθέτετε κουταλάκια ζάχαρης και αλατιού και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Ογκομετρικοί σωλήνες	Ποσότητα που διαλύεται
νερό με ζάχαρη στον 1 ^ο σωλήνα	_____ κουταλάκια ζάχαρη
νερό με αλάτι στον 2 ^ο σωλήνα	_____ κουταλάκια αλάτι

1. Συζήτησε με την ομάδα σου και εξήγησε γιατί στην ίδια ποσότητα νερού διαλύεται διαφορετική ποσότητα ζάχαρης στον 1^ο σωλήνα και διαφορετική ποσότητα αλατιού στον 2^ο σωλήνα:

2. Όταν σταματάει η διαδικασία της διάλυσης τι παρατηρείς στον πυθμένα των δύο σωλήνων;

Η ουσία αυτή που κατακάθεται στον πυθμένα και δεν μπορεί να διαλυθεί ονομάζεται **ίζημα**.

3. Συζητήστε και βρείτε έναν τρόπο για να συνεχιστεί η διάλυση της ζάχαρης στον 1^ο σωλήνα:

3^η Δραστηριότητα:



Ατομική πρόβλεψη: Τι θα συμβεί αν στον 1^ο σωλήνα της προηγούμενης δραστηριότητας προσθέσουμε άλλα 40ml νερό:



Κάνε το πείραμα με την ομάδα σου.

1. Τι παρατηρείς; _____
2. Διαλύθηκε η ποσότητα της ζάχαρης:
Ναι Όχι
3. Συζήτησε με την ομάδα σου κι εξήγησε τι συνέβη μέσα στο ποτήρι:

4. Συμπλήρωσε τις προτάσεις με τις λέξεις της παρένθεσης:

- Η διαλυτότητα της ζάχαρης είναι _____ (μεγαλύτερη – μικρότερη) από τη διαλυτότητα του αλατιού.
- Η ζάχαρη και το αλάτι που διαλύονται στο νερό ονομάζονται _____ (διαλύτες – διαλυμένες ουσίες).
- Το νερό μέσα στο οποίο διαλύονται η ζάχαρη και το αλάτι ονομάζεται _____ (διαλύτης – διαλυμένη ουσία).
- Όταν δεν μπορούμε να διαλύσουμε άλλη ποσότητα διαλυμένης ουσίας μέσα σε ένα διάλυμα, τότε ονομάζουμε το διάλυμα _____ (ακόρεστο – κορεσμένο).

- Το διάλυμα που δέχεται κι άλλη διαλυμένη ουσία λέγεται _____ (ακόρεστο – κορεσμένο).
- Όσο _____ (μεγαλύτερη – μικρότερη) είναι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, τόσο πιο _____ (πυκνό – αραιό) είναι το διάλυμα.
- Όσο _____ (μεγαλύτερη – μικρότερη) είναι η ποσότητα του διαλύτη, τόσο _____ (λιγότερη - περισσότερη) διαλυμένη ουσία μπορεί να διαλυθεί.

4^η Δραστηριότητα:



Ομαδική εργασία: Πάνω στο τραπέζι έχετε δύο ποτήρια με νερό.

Βάλτε στο πρώτο ποτήρι ένα κομμάτι πάγου και στο δεύτερο ένα κουταλάκι ζάχαρη κι ανακατέψτε καλά τα δύο ποτήρια. Παρατηρήστε προσεκτικά το περιεχόμενο των δύο ποτηριών.

1. Πρόκειται για το ίδιο φαινόμενο;.....

2. Είναι ίδια τα περιεχόμενα των δύο ποτηριών;

Ναι

Όχι

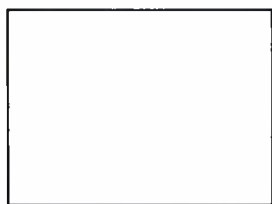
3. Αν όχι, γράψτε πού διαφέρουν:

4. Πόσες ουσίες είναι στο πρώτο ποτήρι; _____

5. Πόσες ουσίες είναι στο δεύτερο ποτήρι; _____

6. Τι συμβαίνει στον πάγο και τι συμβαίνει στη ζάχαρη; Εξηγήστε γιατί:

7. Μπορείτε να ζωγραφίσετε το εσωτερικό του νερού με τον πάγο;



8. Μπορείτε να ζωγραφίσετε το εσωτερικό του νερού με τη ζάχαρη;



Συζητήστε και γράψτε τα συμπεράσματά σας:

-Το φαινόμενο που παρατηρούμε στο πρώτο ποτήρι ονομάζεται.....

