

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

Υπεύθυνοι Καθηγητές:

**Σολομωνίδου Χριστίνα
Παπαδημητρίου Β.
Κόλλιας Βασίλειος**

“Οι ιδέες μαθητών και μαθητριών Α΄ Λυκείου για τα ιοντικά διαλύματα και τις ιδιότητές τους. Μια διδακτική παρέμβαση με χρήση ΤΠΕ σε ένα περιβάλλον Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης”

Πασσιάς Ιωάννης

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΟΛΟΣ, 2010

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	σελ.4
Λέξεις κλειδιά.....	σελ.4

Εισαγωγή

1. Γενική προβληματική ης έρευνας	σελ.4
2. Δομή της εργασίας	σελ.6

1.Θεωρητικό πλαίσιο

1.1. Κοινωνικός εποικοδομισμός και συνεργατική μάθηση	σελ.7
1.2. Η διδασκαλία της Χημείας με τη χρήση νέων τεχνολογιών	σελ.10
Ο ρόλος του εργαστηρίου.....	σελ.10
Έρευνες στη χρήση τεχνολογίας στη διδασκαλία της Χημείας	σελ.12
1.3. Έρευνες που αφορούν στις ιδιότητες διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων και του pH.....	σελ.14
1.3.1. Οι ιδέες των μαθητών/ριών για τα ιοντικά διαλύματα	σελ.14

2. Μεθοδολογία της έρευνας

2.1. Κριτήρια επιλογής θέματος	σελ.17
2.2. Στόχοι της έρευνας	σελ.17
2.3. Υποθέσεις της έρευνας	σελ.18
2.4. Δείγμα	σελ.18
2.5. Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων	σελ.19
2.6. Διαδικασία διδασκαλίας και έρευνας.....	σελ.19

3. Αποτελέσματα της έρευνας

3.1. Οι ιδέες των παιδιών για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση στην πειραματική ομάδα	σελ.33
3.1.1. Ιδέες των παιδιών για τα οξέα	σελ.33
3.1.2. Ιδέες των παιδιών για τις βάσεις	σελ.38
3.1.3. Ιδέες των παιδιών για τα άλατα.....	σελ.40
3.1.4 Ιδέες των παιδιών για το pH	σελ.42
3.1.5 Ιδέες των παιδιών για την εξουδετέρωση	σελ.42
3.2 Οι ιδέες των παιδιών για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση στην ομάδα ελέγχου	σελ.44
3.2.1 Ιδέες παιδιών για τα οξέα	σελ.44
3.2.2 Ιδέες των παιδιών για τις βάσεις	σελ.47
3.2.3 Ιδέες των παιδιών για τα άλατα	σελ.48
3.2.4 Ιδέες των παιδιών για το pH	σελ.50
3.2.5 Ιδέες των παιδιών για την εξουδετέρωση	σελ.51
3.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων	σελ.52
Συμπεράσματα και προτάσεις	σελ.54

Βιβλιογραφία	σελ.58
Παράρτημα	σελ.64

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι να διερευνηθούν οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών/ριών της Α΄ Λυκείου σε βασικές έννοιες σχετικές με τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα και να διερευνηθεί πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση πειραματικών στρατηγικών, η χρήση των ΤΠΕ και ειδικότερα η χρήση του εικονικού εργαστηρίου IrYdium στο πλαίσιο ενός εποικοδομητικού και συνεργατικού περιβάλλοντος εμπλουτισμένου τεχνολογικά για την αντιμετώπιση των εναλλακτικών ιδεών. Για την υλοποίηση της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε διδακτική παρέμβαση στο μάθημα των ιοντικών διαλυμάτων (διαλύματα οξέων, βάσεων και αλάτων) της Α΄ Λυκείου μέσα σε ένα περιβάλλον Συνδυασμένης Μορφής Μάθησης (Blended learning) και εφαρμόστηκαν πειραματικές δραστηριότητες στο εργαστήριο με καθημερινά υλικά και πειραματικές δραστηριότητες στο εικονικό εργαστήριο. Τα δεδομένα της έρευνας προήλθαν από ένα αρχικό και ένα τελικό ερωτηματολόγιο, τα φύλλα εργασίας και από συζητήσεις με τα παιδιά και τέλος από ένα φύλλο παρατήρησης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα παιδιά άλλαξαν σε σημαντικό βαθμό τις εναλλακτικές ιδέες που είχαν για τα οξέα (ομαδοποίησαν με επιτυχία ως οξέα ουσίες με καθημερινή χρήση όπως ξίδι, υγρό μπαταρίας, σπύρτο του αλάτος, χυμό λεμονιού και αναγνώρισαν τις κοινές χημικές τους ιδιότητες), για τις βάσεις (ομαδοποίησαν με επιτυχία ως βάσεις ουσίες με καθημερινή χρήση όπως το ajax για τα τζάμια, το tuboflo, το καθαριστικό φούρνων fornet και το αντιόξινο φάρμακο γάλα μαγνησίας και αναγνώρισαν τις κοινές χημικές τους ιδιότητες), για τα άλατα (ομαδοποίησαν με επιτυχία ως βάσεις ουσίες με καθημερινή χρήση όπως η κιμωλία, το τσόφλι αυγών και το μάρμαρο) και για το pH (όρισαν με ακρίβεια τα όρια των τιμών του, βρήκαν τις τιμές pH για τα όξινα, βασικά και ουδέτερα διαλύματα) και συνδύασαν καθημερινά υλικά με τις γνώσεις χημείας που είχαν ήδη. Επίσης κατάφεραν να εργαστούν με επιτυχία στο νέο περιβάλλον μάθησης και συμμετείχαν ενεργά στην εκπαιδευτική διαδικασία. Διατυπώνονται συμπεράσματα και προτάσεις για την εφαρμογή τέτοιων τρόπων και πρακτικών διδασκαλίας.

ΛΕΞΕΙΣ- ΚΛΕΙΔΙΑ

ΤΠΕ., προσομοιώσεις, εποικοδομισμός, συνεργατική μάθηση με υποστήριξη από υπολογιστή, συνδυασμένη μορφή μάθησης (Blended learning), ιοντικά διαλύματα, pH διαλυμάτων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Γενική προβληματική της έρευνας

Οι μελέτες που έχουν γίνει σε διεθνές επίπεδο (Papadimitriou, V., Solomonidou, C. & Stavridou, H., 1993; Bradley & Mosimege, 1998; Nakleh, M. & Krajcik, J., 1994; Kousathana, M., Demerouti, M. & Tsarparlis, G., 2005; Pinarbasi, 2007) για τις δυσκολίες και τις εναλλακτικές ιδέες στα οξέα και τις βάσεις και γενικά στα ιοντικά διαλύματα, αναφέρονται στους/ις μαθητές/ριες των λυκείων, στους/ις φοιτητές/ριες αλλά και στους/ις εκπαιδευτικούς. Οι παρερμηνείες που επισημάνθηκαν στις μελέτες αυτές επικεντρώνονται κυρίως στις ιδιότητες των οξέων και των βάσεων, στην ισχύ των οξέων και των βάσεων, στον καθορισμό, στη λειτουργία του pH και στην ιοντική ισορροπία.

Επίσης πολλές έρευνες μέχρι σήμερα έχουν ασχοληθεί με τη δυνατότητα του εκπαιδευτικού λογισμικού να συμβάλει θετικά στις διεργασίες μάθησης και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η χρήση του ως εκπαιδευτικό εργαλείο θεωρείται πλέον αδιαμφισβήτητη και η διδακτική αξιοποίησή του μπορεί να επεκταθεί σε όλους

τους τομείς της εκπαίδευσης. (Bowman, D., Hodges, L., Allison, D., Wineman, J., 1999, Pantelidis, 1996).

Στο χώρο των Φυσικών Επιστημών τα παραδοσιακά πειράματα κάνουν τους μαθητές και τις μαθήτριες να ζούνε το πείραμα κάθε στιγμή, αντιλαμβάνονται τις δυσκολίες του και κατανοούν καλύτερα τη λογική του αφού εκφράζουν την πραγματικότητα. Οι προσομοιώσεις όμως προσφέρουν στους/ις μαθητές/ριες τη δυνατότητα να εργαστούν σε περιβάλλον προσαρμοσμένο σε εξειδικευμένες εκπαιδευτικές ανάγκες, να κατανοήσουν φυσικά φαινόμενα και φυσικούς νόμους με τη χρήση υποθέσεων και μεθόδων δοκιμής και απόρριψης, να πειραματιστούν με δομημένο τρόπο εξερευνώντας ένα μοντέλο και να πλοηγηθούν ελεύθερα εξερευνώντας και ανακαλύπτοντας στοιχεία του περιβάλλοντος της προσομοίωσης. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιούν πλήθος αναπαραστάσεων (εικόνων, γραφημάτων, πινάκων δεδομένων κτλ.) χρήσιμων στην κατανόηση των εννοιών και των μεταξύ τους σχέσεων και να εκφράζουν τις αναπαραστάσεις τους και τα νοητικά μοντέλα για το φυσικό κόσμο που μας περιβάλλει (Velazquez-Marcano, A., Williamson, V., Ashkenazi, G., Tasker, R., Williamson, K., 2004; Wu, H.K., Krajcik, J., Soloway, E., 2001).

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται η διερεύνηση των ιδεών των μαθητών και μαθητριών της Α' Λυκείου σχετικά με τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, την εξουδετέρωση και το pH γιατί υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον. Επίσης η συμπεριφορά των οξέων, βάσεων και αλάτων δίνει πληροφορίες για τη σωματιδιακή μορφή της ύλης και οι ενότητες αυτές έχουν πολύ μεγάλη σημασία αφού αποτελούν θεμέλια στη διδασκαλία της Χημείας. Στη συνέχεια επιχειρείται η αναδόμηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και μαθητριών μέσα από εκπαιδευτικές δραστηριότητες που συνδέουν τις χημικές έννοιες με την καθημερινότητα καθώς και μέσα από τη χρήση του εικονικού εργαστηρίου IrYdium και την άσκησή τους σε δραστηριότητες που περιλαμβάνουν ερωτήματα τύπου πρόβλεψης-επιβεβαίωσης. Το θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας αποτέλεσε ο κοινωνικός εποικοδομισμός (Κόκκοτας, 2002) και η συνεργατική μάθηση (Σταυρίδου, 2000) που ενσωμάτωσαν στη διδασκαλία αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, ώστε να γεφυρώνεται το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στο σχολείο και στις δραστηριότητες έξω από αυτό.

Βασικός σκοπός της εργασίας αυτής ήταν να μελετηθεί το πόσο αποτελεσματική είναι η διδασκαλία μέσω πειραμάτων με καθημερινά χημικά υλικά μέσα σε ένα πλαίσιο συνεργατικής μάθησης καθώς επίσης πόσο αποτελεσματική είναι η χρήση των ΤΠΕ και ειδικότερα ενός εικονικού εργαστηρίου κατά η διδασκαλία του pH.

Οι στόχοι της έρευνας είναι:

1. να διερευνηθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών των μαθητών της Α' Λυκείου για τα ιοντικά διαλύματα
2. να εμπνεύσει τους μαθητές/ριες να αναπτύξουν και να συνδέσουν θεωρητικές αναπαραστάσεις με εμπειρίες που αποκτούν μέσω προσομοιώσεων, αλληλεπιδραστικού τύπου, από τον υπολογιστή εφαρμόζοντας το εικονικό εργαστήριο IrYdium
3. να διερευνηθεί η επίδραση μιας διδακτικής παρέμβασης μέσω αυθεντικών εργαστηριακών πειραματικών διαδικασιών, χρησιμοποιώντας καθημερινά χημικά υλικά, στην κατανόηση της συμπεριφοράς των ιοντικών διαλυμάτων
4. να διερευνηθεί ο ρόλος της επικοινωνίας, της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών και μαθητριών στην εφαρμογή της πειραματικής διδασκαλίας με αυθεντικού τύπου πειράματα καθώς και στην εφαρμογή της διδασκαλίας μέσω του εικονικού εργαστηρίου IrYdium

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 εποικοδομισμός 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 τα διαλύματα των οξέων, των βάσεων και των αλάτων (ιοντικά διαλύματα) και των ιδιοτήτων τους. 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 της διδακτικής παρέμβασης. Παρουσιάζονται οι στόχοι των διδακτικών ενοτήτων και τα Φύλλα Εργασίας που είχαν αφιερώσει το εμπειρικό πεδίο και σταδιακά εισήγαγαν τους μαθητές/ριες στο επιστημονικό μοντέλο συμπεριφοράς των οξέων, βάσεων και αλάτων που ήταν το μοντέλο Arrhenius.

Η ανάλυση των ερευνητικών δεδομένων και τα αποτελέσματα της έρευνας παρουσιάζονται στο 4^ο κεφάλαιο της εργασίας. Ταξινομούνται οι κατηγορίες των απαντήσεων και τα αποτελέσματα αναλύονται στατιστικά. Επιπλέον, 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 αναπαραστάσεις για τα ιοντικά διαλύματα, πού οφείλεται η βελτίωση ή μη των απόψεών τους κτλ.

Μετά παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την έρευνα, αξιολογείται η διδακτική παρέμβαση στο σύνολό της και διατυπώνονται προτάσεις για την περαιτέρω διδακτική αξιοποίηση των αποτελεσμάτων. Στη συνέχεια εμφανίζεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε και τέλος παρουσιάζονται το αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο καθώς και το φύλλο εργασίας με τις έξι δραστηριότητες.

Κεφάλαιο 1: Θεωρητικό πλαίσιο της έρευνας

1.1. Κοινωνικός εποικοδομισμός 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 εποικοδομισμού και της συνεργατικής μάθησης αποτελούν το θεωρητικό πλαίσιο της παρούσας εργασίας, εμπνέοντας το σχεδιασμό και την ανάπτυξη του καινοτόμου αναλυτικού προγράμματος.

Η θεωρία του εποικοδομισμού η οποία ασκεί μεγάλη επιρροή στα εκπαιδευτικά προγράμματα πολλών χωρών, παραδέχεται ότι το άτομο δεν είναι παθητικός δέκτης της γνώσης, αλλά ενεργός παράγοντας 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 περισσότερο εξέχουσα μορφή του εποικοδομητισμού είναι ο κοινωνικός εποικοδομισμός. Η θεώρηση αυτή δίνει έμφαση στην επίδραση των πολιτιστικών και κοινωνικών πλαισίων στη μάθηση (Vygotsky, 1962). Σύμφωνα με τον κοινωνικό εποικοδομητισμό κατασκευάζουμε έννοιες ενεργά μέσω της γλώσσας και οι πολιτιστικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες ή ομάδες ανθρώπων που λειτουργούν μέσω των κοινών πολιτιστικών πρακτικών είναι απαραίτητοι στην κατασκευή γνώσης (Duffy, T. M., Lowych, J., Jonassen, D. H., Welsh, T. M., 1993). Καθώς η γνώση κατασκευάζεται μέσω της κοινωνικής διαπραγμάτευσης, οι συζητήσεις με άλλα άτομα είναι μια πρωταρχικής σημασίας διδακτική μεθοδολογία. Μικρές ομάδες συζήτησης σε ένα περιβάλλον που κανείς δεν διακινδυνεύει τίποτε, ο καταγισμός ιδεών και η διαπραγμάτευση απόψεων, ο Σωκρατικός διάλογος είναι παραδείγματα διδακτικών μεθόδων που επιτρέπουν στους μαθητές και τις μαθήτριες να ελέγξουν το επίπεδο κατανόησης των εννοιών μέσα από άλλα άτομα. Οι μαθητές/ριες θα πρέπει επίσης να ενθαρρύνονται να ελέγχουν και να ανταλλάσσουν τις ιδέες τους. Τα άλλα άτομα θεωρούνται ότι είναι η μεγαλύτερη πηγή αντιπαραθέσεων που διεγείρει τη νέα μάθηση. Επιπλέον της παροχής παραγωγικών μαθησιακών δραστηριοτήτων, η διδασκαλία θα πρέπει να περιλαμβάνει ένα πλαίσιο επίλυσης προβλημάτων με νόημα παρέχοντας την ευκαιρία για τη δημιουργία ενός κοινού περιβάλλοντος που υποστηρίζει τους μαθητές και τις μαθήτριες σε συνεχή εξερεύνηση.

Υπάρχουν πολλές μέθοδοι διδασκαλίας εμπνευσμένες από τον εποικοδομητισμό. Οι Driver και Oldham (1986) περιγράφουν τη διδασκαλία στο πλαίσιο του εποικοδομητισμού και υποστηρίζουν ότι αποτελείται από τα ακόλουθα στάδια ή βήματα.

- Η φάση του προσανατολισμού. Δίνεται στους/στις μαθητές/τριες η ευκαιρία να αναπτύξουν μια αίσθηση σκοπού και κινήτρου για τη μάθηση του θέματος
- Η φάση της ανάδειξης των ιδεών. Οι μαθητές/τριες παρουσιάζουν τις δικές τους ιδέες σχετικά με το θέμα του μαθήματος.
- Η φάση της αναδόμησης των εννοιών. Είναι το πιο σημαντικό στάδιο της εποικοδομητικής προσέγγισης και περιλαμβάνει τα επιμέρους στάδια της διευκρίνισης και ανταλλαγής ιδεών μεταξύ των μαθητών/ριών, της οικοδόμησης νέων ιδεών και της αξιολόγησής τους.

- Η φάση της εφαρμογής των ιδεών. Δίνεται στους /στις μαθητές/μαθήτριες η ευκαιρία να χρησιμοποιήσουν τις ιδέες σε ποικίλες καταστάσεις.
- Η φάση της ανασκόπησης. Οι μαθητές/ριες καλούνται να αναλογιστούν πάνω στον τρόπο που οι αρχικές ιδέες τους έχουν αλλάξει (μεταγνώση).

Ο εποικοδομητισμός συνιστά σήμερα ένα από τα πιο κυρίαρχα μοντέλα στο σχεδιασμό σύγχρονου εκπαιδευτικού λογισμικού. Βασικός στόχος ενός τέτοιου εκπαιδευτικού λογισμικού είναι να παρέχει αυθεντικές μαθησιακές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, ώστε να γεφυρώνεται το χάσμα που υπάρχει ανάμεσα στο σχολείο και τις δραστηριότητες έξω από αυτό. Πρέπει, επίσης, να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία. Παράλληλα, πρέπει να λαμβάνει υπόψη του το γεγονός ότι το κοινωνικό πλαίσιο και η κοινωνική αλληλεπίδραση ευνοούν τις γνωστικές κατασκευές. Στο σημείο αυτό η εποικοδομητική προσέγγιση συναντά τη προσέγγιση της θεωρίας της δραστηριότητας (Κόμης & Μικρόπουλος, 2001).

Η οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης των παιδιών πραγματοποιείται τόσο μέσω της αλληλεπίδρασής τους με τον/την εκπαιδευτικό, όσο και μέσω της αλληλεπίδρασής τους με συνομήλικα παιδιά. Κατά αυτόν τον τρόπο οι καινούργιες κατασκευές σε οποιοδήποτε πεδίο δεν είναι αυθαίρετες, αλλά οριοθετούνται από την υποχρέωση ότι αυτές πρέπει να ταιριάζουν με αυτές των άλλων μελών της μαθητικής κοινότητας. Αυτή ακριβώς η εναρμόνιση των προσωπικών ερμηνειών με τις ερμηνείες των άλλων είναι που κάνει δυνατή την επικοινωνία σε όλα τα επιστημονικά πεδία. Μέσω της επικοινωνίας αυτής γίνεται διαπραγμάτευση εννοιών και μεθόδων, οι οποίες γίνονται αποδεκτές και θεωρούνται στη συνέχεια δεδομένες από τα μέλη της μαθητικής κοινότητας. Προκύπτει λοιπόν ότι η επιστήμη με αυτή την προσέγγιση δεν είναι μόνο προσωπική οικοδόμηση αλλά και μία ανθρώπινη κοινωνική δραστηριότητα (Cobb, Wood & Yackel, 2004).

Το θεωρητικό μοντέλο της εγκατεστημένης νόησης ή γνώσης (situated cognition) υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν αποτελεί μία ατομική λειτουργία της ανθρώπινης νόησης αλλά μία κοινωνικοπολιτισμική λειτουργία που λαμβάνει χώρα μέσω της επικοινωνίας και αλληλεπίδρασης με τους άλλους ανθρώπους. Το μοντέλο αυτό παρέχει ένα σύγχρονο πλαίσιο ερμηνείας των δυσκολιών μάθησης στο σχολικό περιβάλλον. Η γνώση δεν είναι θεωρητικά ανεξάρτητη από τις καταστάσεις μέσα στις οποίες λαμβάνει χώρα και χρησιμοποιείται (Κόμης, 2004). Σύμφωνα με τις εποικοδομητικές απόψεις η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία οικοδόμησης και όχι παθητική απόκτηση γνώσεων και η διδασκαλία είναι η διαδικασία υποστήριξης της γνώσης που κατασκευάζεται από τους μαθητές/τριες και όχι η απλή μετάδοση των γνώσεων. Η αλήθεια καθορίζεται από τη βιωσιμότητα της κατανόησης των μαθητών/τριών στον πραγματικό κόσμο, όπου η βιωσιμότητα καθορίζεται από το πολιτισμικό πλαίσιο.

Μία στρατηγική για να προωθηθεί η επικοινωνία και η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και μαθητριών είναι η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και η εργασία σε ομάδες. Η εργασία σε ομάδες είναι μία αποτελεσματική τεχνική υψηλού επιπέδου για τη μάθηση διαφόρων εννοιών, για τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων και για τη βελτίωση της προφορικής γλωσσικής ικανότητας. Όσον αφορά στους κοινωνικούς στόχους, η ομαδική εργασία μπορεί να βελτιώσει τις ενδοομαδικές σχέσεις αυξάνοντας την εμπιστοσύνη και τις φιλικές σχέσεις μέσα στην ομάδα. Επιπλέον η εργασία σε ομάδες είναι μία στρατηγική με την οποία μπορούν να επιλυθούν τα εξής δύο προβλήματα που προκύπτουν μέσα στην τάξη: α) οι μαθητές και οι μαθήτριες να παραμένουν απασχολημένοι με την εργασία τους και β) η διδασκαλία να απευθύνεται

σε μαθητές/τριες με αρκετές διαφορές ως προς τις ακαδημαϊκές τους ικανότητες (Cohen, 1994).

Από πολλές έρευνες έχει προκύψει, όπως αναφέρει η Σταυρίδου (2000), ότι η συνεργατική μέθοδος βοηθάει όλα τα παιδιά και ιδιαίτερα τους μαθητές/τριες με χαμηλές επιδόσεις να αυξήσουν τις επιδόσεις τους. Επίσης συμβάλλει στη βελτίωση των επιδόσεων των κοριτσιών. Με τη συνεργατική μάθηση αυξάνεται η αυτοεκτίμηση όλων των παιδιών ενώ συγχρόνως επέρχεται βελτίωση στις κοινωνικές τους δεξιότητες καθώς και στις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση. Επίσης η κινητοποίηση και η ευχαρίστηση των παιδιών αυξάνεται και σημειώνεται μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών της ομάδας.

Ο ευρύτερος (αλλά όχι ικανοποιητικός) ορισμός για τη συνεργατική μάθηση είναι ότι είναι μια κατάσταση στην οποία δύο ή περισσότεροι άνθρωποι μαθαίνουν ή προσπαθούν να μάθουν κάτι μαζί. Κάθε στοιχείο αυτού του ορισμού μπορεί να ερμηνευθεί με διαφορετικούς τρόπους. Η συνεργατική μάθηση δεν είναι ένας απλός μηχανισμός. Τα άτομα μαθαίνουν επειδή συμμετέχουν σε δραστηριότητες (διάβασμα, κατασκευή, εκτίμηση κ.α.) οι οποίες ενεργοποιούν κάποιους μηχανισμούς μάθησης (επαγωγή, αφαίρεση, σύνταξη κ.α.). Κατά τον ίδιο τρόπο δύο άτομα μέσα σε μία ομάδα μαθαίνουν επειδή συμμετέχουν σε δραστηριότητες που ενεργοποιούν ορισμένους μηχανισμούς μάθησης. Η διαδικασία αυτή συμπεριλαμβάνει τις δραστηριότητες/μηχανισμούς που πραγματοποιούνται ατομικά, εφόσον η ατομική γνώση δεν εμποδίζεται και δεν καταστέλλεται κατά την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών της ομάδας. Αντιθέτως η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών/ριών δημιουργεί επιπλέον διαδικασίες (επεξήγηση, διαφωνία, κοινή συναίνεση κ.α.), οι οποίες ενεργοποιούν επιπλέον γνωστικούς μηχανισμούς (εκμαίευση γνώσης, μείωση του γνωστικού φορτίου κ.α.). Το πεδίο της συνεργατικής μάθησης ασχολείται με αυτές ακριβώς τις δραστηριότητες και τους μηχανισμούς (Dillenbourg, 1999).

Ο/Η εκπαιδευτικός τέλος κρατά ένα βασικό ρόλο στην επιτυχία της συνεργατικής μάθησης. Ο ρόλος είναι πιο σημαντικός όσο το μέγεθος της ομάδας αυξάνεται. Ο ρόλος αυτός συχνά αποκαλείται «διευκολυντής» αντί για δάσκαλος γιατί σκοπός είναι ο/η εκπαιδευτικός να μη δώσει τη σωστή απάντηση ή να πει ποιο μέλος της ομάδα έχει δίκιο αλλά να επεμβαίνει στο ελάχιστο από παιδαγωγικής άποψης, ίσως μόνο για να επαναφέρει την ομάδα προς μια παραγωγική κατεύθυνση ή για να παρακολουθήσει ποια μέλη της ομάδας έχουν μείνει έξω από την αλληλεπίδραση (Dillenbourg, 1999). Έρευνες πάνω σε δραστηριότητες διαφόρων γνωστικών αντικειμένων με τη βοήθεια του υπολογιστή, σχετικές με τη μάθηση παιδιών που εργάζονται με προσωπικό τρόπο ή συνεργάζονται σε μικρές ομάδες, έδειξαν ότι όταν οι μαθητές/τριες συνεργάζονται μεταξύ τους σε μικρές ομάδες τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι πολύ καλύτερα και διαρκέστερα (Σολομωνίδου, 2001).