-Το φαινόμενο του δεύτερου ποτηριού ονομάζεται.....

-Στο πρώτο ποτήρι συμβαίνει.....

-Στο δεύτερο ποτήρι συμβαίνει

Παράρτημα 3

2^ο Φύλλο Εργασίας

«Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου»

2^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: Τάξη: Σχολείο:

2^η ενότητα: «Εισαγωγή σωματιδιακού μοντέλου»

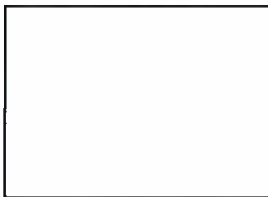
Πολλές φορές θα έχεις ακούσει ότι η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια. Τα στερεά, τα υγρά και τα αέρια αποτελούνται από σωματίδια, που τα παριστάνουμε ως μικρές σφαίρες. Ας κάνουμε, λοιπόν, ένα ταξίδι στο θαυμαστό κόσμο της ύλης.

Η δασκάλα σου θα δώσει σε κάθε ομάδα δύο χαρτόνια. Το ένα χαρτόνι θα αποτελεί έναν κατάλογο με τα συμπεράσματα για τα σωματίδια της ύλης (1^{ος} κατάλογος) και το άλλο χαρτόνι θα αποτελεί έναν κατάλογο με σχετικές ερωτήσεις για τα σωματίδια της ύλης (2^{ος} κατάλογος). Κάθε φορά που θα καταλήγεται σε ένα συμπέρασμα θα συμπληρώνετε τον 1^ο κατάλογο, ενώ κάθε ερώτηση ή απορία θα καταγράφεται στον 2^ο κατάλογο.

1^η Δραστηριότητα (ατομική εργασία):

Στο θρανίο σου έχεις μια πέτρα, ένα ποτήρι νερό και ένα άδειο ποτήρι.

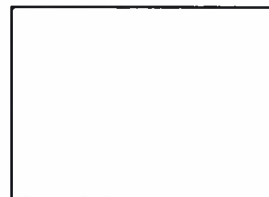
1. Πώς φαντάζεσαι τα σωματίδια στην πέτρα, το νερό και τον αέρα του ποτηριού; Ζωγράφισέ τα:



Πέτρα



Νερό



Αέρας

2. Αν ήσουν ένα μικροσκοπικό σωματίδιο σε ποιο σώμα θα ήθελες να βρίσκεσαι; _____
3. Μπορείς να εξηγήσεις γιατί;

Όλα τα μέλη κάθε ομάδας συνεργαστείτε και συμπληρώστε τον 2^ο κατάλογο με τις ερωτήσεις ή απορίες που έχετε.

2^η Δραστηριότητα: «Τα σωματίδια στον υπολογιστή»

Για να καταλάβετε καλύτερα το μικρόκοσμο της ύλης, ανατρέξτε στον υπολογιστή.

1. Επιλέξτε από το διαδίκτυο την ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/> για να δείτε τις αναπαραστάσεις σωματιδίων στα αέρια.
2. Κάντε αριστερό κλικ στο παραθυράκι “go to the simulations”.
3. Κάντε αριστερό κλικ στην ενότητα “chemistry” στην αριστερή στήλη και επιλέξτε την προσομοίωση “Gas properties”.
4. Πρόβλεψη: Αν βάλετε αέριο μέσα στο κουτί, πώς θα είναι τα σωματίδιά του;

5. Χρησιμοποιήστε την αντλία (πατημένο κλικ) για να βάλετε αέριο στο κουτί.
6. Τι παρατηρείτε να μπαίνει μέσα στο κουτί;

7. Αυτές οι μικρές σφαίρες είναι τα _____
8. Τι κάνουν τα σωματίδια;

9. Πατήστε το πλήκτρο **light species** και επαναχρησιμοποιήστε την αντλία για να περάσετε στο κουτί πιο ελαφρά σωματίδια αερίου (κόκκινα).
10. Συζητήστε για τις ομοιότητες και τις διαφορές στη συμπεριφορά των μπλε σωματιδίων (πιο βαριά) και των κόκκινων (πιο ελαφρά).
11. Πρόβλεψη: Η θερμοκρασία επηρεάζει την κίνηση των σωματιδίων;
Ναι Όχι
12. Μετακινήστε το δείκτη της θερμοκρασίας με πατημένο αριστερό κλικ και παρατηρήστε την κίνηση των σωματιδίων.
13. Συμπέρασμα: Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του αερίου

14. Πρόβλεψη: Νομίζετε ότι μπορεί να μειωθεί ο όγκος του κουτιού, χωρίς να χαθεί καθόλου αέριο;
Ναι Όχι
15. Χρησιμοποιήστε με πατημένο κλικ το ανθρωπάκι στα αριστερά του κουτιού για να αυξήσετε ή να μειώσετε τον όγκο του κουτιού.