Η συνεργατική μάθηση με υποστήριξη υπολογιστή είναι ένας ανερχόμενος κλάδος των επιστημών της μάθησης που ασχολείται με τη μελέτη του πώς οι άνθρωποι μπορούν να μάθουν μαζί με τη βοήθεια των υπολογιστών. Σ' αυτή οι μαθητές/τριες δεν δρουν ο καθένας χωριστά, αλλά η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσα από την αλληλεπίδραση, μέσα από τη διατύπωση ερωτήσεων, την ομαδική έρευνα και επιπλέον οι μαθητές/ριες μαθαίνουν διδάσκοντας ο ένας τον άλλο και παρατηρώντας τον τρόπο με τον οποίο οι άλλοι μαθαίνουν. Η ενεργοποίηση και η διατήρηση της παραγωγικής αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών/ριών είναι δύσκολο να επιτευχθεί. Απαιτεί πολύ καλό σχεδιασμό, συντονισμό, υλοποίηση μέσα στο πλαίσιο του Αναλυτικού Προγράμματος καθώς και παιδαγωγική και τεχνολογική υποστήριξη (Stahl et al, 2006).

Τελικά, η συνεργατική μάθηση είναι μια διδακτική μέθοδος που παρέχει ευκαιρίες για παραγωγική μάθηση. Η συνεργατική μάθηση είναι μια διδακτική διαδικασία με επίκεντρο το μαθητή/ρια στην οποία μικρές και με συγκεκριμένο τρόπο επιλεγμένες ομάδες των 3-5 ατόμων εργάζονται ανεξάρτητα πάνω σε ένα πολύ καλά καθορισμένο μαθησιακό έργο. Το κάθε μέλος της ομάδας είναι υπεύθυνο για τη δική του επίδοση και ο δάσκαλος ή δασκάλα λειτουργεί ως αυτός ή αυτή που διευκολύνει τη μαθησιακή διαδικασία στην ομάδα. Η συνεργατική μάθηση δημιουργεί μια ευκαιρία για τη δημιουργία εξερευνητικών κοινοτήτων που παρέχουν μαθησιακό περιβάλλον που ενθαρρύνει τον κριτικό διάλογο και κατ' επέκταση την κατανόηση (Kanuka, H., Anderson, T., 1999).

1.2. Η διδασκαλία της Χημείας με τη χρήση νέων τεχνολογιών

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία αύξηση των δυνατοτήτων των νέων τεχνολογιών έχει καταστήσει επιτακτική τη χρήση τους στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Ορισμένα πλεονεκτήματα της χρήσης των νέων τεχνολογιών είναι η αυτονομία του χρήστη ή της χρήστριας που του/της επιτρέπει να έχει το δικό του/της 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).

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 στις Φυσικές Επιστήμες, στην έρευνα και στη γνώση (Σολομωνίδου, 2001).

Ο ρόλος του εργαστηρίου

Η εργαστηριακή άσκηση είναι αναπόσπαστο συστατικό στη μάθηση της Χημείας. Οι Lazarowitz και Tamir (1994) όρισαν τέσσερις στόχους για τη διδασκαλία μέσω εργαστηρίου. Πρώτον, ισχυρίστηκαν ότι η διδασκαλία αυτή θα έπρεπε να παρέχει συγκεκριμένες και στέρεες εμπειρίες και τρόπους για να βοηθήσει τους/τις μαθητές/ριες να αντιμετωπίσουν τις παρανοήσεις τους. Δεύτερον, πρότειναν ότι η εργαστηριακή εμπειρία θα πρέπει να προσφέρει ευκαιρίες στο χειρισμό δεδομένων μέσα από τη χρήση των υπολογιστών. Τρίτον, τόνισαν ότι η διδασκαλία μέσω εργαστηρίου θα πρέπει να προσφέρουν ευκαιρίες στους μαθητές/ριες για να αναπτύξουν τις δεξιότητες τους στη λογική σκέψη και οργάνωση, ειδικά για θέματα που αφορούν στις Φυσικές Επιστήμες, στην τεχνολογία και στην κοινωνία. Τέταρτον, η διδασκαλία μέσω εργαστηρίου θα πρέπει να σχεδιάζεται ώστε να παρέχει ευκαιρίες στους μαθητές/ριες στην κατασκευή ενός συστήματος αξιών ειδικά καθώς συνδέονται με τη φύση των Φυσικών Επιστημών.

Η έρευνα έχει δείξει μέχρι σήμερα ότι η διδασκαλία στο εργαστήριο είναι ένα σύνθετο περιβάλλον (Nakhleh, Polles & Malina, 2002). Στο περιβάλλον αυτό υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ μαθητών/ριών και δραστηριοτήτων, μεταξύ μαθητών/ριών και του εξοπλισμού, μεταξύ μαθητών/ριών και των εκπαιδευτικών, καθώς και μεταξύ των ίδιων των μαθητών/ριών. Όταν εξετάζουμε τις αλληλεπιδράσεις των μαθητών/ριών με τις εργαστηριακές δραστηριότητες εμφανίζονται στο προσκήνιο πολλαπλοί στόχοι για την εργασία στο εργαστήριο και πολλές φορές οι στόχοι επιλέγονται και εφαρμόζονται χωρίς να συνδέονται με παιδαγωγικούς στόχους ή με τη δομή και τις απαιτήσεις της Χημείας. Η γνώση καθώς παράγεται κατά τη διαδικασία της αλληλεπίδρασης με το εργαστήριο μπορεί να μην εσωτερικοποιείται (γίνεται κτήμα) από τους/τις μαθητές/ριες. Για παράδειγμα οι μαθητές/ριες μπορεί να μη συνδέουν τα παρατηρούμενα φαινόμενα ή μετρήσεις με τις χημικές έννοιες. Επίσης τα εργαστηριακά όργανα περιέχουν επιστημονική γνώση ακόμη και στην ίδια την κατασκευή και το σχεδιασμό τους. Αν η γνώση αυτή είναι προφανής στους/στις μαθητές/ριες τότε τα όργανα μπορούν να βοηθήσουν στην κατασκευή γνώσης. Αν όμως η γνώση αυτή δεν είναι προφανής, τότε τα εργαστηριακά όργανα μετατρέπονται σε ‘μαύρα κουτιά’ για τους/τις μαθητές/ριες και τους/τις εμποδίζουν στην κατασκευή γνώσης. Η άποψη αυτή στηρίζεται θεωρητικά στην εργασία του Vygotsky και της ιδέας του ‘εργαλείου μεσολάβησης’ (Cole & Engestrom, 1993) που δηλώνει ότι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν εργαλεία για την κατασκευή της γνώσης και ειδικότερα ο Vygotsky συνδέει την έννοια εργαλείου με τη γλώσσα (Glassman, 2001). Αλλά σύμφωνα με τη θεωρία της διανεμημένης γνώσης (distributed cognition) (Salomon, 1997) η έννοια του εργαλείου περιλαμβάνει και φυσικά αντικείμενα όπως μολύβια και υπολογιστές αλλά και συμβολικά αντικείμενα όπως τα μαθηματικά σύμβολα και τη γλώσσα. Και το κάθε εργαλείο παρέχει διαφορετικό επίπεδο πληροφοριών στο/στη μαθητή/ρια. Για παράδειγμα ο πεχαμετρικός δείκτης, το πεχάμετρο καθώς και ο μικροϋπολογιστής μέτρησης του pH παρέχουν διαφορετικά επίπεδα πληροφόρησης σχετικά με την καταγραφή της ογκομέτρησης οπότε διαφορετικά επίπεδα γνώσης πρόκειται να παρατηρηθούν ανάλογα με το ποιο όργανο θα χρησιμοποιηθεί.

Βέβαια η πιο σημαντική συνεισφορά του εργαστηρίου βρίσκεται στην ανάπτυξη και διατήρηση του ενδιαφέροντος και της δραστηριοποίησης των μαθητών/ριών στην κατασκευή χημικής γνώσης καθώς και σε μεταγνωστικές δεξιότητες όπως η δημιουργική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, καθώς και η μοντελοποίηση (Nakhleh, M., Polles, J., Malina, E., 2002).

Τελευταία έχουν εισαχθεί και οι υπολογιστές στον εργαστηριακό χώρο επεκτείνοντας τις ευκαιρίες για μάθηση παρέχοντας εργαλεία για την επεξεργασία δεδομένων, όπως γραφήματα ή αριθμητικά δεδομένα δημιουργώντας ακόμη ένα επίπεδο δυσκολίας και πολυπλοκότητας αλλά και ευκαιρία ταυτόχρονα για τη διδασκαλία χημικών εννοιών (Prosser & Tamir, 1990).

Οι ερευνητές έχουν δώσει έμφαση στο πλεονέκτημα της ενσωμάτωσης των εργαστηριακών δραστηριοτήτων στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Dori et al, 2004; Hofstein & Lunetta, 1982; Lazarowitz & Tamir, 1994; Mintzes et al., 2005; Redish et al., 1997). Οι Nakhleh, Polles & Malina (2002) ισχυρίστηκαν ότι η πιο σημαντική συνεισφορά του εργαστηρίου βρίσκεται στην ανάπτυξη και διατήρηση του ενδιαφέροντος για την κατασκευή των χημικών εννοιών παρά στη βοήθεια που παρέχει στους μαθητές/ριες στο να απομνημονεύουν δεδομένα. Η ερευνητική εργασία στο εργαστήριο εμπλέκει τους μαθητές/ριες στη σύλληψη επιστημονικών προβλημάτων και ερωτήσεων, το σχηματισμό υποθέσεων, το σχεδιασμό πειραμάτων, τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων και την εξαγωγή συμπερασμάτων (Hofstein &

Walberg, 1995). Το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας των ΗΠΑ (NRC, 1996) έδειξε ότι η ερευνητική αναζήτηση είναι κεντρικής σημασίας για την επιστημονική επάρκεια των μαθητών/ριών. Η ερευνητική αναζήτηση σχετίζεται τόσο με την κατανόηση του περιεχομένου όσο και με τη δεξιότητα σκέψης. Όσον αφορά στο περιεχόμενο (Lunetta, 1998), οι μαθητές/ριες ενθαρρύνονται να εξηγήσουν τις εμπειρίες τους, τις εννοιολογικές κατασκευές (όπως το *mole* ή η ενέργεια) και τις διαδικασίες (όπως οι αντιδράσεις μεταξύ των οξέων και βάσεων). Όσον αφορά στις δεξιότητες σκέψης, ο Bybee (2000) και οι Hofstein & Lunetta (2004) συμπεριέλαβαν σε αυτές την αναγνώριση και τη διενέργεια ερωτήσεων, τη διατύπωση υποθέσεων, το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή έρευνας, τη διατύπωση και επανεξέταση των εξηγήσεων και την υπεράσπιση επιστημονικών απόψεων και διατυπώσεων. Οι εργαστηριακές δραστηριότητες καθιστούν ικανούς τους/τις μαθητές/ριες να μαθαίνουν και να εμπλέκονται στη διαδικασία της κατασκευής γνώσης, να ασχολούνται με τις Φυσικές Επιστήμες (Tobin, 1990). Σύμφωνα με τους Hofstein & Lunetta (2004) όταν η αξιολόγηση στις Φυσικές Επιστήμες δεν περιλαμβάνει ένα συστατικό πρακτικής γνώσης, οι μαθητές/ριες δεν εκτιμούν τη συνεισφορά των εργαστηριακών δραστηριοτήτων.

Έρευνες στη χρήση τεχνολογίας στη διδασκαλία της Χημείας

Το εικονικό εργαστήριο του προγράμματος *IrYdium* ανήκει στην κατηγορία της χρήσης των οπτικών αναπαραστάσεων στη διδασκαλία της Χημείας. Το εικονικό εργαστήριο διαθέτει μια επιφάνεια εργασίας στο κέντρο της οθόνης του υπολογιστή και στην αριστερή πλευρά της οθόνης βρίσκεται πληθώρα διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων με διάφορες συγκεντρώσεις. Στη δεξιά πλευρά της οθόνης βρίσκεται ένας δείκτης-μετρητής του pH του διαλύματος που τοποθετείται στην επιφάνεια εργασίας καθώς και ένας μετρητής των συγκεντρώσεων των ιόντων και των μορίων που βρίσκονται στο διάλυμα. Επίσης υπάρχει η δυνατότητα ο/η χρήστης/χρήστρια να μεταβάλλει τη συγκέντρωση του διαλύματος με την προσθήκη νερού. Στο χώρο της διδασκαλίας της Χημείας μέσα από την τεχνολογία εμφανίζονται αρκετές έρευνες.

Οι Sanger et al. (2001) μελέτησε τα αποτελέσματα της χρήσης του υπολογιστή στην απεικόνιση της διαδικασίας της διάχυσης και της όσμωσης και της επίδρασής της στην αντίληψη των εννοιών από τους/τις μαθητές/ριες. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι οι μαθητές/ριες που παρακολούθησαν τη διάχυση των μορίων ενός αρώματος και την όσμωση των μορίων του νερού ανέπτυξαν περισσότερο ακριβείς αντιλήψεις των διαδικασιών αυτών βασιζόμενοι/ες στις ιδέες της τυχαίας κίνησης των μορίων.

Οι Williamson και Abraham (1995) μελέτησαν τη χρήση ηλεκτρονικής εικονογράφησης (*animation*) σε δύο περιβάλλοντα, ένα που περιείχε μια διάλεξη με την υποστήριξη ηλεκτρονικής εικονογράφησης και ένα που περιείχε μια εργασία σε ένα εικονικό εργαστήριο σε υπολογιστή. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι οι μαθητές/ριες που χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα που απεικόνιζε την σωματιδιακή μορφή της ύλης κατά τη διάλεξη και το εργαστηριακό πλαίσιο είχαν πολύ καλύτερες επιδόσεις από τους/τις μαθητές/ριες της ομάδας ελέγχου. Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι 1) η ηλεκτρονική εικονογράφηση μπορεί να αυξήσει την κατανόηση των εννοιών με το σχηματισμό δυναμικών νοητικών μοντέλων των φαινομένων 2) οι μαθητές/ριες που παρακολούθησαν στατικές εικόνες μπορεί να σχημάτισαν στατικά νοητικά μοντέλα που παρείχαν ελλιπή κατανόηση ή απέτυχαν να σχηματίσουν νοητικά μοντέλα αφήνοντάς τους/τις μόνο μια μακροσκοπική εικόνα των φαινομένων.

Οι Sanger και Greenbowe (2000) μελέτησαν πώς η ηλεκτρονική εικονογράφηση (*animation*) που περιέγραφε τη ροή ηλεκτρονίων σε ένα γαλβανικό στοιχείο χαλκού-

ψευδαργύρου επηρέαζε την εννοιολογική αλλαγή. Οι συγγραφείς ανέφεραν ότι η ομάδα που χρησιμοποίησε τα κινούμενα σχέδια στον υπολογιστή δεν παρουσίασε καλύτερη επίδοση στις οπτικές ερωτήσεις και η ομάδα που συμμετείχε στη διδασκαλία με σκοπό την εννοιολογική αλλαγή είχε καλύτερη επίδοση στις προφορικές-λεκτικές ερωτήσεις (με τα κινούμενα σχέδια στον υπολογιστή να μην εμφανίζουν καμία επίδραση στην ομάδα αυτή). Οι συγγραφείς συμπέραναν ότι τα κινούμενα σχέδια στον υπολογιστή αποσπούσαν την προσοχή των μαθητών/ριών όταν μία εργασία δεν απαιτούσε από αυτούς/ές να φέρουν στο νου τους εικόνες και ότι η διδασκαλία με σκοπό την εννοιολογική αλλαγή ήταν αποτελεσματική στο να υποβοηθήσει τους/τις μαθητές/ριες να απαντήσουν σε οπτικές ερωτήσεις όσο χρόνο συμμετείχαν στις διαλέξεις. Έτσι οι συγγραφείς υπέθεσαν ότι τα ηλεκτρονικά κινούμενα σχέδια δεν ήταν περισσότερο αποτελεσματικά από τα κανονικά σχέδια που χρησιμοποιήθηκαν στην αίθουσα στην παραγωγή υψηλότερου επιπέδου εννοιολογικής κατανόησης.

Οι Kozma και Russel (1997) χρησιμοποίησαν ένα ηλεκτρονικό πρόγραμμα (4M: CHEM) για να ερευνήσουν πώς οι προπτυχιακοί φοιτητές και φοιτήτριες και οι επαγγελματίες χημικοί ομαδοποιούσαν τις αναπαραστάσεις, και πώς μετασχημάτιζαν τις αναπαραστάσεις από τη μία μορφή στην άλλη (π.χ μετατρέποντας μία εξίσωση σε γράφημα). Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι επαγγελματίες χημικοί χρησιμοποίησαν την κατανόηση εννοιών για να σχηματίσουν μεγαλύτερες ομάδες αναπαραστάσεων, ενώ οι φοιτητές/τριες κατασκεύαζαν μικρότερες ομάδες βασιζόμενες σε επιφανειακά χαρακτηριστικά των αναπαραστάσεων. Οι Russell et al. (1997) επίσης ανέφεραν ότι μαθητές/ριες που χρησιμοποίησαν το πρόγραμμα 4M:CHEM για να μελετήσουν τη χημική ισορροπία μπόρεσαν να μειώσουν τον αριθμό των ακατάλληλων-λανθασμένων προτάσεων. Οι ερευνητές βρήκαν ότι οι επιδόσεις στο post-test ήταν σημαντικά υψηλότερες, τις οποίες απέδωσαν στην καλύτερη εννοιολογική κατανόηση της χημικής ισορροπίας. Οι δύο αυτές μελέτες φαίνεται να υποδεικνύουν δύο σημαντικές ιδέες. Η πρώτη έρευνα στο 4M:CHEM βρήκε ότι οι φοιτητές/ριες έκαναν συνδέσεις μεταξύ των πολλαπλών αναπαραστάσεων αν και βασιζόμενες σε επιφανειακά χαρακτηριστικά. Η δεύτερη έρευνα επίσης έδειξε ότι οι φοιτητές/ριες μπορούσαν να δημιουργήσουν μεγαλύτερη κατανόηση των εννοιών ακόμη και με τη χρήση απλών επιφανειακών χαρακτηριστικών.

Οι Nakhleh et al. (2000) διεξήγαγαν μία έρευνα στην οποία πολλαπλές αναπαραστάσεις ήταν προσιτές στους μαθητές/ριες Λυκείου. Ερεύνησαν τη χρήση εκπαιδευτικού υλικού σχετικά με την Οργανική Χημεία μέσω του διαδικτύου από μαθητές/ριες. Ζήτησαν από τους/ις μαθητές/ριες να συζητήσουν το υλικό σχετικά με τα αντιλαμβανόμενα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και τη γνώμη τους σχετικά με την ιστοσελίδα. Από την έρευνα προέκυψε ότι οι μαθητές/ριες επέδειξαν συστηματικά μια προτίμηση για οπτικές παραστάσεις και για εξωτερικές και εσωτερικές αναπαραστάσεις, κάνοντας συνεχώς παρατηρήσεις, δείχνοντας ότι οι αναπαραστάσεις τους/ις έκαναν να δουν τη Χημεία καλύτερα.

Οι Kelly και Jones (2006) ερεύνησαν πώς οι εξηγήσεις των μαθητών/ριών σχετικά με τη διάλυση του μαγειρικού αλατος επηρεάστηκαν από την παρακολούθηση δύο κινούμενων γραφικών της διάλυσης του μαγειρικού αλατος στο σωματιδιακό επίπεδο. Βρήκαν ότι τα κινούμενα γραφικά σχετικά με τη σωματιδιακή φύση είχαν θετική επίδραση στις εξηγήσεις που παρείχαν οι μαθητές/ριες τόσο για τη σωματιδιακή δομή όσο και για τις λειτουργικές πλευρές της διάλυσης και ενσωμάτωσαν χαρακτηριστικά που εμφανίστηκαν στα κινούμενα γραφικά. Όμως οι συγγραφείς ανέφεραν ότι οι μαθητές/ριες που συμμετείχαν στην έρευνα συνέχισαν να διατηρούν τις προηγούμενες λανθασμένες αντιλήψεις τους σχετικά με τη διάλυση.

Υπέθεσαν ότι οι μαθητές/ριες που συμμετείχαν στην έρευνα είχαν προσπαθήσει να διατηρήσουν εκείνες τις προηγούμενες έννοιες και να προσαρμόσουν την ατελώς κατανοητή νέα γνώση μέσα στο παλαιό πλαίσιο εννοιών.

Βέβαια υπάρχει ένα ερώτημα που βασανίζει πολλούς καθηγητές/ριες που διδάσκουν Χημεία στο Γυμνάσιο και το Λύκειο που έχει σχέση με την επιλογή του πραγματικού ή του εικονικού εργαστηρίου. Με δεδομένο το αναλυτικό πρόγραμμα και τη δομή των εξετάσεων για είσοδο στα ΑΕΙ, το εικονικό εργαστήριο φαίνεται ότι μπορεί να προσφέρει πολλά. Ακόμη και στην περίπτωση που το πραγματικό εργαστήριο χρησιμοποιείται ικανοποιητικά, το εικονικό εργαστήριο θα ήταν χρήσιμο για:

- πειραματικές δραστηριότητες που είναι ταχύτατες και δεν επιτρέπουν την παρατήρηση και ασφαλή μέτρηση των μεγεθών (εκρήξεις, θέματα χημικής κινητικής κλπ).
- περιπτώσεις πολύ αργών ή πολύπλοκων χημικών διεργασιών, που δεν είναι συμβατές με το διαθέσιμο χρόνο μιας διδακτικής ώρας.
- πειράματα που εμπεριέχουν κινδύνους για την υγεία και τη σωματική ακεραιότητα των μαθητών (ραδιενέργεια κλπ).
- διεργασίες που απαιτούν ακριβώς αναλώσιμα υλικά (αντιδραστήρια) και συσκευές μη διαθέσιμες σε σχολικό εργαστήριο.
- μαθησιακές δραστηριότητες μοντελοποίησης κλπ.

1.3. Έρευνες που αφορούν στις ιδιότητες διαλυμάτων οξέων, βάσεων και αλάτων και του pH

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 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). Οι εναλλακτικές ιδέες-παρανοήσεις διακρίνονται σε δύο κατηγορίες.

A) Εμπειρικές ή διαισθητικές

B) Αυτές που θεωρούνται προϊόν διδασκαλίας

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, σχετικά με τις εναλλακτικές ιδέες και τις νοητικές αναπαραστάσεις των παιδιών για τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση. Στην εργασία αναφέρονται οι παρανοήσεις που έχουν σχέση με την διδασκόμενη ύλη των ιοντικών διαλυμάτων στο ελληνικό σχολείο.

1.3.1 Οι ιδέες των μαθητών/ριών για τα ιοντικά διαλύματα

Στην έρευνα του Pinarbasi (2007) σε 91 πρωτοετείς φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Τουρκικού κρατικού πανεπιστημίου οι παρανοήσεις που παρατηρήθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

α) Η διατήρηση της τιμής $\text{pH}=7$ ανεξαρτήτως της θερμοκρασίας του νερού. Δηλαδή οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αγνοούσαν την επίδραση της θερμοκρασίας στο pH του νερού και κατ' επέκταση σε κάθε υδατικό διάλυμα.

β) Η έννοια της σταθεράς του ιοντικού γινομένου του νερού την οποία αδυνατούσαν να συνδέσουν με την έννοια της σταθεράς ισορροπίας. Γενικά οι φοιτητές και οι φοιτήτριες αδυνατούσαν να κατανοήσουν την κοινή βάση των εννοιών: σταθερά του ιοντικού γινομένου του νερού, γινόμενο διαλυτότητας, σταθερά

ιοντισμού ενός οξέος ή βάσης, έννοιες που έχουν στενή σχέση με τη σταθερά ισορροπίας.

γ) Το pH πολύ αραιών διαλυμάτων οξέων ή βάσεων όπου ένα διάλυμα ενώ ήταν όξινο π.χ. διάλυμα $\text{HCl } 10^{-8} \text{ M}$ οι φοιτητές και οι φοιτήτριες το εμφάνιζαν ως βασικό αγνοώντας τον αυτοϊοντισμό του νερού.

δ) Η πλήρης εξουδετέρωση ενός οξέος από βάση όπου οι φοιτητές και οι φοιτήτριες θεωρούσαν ότι οδηγούσε πάντοτε σε διάλυμα με $\text{pH}=7$ (ουδέτερο διάλυμα). Άρα είχαν την παρανόηση ότι κάθε διάλυμα άλατος χαρακτηρίζεται από τιμή $\text{pH}=7$ (ουδέτερο διάλυμα) και ότι εξουδετέρωση σήμαινε ουδέτερο διάλυμα.

ε) Η έννοια της εξουδετέρωσης ενός οξέος από βάση σήμαινε για τους φοιτητές και τις φοιτήτριες πλήρη εξουδετέρωση αγνοώντας την έννοια της περίσσειας ενός από τα αντιδρώντα και θεωρούσαν επίσης ότι όταν ένας ασθενής ηλεκτρολύτης εξουδετερωνόταν με έναν ισχυρό ηλεκτρολύτη το pH του διαλύματος καθοριζόταν από τον ισχυρό ηλεκτρολύτη ανεξαρτήτως των ποσοτήτων που χρησιμοποιούνταν.

στ) Η έννοια της υδρόλυσης των ιόντων ενός άλατος συγχέεται με την έννοια της διάλυσης στο νερό.

Οι Bradley και Mosimege (1998) διερεύνησαν τις παρανοήσεις μεταξύ 53 φοιτητών και φοιτητριών υποψηφίων δασκάλων σε Πανεπιστήμιο της Νότιας Αφρικής οι οποίες ήταν:

α) Η αδυναμία των φοιτητών/ριών να εξηγήσουν τη συμπεριφορά των οξέων και βάσεων μέσω των θεωριών Arrhenius και Bronsted–Lowry με περισσότερα προβλήματα να αντιμετωπίζουν στη θεωρία Arrhenius.

β) Η αδυναμία των φοιτητών/ριών να κατατάξουν μια σειρά από οξέα ή των συζυγών τους βάσεων κατά αυξανόμενη σειρά ισχύος.

γ) Η σύγχυση σχετικά με τη δράση των δεικτών

δ) Η αδυναμία στην κατανόηση της έννοιας διπρωτικό οξύ και δυσκολία στον ιοντισμό των διπρωτικών οξέων. Πολλοί/ές φοιτητές/ριες είχαν την άποψη ότι διπρωτικό σήμαινε ότι έχει αμφολυτικό χαρακτήρα.

ε) Η δυσκολία να αντιληφθούν τον όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα των αλάτων όπου μεγάλο ποσοστό φοιτητών/ριών είχε την άποψη ότι όλα τα διαλύματα των αλάτων είναι ουδέτερα.

ζ) Η αδυναμία να αντιληφθούν τότε μια αντίδραση ολοκληρώνεται και τότε οδηγείται σε χημική ισορροπία.

η) Η αδυναμία να αντιληφθούν ποιος είναι ο καταλληλότερος δείκτης για την ογκομέτρηση οξέων και βάσεων.

Σε μια άλλη έρευνα των Kousathana et al (2005) που αφορούσε σε 119 τελειόφοιτους της Γ' Λυκείου σε Ελληνικό δημόσιο σχολείο καταγράφηκαν οι παρακάτω παρανοήσεις.

Α) Η δυσκολία διάκρισης ανάμεσα στις έννοιες διάσταση και ιοντισμός τις οποίες οι μαθητές/ριες χρησιμοποιούσαν χωρίς διάκριση, με την έννοια του ιοντισμού να εμφανίζεται περισσότερο σύνθετη.

Β) Η δυσκολία διάκρισης από τους μαθητές/ριες των μοντέλων Arrhenius και Bronsted–Lowry κάθε φορά που προσπαθούσαν να διακρίνουν τη συμπεριφορά των ουσιών ως οξέα ή βάσεις.

Γ) Η θεώρηση ότι τα ισχυρά οξέα έχουν υψηλότερο pH από αυτό των ασθενών οξέων.

Δ) Η άποψη ότι το pH είναι μέτρο της οξύτητας αλλά όχι της βασικότητας.

Ε) Η αδυναμία να εξηγήσουν τη δράση ενός σώματος ως οξύ μόνο με την παρουσία μιας βάσης και αντιστρόφως.

Στ) Η παράληψη της ισορροπίας αυτοϊοντισμού του νερού σε κάθε υδατικό διάλυμα.

Σε άλλη εργασία των Σολομωνίδου, Καραγεωργίου και Σταυρίδου (1994) που αφορούσε στα οξέα, τις βάσεις και το pH αναφέρθηκαν οι εξής παρατηρήσεις από έρευνα με 130 μαθητές/ριες Γυμνασίου και Λυκείου.

Α) Οξύ θεωρείται ότι είναι μια ένωση που περιέχει H ή H⁺ ή H⁻, H₂, O, O₂, O⁻, OH.

Β) Οξύ είναι μια ουσία που είναι δραστική, καυστική και γενικά επικίνδυνο σώμα

Γ) Οι βάσεις δεν θεωρούνται τόσο καυστικά ή επικίνδυνα σώματα

Δ) Πολύ λίγοι/ες μαθητές/ριες ανέφεραν ότι τα οξέα και οι βάσεις είναι ηλεκτρολύτες

Ε) Πολύ λίγοι/ες μαθητές/ριες ανέφεραν την τιμή pH για ένα διάλυμα οξέος ή βάσης

Στ) Πολύ λίγοι/ες μαθητές/ριες χρησιμοποίησαν τον ορισμό των οξέων και βάσεων σύμφωνα με τη θεωρία Arrhenius

Ζ) Αναγνώρισαν τα οξέα και τις βάσεις με λανθασμένους τρόπους όπως με τις αισθήσεις ή επειδή καταστρέφουν σώματα, αγνοώντας έννοιες όπως το pH ή οι δείκτες

Η) Οι βάσεις γενικά είναι σώματα άγνωστα στους μαθητές και τις μαθήτριες

Θ) Αναγνώρισαν λανθασμένα ως όξινα ή βασικά καθημερινά σώματα όπως μύρα, φυσικό χυμό πορτοκαλιού, μεταλλικό νερό Σουρωτή, χυμό λεμονιού, χλωρίνη κ.ά

Σε μια τελευταία εργασία του Cokelmez (2010) που αφορούσε σε 286 Γάλλους και Γαλλίδες μαθητές/ριες της Β' και Γ' Λυκείου καθώς και σε 242 Τούρκους και Τουρκάλες μαθητές/ριες των ίδιων τάξεων με θέμα τις ιδέες των μαθητών/ριών σχετικά με τις αντιδράσεις μεταξύ οξέων και βάσεων καταγράφηκαν οι παρακάτω παρανοήσεις.

Α) Η οξύτητα και η βασικότητα ενός διαλύματος καθορίζεται από την ύπαρξη των χαρακτηριστικών ομάδων H⁺ ή OH⁻ στο χημικό τύπο των ενώσεων.

Β) Η ανάμειξη οποιουδήποτε οξέος με οποιαδήποτε βάση οδηγεί σε αντιστάθμιση των ιδιοτήτων των οξέων και βάσεων ή στην υπέρσχυση του όξινου ή βασικού χαρακτήρα των ουσιών που προστίθενται.

Γ) Η εξουδετέρωση είναι μια αντίδραση μεταξύ οποιουδήποτε οξέος με οποιαδήποτε βάση έτσι ώστε να παραχθεί νερό και αλάτι.

Δ) Η εξουδετέρωση οξέος με βάση πάντοτε δίνει ουδέτερο διάλυμα του οποίου η τιμή pH ισούται με 7.

Ε) Σε ένα ουδέτερο διάλυμα δεν υπάρχουν H₃O⁺ ή OH⁻

Στ) Η προσθήκη ισχυρών οξέων ή βάσεων σε διαλύματα ασθενών βάσεων ή οξέων θα οδηγήσει στη δημιουργία όξινων ή βασικών διαλυμάτων.

Ζ) Στο ισοδύναμο σημείο υπάρχει τόσο το οξύ όσο και η βάση ως αντιδρώντα και το διάλυμα γίνεται ουδέτερο.

Η) Η προσθήκη ισχυρών οξέων σε ισχυρές βάσεις θα οδηγήσει στην παραγωγή ουδέτερου διαλύματος.

Θ) Ανεξάρτητα από τις ποσότητες που θα προστεθούν, το διάλυμα που θα προκύψει από την εξουδετέρωση ισχυρού οξέος π.χ HCl με ισχυρή βάση π.χ. NaOH περιέχει τόσα H₃O⁺ όσα και OH⁻.

- Η) Κάθε οξύ καθώς αντιδρά με οποιαδήποτε βάση θα οδηγεί σε νερό και αλάτι.
- Θ) Το πρωτόνιο (H^+) που αποδεσμεύεται από το οξύ δεσμεύεται από τη βάση ή δύο συζυγή ζεύγη οξέος-βάσης εμπλέκονται στην αντίδραση.

Κεφάλαιο 2: Μεθοδολογία της έρευνας

2.1. Κριτήρια επιλογής θέματος

Η μελέτη των οξέων, των βάσεων, των αλάτων, του pH και της εξουδετέρωσης καθώς και η χρήση του εικονικού εργαστηρίου Iridium επιλέχθηκαν για τους εξής λόγους:

- Υπάρχει ερευνητικό ενδιαφέρον, όπως φαίνεται στη διεθνή βιβλιογραφία.
- Η συμπεριφορά των οξέων, βάσεων και αλάτων δίνει πληροφορίες για τη σωματιδιακή μορφή της ύλης.
- Επικρατούν στους/στις μαθητές/ριες παρανοήσεις και δυσκολίες σχετικά με τη συμπεριφορά των παραπάνω ηλεκτρολυτών.
- Αναφέρεται στα σχολικά εγχειρίδια, διδάσκεται όμως με τρόπο μηχανιστικό, αδιάφορο, όπου οι μαθητές/ριες δεν συμμετέχουν ουσιαστικά καθώς δεν έχουν κίνητρα και το ενδιαφέρον τους είναι χαμηλό.
- Μπορούν να αξιοποιηθούν οι νέες τεχνολογίες, όπως το εικονικό εργαστήριο Iridium, με το οποίο οι μαθητές/τριες μπορούν να συνδέσουν τις θεωρητικές γνώσεις με το εργαστηριακό περιβάλλον, να δημιουργήσουν διαλύματα και να μελετήσουν τη συμπεριφορά τους, κάνοντας προβλέψεις επιβεβαιώνοντας ή όχι τις προβλέψεις, οδηγούμενοι/ες σε μάθηση με νόημα και αποτέλεσμα.
- Οι μαθητές/τριες μνούνται στην επιστημονική μέθοδο της δοκιμής και του λάθους, πειραματιζόμενοι/ες με το περιβάλλον του εργαστηρίου δοκιμάζοντας τις γνώσεις τους.

2.2. 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. Είναι, επομένως, προσανατολισμένες στην πράξη και γεφυρώνουν το χάσμα μεταξύ έρευνας και διδακτικής πράξης (Σταυρίδου, 1995).

Στόχοι της διδασκαλίας ήταν, μετά την πραγματοποίησή της, οι μαθητές και οι μαθήτριες να είναι ικανοί:

- Να συνδέουν το φαινόμενο της όξινης βροχής με τα καθημερινά οξέα που χρησιμοποιούμε.
- Να αναγνωρίζουν και να ομαδοποιούν οξέα σε καθημερινά υλικά (ξίδι, σπρίτο του αλάτος, υγρό μπαταρίας, χυμός λεμονιού)

- Να αναγνωρίζουν ιδιότητες των οξέων (αντιδρούν με τα ανθρακικά άλατα και τα οξέα και να αναγνωρίζουν την τελευταία αντίδραση ως εξουδετέρωση).
- Να αναγνωρίζουν και να ομαδοποιούν βάσεις σε καθημερινά υλικά (αποφρακτικό σωληνώσεων tuboflo, καθαριστικό τζαμιών ajax, καθαριστικό φούρνων fornet και αντιόξινο φάρμακο γάλα μαγνησίας).
- Να αναγνωρίζουν ιδιότητες των βάσεων (αντιδρούν με τα οξέα ως εξουδετέρωση).
- Να αναγνωρίζουν τα άλατα σε καθημερινά υλικά (μάρμαρο, κιμωλία, τσόφλι αυγού, σόδα φαγητού, μαγειρικό αλάτι).
- Να βρίσκουν το pH διαλυμάτων οξέων, βάσεων και του μαγειρικού αλάτος και να βρίσκουν επίσης τα όρια των τιμών pH για τα παραπάνω διαλύματα.
- Να αναπτύξουν δεξιότητες συνεργασίας και επικοινωνίας με τους άλλους μαθητές και μαθήτριες.

2.3. Υποθέσεις της έρευνας

Οι υποθέσεις της έρευνας είναι οι ακόλουθες:

1. Η διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας στους/στις μαθητές/ριες της Α' Λυκείου είναι μηχανιστική, αδιάφορη και η σύνδεση των γνώσεων, στις υπό μελέτη ενότητες, με καταστάσεις που αφορούν στον πραγματικό κόσμο, θα βοηθούσε στην κατανόηση των εννοιών του κεφαλαίου των ιοντικών διαλυμάτων.
2. Η διδασκαλία μέσω πειραμάτων τα οποία εκτελούνται από τους/τις μαθητές/ριες και του εικονικού εργαστηρίου IrYdium θα μπορούσε να ενεργοποιήσει τους/τις μαθητές/ριες ώστε να τροποποιήσουν ικανοποιητικά τις παρανοήσεις τους μετά από τη διδασκαλία που θα ήταν βασισμένη στον κοινωνικό εποικοδομισμό και τη συνεργατική μάθηση.
3. Οι μαθητές/ριες της Α' Λυκείου έχουν παρανοήσεις και εναλλακτικές αναπαραστάσεις για τα ιοντικά διαλύματα και αδυνατούν σε πολύ σημαντικό βαθμό να συνδέσουν τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα με καθημερινά υλικά που χρησιμοποιούνται για την ικανοποίηση των αναγκών μας.
4. Η συνεργασία, η αλληλεπίδραση και η επικοινωνία μεταξύ των μαθητών και μαθητριών θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε θετικά αποτελέσματα σε επίπεδο επιδόσεων αλλά και διαπροσωπικών σχέσεων.

2.4. Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 24 μαθητές/ριες της Α' Λυκείου του 6^{ου} Λυκείου Βόλου ενώ την ομάδα ελέγχου αποτέλεσαν 20 μαθητές/ριες ενός άλλου τμήματος του ίδιου Λυκείου. Οι μαθητές και οι μαθήτριες της τάξης είχαν διδαχτεί σε θεωρητική αλλά και εργαστηριακή βάση τις έννοιες των οξέων, βάσεων, αλάτων και του pH στη Γ' Γυμνασίου. Επίσης είχαν ήδη αρκετές γνώσεις στη χρήση των Η/Υ (είχαν διδαχθεί το μάθημα των Εφαρμογών Η/Υ στις προηγούμενες τάξεις του σχολείου), οπότε οι περισσότεροι/ες χειρίζονταν τους Η/Υ με ευκολία. Συνεπώς μπορούσαν να πλοηγηθούν στο διαδίκτυο με σχετική ευκολία.

Οι μαθητές/ριες ήταν όμως αρκετά εξοικειωμένοι/ες με την εργασία σε ομάδες. Στα εργαστηριακά μαθήματα εργάζονταν σε ομάδες των τριών ατόμων για να ολοκληρώσουν την εργασία τους. Το μοντέλο διδασκαλίας που είχε ακολουθηθεί από το διδάσκοντα καθηγητή έμοιαζε πολύ με το μοντέλο του διδακτικού σχεδιασμού το οποίο είναι ένα συμπεριφοριστικό μοντέλο διδασκαλίας με διαρκή καθοδήγηση

των παιδιών από το διδάσκοντα καθηγητή. Η διδασκαλία κάθε ενότητας ακολουθούσε αρχικά το στάδιο της μετάδοσης του μηνύματος, δηλαδή ο καθηγητής έκανε μετάδοση των πληροφοριών στις οποίες έπρεπε να έχει πρόσβαση ο μαθητής ή η μαθήτρια για να περάσει στο επόμενο στάδιο το οποίο είναι η πρακτική εξάσκηση. Η πρακτική εξάσκηση εποπτευόταν από τον καθηγητή, ώστε να υπάρχει άμεση τροφοδότηση σχετική με την επίδοση και τις πιθανές διορθώσεις που έπρεπε να κάνουν τα παιδιά όταν εργάζονταν στις ομάδες τους. Η ύλη κάθε ενότητας χωριζόταν σε βαθμίδες και κάθε βαθμίδα διδασκονταν σταδιακά με τον παραπάνω τρόπο.

Τα βασικά σημεία τα οποία ερευνά η παρούσα εργασία είναι αν θα συνεισφέρουν θετικά στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που παρουσιάζουν οι μαθητές/τριες στην κατανόηση βασικών εννοιών στα ιοντικά διαλύματα, αφενός η αλλαγή του μοντέλου διδασκαλίας (από συμπεριφοριστικό σε ομαδοσυνεργατικό και εποικοδομικό) και αφετέρου η νέα προσέγγιση σε σχέση με τη χρήση του λογισμικού IrYdium στο πλαίσιο ενός συνεργατικού περιβάλλοντος μάθησης με υποστήριξη από υπολογιστή.

Αυτό που επίσης ερευνάται είναι αν η χρήση εργαστηριακών ασκήσεων σχετικά με τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα καθώς και η προσομοίωσή τους μπορούν να συμβάλλουν θετικά στην αντιμετώπιση των δυσκολιών που συναντούν οι μαθητές και οι μαθήτριες στην έννοια του pH, στις διάφορες συμβολικές αναπαραστάσεις και στη μετάβαση σε διαφορετικά επίπεδα αφάιρεςης.

2.5. Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων

Η συλλογή των ερευνητικών δεδομένων στηρίχτηκε στα ερωτηματολόγια, στις σημειώσεις των μαθητών/ριών στα φύλλα εργασίας και σε ένα φύλλο παρατήρησης που κατέγραφε στοιχεία από την πορεία της διδασκαλίας, το περιβάλλον της τάξης και το ομαδοσυνεργατικό κλίμα.

2.6. Διαδικασία διδασκαλίας και έρευνας

Η σχεδίαση και υλοποίηση της ερευνητικής διαδικασίας έγινε σύμφωνα με το μοντέλο ΔΕΣΤΕ το οποίο περιλαμβάνει τα παρακάτω πέντε στάδια (Σολομωνίδου, 2006).

1. Διερεύνηση των αρχικών ιδεών των μαθητών/τριών

Η ανασκόπηση και η μελέτη της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας έδειξε ότι οι έννοιες των οξέων αλλά ιδιαιτέρως των βάσεων και του pH, θέτουν σημαντικά προβλήματα στους /ις μαθητές /τριες όλων των τάξεων. Επίσης φαίνεται ότι οι παραπάνω έννοιες ελάχιστα συνδέονται με ουσίες και καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Αξίζει να αναφερθεί ότι από επιστημολογική άποψη θεωρείται ότι μια έννοια γίνεται επιστημονική όταν γίνεται «τεχνική», γεγονός που στην περίπτωση των οξέων και των βάσεων μεταφράζεται στην ύπαρξη τεχνικών αναγνώρισης του όξινου ή βασικού χαρακτήρα μιας ουσίας, όπως είναι οι δείκτες, το πεχαμετρικό χαρτί, τα ηλεκτρικά πεχάμετρα, κ.ά. Το ότι οι μαθητές/τριες δεν είναι σε θέση να προτείνουν αποτελεσματικές μεθόδους ανίχνευσης του όξινου ή βασικού χαρακτήρα και ανατρέχουν στη χρήση των αισθήσεων για το σκοπό αυτό, σημαίνει ότι δεν έχουν οικοδομήσει τις επιστημονικές έννοιες των οξέων και των βάσεων ή ότι έχουν κάποιες γνώσεις, αλλά οι γνώσεις αυτές δεν είναι λειτουργικές (Σολομωνίδου, Σταυρίδου & Καραγεωργίου, 1994).

Για να γίνει η σύνδεση των ουσιών αυτών και του pH με υλικά και καταστάσεις της καθημερινής ζωής, οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών διερευνήθηκαν πριν από τη

διδασκαλία με τη βοήθεια ενός αρχικού ερωτηματολογίου και μετά τη διδασκαλία, με τη συμπλήρωση ενός τελικού ερωτηματολογίου από τους/τις μαθητές/ριες.

Στόχος του αρχικού ερωτηματολογίου (pre-test) που αναπτύχθηκε για τις ανάγκες της έρευνας, ήταν να διερευνήσει τις ιδέες όλων των παιδιών για τα ιοντικά διαλύματα έτσι ώστε να διαπιστωθούν οι εναλλακτικές ιδέες και οι παρανοήσεις τους, πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά τη φάση της διδασκαλίας. Το περιεχόμενο του συνδεόταν με τους διδακτικούς στόχους της παρέμβασης και τους στόχους της έρευνας. Περιελάμβανε 12 ενοποιημένες ερωτήσεις ανοικτού τύπου που στόχευαν να συνδέσουν την καθημερινότητα, και ειδικότερα την όξινη βροχή με τα οξέα, καθώς και με τις συμπεριφορές των οξέων, των βάσεων και των αλάτων. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε στους μαθητές και τις μαθήτριες στην αρχή του 3^{ου} κεφαλαίου που αφορούσε στα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα και το pH τη 2^η εβδομάδα του Μαρτίου και μία εβδομάδα πριν τη διδασκαλία του κεφαλαίου αυτού και η συμπλήρωσή του διήρκεσε 2 διδακτικές ώρες. Στη συνέχεια η διδακτική παρέμβαση με τη χρήση φύλλων εργασίας που περιείχε 6 δραστηριότητες διήρκεσε 3 εβδομάδες και την 4^η εβδομάδα δόθηκε το τελικό ερωτηματολόγιο που ήταν ίδιο με το αρχικό. Το αρχικό ερωτηματολόγιο περιελάμβανε τις παρακάτω ερωτήσεις:

1^η ερώτηση

Δίπλα βλέπεις ένα εργοστάσιο χαλυβουργίας δηλαδή παρασκευής σιδήρου και χάλυβα. Τι παρατηρείς; Ποιες είναι οι συνέπειες των αερίων που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου; Ποιες ουσίες υπάρχουν στα αέρια που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;

Σκοπός της ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να συνδυάσουν τη βιομηχανική δραστηριότητα με την εκπομπή αερίων ρύπων που είναι επικίνδυνοι για το περιβάλλον, αν μπορούν να συνδυάσουν τους αέριους ρύπους των βιομηχανιών με τα περιβαλλοντικά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε (όξινη βροχή, αποψίλωση δασών, διάβρωση-γυψοποίηση μαρμάρινων αγαλμάτων και ιστορικών μνημείων) και αν μπορούν να αναγνωρίσουν συγκεκριμένες χημικές ενώσεις (SO_3 τριοξείδιο του θείου) που ευθύνονται για τα περιβαλλοντικά προβλήματα που παρατηρούνται.

2^η ερώτηση

Βλέπεις δίπλα ένα δάσος του Καναδά. Τι παρατηρείς; Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό; Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων; Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό των δασών;

Σκοπός της 2^{ης} ερώτησης ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να εντοπίσουν ένα σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα που συνδέεται με την αποψίλωση των δασών και την τελική καταστροφή τους, να εντοπίσουν τα αίτια που προκάλεσαν την καταστροφή των δασών, να συνδέσουν τις εκπομπές αερίων ρύπων των χαλυβουργείων με την καταστροφή των δασών μέσα από τη δημιουργία της όξινης βροχής και αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να συνδέσουν την καταστροφή των δασών με συγκεκριμένες χημικές ενώσεις που περιέχονται στους αέριους ρύπους των χαλυβουργείων.

3^η ερώτηση

Βλέπεις δίπλα δύο εικόνες του ίδιου αγάλματος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές, το 1908 και το 1969. Τι παρατηρείς; Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό; Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό κατά τη γνώμη

σου; Πώς συνδέεται το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων;

Σκοπός της 3^{ης} ερώτησης ήταν να διαπιστωθεί αρχικά αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να αντιληφθούν την καταστροφή του μαρμάρινου αγάλματος, αν μπορούν να βρουν τα αίτια της περιβαλλοντικής καταστροφής των μαρμάρινων αγαλμάτων και άλλων μαρμάρινων ιστορικών μνημείων, να συνδέσουν συγκεκριμένες χημικές ενώσεις που ευθύνονται για την καταστροφή των μαρμάρινων ιστορικών μνημείων-αγαλμάτων και αν μπορούν να αντιληφθούν τη σχέση μεταξύ των αέριων ρύπων και την καταστροφή των μαρμάρινων αγαλμάτων-μαρμάρινων ιστορικών μνημείων.

4^η ερώτηση

Μπορείτε να βρείτε άλλο παράδειγμα ουσιών με παρόμοια συμπεριφορά από την καθημερινή σας ζωή; Πώς θα ονομάζατε τις ουσίες αυτές από χημικής άποψης;

Σκοπός της 4^{ης} ερώτησης ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να βρουν άλλες χημικές ενώσεις από το καθημερινό τους περιβάλλον με δράση παρόμοια με αυτήν των ουσιών που προκαλούν τα περιβαλλοντικά προβλήματα (π.χ το υδροχλωρικό οξύ που καταστρέφει τα μάρμαρα) και γνωρίζουν να αντιληφθούν ότι οι χημικές αυτές ενώσεις με παραπλήσιες ιδιότητες ονομάζονται οξέα.

5^η ερώτηση

Το ξίδι είναι ένα υλικό που το χρησιμοποιούμε στο να κάνουμε τις σαλάτες πιο εύγευστες και ωφέλιμες. Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό κατά τη γνώμη σου; Σε ποιο ποσοστό περιέχεται η ουσία αυτή στο ξίδι; Πώς παράγεται το ξίδι κατά τη γνώμη σου; Παρακαλείσαι να γράψεις τη χημική αντίδραση παραγωγής του ξιδιού.

Σκοπός της ομάδας των ερωτήσεων ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να βρουν ένα οξύ, το οξικό οξύ, σε μια πολύ κοινή καθημερινή ουσία, το ξίδι και αν μπορούν να δώσουν πληροφορίες για την περιεκτικότητα του μίγματος του ξιδιού σε οξικό οξύ, τον τρόπο παρασκευής του και τη χημική εξίσωση της αντίδρασης που οδηγεί στην παρασκευή του.