16. Τι παρατηρείτε στα σωματίδια;

17. Τι κάνουν οι αποστάσεις μεταξύ των σωματιδίων;

μειώνονται αυξάνονται

18. Θα μπορούσε να γίνει αυτό αν αντί για αέριο, είχαμε στο κουτί άμμο ή νερό;

Ναι Όχι

19. Γιατί πιστεύετε ότι η συμπίεση γίνεται μόνο στα αέρια;

20. Με πατημένο το αριστερό κλικ πάνω στο ανθρωπάκι μειώστε τον όγκο του κουτιού και παρατηρήστε κάθε φορά τις αποστάσεις μεταξύ των σωματιδίων και την κίνησή τους.

21. Γράψτε τα συμπεράσματά σας στον 1^ο κατάλογο.

Συμπληρώστε τον 1^ο κατάλογο, σχετικά με τη συμπεριφορά των σωματιδίων.

3^η Δραστηριότητα: «Τα σωματίδια στα στερεά, τα υγρά και τα αέρια»

1. Επιλέξτε από το διαδίκτυο την ιστοσελίδα http://www.bbc.co.uk/schools/ks3bitesize/science/chemistry/particle_model_1.shtm

2. Πώς είναι τα σωματίδια στα στερεά;

3. Τι μπορούν να κάνουν και τι όχι;

4. Στην κάτω πλευρά της οθόνης κάντε αριστερό κλικ στον αριθμό 2 για να δείτε αναπαραστάσεις σωματιδίων ενός υγρού.

5. Να περιγράψετε τα σωματίδια ενός υγρού:

6. Εξηγήστε τώρα γιατί τα υγρά μπορούν να «χυθούν» και γιατί δεν έχουν σταθερό σχήμα:

7. Πατήστε τον αριθμό 3 της οθόνης για να δείτε τις αναπαραστάσεις σωματιδίων στα αέρια και περιγράψτε τη συμπεριφορά τους:

4^η Δραστηριότητα: «Στερεό – Υγρό - Αέριο»

Στον υπολογιστή επιλέγεται από το διαδίκτυο η ιστοσελίδα www.harcourtschool.com/activity/states_of_matter

1. Πατήστε αριστερό κλικ για να βρεθείτε σε μια οθόνη, όπου υπάρχει ένα ποτήρι με ένα στερεό σώμα και πάνω δεξιά ένας μαγικός μεγεθυντικός φακός που δείχνει τα σωματίδια των σωμάτων.
2. Κάντε αριστερό κλικ στο πλήκτρο solid (στερεό).
3. Συζητήστε μεταξύ σας και γράψτε τις παρατηρήσεις σας, σχετικά με τη συμπεριφορά των σωματιδίων στα στερεά:

4. Κάντε αριστερό κλικ στο πλήκτρο liquid (υγρό) και γράψτε τις παρατηρήσεις σας για τα σωματίδια στα υγρά:

5. Κάντε αριστερό κλικ στο πλήκτρο gas (αέριο) και παρατηρήστε τη διαφορετική διάταξη των σωματιδίων και τη διαφορετική κίνηση, σε κάθε περίπτωση.

6. Ποιες είναι οι διαφορές σε σχέση με τα στερεά και τα υγρά;

7. Επαναλάβετε το πείραμα και σημειώστε τη θερμοκρασία στη στήλη για το στερεό, το υγρό και το αέριο.