6^η ερώτηση

Όταν μας τσιμπήσει μια μέλισσα τρέχουμε γρήγορα να κατευνάσουμε τον πόνο χρησιμοποιώντας ένα υλικό. Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό; Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται; Ποια ουσία βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας που προκάλεσε τον πόνο κατά τη γνώμη σου; Παρακαλείσαι να περιγράψεις την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών. Πώς λέγεται η αντίδραση μεταξύ της ουσίας που βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας και της ουσίας που χρησιμοποιήθηκε για τον κατευνασμό του τσιμπήματος κατά την άποψή σου;

Σκοπός της ομάδας αυτής των ερωτήσεων ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να βρουν τη δραστική ουσία στο κεντρί της μέλισσας (ένα οξύ, το μυρμηκικό οξύ), τη δραστική ουσία που υπάρχει στο υλικό που χρησιμοποιούμε για την εξουδετέρωση του πόνου (μια βάση, την αμμωνία) και αν μπορούν να αναφέρουν το είδος της αντίδρασης μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης (εξουδετέρωση) καθώς και τη χημική εξίσωση μεταξύ τους.

7^η ερώτηση

Το tuboflo χρησιμοποιείται ως αποφρακτικό σωληνώσεων που έχουν βουλώσει. Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχει το tuboflo κατά τη γνώμη σου; Με τι μπορεί να αλληλεπιδράσει το tuboflo σε μια αποφραγμένη σωλήνωση;

Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να βρουν τη δραστική ουσία στο αποφρακτικό tuboflo (μια βάση, το καυστικό νάτριο) και αν μπορούν να βρουν με τι αντιδρά το αποφρακτικό σε μια αποφραγμένη σωλήνωση.

8^η ερώτηση

Το μαγειρικό αλάτι χρησιμοποιείται στο να κάνει πιο νόστιμα τα φαγητά. Ποια είναι η κύρια ουσία σε αυτό κατά τη γνώμη σου και σε ποιο ποσοστό βρίσκεται σε αυτό; Τι γεύση έχει το μαγειρικό αλάτι; Με ποιο τρόπο το παράγουμε; Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται;

Σκοπός της ομάδας αυτής των ερωτήσεων ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες γνωρίζουν την κύρια ουσία στο μαγειρικό αλάτι, τον τρόπο παραγωγής του και αν μπορούν επίσης να βρουν υγρά του σώματος στα οποία περιέχεται η κύρια ουσία του αλατιού.

9^η ερώτηση

Το μάρμαρο και η κιμωλία αποτελούνται από το ίδιο υλικό. Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελούνται κατά την άποψή σου; Πώς θα μπορούσες να καθαρίσεις τα βρώμικα (μαυρισμένα) σκαλοπάτια από μάρμαρο στο σπίτι σου;

Σκοπός της ομάδας των ερωτήσεων ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες γνωρίζουν την κύρια ουσία στο μάρμαρο και την κιμωλία, ένα ανθρακικό αλάτι, το ανθρακικό ασβέστιο, να εντοπίσουν ότι είναι ένα αλάτι, και αν γνωρίζουν την αντίδραση ανάμεσα στα ανθρακικά άλατα και στα οξέα (που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον καθαρισμό των λευκών μαρμάρων) και να συνδέσουν την αντίδραση αυτή με την καταστροφή των μαρμάρων.

10^η ερώτηση

Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν κατά την άποψή σου όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα; Πού οφείλεται κατά την άποψή σου ο όξινος και ο βασικός χαρακτήρας ενός υδατικού διαλύματος; Με ποια δοκιμασία (με ποιο τρόπο) θα μπορούσες να καταλάβεις τον όξινο, το βασικό ή τον ουδέτερο χαρακτήρα των ουσιών αυτών;

Σκοπός της ομάδας των ερωτήσεων ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες μπορούν να βρουν ποιες από τις ουσίες που αναφέρθηκαν έχουν όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα, δηλαδή αν έχουν χαρακτηριστικά οξέος, βάσης ή ουδέτερου άλατος. Επίσης να διαπιστωθεί αν γνωρίζουν για ποιο λόγο τα οξέα έχουν κοινές ιδιότητες (όξινος χαρακτήρας) καθώς επίσης το ίδιο και για τις βάσεις (βασικός χαρακτήρας). Τέλος ζητούνταν από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναφέρουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αναγνωρίσουν τον όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα των παραπάνω ουσιών.

11^η ερώτηση

Ποια είναι κατά τη γνώμη σου η σημασία της κλίμακας του pH; Ποιες είναι οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει το pH ενός υδατικού διαλύματος; Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός όξινου διαλύματος, ενός βασικού και ενός ουδέτερου υδατικού διαλύματος;

Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες γνωρίζουν την έννοια του pH, τις τιμές που μπορεί να πάρει η κλίμακα του pH καθώς και τις τιμές του για τα διαλύματα των οξέων, των βάσεων και των αλάτων.

12^η ερώτηση

Τι είναι κατά την άποψή σου η εξουδετέρωση; Ποιες ουσίες συμμετέχουν στην αντίδραση της εξουδετέρωσης ως αντιδρώντα και ως προϊόντα;

Σκοπός ήταν να διαπιστωθεί αν οι μαθητές και οι μαθήτριες γνωρίζουν την έννοια της εξουδετέρωσης, τα αντιδρώντα και τα προϊόντα στην αντίδραση αυτή.

Από τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών και μαθητριών στο αρχικό ερωτηματολόγιο προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα. Οι μαθητές/ριες:

- 1) Δεν μπορούν να εξηγήσουν αποτελεσματικά το περιβαλλοντικό πρόβλημα της όξινης βροχής και να το συνδέσουν με τα οξέα της καθημερινής ζωής.
- 2) Εμφανίζουν αδυναμία να ομαδοποιήσουν και να αναγνωρίσουν τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα σε καθημερινά υλικά.
- 3) Συναντούν σημαντικές δυσκολίες στο να αναγνωρίσουν τις ιδιότητες των οξέων και των βάσεων.
- 4) Αδυνατούν να ορίσουν και να εξηγήσουν την έννοια του pH, τις τιμές που λαμβάνει καθώς και την έννοια της εξουδετέρωσης.

2. «Επινόηση» και διαμόρφωση του περιεχομένου

Το επόμενο στάδιο ήταν η επιλογή των κατάλληλων αυθεντικών πειραματικών στρατηγικών χρησιμοποιώντας καθημερινά υλικά αλλά και η επιλογή του κατάλληλου λογισμικού για τη διδασκαλία της έννοιας του pH. Το λογισμικό που επιλέχθηκε ήταν το εικονικό εργαστήριο IrYdium.

Το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα προβλέπει τη διδασκαλία του κεφαλαίου των ιοντικών διαλυμάτων σε 8 διδακτικές ώρες και το πρόγραμμα αυτό θα το ακολουθήσει η ομάδα ελέγχου. Η ομάδα ελέγχου θα διδαχθεί τα παραπάνω φαινόμενα με τον παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι οι μαθητές/τριες είναι παθητικοί δέκτες των γνώσεων που μεταδίδονταν από τον/ην καθηγητή/ρια, αφού κατά την προετοιμασία των μαθητών/ριών για τις εξετάσεις παραμελείται η δυνατότητα ανάπτυξης υψηλής τάξης δεξιοτήτων σκέψης (Dori, 2003). Οι υψηλής τάξης δεξιότητες σκέψης περιγράφουν δραστηριότητες περισσότερο σύνθετες από τη γνώση, την κατανόηση ή την εφαρμογή (Bloom, 1956). Βασιζόμενοι στην ταξινόμηση του Bloom η απομνημόνευση και η ανάκληση των πληροφοριών τοποθετούνται στις χαμηλής στάθμης δεξιότητες σκέψης ενώ η ανάλυση, η σύνθεση, η αξιολόγηση, η κατασκευή υποθέσεων, η δημιουργία διερευνητικών ερωτήσεων, η συγκρίσεις μεγεθών, η ενασχόληση με αντικρουόμενες απόψεις καθώς και η δεξιότητα για επιστημονικές έρευνες αφορούν σε δεξιότητες σκέψης υψηλής τάξης. Στην παραδοσιακή διδασκαλία δεν υπάρχει η δυνατότητα οι μαθητές/ριες να εμπλακούν σε τέτοιες δραστηριότητες όπως ο σχεδιασμός ενός πειράματος, η επίλυση συγκρούσεων σχετικά με διαφορετικές απόψεις των μαθητών/ριών σχετικά με ένα θέμα ή η κριτική σκέψη (Zohar & Dori, 2003) και υπάρχουν παράγοντες που εμποδίζουν την ενεργοποίηση των μαθητών/ριών όπως: οι δασκαλοκεντρικές διαλέξεις, το υλικό και το περιεχόμενο σπουδών δεν είναι συνδεδεμένο με τις καθημερινές εμπειρίες των μαθητών/ριών, οι πολύ λίγες

εργαστηριακές ασκήσεις και η μοναδική ανταμοιβή είναι οι βαθμολογίες τους στα διάφορα διαγωνίσματα.

Στο σχολικό αναλυτικό πρόγραμμα είναι υποχρεωτικές τρεις εργαστηριακές ασκήσεις με θέμα τον όξινο και βασικό χαρακτήρα, τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης καθώς και τις αντιδράσεις απλής και διπλής αντικατάστασης αλλά αρκετές φορές λόγω διαφόρων προβλημάτων δεν πραγματοποιούνται.

Η πειραματική ομάδα θα διδαχθεί τις έννοιες των ιοντικών διαλυμάτων μέσω της εποικοδομητικής προσέγγισης όπου το 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 προγράμματος που σχεδιάστηκε για την παρούσα εργασία περιλαμβάνει εκτελέσεις πειραμάτων με καθημερινά υλικά όπως σπέρτο του άλατος και χυμός λεμονιού από την πλευρά των οξέων, από την πλευρά των αλάτων χρησιμοποιήθηκαν σόδα φαγητού και τσόφλια αυγών κλπ. ενώ από την πλευρά των βάσεων χρησιμοποιήθηκαν καθημερινά υλικά όπως καθαριστικό φούρνων και αντιόξινο φαρμακευτικό σκεύασμα για τις καούρες.

Η διαφοροποίηση από το παραδοσιακό αναλυτικό πρόγραμμα συνίσταται στο γεγονός ότι ο σχεδιασμός των δραστηριοτήτων είχε ως σκοπό την επίτευξη των στοιχείων της σύνδεσης της γνώσης των ιοντικών διαλυμάτων με αυθεντικές καταστάσεις γιατί σύμφωνα με τον εποικοδομητισμό μαθαίνουμε αλληλεπιδρώντας με πραγματικές καταστάσεις και προβλήματα και πάντοτε σε επικοινωνία και συνεργασία με τους συμμαθητές/τριες μας. Γι' αυτό επινοήθηκαν δραστηριότητες στο εργαστήριο Φυσικών επιστημών είτε στο εργαστήριο Πληροφορικής χρησιμοποιώντας το εικονικό εργαστήριο του περιβάλλοντος Iridium.

Συνεπώς οι μαθητές/ριες δεν είναι πλέον παθητικοί δέκτες των εννοιών που μεταδίδονται με έναν παραδοσιακό τρόπο του μαυροπίνακα (chalk and talk) και δεν είναι πλέον απομονωμένοι αλλά μέσα από τις ομάδες που θα δημιουργηθούν θα έχουν τη δυνατότητα να διαπραγματευτούν τη γνώση τους και να οδηγηθούν σε πιο στέρεες γνώσεις και μαθησιακά αποτελέσματα.

Τα μαθησιακά έργα που χρησιμοποιούνται έχουν σκοπό να ενεργοποιήσουν την αρχική γνώση των παιδιών και να την αλλάξουν αλλά και να τη συνδέσουν με το περιβάλλον και την καθημερινότητα αλλά και με προβλήματα σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο και τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και υποκείμενη σε πιθανή μελλοντική διάψευση (Βλάχος, 2004) καθιστώντας τα παιδιά ικανά να αποκτήσουν την επιστημονική νοοτροπία.

Διαμορφώθηκαν επίσης και οι επιμέρους στόχοι για κάθε μια δραστηριότητα.

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να βρίσκουν τις δραστικές ουσίες σε συγκεκριμένα υγρά που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή όπως το ξίδι, ο χυμός λεμονιού, το σπέρτο του άλατος και το υγρό μπαταρίας.
- Να διαπιστώνουν τις κοινές ιδιότητες των υγρών αυτών καθώς όλα αντιδρούν με τα ανθρακικά άλατα.
- Να ομαδοποιούν τα παραπάνω υγρά ως οξέα και να ονομάζουν τις ιδιότητες αυτές όξινος χαρακτήρας.

- Να βρίσκουν τις δραστικές ουσίες σε συγκεκριμένα ανθρακικά άλατα όπως το τσόφλι του αυγού, τη σόδα του φαγητού, το μάρμαρο και την κιμωλία.
- Να μπορούν να αναπαριστούν σε συμβολικό επίπεδο τους μοριακούς τύπους των ουσιών που χρησιμοποιούνται και να γράφουν τις χημικές εξισώσεις που περιγράφουν τα χημικά φαινόμενα που παρατηρούνται.
- Να παρατηρούν την απελευθέρωση του αερίου διοξειδίου του άνθρακα που είναι κοινό αέριο προϊόν και στα έξι πειράματα στις έξι ομάδες.

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να αποκτήσουν εργαστηριακές δεξιότητες παρασκευής διαλυμάτων όπως είναι το διάλυμα του δείκτη.
- Να αντιληφθούν τη κοινή συμπεριφορά των ουσιών, ξίδι, σπύρτο του άλατος, χυμός λεμονιού και υγρό μπαταρίας καθώς δίνουν την ίδια χρωματική αλλαγή.
- Να ομαδοποιήσουν και πάλι τις παραπάνω ουσίες ως οξέα και να εντάξουν την αλλαγή χρώματος του δείκτη στις κοινές ιδιότητες με αυτή της αντίδρασης των οξέων με τα ανθρακικά άλατα.
- Να εντάξουν την ιδιότητα αλλαγής χρώματος του δείκτη στις ιδιότητες των παραπάνω ουσιών-οξέων που ονομάζονται όξιнос χαρακτήρας.

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να βρίσκουν τις δραστικές ουσίες σε συγκεκριμένα υγρά που χρησιμοποιούνται στην καθημερινή ζωή όπως το γάλα μαγνησίας (milk of magnesia), το αποφρακτικό σωληνώσεων tuboflo, το καθαριστικό τζαμιών Ajax και το καθαριστικό φούρνων Fornet.
- Να αντιληφθούν τη κοινή συμπεριφορά των ουσιών: γάλα μαγνησίας, αποφρακτικό tuboflo, καθαριστικό τζαμιών Ajax και καθαριστικό φούρνων Fornet καθώς δίνουν την ίδια χρωματική αλλαγή με τη χρήση του δείκτη.
- Να ομαδοποιήσουν και πάλι τις παραπάνω ουσίες ως βάσεις και να εντάξουν την αλλαγή χρώματος του δείκτη στις κοινές ιδιότητες των βάσεων.
- Να εντάξουν την ιδιότητα αλλαγής χρώματος του δείκτη στις ιδιότητες των παραπάνω ουσιών-βάσεων που ονομάζονται βασικός χαρακτήρας.

4^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να παρατηρούν τη μεταβολή του χρώματος του δείκτη κατά την προσθήκη οξέος σε διάλυμα βάσης.
- Να αντιληφθούν ότι η χρωματική αλλαγή αναφέρεται στην αντίδραση ανάμεσα στη βάση και το οξύ που προστίθεται.
- Να αναγνωρίζουν την κοινή αντίδραση όλων των βάσεων με τα οξέα.
- Να αποδίδουν τον όρο εξουδετέρωση κάθε φορά που θα γίνεται μια αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και μία βάση.

- Να έχουν τη δυνατότητα να γράφουν τη χημική εξίσωση της αντίδρασης μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης δηλαδή της εξουδετέρωσης.

5^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να συνδέσουν την %w/v περιεκτικότητα ενός διαλύματος με την ποσότητα βάσης που καταναλώνονταν για την εξάλειψη των «καούρων» από τα στομαχικά όξινα υγρά.

6^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Μετά την πραγματοποίηση της έρευνας οι μαθητές/ριες θα είναι ικανοί:

- Να αντιληφθούν την τιμή pH ενός διαλύματος οξέος, ενός διαλύματος βάσης και του καθαρού νερού.
- Να έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν το pH με την περιεκτικότητα του διαλύματος.
- Να αντιληφθούν τη μεταβολή του pH με την προσθήκη νερού-αραίωση.
- Να αντιληφθούν τα όρια της τιμής pH για τα διαλύματα των οξέων και βάσεων.
- Να αναγνωρίζουν ένα διάλυμα ως όξινο, βασικό ή ουδέτερο.

3. Σχεδίαση εποικοδομητικών καταστάσεων και διαδικασιών μάθησης

Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από το 1^ο και το 2^ο στάδιο του μοντέλου ΔΕΣΤΕ βοήθησαν στην τελική διαμόρφωση των έξι δραστηριοτήτων της διδακτικής παρέμβασης.

Η διδακτική παρέμβαση, διάρκειας 6 διδακτικών ωρών, πραγματοποιήθηκε από το γράφοντα στα παιδιά της πειραματικής ομάδας αφού πρώτα αφιερώθηκε μία διδακτική ώρα για να γνωρίσουν οι μαθητές/ριες το περιβάλλον του εικονικού εργαστηρίου. Με τη βοήθεια του εικονικού εργαστηρίου οι μαθητές/ριες είχαν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν διαλύματα καθορισμένης συγκέντρωσης, να πειραματιστούν με τις προσθήκες διαφόρων ουσιών στα αρχικά διαλύματα, να κάνουν προβλέψεις και να επιβεβαιώνουν τις προβλέψεις τους. Επίσης σε όλες τις πειραματικές δραστηριότητες στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών εργάστηκαν σε ανομοιογενείς ομάδες των 4 ατόμων και συζητούσαν και συνεργάζονταν μεταξύ τους αλλά και με τις γειτονικές ομάδες τόσο από τα δεξιά όσο και από τα αριστερά 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 εικονικών πειραμάτων. Οι έξι διδακτικές ώρες μοιράστηκαν σε έξι διδακτικές ενότητες, για τις οποίες υπήρχαν τα αντίστοιχα, ειδικά σχεδιασμένα για τις ανάγκες της έρευνας, Φύλλα Εργασίας. Οι ενότητες αυτές ήταν οι εξής:

1. Παρατήρηση των ιδιοτήτων των οξέων και αναγνώριση του όξινου χαρακτήρα..
2. Παρασκευή δείκτη από κόκκινο λάχανο.
3. Παρατήρηση των ιδιοτήτων των βάσεων και αναγνώριση του βασικού χαρακτήρα.
4. Εξουδετέρωση οξέων και βάσεων .
5. Υπολογισμός ποσότητας διαλυμένης ουσίας σε διάλυμα

6. Μελέτη της έννοιας του pH.

Το τελικό ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε 4 εβδομάδες μετά τη συμπλήρωση του αρχικού ερωτηματολογίου. Οι ενότητες 1 έως 5 εκτελέστηκαν στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών ενώ η ενότητα 6 πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Πληροφορικής του σχολείου.

Κάθε παιδί είχε το δικό του φύλλο εργασίας, το οποίο συμπλήρωνε ατομικά, όταν υπήρχε ατομική πρόβλεψη ή ομαδικά, έπειτα από συζήτηση με το άλλο μέλος της ομάδας ή με άτομα των άλλων γειτονικών ομάδων. 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 του εκπαιδευτικού ήταν καθοδηγητικός και βοηθητικός, συμβουλευόμενος τα παιδιά για τη χρήση του υπολογιστή και συντονίζοντας τις εργασίες τους.

Τα φύλλα εργασίας περιελάμβαναν:

- 1) Ατομική πρόβλεψη και εξήγηση από κάθε παιδί χωριστά
- 2) Σαφείς οδηγίες για την εκτέλεση των πειραμάτων τόσο στο εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών όσο και κατά την προσομοίωσή τους στον υπολογιστή.
- 3) Συνεργασία και συζήτηση στην ομάδα για να εξηγήσουν τα αποτελέσματα του πειράματος και να αντιμετωπίσουν τη γνωστική σύγκρουση στην οποία ίσως να βρέθηκαν
- 4) Συζήτηση σε επίπεδο τάξης, για να καταγραφούν τα συμπεράσματα

Κοινή βάση των φύλλων εργασίας ήταν η εφαρμογή της πρόβλεψης και της επαλήθευσης της πρόβλεψης ώστε αν η πρόβλεψη δεν επιβεβαιωνόταν να εμφανιζόταν η γνωστική σύγκρουση και στη συνέχεια η εμπέδωση του επιστημονικά αποδεκτού μοντέλου.

Το περιεχόμενο των ομαδικών δραστηριοτήτων ήταν οι αντιδράσεις μεταξύ των οξέων, των βάσεων και των αλάτων, η παρασκευή και η αλλαγή χρώματος ενός δείκτη και η παρατήρηση προσομοιώσεων στον υπολογιστή με έμφαση στην εύρεση και μεταβολή του pH.

Η 1^η δραστηριότητα, διάρκειας μιας διδακτικής ώρας, εισαγάγει τους/ις μαθητές/ριες στις έννοιες των κοινών ιδιοτήτων των οξέων. Οι μαθητές/τριες χωρίζονται σε έξι ομάδες όπου η καθεμία εκτελεί ένα διαφορετικό πείραμα με διαφορετικές καθημερινές ουσίες όπως ξίδι, χυμός λεμονιού, σπύρτο του αλάτος, υγρό μπαταρίας που έρχονται σε επαφή με ανθρακικά άλατα όπως μαρμαρόσκονη, κιμωλία, σόδα φαγητού και τσόφλια αυγών. Από τους μαθητές και τις μαθήτριες ζητείται να προσδιοριστεί η δραστική ουσία σε κάθε υδατικό διάλυμα καθώς και σε κάθε ανθρακικό αλάτι. Επίσης ζητείται σε κάθε αντίδραση που παρατηρούνταν να γράφεται η χημική εξίσωση της αντίδρασης. Μέσα από τις κοινές αντιδράσεις που έδιναν τα υδατικά διαλύματα των ουσιών ζητείται να καταγραφούν οι κοινές ιδιότητες των οξέων και να ονομαστούν οι όξινες ιδιότητες ως όξινος χαρακτήρας. Επίσης ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες να συσχετίσουν την αντίδραση των οξέων με τα ανθρακικά άλατα με την αντίδραση καταστροφής των μαρμάρινων αγαλμάτων και άλλων μαρμάρινων ιστορικών μνημείων.

Τα μέλη της ομάδας συζητούν πριν οδηγηθούν σε συγκεκριμένα συμπεράσματα. Τέλος ανακοινώνουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων τους και τα συμπεράσματά τους στην τάξη.

Στη 2^η δραστηριότητα, διάρκειας μιας ώρας, οι μαθητές και οι μαθήτριες συμμετέχουν στην παρασκευή ποσότητας δείκτη από κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια χωρίζονται σε ομάδες των τεσσάρων ατόμων και η κάθε ομάδα χρησιμοποιεί το δείκτη κόκκινο λάχανο στο οξύ της κάθε ομάδας (ξίδι, σπύρτο του άλατος, χυμός λεμονιού και υγρό μπαταρίας) παρατηρώντας τις χρωματικές αλλαγές.

Το φύλλο εργασίας αποτελείται από μία κοινή δραστηριότητα που έχει σχέση με την παρασκευή του διαλύματος του δείκτη από κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια η κάθε ομάδα κάνει το πείραμα προσθήκης σταγόνων δείκτη σε διαλύματα ξιδιού, σπύρτου του άλατος, χυμού λεμονιού και υγρού μπαταρίας. Η κάθε ομάδα ζητείται να παρατηρήσει και να καταγράψει την αλλαγή χρώματος. Στη συνέχεια ζητείται μέσα από το κοινό χρώμα των οξέων να προσδιοριστεί η κοινή συμπεριφορά των οξέων και μετά από συζήτηση στην τάξη να ομαδοποιήσουν τις κοινές συμπεριφορές των οξέων ως όξιнос χαρακτήρας.

Η 3^η δραστηριότητα διάρκειας μιας διδακτικής ώρας εισαγάγει τους/ις μαθητές/ριες στις έννοιες των κοινών ιδιοτήτων των βάσεων. Σε κάθε ομάδα ζητείται η δραστική ουσία που βρίσκονταν στις παραπάνω ουσίες. Στη συνέχεια η κάθε ομάδα ζητείται να εκτελέσει το πείραμα προσθήκης σταγόνων δείκτη σε διαλύματα γάλακτος της μαγνησίας, αποφρακτικού tuboflo, καθαριστικό τζαμιών Ajax και καθαριστικό φούρνων Fornet. Επίσης ζητείται να παρατηρήσει και να καταγράψει την αλλαγή χρώματος. Στη συνέχεια ζητείται μέσα από το κοινό χρώμα των βάσεων να προσδιοριστεί η κοινή συμπεριφορά των βάσεων και μετά από συζήτηση στην τάξη να ομαδοποιήσουν τις κοινές συμπεριφορές των βάσεων ως βασικός χαρακτήρας.