8. Πότε είναι η μεγαλύτερη θερμοκρασία; _____

9. Συζητήστε όλα τα παιδιά μαζί και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα με τα συμπεράσματά σας:

	Στερεό	Υγρό	Αέριο
Διάταξη των σωματιδίων			
Αποστάσεις μεταξύ των σωματιδίων			
Κίνηση των σωματιδίων			
Σχεδίασε τα σωματίδια			

5^η Δραστηριότητα (θεατρικό παιχνίδι): «Τα σωματίδια»

Μπορείς να αναπαραστήσεις ένα σωματίδιο με το σώμα σου; Με τους/ις συμμαθητές/ριές σου να σκιαγραφήσεις τρεις χώρους στο πάτωμα (ίσου εμβαδού), με την κιμωλία. Στον ένα χώρο θα είναι τα σωματίδια ενός στερεού, στον άλλο χώρο τα σωματίδια ενός υγρού και στον τρίτο χώρο τα σωματίδια ενός αερίου. Χωριστείτε σε τρεις ομάδες, η καθεμιά από τις οποίες θα είναι σε ένα χώρο. Η πρώτη ομάδα (το στερεό με 10 παιδιά) θα μπει στον πρώτο χώρο, η δεύτερη (το υγρό με 6 άτομα) θα μπει στο δεύτερο χώρο και η τρίτη ομάδα (το αέριο με 3 παιδιά) θα τοποθετηθεί στον τρίτο χώρο που σκιαγραφήσατε.

1. Πώς πρέπει να είναι τακτοποιημένα τα σωματίδια (παιδιά) του στερεού, του υγρού και του αερίου; Σε ποιες θέσεις και σε ποιες αποστάσεις;

Τοποθετηθείτε και κινηθείτε, όπως τα σωματίδια στις τρεις καταστάσεις της ύλης, χωρίς να ξεφύγετε από τη γραμμή της κιμωλίας που σημαίνει ότι είστε σε κλειστό δοχείο.

Συζητήστε και σχολιάστε τα συμπεράσματά σας και συμπληρώστε τον 1^ο κατάλογο.

Παράρτημα 4

3^ο Φύλλο Εργασίας

«Εξηγώντας τη διάλυση»

3^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: Τάξη: Σχολείο:

3^η ενότητα: «Εξηγώντας τη διάλυση»

Στο προηγούμενο μάθημα κάνατε μια πρώτη γνωριμία με τα σωματίδια της ύλης. Στα δύο χαρτόνια (καταλόγους) συμπληρώσατε τα χαρακτηριστικά των σωματιδίων και τις απορίες που σας δημιουργήθηκαν κατά τη διδασκαλία.

1^η Δραστηριότητα (ατομική εργασία):

Η δασκάλα σου προσθέτει ένα κουταλάκι αλάτι σε ένα ποτήρι με νερό κι ανακατεύει, μέχρι που το αλάτι δε φαίνεται πια.

1. Το αλάτι είναι ακόμη μέσα στο ποτήρι;

Ναι

Όχι

2. Τι συμβαίνει στο αλάτι;

.....

Ομαδική εργασία:

3. Συζήτησε με την ομάδα σου και καταγράψτε τα συμπεράσματά σας για τις αλλαγές που συμβαίνουν μέσα στο ποτήρι, μετά την πρόσθεση του αλατιού:

.....

.....

4. Να κάνετε μια ζωγραφιά για να δείξετε τα σωματίδια μέσα στο ποτήρι:

5. Μπορούμε να ξαναπάρουμε το αλάτι;

Ναι

Όχι

6. Δικαιολογήστε την άποψή σας:

.....

.....

2^η Δραστηριότητα:

Να μεταφέρετε το αλατόνερο της προηγούμενης δραστηριότητας σε ένα μπρίκι και το βράσετε.

1. Ατομική πρόβλεψη: Τι νομίζεις ότι θα συμβεί;

2. Ομαδική δραστηριότητα: Αφήστε το αλατόνερο να βράσει για πολλή ώρα, μέχρι να εξατμιστεί όλο το νερό. Τι παρατηρείτε;

3. Ανταλλάξτε απόψεις μεταξύ σας, για να εξηγήσετε γιατί συνέβη αυτό:

4. Είναι το ίδιο αλάτι που έβαλε η δασκάλα σας στην προηγούμενη δραστηριότητα;

Ναι

Όχι

5. Συζητήστε και γράψτε το συμπέρασμά σας:

3^η Δραστηριότητα:

Η δασκάλα σου δίνει 50γραμμάρια ζάχαρη και 200γραμμάρια νερό.

1. Ατομική πρόβλεψη: Αν βάλεις τη ζάχαρη μέσα στο ποτήρι με το νερό κι ανακατέψεις το μίγμα, ώσπου η ζάχαρη να διαλυθεί εντελώς, πόσο θα είναι το συνολικό βάρος;

-μεγαλύτερο από 250γραμμάρια

-μικρότερο από 250γραμμάρια

-ακριβώς 250γραμμάρια

2. Δικαιολόγησε την άποψή σου:

3. Ομαδική εργασία: Βάλτε τη ζάχαρη μέσα στο νερό κι ανακατέψτε καλά, ώσπου να διαλυθεί εντελώς. Ζυγίστε το ζαχαρόνερο και σημειώστε τη μάζα τουγραμμάρια.
4. Γράψτε το συμπέρασμά σας για τη μάζα των δύο ουσιών πριν τη διάλυση και τη μάζα του διαλύματος, μετά τη διάλυση:

4^η Δραστηριότητα: Πάνω στο τραπέζι έχετε δύο ποτήρια με νερό. Βάλτε στο πρώτο ποτήρι ένα κομμάτι πάγου και στο δεύτερο ένα κουταλάκι ζάχαρη κι ανακατέψτε καλά τα δύο ποτήρια. Παρατηρήστε προσεκτικά το περιεχόμενο των δύο ποτηριών.

9. Πρόκειται για το ίδιο φαινόμενο;

Ναι

Όχι

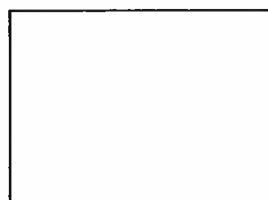
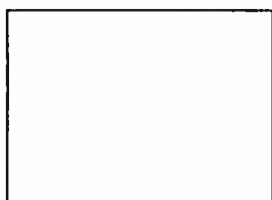
10. Είναι ίδια τα περιεχόμενα των δύο ποτηριών;

Ναι

Όχι

11. Δικαιολογήστε την άποψή σας:

12. Μπορείτε να ζωγραφίσετε τα σωματίδια στο πρώτο και στο δεύτερο ποτήρι;



Συζητήστε και γράψτε τα συμπεράσματά σας:

-Το φαινόμενο που παρατηρούμε στο πρώτο ποτήρι ονομάζεται.....

-Το φαινόμενο του δεύτερου ποτηριού ονομάζεται.....

13. Στο πρώτο ποτήρι

14. Στο δεύτερο ποτήρι

Παράρτημα 5

4^ο Φύλλο Εργασίας

«Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή»

4^ο ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ:

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ: Τάξη: Σχολείο:

4^η ενότητα: «Η προσομοίωση της διάλυσης στον υπολογιστή»

1^η Δραστηριότητα: «Το αλατόνερο στον υπολογιστή»

Για να δείτε τη διάλυση μέσα από ένα μαγικό μεγεθυντικό φακό, θα ανατρέξετε στον υπολογιστή σας.

1. Επιλέξτε από το διαδίκτυο την ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/>
2. Κάντε αριστερό κλικ στο κάτω δεξί παραθυράκι “Simulations” και κλικ στην προσομοίωση “Άλατα & Διαλυτότητα”.
3. Πρόβλεψη: Τι θα συμβεί όταν προσθέσετε αλάτι στη δεξαμενή;

4. Κουνήστε την αλατιέρα (πατημένο κλικ) για να βάλετε αλάτι στη δεξαμενή.
5. Πώς είναι τα σωματίδια του αλατιού όταν πέφτουν από την αλατιέρα;

6. Τι παρατηρείτε να συμβαίνει στα σωματίδια αλατιού, όταν μπαίνουν στο νερό;

7. Πώς είναι μέσα στο νερό;

8. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Στην αριστερή πλευρά της οθόνης υπάρχει ένας πίνακας που δείχνει την ποσότητα αλατιού που διαλύθηκε στο νερό (Διαλυμένα) και την ποσότητα αλατιού που παραμένει αδιάλυτο (Αδιάλυτα). Επίσης, φαίνεται ο όγκος του νερού που υπάρχει στη δεξαμενή (Όγκος) κι ο οποίος μπορεί να αλλάζει αν ανοίγουμε τις δύο βρύσες στην αριστερή πλευρά της οθόνης.