Η 4^η δραστηριότητα, διάρκειας μιας διδακτικής ώρας εισαγάγει τους/ις μαθητές/ριες στην έννοια της εξουδετέρωσης. Το φύλλο εργασίας αποτελείται αρχικά από ερωτήσεις όπου ζητούνται οι χρωματικές αλλαγές που παρατηρούν οι μαθητές και οι μαθήτριες κατά την προσθήκη βάσεων σε διαλύματα οξέων. Με την παρατήρηση για την αλλαγή του χρώματος ζητείται να περιγράψουν την χημική αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης και μέσω αυτής της αντίδρασης να ομαδοποιήσουν τις ουσίες που αντιδρούν με τα οξέα ως βάσεις. Οι μαθητές και οι μαθήτριες αφού χωριστούν σε ομάδες θα εκτελέσουν πειράματα με διαφορετικές καθημερινές ουσίες όπως γάλα μαγνησίας, καθαριστικό Ajax, καθαριστικό φούρνου Fornet και αποφρακτικό σωληνώσεων Tuboflo που θεωρούνται βάσεις με καθημερινές ουσίες που θεωρούνται οξέα όπως σπύρτο του άλατος, υγρό μπαταρίας, ξίδι και χυμό λεμονιού. Στη συνέχεια αφού συζητήσουν στην τάξη την αντίδραση μεταξύ των οξέων και βάσεων ζητείται να αποδώσουν ένα όνομα στην αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης (εξουδετέρωση).

Η 5^η δραστηριότητα αφορούσε στον υπολογισμό της ποσότητας της διαλυμένης ουσίας που βρισκόταν σε ένα φαρμακευτικό προϊόν (γάλα μαγνησίας-υδροξείδιο του μαγνησίου). Με αυτόν τον τρόπο ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες να συνδέσουν την %w/v περιεκτικότητα ενός διαλύματος με την ποσότητα βάσης που καταναλωνόταν για την εξάλειψη των «καούρων» από τα στομαχικά όξινα υγρά.

Η 6^η δραστηριότητα διάρκειας μιας διδακτικής ώρας εισαγάγει τους μαθητές στη μελέτη της έννοιας του pH μέσω της διδασκαλίας με τη βοήθεια υπολογιστή. Στη

δραστηριότητα αυτή χρησιμοποιείται το πρόγραμμα IrYdium για την κατανόηση της έννοιας του pH που είναι πολύ σημαντική στο χώρο της Χημείας.

Στο φύλλο εργασίας που διαθέτει η κάθε ομάδα των δύο ατόμων ζητείται αρχικά η εύρεση των τιμών pH για ένα διάλυμα οξέος, ένα διάλυμα βάσης καθώς και το νερό. Στη συνέχεια ζητείται από τους μαθητές και τις μαθήτριες να μεταβάλουν την περιεκτικότητα των διαλυμάτων μέσω της προσθήκης νερού και να ερευνήσουν την αλλαγή της τιμής pH των διαλυμάτων. Έτσι ζητείται η διερεύνηση της σχέσης της τιμής pH των διαλυμάτων και της περιεκτικότητάς των. Επιπλέον ζητείται να συνδέσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες τις έννοιες όξινο, βασικό και ουδέτερο διάλυμα με συγκεκριμένες τιμές pH. Οι μαθητές/ριες έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν την περιεκτικότητα των διαλυμάτων και να μετρούν άμεσα την τιμή pH του διαλύματος που επιλέγουν από την επιφάνεια εργασίας και έτσι έχουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρούν με τον υπολογιστή και να έχουν μια γρήγορη απάντηση σε σχέση με το pH των διαλυμάτων που μελετούν.

4. Τεχνική ανάπτυξη του περιβάλλοντος μάθησης

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

• Το εικονικό εργαστήριο IrYdium

Το εικονικό εργαστήριο IrYdium είναι ένα λογισμικό σχεδιασμένο:

Α) να συμπληρώνει τη εργασία στο σπίτι δίνοντας στους μαθητές και στις μαθήτριες την ευκαιρία να αλληλεπιδράσουν με διάφορα χημικά συστήματα.

Β) να προετοιμάσει καλύτερα τους μαθητές/ριες στην εκτέλεση εργαστηριακών πειραμάτων.

Γ) να επιτρέπει στους μαθητές/τριες αφού επιλέξουν από εκατοντάδες αντιδραστήρια να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν πολλά πειράματα στο χώρο των οξέων, των βάσεων και των αλάτων και να τα επεξεργαστούν με τέτοιο τρόπο που να μοιάζει με αυτόν ενός πραγματικού εργαστηρίου.

Στο πρόγραμμα IrYdium ο μαθητής/ρια έχει στη διάθεσή του/της μια σειρά από διαλύματα οξέων, βάσεων και αλάτων με διαφορετικές συγκεντρώσεις αλλά και μια σειρά οργάνων (κωνικές φιάλες, ποτήρια ζέσεως, σιφόνια, προχοϊδες) μέσα από τα οποία ο μαθητής/ρια μπορεί να δημιουργήσει διαλύματα οποιασδήποτε συγκέντρωσης. Επίσης εμφανίζεται ένας μετρητής τιμών pH με τον οποίο μπορούμε να μετρήσουμε την τιμή pH των διαλυμάτων όπως επίσης εμφανίζονται και οι συγκεντρώσεις των σωματιδίων (μορίων και ιόντων) σε κάθε διάλυμα προς μελέτη.

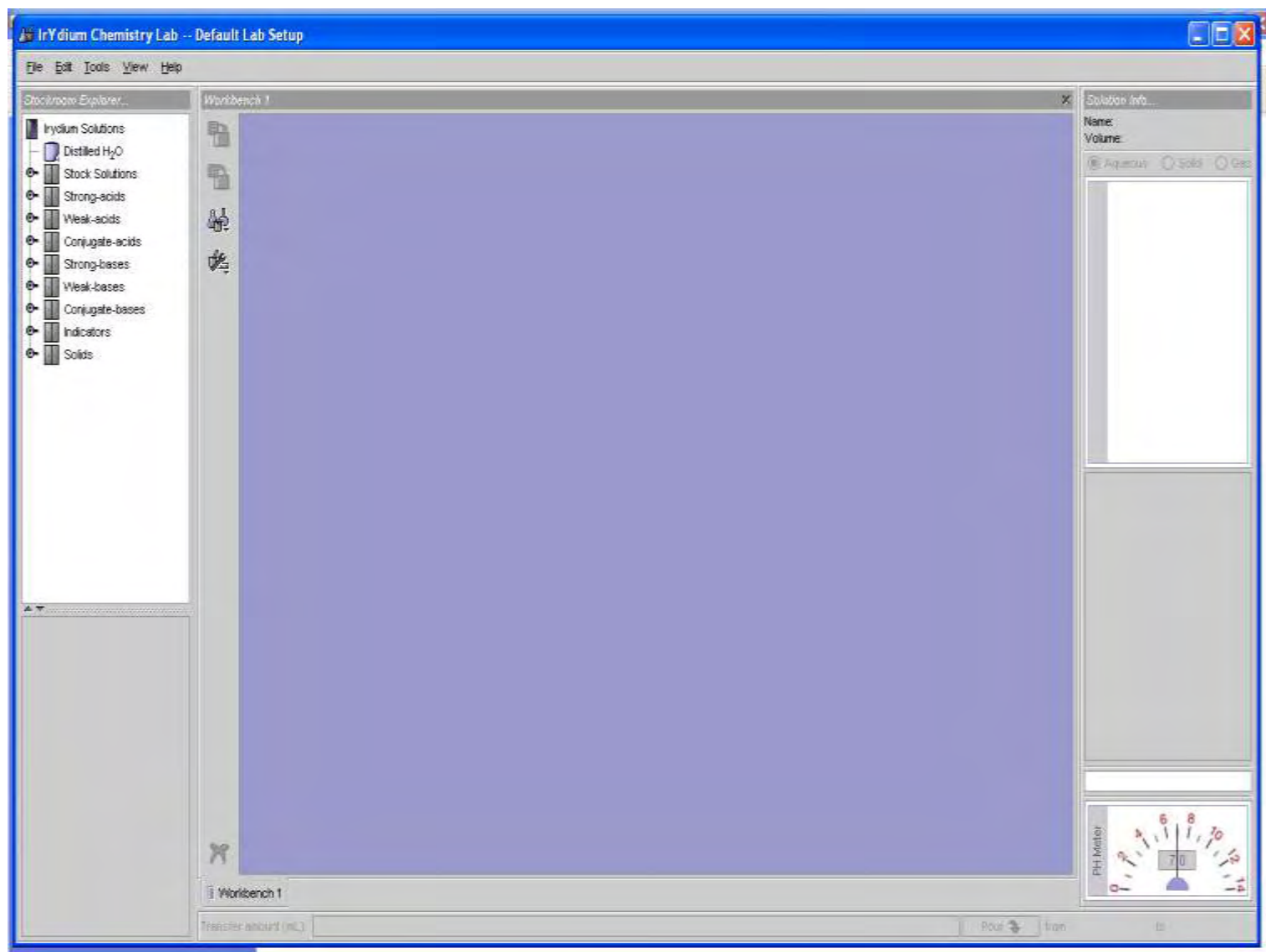
Αριστερά της επιφάνειας εργασίας υπάρχει ένα στοκ από διαλύματα ισχυρών οξέων π.χ HNO_3 , HCl , H_2SO_4 κλπ, ασθενών οξέων π.χ CH_3COOH , HCN , HCOOH κλπ, ισχυρών βάσεων π.χ NaOH , $\text{Mg}(\text{OH})_2$ και ασθενών βάσεων όπως NH_3 .

Ο/η μαθητής/τρια μπορεί να σύρει τον κέρσορα πάνω στο διάλυμα που βρίσκεται στο στοκ και να το φέρει στην επιφάνεια εργασίας. Αμέσως μόλις το φέρει εμφανίζεται το pH διαλύματος καθώς και οι συγκεντρώσεις των ιόντων και των μορίων στο διάλυμα. Επίσης οι μαθητές/τριες μπορούν να μεταβάλουν την περιεκτικότητα του διαλύματος προσθέτοντας την ακριβή ποσότητα νερού ώστε να δημιουργήσουν το διάλυμα με την επιθυμητή περιεκτικότητα. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αντιληφθούν τη σύνδεση του pH με την περιεκτικότητα του διαλύματος.

Επίσης οι μαθητές/τριες μπορούν προσθέτοντας νερό συνεχώς, να μεταβάλουν συνεχώς το pH του διαλύματος και με τον τρόπο αυτό να αντιληφθούν τα όρια των τιμών pH για τα υδατικά διαλύματα.

Αρα τα παιδιά ασκήθηκαν στην εύρεση του pH για διάφορα διαλύματα οξέων, βάσεων και αλάτων καθώς επίσης και στην εύρεση των ορίων των τιμών της κλίμακας του pH.

Τα μαθησιακά έργα που χρησιμοποιήθηκαν είχαν σκοπό να ενεργοποιήσουν την αρχική γνώση των μαθητών/ριών και να την αλλάξουν, σύμφωνα με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομισμού και να χειριστούν τη γνώση ως συσχετισμένη με προβλήματα και υποκείμενη σε μελλοντική διάψευση (Βλάχος, 2004), καθιστώντας τα παιδιά ικανά να αποκτήσουν την επιστημονική νοοτροπία. Για παράδειγμα πίστευαν ότι ένα διάλυμα άλατος έχει πάντοτε τιμή pH ίση με 7. Η γνωριμία τους όμως με το περιβάλλον του εικονικού εργαστηρίου IrYdium όπου μπορούσαν μετά από κάθε πρόβλεψη να ελέγξουν και την επιλογή τους είχε τη δυνατότητα να τους/τις φέρει σε σύγκρουση με τις αντιλήψεις τους. Επομένως, σχεδιάστηκαν μαθησιακά έργα, όπως εργαστηριακές- πειραματικές δραστηριότητες, συζήτηση σε ομάδες, αναλογίες, μοντελοποίηση και χρήση ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού.



Εικόνα της αρχικής σελίδας του εικονικού προγράμματος IrYdium

5. Εφαρμογή του περιβάλλοντος μάθησης και αξιολόγησή του

Οι απαντήσεις των μαθητών στο αρχικό ερωτηματολόγιο μελετήθηκαν προσεχτικά και διαμόρφωσαν το φύλλο εργασίας με τις δραστηριότητες.

Οι πέντε πρώτες δραστηριότητες έγιναν στην αίθουσα του εργαστηρίου των Φυσικών Επιστημών όπου οι μαθητές χωρίστηκαν σε 6 ομάδες των 4 ατόμων. Η κάθε ομάδα είχε στη διάθεσή της 2 ποτήρια ζέσεως των 250 ml, 2 κωνικές φιάλες των 250 ml, έναν ογκομετρικό σωλήνα των 10 ml, ένα σιφώνιο των 10 ml, ένα σταγονόμετρο, ένα πλαστικό κουταλάκι καθώς και πρόσβαση στις συσκευασίες του σπύρτου του άλατος, του χυμού λεμονιού, του καθαριστικού Ajax κλπ. Για το αποφρακτικό tuboflo, που βρίσκεται σε στερεή μορφή, και για το καθαριστικό Fornet, που βρίσκεται με τη μορφή αφρού, δόθηκαν οδηγίες σε κάθε ομάδα πως θα δημιουργήσουν τα κατάλληλα διαλύματα. Κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης των πειραμάτων όλα τα παιδιά συμμετείχαν στις διαδικασίες και άλλαζαν ρόλους. Άλλος/άλλη μαθητής/μαθήτρια πρόσθετε τη δραστική ουσία, άλλος/άλλη πρόσθετε το νερό και άλλος/άλλη πρόσθετε το δεύτερο αντιδραστήριο, π.χ δείκτη και έγινε προσπάθεια από το γράφοντα ώστε όλα τα μέλη της κάθε ομάδας να αναπτύξουν τις απαραίτητες δεξιότητες επικοινωνίας και συλλογικής εργασίας και να έχουν μία επιτυχημένη συνεργασία. Μερικές ενέργειες που έγιναν ώστε να επιτευχθεί αυτό ήταν η ενίσχυση και η επιβράβευση των ομάδων που τα μέλη τους συνεργάζονταν αποτελεσματικά. Δόθηκαν επίσης αρκετές οδηγίες σχετικά με τον τρόπο συμπεριφοράς και την εναλλαγή των ρόλων στην ομάδα.

Ένα μέλος της ομάδας είχε το ρόλο του καταγραφέα όλων των παρατηρήσεων. Γινόταν συζήτηση μεταξύ τους σχετικά με τις παρατηρήσεις τους και συμπλήρωναν το ατομικό φύλλο εργασίας αφού είχαν καταλήξει στην κοινά αποδεκτή απάντηση. Τέλος τα αποτελέσματα της κάθε μιας ομάδας συζητιόνταν στην τάξη για να καταλήξουν οι μαθητές/μαθήτριες σε μια τελική επιλογή μετά από συζήτηση. Η κάθε δραστηριότητα διήρκεσε 1 διδακτική ώρα εκτός της 4^{ης} και 5^{ης} δραστηριότητες που ενοποιήθηκαν και διήρκεσαν μαζί 2 διδακτικές ώρες.

Η 6^η δραστηριότητα έγινε στο εργαστήριο της πληροφορικής την 6^η διδακτική ώρα. Η πειραματική ομάδα αποτελούνταν από 13 μαθήτριες και 11 μαθητές και στο εργαστήριο πληροφορικής χωρίστηκε σε 10 ομάδες των 2-3 ατόμων τηρώντας μια ανομοιογένεια ως προς το φύλο και την επίδοσή τους έχοντας μπροστά τους το κάθε ζεύγος έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Η κάθε ομάδα είχε τη δυνατότητα επικοινωνίας με τις γειτονικές ομάδες δηλαδή υπήρχε το στοιχείο της αλληλεπίδρασης (Σταυρίδου, 2000). Οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας είχαν τη δυνατότητα χειρισμού του υπολογιστή και αμέσως ενσωματώθηκαν στις απαιτήσεις χειρισμού των παραμέτρων του προγράμματος IrYdium. Η διδακτική προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν συνδυασμός των μεθόδων στο επίπεδο της δραστηριότητας. Έτσι η δραστηριότητα συμπεριλαμβάνει ταυτόχρονα στοιχεία της πρόσωπο με πρόσωπο προσέγγισης αλλά και στοιχεία ενός περιβάλλοντος μάθησης υποβοηθούμενο από υπολογιστή.

Για την επίτευξη των διδακτικών στόχων της 6^{ης} δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκαν οι 10 ηλεκτρονικοί υπολογιστές του εργαστηρίου πληροφορικής του 6^{ου} Λυκείου Βόλου, όπου οι 24 μαθητές/ριες χρησιμοποίησαν το λογισμικό του εικονικού εργαστηρίου IrYdium για να πραγματοποιήσουν τα εικονικά πειράματα σχετικά με τις έννοιες των ιοντικών διαλυμάτων. Οι υπολογιστές, αν και παρωχημένης τεχνολογίας, λειτούργησαν κανονικά.

Όταν τελείωσαν οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας (διάρκειας 3 εβδομάδων) διανεμήθηκε στους μαθητές/τριες το τελικό ερωτηματολόγιο, που ήταν ίδιο με το αρχικό, το οποίο ζητήθηκε να συμπληρώσουν μέσα σε χρονικό διάστημα δύο διδακτικών ωρών.

Σκοπός των δύο ερωτηματολογίων ήταν να διερευνηθεί η επίδραση που είχε η διδακτική παρέμβαση στους μαθητές, να εξακριβωθεί το αν επιτεύχθηκαν οι στόχοι που είχαν τεθεί, αν κατανόησαν τις έννοιες που διδάχθηκαν και αν άλλαξαν οι εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να είχαν για κάποια φαινόμενα.

Επίσης κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων, τόσο κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης πειραμάτων στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών όσο και κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας στο εργαστήριο πληροφορικής, συμπληρώθηκε το φύλλο παρατήρησης που είχε ως σκοπό την καταγραφή προβλημάτων κατά την εκτέλεση των πειραμάτων ή κατά τη συνεργασία μεταξύ των μελών των ομάδων.

Τέλος στην ομάδα ελέγχου δόθηκε το αρχικό ερωτηματολόγιο παράλληλα με αυτό της πειραματικής ομάδας, την 2^η εβδομάδα του Μαρτίου και η διδακτική παρέμβαση διήρκεσε 3 εβδομάδες. Η παρέμβαση αυτή έγινε με τον κλασικό συμπεριφοριστικό τρόπο με τη μορφή διαλέξεων για 5 διδακτικές ώρες και την 6^η διδακτική ώρα έγινε επίδειξη πειραμάτων από το γράφοντα με περιεχόμενο τις ιδιότητες των οξέων, των βάσεων, την εύρεση του pH με πεχαμετρικό δείκτη και την εξουδετέρωση. Μετά την ολοκλήρωση της διδακτικής παρέμβασης δόθηκε το τελικό ερωτηματολόγιο που συμπληρώθηκε σε διάστημα 2 διδακτικών ωρών.

Κεφάλαιο 3: Αποτελέσματα της έρευνας

Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα ερευνητικά δεδομένα που προήλθαν από τις απαντήσεις των παιδιών στα ερωτηματολόγια που τους/τις δόθηκαν, από τις συνεντεύξεις και από τα φύλλα εργασίας τους. Οι απαντήσεις των μαθητών/ριών κατηγοριοποιούνται και δίνονται φραστικά 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 απέκτησαν ικανοποιητικές νοητικές αναπαραστάσεις για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση και για το πού οφείλεται η βελτίωση ή μη των απόψεών τους κτλ.

Τα ερευνητικά δεδομένα που προήλθαν από τα φύλλα εργασίας βοήθησαν στη διευκρίνιση ορισμένων σημείων. Οι απαντήσεις των παιδιών αφορούσαν συνολικά 12 ερωτήσεις που περιέχονταν στα ερωτηματολόγια. Σε αυτές απάντησαν οι μαθητές/ριες της πειραματικής ομάδας (24 παιδιά) και της ομάδας ελέγχου (20 παιδιά), πριν από τη διδακτική παρέμβαση και μετά από αυτή.

3.1 Οι ιδέες των παιδιών για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση στην πειραματική ομάδα

3.1.1 Ιδέες παιδιών για τα οξέα

Στο αρχικό εισαγωγικό ερωτηματολόγιο έγινε η προσπάθεια να εισαχθεί η έννοια των οξέων μέσω του περιβαλλοντικού προβλήματος της όξινης βροχής. Ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να δείξουν τα αίτια της καταστροφής των δασών, των ιστορικών μαρμάρινων μνημείων και να συνδέσουν τα αίτια αυτά με τους ρύπους που παράγονται από συγκεκριμένες βιομηχανίες, τις χαλυβουργίες. Οι μαθητές και οι μαθήτριες στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στην 1^η ομάδα ερωτήσεων **«Δίπλα βλέπεις ένα εργοστάσιο χαλυβουργίας δηλαδή παρασκευής σιδήρου και χάλυβα. Α) Τι παρατηρείς; Β) Ποιες είναι οι συνέπειες των αερίων που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου; Γ) Ποιες ουσίες υπάρχουν στα αέρια που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;»** εμφάνισαν τα εξής αποτελέσματα.

Στην α' υποερώτηση 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν ότι παρατηρούν *‘ένα σύννεφο καπνού’*, 8 μαθητές και μαθήτριες (34%) απάντησαν *‘αέρια’* ενώ 4 μαθητές και μαθήτριες (16%) απάντησαν *‘Παρατηρώ να βγαίνουν υδρατμοί’*.

Στη β' υποερώτηση 16 μαθητές και μαθήτριες (66%) απάντησαν *‘κάνουν κακό στην υγεία μας’* ενώ 8 μαθητές και μαθήτριες (34%) απάντησαν *‘κάνουν κακό στην αναπνοή μας’* ή *‘στο αναπνευστικό σύστημα’*.

Στην γ' υποερώτηση και οι 3 μαθητές και μαθήτριες (12%) απάντησαν πως *‘περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα’*, 4 μαθητές και μαθήτριες (17%) απάντησαν πως περιέχουν *‘νερό με τη μορφή υδρατμών’*, ενώ 17 μαθητές και μαθήτριες (71%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύσταση των αερίων που εκπέμπονται.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση 20 μαθητές και μαθήτριες (82%) απάντησαν πως *‘παρατηρώ αέρια να βγαίνουν’* ενώ 4 μαθητές και μαθήτριες (18%) απάντησαν *‘σύννεφα καπνού’*.

Στη β' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (26%) απάντησαν *‘κάνουν κακό στην αναπνοή και στην καρδιά’* ενώ 18 μαθητές και μαθήτριες (74%) απάντησαν πως *‘κάνουν κακό στην υγεία μας αλλά και στο περιβάλλον’*.

Στην γ' υποερώτηση 3 μαθητές και μαθήτριες (13%) απάντησαν τα αέρια *‘περιέχουν διοξείδιο του θείου’*, 3 μαθητές και μαθήτριες (13%) απάντησαν τα αέρια *‘περιέχουν νερό με τη μορφή υδρατμών’*, 6 μαθητές και μαθήτριες (24%) απάντησαν ότι τα αέρια

‘περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα’ ενώ 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύσταση των αερίων που εκπέμπονται.

Στην 1^η ομάδα ερωτήσεων παρατηρήθηκε το μικρότερο ποσοστό αναδόμησης. Οι μαθητές και οι μαθήτριες συναντούν μεγάλη δυσκολία να αναγνωρίσουν τη σύσταση των καυσαερίων μιας χαλυβουργίας που ενοχοποιούνται στη πρόκληση του φαινομένου της όξινης βροχής. Γενικά οι μαθητές και οι μαθήτριες αδυνατούν σε μεγάλο ποσοστό να χειριστούν με άνεση την κατηγορία των οξειδίων και ακόμη περισσότερο να προβλέψουν τον όξινο χαρακτήρα τους δηλαδή τη συμπεριφορά τους ως οξέα.

Η 2^η ομάδα ερωτήσεων ήταν «**Βλέπεις δίπλα ένα δάσος του Καναδά. Α) Τι παρατηρείς; Β) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό των δασών; Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό των δασών; Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργιών;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στην α’ υποερώτηση 15 μαθητές και μαθήτριες (62%) απάντησαν ‘*Βλέπω το δάσος να έχει καταστραφεί*’, 7 μαθητές και μαθήτριες (29%) απάντησαν ‘*Παρατηρώ πράσινα και κίτρινα δέντρα*’ ενώ 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) απάντησαν ‘*ένα δάσος*’.

Στη β’ υποερώτηση 14 μαθητές και μαθήτριες (58%) απάντησαν πως ‘*οφείλεται στη ρύπανση του περιβάλλοντος*’, 7 (29%) απάντησαν πως ‘*οφείλεται στον άνθρωπο*’ ενώ 3 (13%) απάντησαν πως ‘*οφείλεται στην όξινη βροχή*’.

Στην γ’ υποερώτηση 18 (75%) μαθητές και μαθήτριες δεν έδωσαν απάντηση ενώ 6 (25%) ανέφεραν ‘*το διοξείδιο του άνθρακα*’.

Στην δ’ υποερώτηση 17 μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν πως ‘*τα καυσαέρια των εργοστασίων προκαλούν τα προβλήματα στα δάση*’, 3 (12%) ότι ‘*τα αέρια των εργοστασίων προκάλεσαν την όξινη βροχή*’ ενώ 4 (18%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύνδεση των αερίων με το πρόβλημα των δασών.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο στη α’ υποερώτηση 22 μαθητές και μαθήτριες (91%) απάντησαν ‘*βλέπω ένα κατεστραμμένο δάσος*’ ενώ 2 (9%) απάντησαν απλά ‘*ένα δάσος*’.

Στη β’ υποερώτηση 14 μαθητές και μαθήτριες (58%) απάντησαν πως ‘*οφείλεται στην όξινη βροχή*’, 8 (33%) πως ‘*οφείλεται στη ρύπανση του περιβάλλοντος*’ και 2 (9%) πως ‘*οφείλεται στον άνθρωπο*’.

Στη γ’ υποερώτηση 3 μαθητές και μαθήτριες (12%) ανέφεραν ότι το προκάλεσε ‘*το θεϊκό οξύ*’, 6 (26%) ότι το προκάλεσε ‘*το διοξείδιο του άνθρακα*’, 3 (12%) ανέφεραν ‘*κάποιο οξύ που τώρα δεν θυμάμαι*’ και 12 (50%) πως δεν γνώριζαν τις ουσίες που προκάλεσαν το πρόβλημα των δασών.

Στη δ’ υποερώτηση 11 μαθητές και μαθήτριες (46%) ανέφεραν πως ‘*τα αέρια των χαλυβουργιών προκάλεσαν την όξινη βροχή που κατέστρεψε τα δάση*’, 9 (37%) απάντησαν πως ‘*τα καυσαέρια των εργοστασίων προκάλεσαν τα προβλήματα στα δάση*’ και 4 (17%) πως ‘*τα αέρια προσβάλλουν τα δέντρα*’.

Στη 2^η ομάδα ερωτήσεων αρχικά αρκετοί μαθητές και μαθήτριες συνέδεσαν την καταστροφή των δασών με τις εκπομπές ρύπων των εργοστασίων. Όμως δεν μπόρεσαν να ορίσουν με λεπτομέρεια ούτε τις ουσίες που προκάλεσαν το πρόβλημα αλλά ούτε και τη διαδικασία με την οποία δημιουργήθηκαν οι ουσίες αυτές. Στο τελικό ερωτηματολόγιο όμως σχεδόν οι μισοί μαθητές/τριες (47%) ανέφεραν την όξινη βροχή ως το αίτιο της καταστροφής των δασών, ποσοστό που κρίνεται ικανοποιητικό.

Η 3^η ομάδα ερωτήσεων ήταν: «**Βλέπεις δίπλα δύο εικόνες του ίδιου αγάλματος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές, το 1908 και το 1969. Α) Τι παρατηρείς; Β) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό; Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό κατά τη γνώμη σου; Δ) Πώς συνδέεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 19 μαθητές και μαθήτριες (78%) απάντησαν πως *«παρατηρώ την καταστροφή του αγάλματος»* ενώ 5 μαθητές και μαθήτριες (22%) απάντησαν πως *«το άγαλμα άλλαξε μορφή»*.

Στη β' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν πως η καταστροφή του αγάλματος *«οφείλεται στην όξινη βροχή»*, 6 (25%) πως *«οφείλεται στη ρύπανση της ατμόσφαιρας»* ενώ 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) δήλωσαν άγνοια για τα αίτια της καταστροφής.

Στη γ' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν πως οι ουσίες που προκάλεσαν την καταστροφή είναι *«το θειικό οξύ»*, 3 (12%) πως η καταστροφή οφείλεται στο *«διοξείδιο του άνθρακα»*, 3 (12%) πως *«η καταστροφή του αγάλματος οφείλεται στους ρύπους της ατμόσφαιρας»*, ενώ 12 (51%) δεν μπόρεσαν να αναφέρουν τα αίτια της καταστροφής του αγάλματος.

Στη δ' υποερώτηση 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν πως *«τα αέρια των χαλυβουργιών-βιομηχανιών μπορούν και καταστρέφουν το μάρμαρο»* ενώ οι υπόλοιποι/ες 12 δεν μπόρεσαν να συνδέσουν τα αέρια των χαλυβουργείων με την καταστροφή του αγάλματος.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση όλοι οι 24 μαθητές και μαθήτριες απάντησαν πως παρατηρούν ένα κατεστραμμένο άγαλμα.

Στη β' υποερώτηση 16 μαθητές και μαθήτριες (66%) απάντησαν πως *«το αίτιο είναι η όξινη βροχή που καταστρέφει το μάρμαρο του αγάλματος»*, 3 (13%) πως *«οι ρύποι στην ατμόσφαιρα κατέστρεψαν το μαρμάρινο άγαλμα»* ενώ 5 (21%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν πως προκλήθηκε η καταστροφή του αγάλματος.

Στη γ' υποερώτηση 16 μαθητές και μαθήτριες (66%) απάντησαν πως οι ουσίες που προκάλεσαν την καταστροφή του μαρμάρινου αγάλματος είναι το *«θειικό οξύ»*, 4 (17%) απάντησαν πως την καταστροφή την προκάλεσαν *«κάποια οξέα στην όξινη βροχή»* ενώ 4 (17%) δήλωσαν άγνοια για τα αίτια καταστροφής του αγάλματος.

Στη δ' υποερώτηση 11 μαθητές και μαθήτριες (46%) απάντησαν *«τα αέρια των χαλυβουργιών μετατρέπονται στην ατμόσφαιρα σε οξέα και αυτά διαλύονται στο νερό της βροχής προκαλώντας την όξινη βροχή που καταστρέφει τα αγάλματα»*, 9 (38%) πως *«τα αέρια μετατράπηκαν σε οξέα που κατέστρεψαν το άγαλμα»* ενώ 4 (16%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν το μηχανισμό με τον οποίο καταστρέφονται τα αγάλματα σε σχέση με τα αέρια των χαλυβουργείων.

Στην 3^η ομάδα ερωτήσεων φαίνεται στο αρχικό ερωτηματολόγιο ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες είναι περισσότερο εξοικειωμένοι σχετικά με την καταστροφή των μαρμάρων και άλλων ιστορικών μνημείων από την όξινη βροχή. Εμφανίζεται στο τελικό ερωτηματολόγιο ότι έδωσαν περισσότερες εύστοχες απαντήσεις σχετικά με την ουσία (θειικό οξύ) που προκαλεί την καταστροφή των δασών (όξινη βροχή) σε σχέση με την καταστροφή των δασών.

Η 4^η ομάδα ερωτήσεων ήταν: «**Α) Μπορείς να βρεις άλλα παραδείγματα ουσιών με παρόμοια συμπεριφορά από την καθημερινή σας ζωή; Β) Πώς θα ονόμαζες τις ουσίες αυτές από χημικής άποψης;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν 'το ξίδι' ενώ οι υπόλοιποι/ες 18 (75%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν ουσίες με παρόμοια συμπεριφορά.

Στη β' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν 'οι ουσίες αυτές ονομάζονται οξέα', οι υπόλοιποι 18 (75%) δεν γνώριζαν την απάντηση για το όνομα των ουσιών αυτών.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 20 μαθητές και μαθήτριες (84%) απάντησαν το ξίδι, ο χυμός λεμονιού και το σπίρτο του άλατος, ενώ 4 (16%) δεν έδωσαν απάντηση.

Στη β' υποερώτηση 20 μαθητές και μαθήτριες (84%) απάντησαν 'οι ουσίες αυτές ονομάζονται οξέα', οι υπόλοιποι/ες 4 (16%) δεν γνώριζαν την απάντηση για το όνομα των ουσιών αυτών.

Στην 4^η ομάδα ερωτήσεων υπήρξε σημαντική μεταβολή ως προς το ποσοστό των μαθητών/τριών που έδωσαν σωστές απαντήσεις. Οι μαθητές/τριες αυτοί/ές έκαναν τις νοητικές συνδέσεις μεταξύ ουσιών της καθημερινής ζωής που προκάλεσαν π.χ διάβρωση του μαρμάρου όπως και στην όξινη βροχή και ονόμασαν τις ουσίες αυτές οξέα. Επίσης φαίνεται πως οι μαθητές/τριες ενσωμάτωσαν τελικά και άλλες ουσίες ως οξέα όπως σπίρτο του άλατος, χυμό λεμονιού ενώ αρχικά αναγνώριζαν ως οξύ μόνο το ξίδι.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο έγινε η προσπάθεια να αναγνωριστούν τα οξέα μέσω της καθημερινής χρήσης τους. Τα οξέα για τα οποία ζητήθηκαν πληροφορίες ήταν το οξικό οξύ στο ξίδι και το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας. Η 5^η ερώτηση ήταν η εξής: «**Το ξίδι είναι ένα υλικό που το χρησιμοποιούμε στο να κάνουμε τις σαλάτες πιο εύγευστες και ωφέλιμες. Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σ' αυτό;**» και «**Ποια ουσία βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας που προκαλεί τον πόνο;**».

Στην ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου για το ξίδι 7 μαθητές και μαθήτριες (28%) απάντησαν σωστά ότι πρόκειται για το οξικό οξύ, 4 (16%) ότι είναι το κιτρικό οξύ ενώ 3 (12%) ανέφεραν ως κύρια ουσία το χυμό σταφυλιού. Οι υπόλοιποι/ες 10 (44%) είτε δεν έδωσαν απάντηση, είτε έδωσαν απαντήσεις όπως το νερό, τα κατιόντα H^+ και τα νιτρικά ιόντα NO_3^- .

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 16 μαθητές και μαθήτριες (65%) που απάντησαν ορθά το οξικό οξύ, ενώ οι απαντήσεις που δεν συμβάδισαν με το επιστημονικό μοντέλο και διατηρήθηκαν ήταν τα κατιόντα H^+ και ο χυμός σταφυλιού.

Στην ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου για την ουσία που βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας κανείς μαθητής και καμιά μαθήτρια δεν έδωσε απάντηση που να συμβαδίζει με το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο, το μυρμηκικό οξύ. Όμως 15 μαθητές/ριες (60%) ανέφεραν τη λέξη οξύ, χωρίς να διευκρινίσουν συγκεκριμένο οξύ, 6 (25%) ανέφεραν ότι 'δεν θυμούνται την ουσία' ενώ 9 (40%) δήλωσαν 'μία βάση, το υδροξείδιο του φωσφόρου και το όξινο οξύ'.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (80%) απάντησαν ορθά το μυρμηκικό οξύ, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές και μαθήτριες δήλωσαν ότι δεν θυμούνται τη δραστική ουσία στο κεντρί της μέλισσας.

Από τις απαντήσεις φαίνεται ότι στο τελικό ερωτηματολόγιο υπάρχει σημαντική αύξηση στον αριθμό των ορθών απαντήσεων για το κύριο συστατικό του ξιδιού (οξικό οξύ). Αντίθετα για το συστατικό του κεντριού της μέλισσας (μυρμηκικό οξύ) αρχικά υπήρχε πλήρης άγνοια ενώ μέσω της διδακτικής παρέμβασης το τελικό ποσοστό αυξήθηκε σημαντικά.

Σχετικά με τα οξέα οι μαθητές και οι μαθήτριες ρωτήθηκαν: « **Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν όξινο χαρακτήρα;**» με σκοπό να διαπιστωθεί αν μπορούν να ομαδοποιήσουν τα οξέα με βάση τις κοινές τους ιδιότητες.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν ότι όξινο χαρακτήρα έχουν *‘το οξικό οξύ και το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας’* χωρίς να αναφέρουν τη λέξη μυρμηκικό οξύ αλλά μόνο την έκφραση κεντρί της μέλισσας, 10 (40%) ανέφεραν μόνο *‘το οξικό οξύ’* ως σώμα με όξινο χαρακτήρα, ενώ 2 ανέφεραν *‘το μάρμαρο και την κιμωλία’* να έχουν όξινο χαρακτήρα, 1 *‘την αμμωνία’* να έχει όξινο χαρακτήρα, 3 *‘το tuboflo’* να έχει όξινο χαρακτήρα, 2 *‘το μαγειρικό αλάτι’* να έχει όξινο χαρακτήρα.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (80%) ανέφεραν το οξικό οξύ στο ξίδι και το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας, ενώ οι υπόλοιποι/ες μαθητές και μαθήτριες διατήρησαν τις προηγούμενες λανθασμένες απόψεις όπως ότι το tuboflo, η αμμωνία και το μαγειρικό αλάτι έχουν όξινο χαρακτήρα.

Στην ερώτηση αυτή φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες αρχικά αναγνώριζαν ως οξύ μόνο το οξικό οξύ στο ξίδι που είναι μια κοινή ουσία που καταναλώνουμε, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο ένα πολύ σημαντικό ποσοστό εμφανίζει σωστές αντιλήψεις σχετικά με τις ουσίες με όξινο χαρακτήρα δηλώνοντας ότι το οξικό οξύ στο ξίδι και το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας εμφανίζουν όξινο χαρακτήρα.

Στην ερώτηση για τα οξέα οι μαθητές και οι μαθήτριες ρωτήθηκαν: «**Πού οφείλεται ο όξινος χαρακτήρας των υδατικών διαλυμάτων των οξέων;**» με σκοπό την διερεύνηση του λόγου για τον οποίο όλα τα οξέα έχουν κοινές ιδιότητες. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) ανέφεραν την *‘παρουσία των H^+ (κατιόντα υδρογόνου)’* που προέρχονταν από τη διάσταση των οξέων, 3 (13%) δήλωσαν άγνοια σχετικά με τα αίτια του όξινου χαρακτήρα για τα διαλύματα των οξέων, 2 (8%) δήλωσαν ότι *‘ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στο ότι ‘τα οξέα είναι ξινή’*. Χαρακτηριστική είναι η απάντηση μαθητή ότι *‘π.χ στη λεμονάδα στο λεμόνι οφείλεται ότι είναι ξινή και το λεμόνι είναι ξινό’*, 2 μαθητές και μαθήτριες (8%) δήλωσαν ότι *‘ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στο ότι τα διαλύματα περιέχουν όξινες και βασικές ουσίες και όποια ουσία είναι πιο όξινη ή βασική μέσα στο διάλυμα ή βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα αυτή προσδιορίζει και τον όξινο ή βασικό χαρακτήρα’*. Άλλοι/ες 2 μαθητές και μαθήτριες (8%) δήλωσαν ότι ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στο ότι το διάλυμα είναι όξινο ενώ 1 μαθήτρια (4%) συνέδεσε τα αίτια του όξινου χαρακτήρα με τα *‘ανιόντα και κατιόντα υδρογόνου’*. Προφανώς θα είχε ακούσει στο παρελθόν για τα κατιόντα υδρογόνου και τα ανιόντα υδροξειδίου αλλά δεν μπόρεσε να αποδώσει τα ιόντα αυτά στο σωστό χαρακτήρα. Τέλος 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) δήλωσαν ότι *‘ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στο pH του διαλύματος’* δείχνοντας ότι αυτοί οι μαθητές και οι μαθήτριες της πειραματικής ομάδας βρέθηκαν σε σύγχυση σχετικά με τα αίτια αλλά και τα χαρακτηριστικά του όξινου χαρακτήρα (δηλαδή αντί να περιγράψουν τα αίτια ανέφεραν τα χαρακτηριστικά της έννοιας του όξινου χαρακτήρα).

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (82%) ανέφεραν ότι *‘ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στην παρουσία των κατιόντων υδρογόνου (H^+)’* ενώ 4 μαθητές και μαθήτριες (18%) διατήρησαν τις αρχικές τους αντιλήψεις που είχαν σχέση με τη σύνδεση των αιτίων του όξινου χαρακτήρα με το

pH του διαλύματος, με το αν το διάλυμα είναι όξινο και με το αν η ουσία στο διάλυμα είναι πιο όξινη και σε μεγαλύτερη ποσότητα από τη βασική που θα περιέχει επίσης το διάλυμα.

Στην ερώτηση αυτή ζητήθηκε η εξήγηση του όξινου χαρακτήρα των οξέων. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο αρκετοί μαθητές (50%) διατύπωσαν τη σωστή απάντηση, προφανώς είχαν απομνημονεύσει την απάντηση αυτή από τη διδασκαλία των οξέων της προηγούμενης τάξης (Γ' Γυμνασίου). Στο τελικό διάλυμα το αντίστοιχο ποσοστό επιστημονικά ορθών απαντήσεων φτάνει το 82% δείχνοντας ότι οι μαθητές κατανόησαν με αποτελεσματικό τρόπο το θεωρητικό μοντέλο Arrhenius που διδάχθηκε παράλληλα με τα πειράματα με καθημερινά υλικά που παραγματοποιήθηκαν.

Τέλος ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναφέρουν **το ποσοστό στο οποίο βρίσκεται το οξικό οξύ στο ξίδι, τον τρόπο παραγωγής του ξιδιού καθώς και τη χημική αντίδραση παραγωγής του ξιδιού**. Οι ερωτήσεις αυτές αποσκοπούσαν να συνδέσουν τις χημικές έννοιες με την πραγματικότητα και τη καθημερινή ζωή. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 15 μαθητές και μαθήτριες (60%) δήλωσαν άγνοια για το ποσοστό, 5 (22%) ανέφεραν απλά 'μεγάλο το ποσοστό', ενώ οι υπόλοιποι 4 (18%) ανέφεραν 'ποσοστά από 50% έως 70% του οξικού οξέος στο ξίδι'. Στην ερώτηση για τον τρόπο παρασκευής του ξιδιού 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) δήλωσαν άγνοια ενώ το υπόλοιπο ποσοστό 12 μαθητές και μαθήτριες (50%) ανέφεραν με διαφορετικούς τρόπους 'την παραγωγή του ξιδιού από το κρασί ή το μούστο'.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 21 μαθητές και μαθήτριες (85%) ανέφεραν 'την παραγωγή του ξιδιού από το κρασί και το μούστο των σταφυλιών' ενώ το υπόλοιπο ποσοστό 15% (3 μαθητές και μαθήτριες) ανέφεραν και πάλι ότι δεν γνωρίζουν τον τρόπο παρασκευής του ξιδιού. Είναι χαρακτηριστικό ότι κανείς μαθητής και μαθήτρια δεν γνώριζε τη χημική αντίδραση παρασκευής του ξιδιού από το κρασί, ενώ στο τελικό ερωτηματολόγιο 1 μαθητής (4%) μπόρεσε και έδειξε τη χημική εξίσωση παρασκευής του οξικού οξέος στο ξίδι ενώ οι υπόλοιποι (96%) δεν μπόρεσαν να γράψουν η χημική εξίσωση παρασκευής του ξιδιού.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο οι μαθητές/ριες εμφάνισαν σχεδόν πλήρη άγνοια για το ποσοστό του οξικού οξέος στο ξίδι αλλά και για τον τρόπο παραγωγής του ξιδιού. Και οι δύο ερωτήσεις δεν εμφανίζονται στο αναλυτικό πρόγραμμα. Μετά τη διδακτική παρέμβαση σημαντικό ποσοστό μαθητών και μαθητριών έδωσε ορθές απαντήσεις ενώ είναι πολύ σημαντικό το ποσοστό αδυναμίας να εκφράσουν οι μαθητές και οι μαθήτριες το φαινόμενο της παραγωγής ξιδιού σε συμβολικό επίπεδο δηλαδή με τη μορφή χημικών εξισώσεων δείχνοντας την αδυναμία των μαθητών/ριών να χειριστούν με άνεση τα χημικά σύμβολα.

3.1.2. Ιδέες των παιδιών για τις βάσεις

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο έγινε η προσπάθεια να αναγνωριστούν οι βάσεις μέσα από καθημερινές ουσίες όπως έγινε και με τα οξέα. Μία βάση που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή ως αποφρακτικό σωληνώσεων είναι το καυστικό νάτριο (NaOH) γνωστό και ως tuboflo. Η ερώτηση ήταν: « **Το tuboflo χρησιμοποιείται ως αποφρακτικό σωληνώσεων που έχουν βουλώσει. Ποια είναι η ουσία αυτή κατά την άποψή σου; Με τι μπορεί να αλληλεπιδράσει το tuboflo σε μία αποφραγμένη σωλήνωση;** »

Στην ερώτηση αυτή 10 μαθητές και μαθήτριες (41%) δεν έδωσαν απάντηση ενώ μόνο 2 μαθητές και μαθήτριες (8%) έδωσαν τη σωστή επιστημονικά απάντηση

‘καυστικό νάτριο’, 6 (25%) απάντησαν πως είναι μια ‘βάση ή μια βασική ουσία’ αλλά δεν γνώριζαν το όνομά της και τον μοριακό της τύπο, 2 (8%) ανέφεραν ως απάντηση ‘το υδροξείδιο’ και ‘το υδροξείδιο του φθορίου’, προφανώς γνώριζαν ότι το αποφρακτικό σωληνώσεων είναι ένα υδροξείδιο αλλά δεν θυμόνταν ακριβώς ποιο υδροξείδιο. Οι υπόλοιποι 4 μαθητές και μαθήτριες (18%) έδωσαν ως απάντηση ένα οξύ (αναφέρθηκαν το θεικό οξύ, το υδροφθόριο και το χλωρικό οξύ).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (75%) απάντησαν σωστά ‘το καυστικό νάτριο’, 4 μαθητές και μαθήτριες (16%) ανέφεραν ‘μία βάση’ χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένο όνομα και μοριακό τύπο ενώ 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) δε θυμόνταν με ακρίβεια την ουσία.

Στην ερώτηση με τι θα αντιδράσει το αποφρακτικό, 8 μαθητές και μαθήτριες (35%) απάντησαν ‘με τα άλατα που έχουν συσσωρευτεί’, 5 (20%) απάντησαν ‘με το πουρί των σωληνώσεων’, 6 (25%) ‘με το μέταλλο’ ή ‘με το σίδηρο’ προφανώς εννοούσαν ότι το υλικό των σωληνώσεων είναι ο σίδηρος. Οι υπόλοιποι 5 μαθητές και μαθήτριες (20%) έδωσαν απαντήσεις όπως ‘ακαθαρσίες, άνθρακας, νερό, βάσεις’, προφανώς ήταν οι μαθητές και οι μαθήτριες που είχαν απαντήσει ότι το αποφρακτικό είναι οξύ.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 10 μαθητές και μαθήτριες (40%) απάντησαν πως το ‘καυστικό νάτριο (βάση) αντιδρά με υπολείμματα σαπουνιού και τρίχες’, ενώ οι υπόλοιποι μαθητές και μαθήτριες διατήρησαν τις αρχικές τους απόψεις αφού άκουσαν την ορθή απάντηση χωρίς αυτό να συνοδευτεί από εργαστηριακή άσκηση.

Πιστοποιείται στις απαντήσεις ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες εμφανίζουν πολύ περισσότερα προβλήματα αναγνώρισης των βάσεων σε σχέση με τα οξέα. Εξάλλου η λέξη βάση λείπει εντελώς από το χαρακτηρισμό διαφόρων ουσιών σε αντίθεση με τη λέξη ξινός που χρησιμοποιείται στο καθημερινό μας λεξιλόγιο. Προφανώς θα πρέπει να γίνουν περισσότερες δραστηριότητες με βάσεις ώστε να μπορέσουν οι μαθητές/ριες να συνδέσουν τις βάσεις με ένα νοητικό μοντέλο που θα σχηματίσουν μέσω των πειραματικών διαδικασιών.

Επίσης μια βάση που χρησιμοποιούμε για τον κατευνασμό του πόνου που νιώθουμε όταν μας τσιμπήσει η μέλισσα είναι η αμμωνία. Τέθηκε στο ερωτηματολόγιο η ερώτηση: **«Όταν μας τσιμπήσει μια μέλισσα τρέχουμε γρήγορα να κατευνάσουμε τον πόνο χρησιμοποιώντας ένα υλικό. Ποια είναι η ουσία που περιέχεται σε αυτό;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (82%) γνώριζαν τη σωστή απάντηση που είναι ‘η αμμωνία’ (αν και μερικοί/ες μαθητές και μαθήτριες όταν έγραψαν το μοριακό τύπο της αμμωνίας έγραψαν NH_4^+ συγχέοντας την αμμωνία με το ιόν του αμμωνίου). Οι υπόλοιποι 4 μαθητές και μαθήτριες (18%) ανέφεραν ότι ‘περιέχεται μία βάση’, χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένη βάση. Στο τελικό ερωτηματολόγιο 22 μαθητές και μαθήτριες (91%) απάντησαν και πάλι η αμμωνία ενώ μόνο 2 (9%) ανέφεραν μία βάση χωρίς να διευκρινίσουν τη βάση αυτή.

Τέλος σχετικά με τις βάσεις τέθηκε η ερώτηση **«Πού οφείλεται κατά την άποψή σας ο βασικός χαρακτήρας ενός υδατικού διαλύματος;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 13 μαθητές και μαθήτριες (54%) ανέφεραν ότι ‘ο βασικός χαρακτήρας οφείλεται στα ανιόντα υδροξειδίου’, ενώ 5 (22%) δήλωσαν ‘άγνοια για τα αίτια του βασικού χαρακτήρα υδατικών διαλυμάτων’, 2 (8%) ανέφεραν ότι ‘οφείλεται στο βασικό διάλυμα’ χρησιμοποιώντας δηλαδή ταυτολογικούς χαρακτηρισμούς, ενώ 3 (16%) ανέφεραν ότι ‘στο pH οφείλεται ο βασικός χαρακτήρας των υδατικών διαλυμάτων’.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (82%) δήλωσαν ότι ‘ο βασικός χαρακτήρας οφείλεται στα ανιόντα υδροξειδίου’ ενώ 4 (18%) διατήρησαν τις αρχικές αντιλήψεις που είχαν σχέση με τη σύνδεση των αιτίων του βασικού

χαρακτήρα με το pH του διαλύματος, με το αν το διάλυμα είναι όξινο και με το αν η ουσία στο διάλυμα είναι πιο βασική και σε μεγαλύτερη ποσότητα από τη όξινη που θα περιέχει επίσης το διάλυμα (δηλαδή οι μαθητές και οι μαθήτριες συνέχισαν να θεωρούν ότι στο διάλυμα συνυπάρχουν οι όξινες και οι βασικές ουσίες και ο χαρακτήρας του διαλύματος εξαρτάται από την ποσότητα των ουσιών και από το πόσο πιο όξινη ή βασική είναι η κάθε ουσία στο διάλυμα).

Επίσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο τέθηκε η ερώτηση **«Ποιες από τις ουσίες που αναφέρθηκαν έχουν βασικό χαρακτήρα;»** με σκοπό προηγουμένως την ομαδοποίηση των βάσεων με βάση τις κοινές τους ιδιότητες. Οι ουσίες από τις οποίες θα έπρεπε να επιλέξουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ήταν το ξίδι, η αμμωνία, το κεντρί της μέλισσας, το tuboflo, το μάρμαρο, η κιμωλία, το σπέρτο του άλατος και το μαγειρικό αλάτι. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχουν το tuboflo και η αμμωνία’*. Άλλοι 5 μαθητές και μαθήτριες (21%) δήλωσαν άγνοια σχετικά με το ποιες ουσίες εμφανίζουν βασικό χαρακτήρα. Οι υπόλοιποι μαθητές και μαθήτριες έδωσαν αποσπασματικά ορθές και ανομοιογενείς απαντήσεις και μάλλον δεν είχαν κατανοήσει πλήρως τις έννοιες όξινος και βασικός χαρακτήρας. Τέσσερις μαθητές και μαθήτριες (17%) ανέφεραν το *‘μάρμαρο και την κιμωλία’* ως βασικές ουσίες, 2 (8%) ανέφεραν ότι βασικό χαρακτήρα έχουν *‘η αμμωνία και το μαγειρικό αλάτι’*, 2 (8%) ανέφεραν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχει μόνο το tuboflo’*, ενώ 3 μαθητές και μαθήτριες (13%) ανέφεραν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχουν η αμμωνία, η κιμωλία, το μάρμαρο και το μαγειρικό αλάτι’*. Τέλος 2 μαθητές και μαθήτριες (8%) ανέφεραν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχουν το κεντρί της μέλισσας, το μαγειρικό αλάτι, η αμμωνία και το tuboflo’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (75%) απάντησαν ότι *‘η αμμωνία και το tuboflo έχουν βασικό χαρακτήρα’* και οι υπόλοιποι 6 μαθητές και μαθήτριες (25%) διατήρησαν τις αρχικές τους ιδέες αλλά ελαφρώς βελτιωμένες, όπως 3 μαθητές και μαθήτριες (12%) ανέφεραν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχουν η αμμωνία, το tuboflo, η κιμωλία και το μάρμαρο’* ενώ άλλοι 3 μαθητές και μαθήτριες (13%) ανέφεραν ότι *‘βασικό χαρακτήρα έχει το tuboflo, η κιμωλία και το μαγειρικό αλάτι’*.

3.1.3 Ιδέες των παιδιών για τα άλατα

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο υπήρχαν ερωτήσεις που αφορούσαν στα άλατα και συγκεκριμένα το μαγειρικό αλάτι, το μάρμαρο και την κιμωλία. Ζητήθηκε η δομή του μαγειρικού αλατός, του μαρμάρου και της κιμωλίας. Η ερώτηση ήταν:

«Το μαγειρικό αλάτι χρησιμοποιείται στο να κάνει πιο νόστιμα τα φαγητά. Ποια είναι η κύρια ουσία σε αυτό και σε ποιο ποσοστό βρίσκεται σε αυτό κατά τη γνώμη σου; Τι γεύση έχει; Με ποιο τρόπο το παράγουμε; Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται;». Δεκαοκτώ μαθητές και μαθήτριες απάντησαν σωστά ότι *‘το μαγειρικό αλάτι είναι το χλωριούχο νάτριο’* ενώ 6 μαθητές/τριες δήλωσαν άγνοια για τη σύσταση του μαγειρικού αλατιού. Όλοι/ες οι μαθητές και οι μαθήτριες γνώριζαν την αλμυρή γεύση του αλατιού και 10 γνώριζαν ότι *‘περιέχεται στα δάκρυα’* ενώ οι υπόλοιποι/ες δήλωσαν άγνοια. Στο τελικό ερωτηματολόγιο 23 μαθητές και μαθήτριες (95%) απάντησαν πως *‘το μαγειρικό αλάτι είναι το χλωριούχο νάτριο’* και το συνδύασαν με το προϊόν της εξουδετέρωσης ανάμεσα σε ένα οξύ (υδροχλωρικό οξύ) και σε μία βάση (καυστικό νάτριο). Επίσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες (58%) ανέφεραν πως *‘το μαγειρικό αλάτι παράγεται από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού’* ενώ 4 μαθητές και μαθήτριες (17%) δήλωσαν πως *‘το μαγειρικό αλάτι το λαμβάνουμε από την αντίδραση εξουδετέρωσης ανάμεσα στο υδροχλωρικό οξύ και το υδροξείδιο του νατρίου’*.

Τέλος σε σχέση με τα άλατα ζητήθηκε η εξής ερώτηση **«Το μάρμαρο, το τσόφλι του αυγού και η κιμωλία αποτελούνται από το ίδιο υλικό. Ποια είναι η ουσία αποτελούνται κατά την άποψή σου;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 4 μαθητές και μαθήτριες (16%) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο πως είναι το ανθρακικό ασβέστιο, 7 (28%) δήλωσαν άγνοια για τη σύσταση της κιμωλίας και του μάρμαρου, 5 (20%) ανέφεραν ότι *‘αποτελούνται από ασβέστιο ή ασβέστη’*, 3 (13%) δήλωσαν ότι *‘είναι βάση και περιέχουν υδροξείδιο’*, 2 (9%) δήλωσαν πως είναι *‘το ανθρακικό νάτριο’* ενώ οι υπόλοιποι 3 (14%) έδωσαν διάφορες απαντήσεις όπως *‘αργίλιο, γρανίτης και άνθρακας’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (76%) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο πως *‘το μάρμαρο και η κιμωλία αποτελούνται από ανθρακικό ασβέστιο’*, 3 (12%) ανέφεραν πως *‘αποτελούνται από ανθρακικό νάτριο’* ενώ 3 μαθητές και μαθήτριες (12%) ανέφεραν πως *‘αποτελούνται από υδροξείδιο του ασβεστίου’*.

Ζητήθηκε τέλος με την ερώτηση **«Πώς θα μπορούσες να καθαρίσεις τα βρώμικα (μαυρισμένα) σκαλοπάτια από μάρμαρο στο σπίτι σου;»** με σκοπό να προβλέψουν οι μαθητές και οι μαθήτριες την αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και του μαρμάρου για τον επιφανειακό καθαρισμό του μαρμάρου. Η αντίδραση αυτή έχει διδαχθεί στο μάθημα της Χημείας της Γ' Γυμνασίου ως μία από τις ιδιότητες των οξέων και ως μέρος του όξινου χαρακτήρα αλλά μόνο 4 (16%) απάντησαν ορθά *‘χρησιμοποιώντας ένα οξύ’*, 14 (59%) απάντησαν *‘χρησιμοποιώντας χλωρίνη’* ενώ 6 (25%) δήλωσαν *‘με τη χρήση ενός καθαριστικού’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 15 μαθητές και μαθήτριες (62%) απάντησαν πως *‘ένα οξύ π.χ σπίρτο του αλάτος που περιέχει υδροχλωρικό οξύ μπορεί να αντιδράσει με το μάρμαρο που περιέχει ανθρακικό αλάτι και να απομακρύνει τη βρωμιά από αυτό επιφανειακά’*. Ενώ 5 μαθητές και μαθήτριες (22%) διατήρησαν την αρχική τους άποψη σχετικά με τη χρήση της χλωρίνης και 4 (16%) ανέφεραν *‘τη χρήση καθαριστικού για τον καθαρισμό των μαρμάρων’*.

Τέλος για τα άλατα ζητήθηκε ο όξινος, βασικός ή ουδέτερος χαρακτήρας τους με την ερώτηση **«Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν ουδέτερο χαρακτήρα;»** εννοώντας το μαγειρικό αλάτι, τη κιμωλία και το μάρμαρο. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (75%) δεν έδωσαν καμία απάντηση δείχνοντας ότι εμφανίζουν προβλήματα στο χαρακτηρισμό ενός ουδέτερου διαλύματος σε σχέση με το όξινο ή βασικό διάλυμα, 4 (17%) έδωσαν ορθές απαντήσεις ότι η κιμωλία, το μάρμαρο και το μαγειρικό αλάτι εμφανίζουν ουδέτερο χαρακτήρα, ενώ 2 (8%) ανέφεραν *‘μόνο το μαγειρικό αλάτι ως ουσία με ουδέτερο χαρακτήρα και όχι το μάρμαρο και την κιμωλία’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες (57%) απάντησαν πως το μαγειρικό αλάτι, η κιμωλία και το μάρμαρο είναι άλατα και έχουν ουδέτερο χαρακτήρα, 8 (34%) απάντησε πως *‘μόνο το μαγειρικό αλάτι εμφανίζει ουδέτερο χαρακτήρα’*, ενώ 2 (9%) ανέφεραν πως *‘δεν θυμόνταν και δεν γνώριζαν ποιες ουσίες εμφάνιζαν ουδέτερο χαρακτήρα’*.

Τέλος σχετικά με τον όξινο, βασικό και ουδέτερο χαρακτήρα τέθηκε η η ερώτηση **«Με ποιο τρόπο θα μπορούσες να καταλάβεις τον όξινο, το βασικό και τον ουδέτερο χαρακτήρα των ουσιών αυτών;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 21 μαθητές και μαθήτριες (87%) απάντησαν πως *‘μπορούμε να καταλάβουμε τον όξινο, βασικό και ουδέτερο χαρακτήρα μέσω της μέτρησης του pH με ένα πεχόμετρο ή μέσω ενός δείκτη’* και 3 (13%) δήλωσαν άγνοια χρησιμοποιώντας εκφράσεις όπως *‘με ένα πείραμα’*, *‘με ένα όξινο ή βασικό ή ουδέτερο διάλυμα’* ή *‘με ένα χαρτί’*, προφανώς

εννοώντας το πεχαμετρικό χαρτί μη μπορώντας να θυμηθούν το πραγματικό όνομά του.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και οι 24 μαθητές και μαθήτριες (100%) απάντησαν πως *‘μπορούμε να καταλάβουμε τον όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα των ενώσεων μέσω ενός δείκτη ή ενός πεχαμέτρου’*.

3.1.4 Ιδέες των παιδιών για το pH

Η έννοια του pH είναι πολύ βασική στη μελέτη των ιοντικών διαλυμάτων και είναι ένα μέγεθος μέσω του οποίου μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα. Στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν 3 ερωτήσεις σχετικά με την έννοια του pH. Η πρώτη ερώτηση ζητούσε τη σημασία της έννοιας του pH: **«Ποια είναι κατά τη γνώμη σου η σημασία της κλίμακας του pH;»** Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 22 μαθητές και μαθήτριες (92%) γνώριζαν την έννοια του pH ως την κλίμακα που *‘δείχνει αν ένα διάλυμα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο και πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα’* ενώ 2 μαθητές και μαθήτριες από την παραπάνω ομάδα δήλωσαν παράλληλα ότι *‘σε προϊόντα καθημερινής χρήσης το pH μας βοηθά να καταλάβουμε πόσο ασφαλές μπορεί να είναι το προϊόν για την υγεία μας’*. Δύο μαθητές και μαθήτριες (8%) απάντησαν *«μας δείχνει ποια υδατικά διαλύματα είναι επικίνδυνα και ποια κατάλληλα για μας»* και *«όσο πιο μεγάλο είναι το pH τόσο πιο όξινο είναι το διάλυμα»*. Στο τελικό ερωτηματολόγιο και οι 24 μαθητές και μαθήτριες απάντησαν πως *«η κλίμακα δείχνει αν ένα υδατικό διάλυμα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο άρα να καταλάβουμε αν μια ουσία είναι οξύ ή βάση»*.

Η άλλη ερώτηση αφορούσε στις τιμές που λαμβάνει το pH ενός υδατικού διαλύματος: **«Ποιες είναι οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει το pH ενός υδατικού διαλύματος;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 21 μαθητές και μαθήτριες (87%) απάντησαν ότι *‘τα όρια των τιμών pH είναι από 0 έως 14’*, 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) δε γνώριζαν τα όρια ενώ 1 μαθητής (4%) έδωσε λανθασμένα τα όρια *«από 6 όξινο, 7 ουδέτερο και 8 βασικό»*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και οι 24 μαθητές και μαθήτριες έδωσαν ορθή απάντηση (0-14) για τα όρια της κλίμακας του pH.

Τέλος υπήρχε μια ερώτηση που αφορούσε στις τιμές του pH για όξινο, βασικό και ουδέτερο διάλυμα: **«Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός όξινου, ενός βασικού και ενός ουδέτερου υδατικού διαλύματος;»** Δεκαεπτά μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο *‘ $0 \leq pH < 7$ για ένα όξινο διάλυμα, $pH = 7$ για ουδέτερο διάλυμα και $(7 < pH \leq 14)$ για ένα βασικό διάλυμα’*, 3 (13%) δε γνώριζαν τα όρια των παραπάνω διαλυμάτων, ενώ 4 (17%) έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις, *«το όξινο διάλυμα έχει pH από 0 έως 6 και ένα βασικό διάλυμα έχει pH από 8 έως 14»*, *«το όξινο διάλυμα έχει pH από 7 έως 14 και το βασικό διάλυμα έχει pH από 0 έως 7»*. Ειδικά για τα ουδέτερα διαλύματα οι παραπάνω μαθητές και μαθήτριες δεν εμφάνισαν λανθασμένες απαντήσεις σε σχέση με το pH ενός ουδέτερου διαλύματος ($pH = 7$).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 22 μαθητές και μαθήτριες (91%) έδωσαν ορθές απαντήσεις σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο ενώ 2 (9%) διατήρησαν τις λανθασμένες τους ιδέες για τα όρια τιμών pH για το όξινο και βασικό διάλυμα ενώ για τα ουδέτερα διαλύματα διατήρησαν την ορθή άποψη που είχαν για το pH ($pH = 7$).

3.1.5 Ιδέες των παιδιών για την εξουδετέρωση

Τέλος στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν 2 ερωτήσεις σχετικά με την έννοια της εξουδετέρωσης. Στην 1^η ερώτηση ζητούνταν οι προϋπάρχουσες ιδέες σχετικά με την εξουδετέρωση: **«Τι είναι κατά την άποψή σου η εξουδετέρωση; Ποιες ουσίες**

συμμετέχουν στην αντίδραση της εξουδετέρωσης ως αντιδρώντα και ως προϊόντα;». Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 16 μαθητές και μαθήτριες (66%) απάντησαν σωστά ότι είναι «η αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και σε μία βάση ώστε να δώσουν στα προϊόντα αλάτι και νερό» ή ότι είναι «η αντίδραση ανάμεσα στα κατιόντα υδρογόνου H^+ και στα ανιόντα υδροξειδίου OH^- για το σχηματισμό νερού». Παρατηρούμε ότι οι μαθητές απάντησαν για την εξουδετέρωση σύμφωνα με τη θεωρία του Arrhenius. Δύο μαθητές και μαθήτριες (8%) δε γνώριζαν την έννοια της εξουδετέρωσης, 4 (18%) γνώριζαν την έννοια της εξουδετέρωσης ως αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης έδωσαν όμως λανθασμένη απάντηση σε σχέση με την αντίδραση μεταξύ των ιόντων. Χαρακτηριστικά ανέφεραν: «Η εξουδετέρωση είναι η αντίδραση μεταξύ κατιόντων υδροξειδίου και ανιόντων υδρογόνου». Προφανώς υπήρχε άγνοια για το πραγματικό φορτίο του κάθε ιόντος. Τέλος υπήρξαν και 2 μαθητές και μαθήτριες (8%) που έδωσαν απαντήσεις που απείχαν αρκετά από τις επιστημονικά ορθές, όπως: «Εξουδετέρωση είναι μία αντίδραση ανάμεσα σε ένα μέταλλο και σε ένα αμέταλλο».

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 20 μαθητές και μαθήτριες (82%) απάντησαν πως «η εξουδετέρωση είναι η αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης» ενώ 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) απάντησαν πως «η εξουδετέρωση γίνεται όταν δύο ουσίες αλληλοεξουδετερώνουν τις ιδιότητές τους». Τέλος 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) απάντησαν πως «εξουδετέρωση είναι η αντίδραση όπου τα αντιδρώντα που είναι το αλάς και το υδροξείδιο δίνουν προϊόντα που είναι το νερό».

Στην άλλη ερώτηση ζητήθηκε από τους μαθητές και μαθήτριες να περιγράψουν την αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ (μυρμηκικό οξύ) και σε μία βάση (αμμωνία) αφού προηγουμένως ζητούσε να βρουν τις παραπάνω ουσίες στο κεντρί της μέλισσας (μυρμηκικό οξύ) και στο υλικό που χρησιμοποιείται για τον κατευνασμό του πόνου (αμμωνία). Η ερώτηση ήταν: «Μπορείς να περιγράψεις την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών; Πώς λέγεται η αντίδραση αυτή κατά την άποψή σου;». Δώδεκα μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν ορθά ότι η αντίδραση ονομάζεται εξουδετέρωση αλλά κανείς/καμία μαθητής/τρια δεν μπόρεσε να γράψει την αντίδραση (χημική εξίσωση) μεταξύ του οξέος και της βάσης, 2 (8%) ενώ απάντησαν σωστά ότι «αντιδρά ένα οξύ με μία βάση», περιέγραψαν την αντίδραση μεταξύ τους ως αντίδραση «διπλής αντικατάστασης», 3 (13%) βρήκαν την αμμωνία ως βάση δεν μπόρεσαν να βρουν το οξύ και στη συνέχεια δεν μπόρεσαν να περιγράψουν την αντίδραση μεταξύ τους και να ονομάσουν την αντίδραση μεταξύ τους. Οι υπόλοιποι 7 μαθητές και μαθήτριες (29%) ενώ βρήκαν τη βάση (αμμωνία) δεν μπόρεσαν να βρουν το οξύ και έδωσαν διάφορα ονόματα για την αντίδραση μεταξύ τους όπως «εξουδετέρωση» (3 μαθητές και μαθήτριες), «οξειδοαναγωγική» (2 μαθητές και μαθήτριες) και «βασική» (2 μαθητές και μαθήτριες).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (74%) έδωσαν ορθή απάντηση σχετικά με την εξουδετέρωση (αν και μόνο 5 μαθητές και μαθήτριες μπόρεσαν να γράψουν τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης), 4 (17%) απάντησαν πως «η βάση είναι η αμμωνία» αλλά δεν μπόρεσαν να περιγράψουν το οξύ και κατ' επέκταση την έννοια της εξουδετέρωσης. Τέλος 2 μαθητές και μαθήτριες (9%) απάντησαν πως «η αμμωνία αντιδρά με το οξικό οξύ (αντί του μυρμηκικού οξέος) και η αντίδραση αυτή λέγεται εξουδετέρωση». Σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις δεν γράφτηκε η χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης.

3.2 Οι ιδέες των παιδιών για τα οξέα, τις βάσεις, τα άλατα, το pH και την εξουδετέρωση στην ομάδα ελέγχου

3.2.1 Ιδέες παιδιών για τα οξέα

Οι μαθητές και οι μαθήτριες στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στην 1^η ερώτηση «Δίπλα βλέπεις ένα εργοστάσιο χαλυβουργίας δηλαδή παρασκευής σιδήρου και χάλυβα. Α) Τι παρατηρείς; Β) Ποιες είναι οι συνέπειες των αερίων που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου; Γ) Ποιες ουσίες υπάρχουν στα αέρια που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;» εμφάνισαν τα εξής αποτελέσματα.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση 8 μαθητές και μαθήτριες (40%) απάντησαν ότι παρατηρούν 'καπνός βγαίνει από τις καμινάδες', 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) απάντησαν 'αέρια', 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν 'υδρατμοί' ενώ 4 μαθητές και μαθήτριες ανέφεραν ότι 'βγαίνουν ρύποι'.

Στη β' υποερώτηση 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν 'είναι επικίνδυνα για την υγεία μας', 6 (30%) απάντησαν 'μας εμποδίζουν να αναπνεύσουμε', ενώ 4 (20%) απάντησαν 'κάνουν κακό στο περιβάλλον και στον άνθρωπο'.

Στην γ' υποερώτηση και οι 2 μαθητές και μαθήτριες (10%) απάντησαν πως 'περιέχουν διοξείδιο του άνθρακα', 5 (25%) απάντησαν πως περιέχουν 'νερό με τη μορφή υδρατμών', 3 (15%) απάντησαν πως περιέχουν 'άσχημες ουσίες' ενώ 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύσταση των αερίων που εκπέμπονται.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν πως 'βγαίνουν αέρια', 7 (35%) απάντησαν 'καπνός που περιέχει ρύπους' ενώ 3 (15%) απάντησαν 'επικίνδυνοι καπνοί'.

Στη β' υποερώτηση 13 μαθητές και μαθήτριες (65%) απάντησαν 'είναι επικίνδυνες για την υγεία μας', ενώ 7 (35%) απάντησαν πως 'κάνουν κακό στην υγεία μας και στο περιβάλλον'.

Στην γ' υποερώτηση 2 μαθητές και μαθήτριες (10%) απάντησαν τα αέρια 'περιέχουν κάποιο οξύδιο', 3 (15%) απάντησαν τα αέρια 'περιέχουν νερό με τη μορφή υδρατμών', 5 (25%) απάντησαν ότι τα αέρια περιέχουν 'διοξείδιο του θείου' ενώ 10 (50%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύσταση των αερίων που εκπέμπονται.

Η 2^η ερώτηση ήταν «Βλέπεις δίπλα ένα δάσος του Καναδά. Α) Τι παρατηρείς; Β) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό των δασών; Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό των δασών; Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργιών;».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν 'Υπάρχει ένα κομμάτι του δάσους που έχει καταστραφεί', 7 μαθητές και μαθήτριες (35%) απάντησαν 'Παρατηρώ κίτρινα δέντρα που δείχνουν να έχουν πρόβλημα' ενώ 3 (15%) απάντησαν 'ένα δάσος' χωρίς να δώσουν περαιτέρω πληροφορίες.

Στη β' υποερώτηση 6 μαθητές και μαθήτριες (30%) απάντησαν πως 'οφείλεται στη ρύπανση του περιβάλλοντος', 6 (30%) απάντησαν πως 'οφείλεται στην ανθρώπινη παρέμβαση', 5 (25%) απάντησαν πως 'οφείλεται στην όξινη βροχή', ενώ 3 (15%) απάντησαν πως δεν γνώριζαν τα αίτια.

Στην γ' υποερώτηση 13 μαθητές και μαθήτριες (65%) δεν έδωσαν απάντηση, 5 (25%) ανέφεραν 'τα οξέα που είναι διαλυμένα στην όξινη βροχή', ενώ 2 (10%) ανέφεραν 'τα οξείδια των καυσαερίων'.

Στην δ' υποερώτηση 13 μαθητές και μαθήτριες (65%) απάντησαν πως 'οι αέριοι ρύποι των εργοστασίων προκαλούν τα προβλήματα στα δάση', 5 (25%) απάντησαν 'τα

αέρια των εργοστασίων προκάλεσαν την όξινη βροχή', ενώ 2 (10%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν τη σύνδεση των αερίων με το πρόβλημα των δασών.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο στη α' υποερώτηση 17 μαθητές και μαθήτριες (85%) απάντησαν 'ένα δάσος που έχει πάθει μεγάλη ζημιά', ενώ 3 (15%) απάντησαν απλά 'ένα δάσος'.

Στη β' υποερώτηση 11 μαθητές και μαθήτριες (55%) απάντησαν πως 'το αίτιο είναι η όξινη βροχή', 6 (30%) απάντησαν πως 'οφείλεται στη ρύπανση του περιβάλλοντος' και 3 (15%) απάντησαν πως 'οφείλεται στην ανθρώπινη παρέμβαση'.

Στη γ' υποερώτηση 9 μαθητές και μαθήτριες (45%) ανέφεραν ότι το προκάλεσε 'το θειικό οξύ', 2 (12%) ανέφεραν 'νιτρικό οξύ' και 9 (45%) ανέφεραν πως δεν γνώριζαν τις ουσίες που προκάλεσαν το πρόβλημα των δασών.

Στη δ' υποερώτηση 11 μαθητές και μαθήτριες (55%) ανέφεραν πως 'τα αέρια των χαλυβουργιών προκάλεσαν την όξινη βροχή που κατέστρεψε τα δάση' και 9 (45%) απάντησαν πως 'τα αέρια των εργοστασίων προκάλεσαν τα προβλήματα στα δάση αλλά δεν ξέρω με ποιον τρόπο'.

Η 3^η ερώτηση ήταν «**Βλέπεις δίπλα δύο εικόνες του ίδιου αγάλματος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές, το 1908 και το 1969. Α) Τι παρατηρείς; Β) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό; Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό κατά τη γνώμη σου; Δ) Πώς συνδέεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργιών;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 18 μαθητές και μαθήτριες (90%) απάντησαν πως 'βλέπω το άγαλμα να καταστρέφεται με το χρόνο' ενώ 2 (10%) απάντησαν πως 'το άγαλμα αλλοιώθηκε'.

Στη β' υποερώτηση 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν πως η καταστροφή του αγάλματος 'οφείλεται στην ανθρώπινη ρύπανση', 5 (25%) απάντησαν πως 'οφείλεται στην όξινη βροχή', ενώ 10 (50%) δήλωσαν άγνοια για τα αίτια της καταστροφής.

Στη γ' υποερώτηση 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν πως οι ουσίες που προκάλεσαν την καταστροφή είναι 'τα οξέα που είναι διαλυμένα στην όξινη βροχή', 5 (25%) απάντησαν πως 'η καταστροφή του αγάλματος οφείλεται στους ρύπους της ατμόσφαιρας', ενώ 10 (50%) δεν μπόρεσαν να βρουν τις ουσίες που ευθύνονται για την καταστροφή του αγάλματος.