9. Σημειώστε την ποσότητα αλατιού που διαλύθηκε:
10. Υπάρχει αδιάλυτο αλάτι στον πυθμένα;
Ναι Όχι
11. Πρόβλεψη: Τι θα συμβεί αν βάλετε μεγάλη ποσότητα αλατιού στη δεξαμενή;

12. Επαναχρησιμοποιήστε την αλατιέρα για να περάσετε στη δεξαμενή μεγάλη ποσότητα αλατιού.
13. Τι παρατηρείτε;

14. Τα σωματίδια είναι το ίδιο διασκορπισμένα στη δεξαμενή;
Ναι Όχι
15. Εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό:

16. Καταγράψτε τα σωματίδια της ουσίας που διαλύθηκε και τα σωματίδια της αδιάλυτης ουσίας, ερμηνεύοντας τον πίνακα της δεξιάς πλευράς της οθόνης:.....
17. Όταν είναι πάρα πολλά τα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας τι παρατηρείτε;

18. Γιατί συμβαίνει αυτό;

19. Να κάνετε ένα σχήμα για να δείξετε το εσωτερικό της δεξαμενής, ζωγραφίζοντας τα σωματίδια του αλατιού και του νερού:

Συμπεράσματα: Συμπληρώστε με τις λέξεις της παρένθεσης:

-Όσο (μεγαλύτερη – μικρότερη) είναι η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας τόσο πιο (γρήγορα – αργά) γίνεται η διάλυση.

-Το παραπάνω διάλυμα, στο οποίο δεν μπορούμε να διαλύσουμε άλλη ποσότητα αλατιού ονομάζεται (κορεσμένο – ακόρεστο).

20. Πρόβλεψη: Τι μπορείτε να κάνετε για να προχωρήσει η διαδικασία της διάλυσης;

Με την πάνω βρύση προσθέστε νερό στην δεξαμενή και παρατηρήστε πάλι τους αριθμούς του πίνακα.

21. Έχει προχωρήσει η διαδικασία της διάλυσης;

Ναι

Όχι

22. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Συμπέρασμα:

-Όσο (μεγαλύτερη – μικρότερη) είναι η ποσότητα του διαλύτη τόσο (περισσότερη – λιγότερη) ποσότητα διαλυμένης ουσίας διαλύεται.

23. Στην πάνω γραμμή της οθόνης κάντε αριστερό κλικ στην επιλογή “**Δυσδιάλυτα Άλατα**”.

24. Βάλτε την ίδια ποσότητα αλατιού και τον ίδιο όγκο νερού με το προηγούμενο πείραμα και καταγράψτε τους αριθμούς του πίνακα, στα δύο πειράματα.

25. Στα δύο πειράματα διαλύεται η ίδια ποσότητα αλατιού;

Ναι

Όχι

22. Γιατί συμβαίνει αυτό;

Συμπέρασμα:

-Το είδος (του διαλύματος – της διαλυμένης ουσίας) επηρεάζει τη διαδικασία της διάλυσης.

23. Πρόβλεψη: Αν ανοίξετε την κάτω βρύση, μέχρι να αδειάσει η δεξαμενή, τι θα παρατηρήσετε για το κορεσμένο διάλυμα;

24. Ανοίξτε την κάτω βρύση και παρατηρήστε το κορεσμένο διάλυμα, καθώς αδειάζει η δεξαμενή.

25. Τι κάνουν τα σωματίδια του αλατιού;

26. Πώς το εξηγείτε αυτό;

Παράρτημα 6

Φύλλο Παρατήρησης
για την εργασία των παιδιών σε ομάδες, κατά τη διάρκεια της διδακτικής
παρέμβασης για το φαινόμενο της διάλυσης

Φύλλο Παρατήρησης της συμπεριφοράς των μαθητών/ριων

Αριθμός παιδιών	αγόρια <input type="checkbox"/> κορίτσια <input type="checkbox"/>
Αριθμός ομάδων	
Αριθμός μελών κάθε ομάδας	
Αριθμός Η/Υ	

1. Οι μαθητές/ριες συνάντησαν δυσκολίες στο χειρισμό του λογισμικού.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

2. Οι μαθητές/ριες συνάντησαν δυσκολίες στην κατανόηση των οδηγιών και των εργασιών που έπρεπε να κάνουν.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

3. Οι μαθητές/ριες απευθύνονταν στη δασκάλα για βοήθεια και διευκρινίσεις.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

4. Οι μαθητές/ριες έδειχναν ενδιαφέρον για το μάθημα.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

5. Οι μαθητές/ριες συζητούσαν με τους/ις συμμαθητές/ριες τους για θέματα σχετικά με το μάθημα
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

6. Οι μαθητές/ριες συνεργάζονταν καλά, χωρίς προβλήματα και ανταγωνιστικό κλίμα.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

7. Οι μαθητές/ριες ενάλλασσαν ρόλους στις διάφορες δραστηριότητες.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ

8. Κάποιος/α στην ομάδα είχε ηγετικό ρόλο.
ΠΟΛΥ METΡΙΑ ΚΑΘΟΛΟΥ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097378