Στη δ' υποερώτηση 8 μαθητές και μαθήτριες (40%) απάντησαν πως 'τα καυσαέρια των εργοστασίων μπορούν και καταστρέφουν το μάρμαρο', 2 (10%) απάντησαν πως 'τα αέρια δημιούργησαν την όξινη βροχή' ενώ οι υπόλοιποι/ες 10 (50%) δεν μπόρεσαν να συνδέσουν τα αέρια των χαλυβουργιών με την καταστροφή του αγάλματος.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και στην α' υποερώτηση όλοι/ες οι 20 μαθητές και μαθήτριες απάντησαν πως παρατηρούν ένα κατεστραμμένο άγαλμα.

Στη β' υποερώτηση 12 μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν πως 'το αίτιο είναι η όξινη βροχή που καταστρέφει το μάρμαρο του αγάλματος', 2 (10%) απάντησαν πως 'οι ρύποι στην ατμόσφαιρα κατέστρεψαν το μαρμάρινο άγαλμα', ενώ 6 (30%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν πως προκλήθηκε η καταστροφή του αγάλματος.

Στη γ' υποερώτηση 12 μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν πως οι ουσίες που προκάλεσαν την καταστροφή του μαρμάρινου αγάλματος είναι το 'θειικό οξύ', 2 (10%) απάντησαν πως την καταστροφή την προκάλεσε το 'νιτρικό οξύ', ενώ 6 (30%) δήλωσαν άγνοια για τα αίτια καταστροφής του αγάλματος.

Στη δ' υποερώτηση 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν 'τα αέρια των χαλυβουργιών γίνονται οξέα και προκαλούν την όξινη βροχή που καταστρέφει τα αγάλματα', ενώ 6 (30%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν το μηχανισμό με τον οποίο καταστρέφονται τα αγάλματα σε σχέση με τα αέρια των χαλυβουργιών.

Στην 4^η ερώτηση « **A) Μπορείς να βρεις άλλα παραδείγματα ουσιών με παρόμοια συμπεριφορά από την καθημερινή σας ζωή; B) Πώς θα ονόμαζες τις ουσίες αυτές από χημικής άποψης;**» Στο αρχικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) απάντησαν *‘το ξίδι’*, 2 (10%) απάντησαν *‘ο χυμός λεμονιού’* ενώ οι υπόλοιποι 15 (75%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν ουσίες με παρόμοια συμπεριφορά.

Στη β' υποερώτηση 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν *‘οι ουσίες αυτές ονομάζονται οξέα’*. Οι υπόλοιποι 15 μαθητές και μαθήτριες (75%) δεν γνώριζαν την απάντηση για το όνομα των ουσιών αυτών.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο στην α' υποερώτηση 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν το ξίδι και ο χυμός λεμονιού ενώ 6 (30%) δεν έδωσαν απάντηση.

Στη β' υποερώτηση 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν *‘οι ουσίες αυτές ονομάζονται οξέα’*. Οι υπόλοιποι 6 μαθητές και μαθήτριες (30%) δεν γνώριζαν την απάντηση για το όνομα των ουσιών αυτών.

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο έγινε η προσπάθεια να αναγνωριστούν τα οξέα μέσω της καθημερινής χρήσης τους. Τα οξέα για τα οποία ζητήθηκαν πληροφορίες ήταν το οξικό οξύ στο ξίδι και το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας. Η 5^η ερώτηση ήταν η εξής: **«Το ξίδι είναι ένα υλικό που το χρησιμοποιούμε στο να κάνουμε τις σαλάτες πιο εύγευστες και ωφέλιμες. Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σ' αυτό;»** και **«Ποια ουσία βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας που προκαλεί τον πόνο;»**.

Στην ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου για το ξίδι 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) απάντησαν σωστά ότι πρόκειται για *το οξικό οξύ*, ενώ 4 (20%) ανέφεραν ως κύρια ουσία *το μούστο*, 2 (10%) απάντησαν *το σταφύλι* και οι υπόλοιποι 11 (55%) δεν έδωσαν απάντηση.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) απάντησαν ορθά *το οξικό οξύ* ενώ 6 (30%) έδωσαν απαντήσεις που δεν συμβάδισαν με το επιστημονικό μοντέλο και διατηρήθηκαν όπως σταφύλι και ο μούστος. Έντεκα μαθητές και μαθήτριες (55%) δεν έδωσαν και πάλι απάντηση για τη σύσταση του κρασιού.

Στην ερώτηση του αρχικού ερωτηματολογίου για την ουσία που βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας κανείς μαθητής και καμία μαθήτρια (0%) δεν έδωσε απάντηση που να συμβαδίζει με το επιστημονικά αποδεκτό μοντέλο, το μυρμηκικό οξύ, 4 όμως ανέφεραν ότι το κεντρί περιέχει *‘ένα οξύ’*.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο εμφανίστηκαν 4 μαθητές και μαθήτριες (20%) που απάντησαν ορθά, το μυρμηκικό οξύ ενώ οι υπόλοιποι/ες δήλωσαν ότι δεν θυμούνται τη δραστική ουσία στο κεντρί της μέλισσας.

Στην ερώτηση για τα οξέα οι μαθητές και οι μαθήτριες ρωτήθηκαν: **« Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν όξινο χαρακτήρα;»** με σκοπό όπως προηγουμένως την ομαδοποίηση των οξέων με βάση τις κοινές τους ιδιότητες στο αρχικό ερωτηματολόγιο. Τέσσερις μαθητές και μαθήτριες (20%) απάντησαν ότι όξινο χαρακτήρα έχουν *το ξίδι*, 3 (15%) απάντησαν ότι όξινο χαρακτήρα έχει *ο χυμός λεμονιού*, 3 (15%) απάντησαν *το tuboflo και το ξίδι*, 5 (25%) απάντησαν *το ξίδι και ο χυμός λεμονιού*, ενώ 5 (25%) έδωσαν διάφορες απαντήσεις όπως *μάρμαρο, κιμωλία, tuboflo, μαγειρικό αλάτι*.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 9 μαθητές και μαθήτριες (45%) ανέφεραν *το ξίδι, ο χυμός λεμονιού και το μυρμηκικό οξύ*, 4 (20%) ανέφεραν *το ξίδι και το χυμό λεμονιού* ενώ οι υπόλοιποι μαθητές και μαθήτριες διατήρησαν τις προηγούμενες λανθασμένες απόψεις όπως ότι *το tuboflo, η αμμωνία, το μάρμαρο, η κιμωλία και το μαγειρικό αλάτι έχουν όξινο χαρακτήρα*.

Στην ερώτηση για τα οξέα οι μαθητές και οι μαθήτριες ρωτήθηκαν: «**Πού οφείλεται ο όξινος χαρακτήρας των υδατικών διαλυμάτων των οξέων;**» με σκοπό την διερεύνηση του λόγου για τον οποίο όλα τα οξέα έχουν κοινές ιδιότητες. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) ανέφεραν την παρουσία των H^+ (κατιόντα υδρογόνου), 3 OH^- (ανιόντα υδροξειδίου) προφανώς συγχέοντας τα παραπάνω ιόντα με τους αντίστοιχους χαρακτήρες των διαλυμάτων, 2 (10%) απάντησαν ότι οφείλεται στη ζινή τους γεύση, 3 (15%) ανέφεραν ότι ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στο pH ενώ 7 (35%) δήλωσαν άγνοια σχετικά με τα αίτια του όξινου χαρακτήρα για τα διαλύματα των οξέων.

Αντίστοιχα στο τελικό ερωτηματολόγιο 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) ανέφεραν ότι ο όξινος χαρακτήρας οφείλεται στην παρουσία των κατιόντων υδρογόνου (H^+) ενώ 10 (50%) διατήρησαν τις αρχικές τους αντιλήψεις που είχαν σχέση με τη σύνδεση των αιτίων του όξινου χαρακτήρα με το pH του διαλύματος, με την ζινή του γεύση.

Τέλος ζητήθηκε από τους μαθητές και τις μαθήτριες να αναφέρουν **το ποσοστό στο οποίο βρίσκεται το οξικό οξύ στο ξίδι, τον τρόπο παραγωγής του ξιδιού καθώς και τη χημική αντίδραση παραγωγής του ξιδιού.** Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 16 μαθητές και μαθήτριες (80%) δήλωσαν άγνοια για το ποσοστό ενώ 4 (20%) ανέφεραν ποσοστά από 20% έως 50% του ξιδιού σε οξικό οξύ. Στην ερώτηση για τον τρόπο παρασκευής του ξιδιού 16 μαθητές και μαθήτριες (80%) δήλωσαν άγνοια ενώ οι υπόλοιποι/ες 4 (20%) ανέφεραν με διαφορετικούς τρόπους την παραγωγή του ξιδιού από το κρασί, το μούστο ή τα σταφύλια. Στο τελικό ερωτηματολόγιο 4 μαθητές και μαθήτριες (20%) ανέφεραν την παραγωγή του ξιδιού από το κρασί, το μούστο ή τα σταφύλια ενώ το υπόλοιπο ποσοστό 80% (16 μαθητές και μαθήτριες) ανέφεραν και πάλι ότι δεν γνωρίζουν τον τρόπο παρασκευής του ξιδιού. Είναι χαρακτηριστικό ότι κανείς μαθητής και μαθήτρια δεν γνώριζε τη χημική αντίδραση παρασκευής του ξιδιού από το κρασί, ενώ και στο τελικό ερωτηματολόγιο όλοι οι μαθητές και μαθήτριες δεν γνώριζαν τη χημική εξίσωση παρασκευής του οξικού οξέος στο ξίδι.

3.2.2 Ιδέες των παιδιών για τις βάσεις

Μία βάση που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή ως αποφρακτικό σωληνώσεων είναι το καυστικό νάτριο ($NaOH$) γνωστό και ως tuboflo. Η ερώτηση ήταν: «**Το tuboflo χρησιμοποιείται ως αποφρακτικό σωληνώσεων που έχουν βουλώσει. Ποια είναι η ουσία αυτή κατά την άποψή σου; Με τι μπορεί να αλληλεπιδράσει το tuboflo σε μία αποφραγμένη σωλήνωση;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο στην ερώτηση αυτή, 11 μαθητές και μαθήτριες (55%) δεν έδωσαν απάντηση, μόνο 2 (10%) έδωσαν τη σωστή επιστημονικά απάντηση ($NaOH$), 3 (15%) απάντησαν πως είναι μια βάση ή μια βασική ουσία αλλά δεν γνώριζαν το όνομά της, 4 (18%) απάντησαν πως είναι ένα οξύ (αναφέρθηκε το υδροχλωρικό οξύ και το νιτρικό οξύ γιατί είναι πολύ καυστικό).

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 6 μαθητές και μαθήτριες (30%) απάντησαν σωστά το καυστικό νάτριο, 2 (10%) ανέφεραν 'μία βάση' χωρίς να αναφέρουν συγκεκριμένο όνομα, 3 (15%) ανέφεραν 'μία καυστική ουσία', ενώ 9 (45%) απάντησαν πως δεν γνώριζαν τη δραστική ουσία στο tuboflo.

Στην ερώτηση με τι θα αντιδράσει το αποφρακτικό, 6 μαθητές και μαθήτριες (30%) απάντησαν με τα άλατα, 5 (50%) απάντησαν με το πουρί των σωληνώσεων, 4 (20%) 'με το μέταλλο των σωληνώσεων' ενώ 5 (20%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν με τι αντιδρά το tuboflo.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο οι μαθητές και μαθήτριες διατήρησαν τις αρχικές τους ιδέες και δεν υπήρξαν μεταβολές προφανώς γιατί η διδασκαλία δεν συνδεόταν με το συγκεκριμένο θέμα. Έξι μαθητές και μαθήτριες (30%) απάντησαν *με τα άλατα*, 5 (50%) απάντησαν *με το πουρί των σωληνώσεων*, 4 ανέφεραν (20%) *‘με το μέταλλο των σωληνώσεων’* ενώ 5 (20%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν με τι αντιδρά το tuboflo.

Επίσης μια βάση που χρησιμοποιούμε για τον κατευνασμό του πόνου που νιώθουμε όταν μας τσιμπήσει η μέλισσα είναι η αμμωνία. Τέθηκε στο ερωτηματολόγιο η ερώτηση: **«Όταν μας τσιμπήσει μια μέλισσα τρέχουμε γρήγορα να κατευνάσουμε τον πόνο χρησιμοποιώντας ένα υλικό. Ποια είναι η ουσία που περιέχεται σε αυτό;»** Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) γνώριζαν τη σωστή απάντηση που είναι η *αμμωνία*, και οι υπόλοιποι/ες 6 της ομάδας ελέγχου (30%) απάντησαν πως δεν γνώριζαν την ουσία με την οποία κατευνάζουμε το τσίμπημα της μέλισσας. Στο τελικό ερωτηματολόγιο 18 μαθητές και μαθήτριες (90%) απάντησαν *η αμμωνία* ενώ μόνο 2 (10%) απάντησαν πως δεν γνωρίζουν την ουσία που απαλύνει τον πόνο από το τσίμπημα της μέλισσας.

Τέλος σχετικά με τις βάσεις τέθηκε η ερώτηση **«Πού οφείλεται κατά την άποψή σας ο βασικός χαρακτήρας ενός υδατικού διαλύματος;»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) ανέφεραν ότι *ο βασικός χαρακτήρας οφείλεται στα ανιόντα υδροξειδίου*, 3 (15%) απάντησαν ότι *ο βασικός χαρακτήρας οφείλεται στα κατιόντα υδρογόνου*, 3 (15%) απάντησαν πως οφείλεται στο pH, ενώ 9 (45%) δήλωσαν *άγνοια για τα αίτια του βασικού χαρακτήρα υδατικών διαλυμάτων*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 9 μαθητές και μαθήτριες (45%) δήλωσαν ότι *ο βασικός χαρακτήρας οφείλεται στα ανιόντα υδροξειδίου*, ενώ 11 (55%) και πάλι απάντησαν ότι *δεν γνώριζαν τα αίτια του βασικού χαρακτήρα*.

Επίσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο τέθηκε η ερώτηση **«Ποιες από τις ουσίες που αναφέρθηκαν έχουν βασικό χαρακτήρα;»** με σκοπό όπως προηγουμένως την ομαδοποίηση των βάσεων με βάση τις κοινές τους ιδιότητες. Οι ουσίες από τις οποίες θα έπρεπε να επιλέξουν οι μαθητές και οι μαθήτριες ήταν το ξίδι, η αμμωνία, το κεντρί της μέλισσας, το tuboflo, το μάρμαρο, η κιμωλία, το σπέρτο του άλατος και το μαγειρικό αλάτι. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν ότι *βασικό χαρακτήρα έχει το tuboflo* 10 (50%) δήλωσαν *άγνοια σχετικά με το ποιες ουσίες εμφανίζουν βασικό χαρακτήρα*, και οι υπόλοιποι/ες μαθητές και μαθήτριες έδωσαν αποσπασματικά ορθές και ανομοιογενείς απαντήσεις και μάλλον δεν είχαν κατανοήσει πλήρως τις έννοιες όξινης και βασικής χαρακτήρας. Π.χ 2 (10%) ανέφεραν την αμμωνία, η κιμωλία και το μάρμαρο, 2 (10%) το μαγειρικό αλάτι και την αμμωνία ενώ 1 μαθητής ως βασικές ουσίες το σπέρτο του άλατος, το μάρμαρο και τη κιμωλία.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 8 μαθητές και μαθήτριες (40%) απάντησαν ότι *η αμμωνία και το tuboflo έχουν βασικό χαρακτήρα*, 6 (15%) *βασικό χαρακτήρα έχουν η αμμωνία, το tuboflo, η κιμωλία και το μάρμαρο*, ενώ άλλοι 3 (15%) ότι *βασικό χαρακτήρα έχει το tuboflo, η κιμωλία και το μαγειρικό αλάτι*. Οι υπόλοιποι 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) δήλωσαν *άγνοια για τις ουσίες με βασικό χαρακτήρα*.

3.2.3 Ιδέες των παιδιών για τα άλατα

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο υπήρχαν ερωτήσεις που αφορούσαν στα άλατα και συγκεκριμένα το μαγειρικό αλάτι, το μάρμαρο και η κιμωλία. Ζητήθηκε η δομή του μαγειρικού άλατος, του μαρμάρου και της κιμωλίας. Η ερώτηση ήταν:

«Το μαγειρικό αλάτι χρησιμοποιείται στο να κάνει πιο νόστιμα τα φαγητά. Ποια είναι η κύρια ουσία σε αυτό και σε ποιο ποσοστό βρίσκεται σε αυτό κατά τη

γνώμη σου; Τι γεύση έχει; Με ποιο τρόπο το παράγουμε; Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται;». Δώδεκα μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν σωστά ότι *‘το μαγειρικό αλάτι είναι το χλωριούχο νάτριο’*, ενώ 8 (30%) δήλωσαν άγνοια για τη σύσταση του μαγειρικού αλατιού. Όλοι οι μαθητές και όλες οι μαθήτριες γνώριζαν την αλμυρή γεύση του αλατιού και 4 (20%) γνώριζαν ότι *‘περιέχεται στα δάκρυα γιατί είναι αλμυρά’*, ενώ οι υπόλοιποι/ες δήλωσαν άγνοια σχετικά με τα βιολογικά υγρά που περιέχουν αλάτι. Επίσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο 9 μαθητές και μαθήτριες (45%) ανέφεραν πως *το μαγειρικό αλάτι παράγεται από την εξάτμιση του θαλασσινού νερού*, 2 (10%) δήλωσαν πως *‘το μαγειρικό αλάτι το λαμβάνουμε από την αντίδραση εξουδετέρωσης ανάμεσα στο υδροχλωρικό οξύ και το υδροξείδιο του νατρίου’*, ενώ οι υπόλοιποι/ες δήλωσαν άγνοια για τον τρόπο παρασκευής του μαγειρικού αλατιού. Στο τελικό ερωτηματολόγιο 15 μαθητές και μαθήτριες (75%) απάντησαν πως *‘το μαγειρικό αλάτι είναι το χλωριούχο νάτριο’* ενώ οι υπόλοιποι 5 αγνοούσαν τη σύσταση. Επίσης 9 μαθητές/ριες (45%) ανέφεραν την παραγωγή του από *‘το θαλασσινό νερό’* και 2 (10%) πάλι ανέφεραν την παραγωγή του από την εξουδετέρωση υδροχλωρικού οξέος από το υδροξείδιο του νατρίου.

Τέλος σε σχέση με τα άλατα τέθηκε η εξής ερώτηση **«Το μάρμαρο, το τσόφλι του αυγού και η κιμωλία αποτελούνται από το ίδιο υλικό. Ποια είναι η ουσία αποτελούνται κατά την άποψή σου;».** Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν πως είναι *‘ανθρακικό αλάτι’* χωρίς να μπορούν να θυμηθούν ακριβώς τη σύστασή του, 7 (35%) δήλωσαν άγνοια για τη σύσταση της κιμωλίας και του μάρμαρου, 3 (15%) δήλωσαν ότι *είναι βάση και περιέχουν υδροξείδιο*, 2 μαθήτριες (10%) ανέφεραν πως *‘είναι λευκό σαν το αλάτι’* και 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) απάντησαν πως *‘έχουν διαφορές αφού το μάρμαρο είναι σκληρό υλικό ενώ η κιμωλία υλικό που τρίβεται εύκολα’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο πως *το μάρμαρο και η κιμωλία αποτελούνται από ανθρακικό ασβέστιο*, 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) ανέφεραν πως *‘αποτελούνται από κάποιο ανθρακικό αλάτι’*, ενώ 3 (15%) ανέφεραν πως *αποτελούνται από υδροξείδιο του ασβεστίου* και 2 (10%) απάντησαν πως *αποτελείται από άνθρακα*.

Ζητήθηκε τέλος με την ερώτηση **«Πώς θα μπορούσες να καθαρίσεις τα βρώμικα (μαυρισμένα) σκαλοπάτια από μάρμαρο στο σπίτι σου;»** με σκοπό να προβλέψουν οι μαθητές/ριες την αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και του μαρμάρου για τον επιφανειακό καθαρισμό του μαρμάρου. Η αντίδραση αυτή έχει διδαχθεί στο μάθημα της Χημείας της Γ’ Γυμνασίου ως μία από τις ιδιότητες των οξέων και ως μέρος του όξινου χαρακτήρα, αλλά μόνο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) απάντησαν ορθά *‘χρησιμοποιώντας ένα οξύ’*, 7 (35%) απάντησαν *‘χρησιμοποιώντας χλωρίνη’*, 6 (25%) δήλωσαν *‘με τη χρήση ενός καθαριστικού’* και 2 (10%) απάντησαν *‘τρίβοντάς τα με σύρμα’*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 7 μαθητές και μαθήτριες (35%) απάντησαν πως *‘μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα οξύ’*, ενώ 5 (25%) διατήρησαν την αρχική τους άποψη σχετικά με τη χρήση της χλωρίνης, 6 (30%) ανέφεραν *τη χρήση καθαριστικού για τον καθαρισμό των μαρμάρων* και 2 *‘πως μπορούμε να τα καθαρίσουμε με τρίψιμο’*.

Τέλος για τα άλατα ζητήθηκε ο όξινος, βασικός ή ουδέτερος χαρακτήρας τους με την ερώτηση **« Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν ουδέτερο χαρακτήρα;»** εννοώντας το μαγειρικό αλάτι, τη κιμωλία και το μάρμαρο. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 7 μαθητές και μαθήτριες (35%) απάντησαν πως *το μαγειρικό αλάτι έχει ουδέτερο χαρακτήρα* ενώ οι υπόλοιποι/ες 13 (65%) δεν έδωσαν καμία απάντηση

δείχνοντας ότι εμφανίζουν προβλήματα στο χαρακτηρισμό ενός ουδέτερου διαλύματος σε σχέση με το όξινο ή βασικό διάλυμα. Κανείς/καμία μαθητής/μαθήτρια δεν ανέφερε το μάρμαρο και την κιμωλία (τα ανθρακικά αλάτια) ως σώματα με ουδέτερο χαρακτήρα.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 12 μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν πως το μαγειρικό αλάτι, η κιμωλία και το μάρμαρο είναι άλατα και έχουν ουδέτερο χαρακτήρα, 3 (15%) *‘μόνο το μαγειρικό αλάτι εμφανίζει ουδέτερο χαρακτήρα’* και 5 (25%) ανέφεραν πως *δεν γνωρίζουν ουσίες με ουδέτερο χαρακτήρα*.

Τέλος σχετικά με τον όξινο, βασικό και ουδέτερο χαρακτήρα τέθηκε η η ερώτηση **«Με ποιο τρόπο θα μπορούσες να καταλάβεις τον όξινο, το βασικό και τον ουδέτερο χαρακτήρα των ουσιών αυτών?»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 8 μαθητές και μαθήτριες (40%) απάντησαν *με τη χρήση δείκτη* και ανέφεραν δείκτες (όπως *ηλιανθίνη, το κόκκινο λάχανο*), 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) ανέφεραν *με τη χρήση πεχάμετρου* ενώ 7 μαθητές και μαθήτριες (35%) δεν έδωσαν απάντηση ίσως γιατί μπορεί να μην γνώριζαν την έννοια όξινος, βασικός ή ουδέτερος χαρακτήρας.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν *πως μπορούμε να καταλάβουμε τον όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα των ενώσεων μέσω ενός δείκτη*, 5 (25%) απάντησαν *με ένα πεχάμετρο* και 5 (25%) απάντησαν *δεν ξέρω* προφανώς διατηρώντας τις αρχικές τους ιδέες.

3.2.4 Ιδέες των παιδιών για το pH

Στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν 3 ερωτήσεις σχετικά με την έννοια του pH. Η πρώτη ερώτηση ζητούσε τη σημασία της έννοιας του pH: **«Ποια είναι κατά τη γνώμη σου η σημασία της κλίμακας του pH?»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 5 μαθητές και μαθήτριες (25%) γνώριζαν την έννοια του pH ως την κλίμακα που *«δείχνει αν ένα διάλυμα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο»*, 4 (20%) απάντησαν πως *«δείχνει ένα διάλυμα αν είναι όξινο ή βασικό»* χωρίς να αναφέρεται η έννοια ουδέτερο, 3 (15%) ότι δείχνει *«πόσο όξινο ή βασικό είναι ένα διάλυμα»*, 3 (15%) απάντησαν *«δείχνει ποιες ουσίες είναι επικίνδυνες για την υγεία μας»*, 2 (10%) ανέφεραν ότι *«το pH έχει σχέση με τα οξέα και τις βάσεις»*, και οι υπόλοιποι 3 (15%) δεν γνώριζαν τη σημασία του pH.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 10 μαθητές και μαθήτριες (50%) απάντησαν πως το pH δείχνει αν ένα υδατικό διάλυμα είναι όξινο, βασικό ή ουδέτερο, 4 (20%) πως το pH δείχνει αν ένα διάλυμα είναι όξινο ή βασικό (χωρίς να αναφέρεται η έννοια του ουδέτερου διαλύματος), 4 (20%) ανέφεραν ότι έχει σχέση με τα οξέα και τις βάσεις (χωρίς να αναφέρονται τα άλατα) και 2 δήλωσαν άγνοια για την έννοια του pH.

Η άλλη ερώτηση αφορούσε στις τιμές που λαμβάνει το pH ενός υδατικού διαλύματος: **«Ποιες είναι οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει το pH ενός υδατικού διαλύματος?»**. Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 12 μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν ότι *τα όρια των τιμών pH είναι από 0 έως 14*. 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) δεν γνώριζαν τα όρια, ενώ 5 (25%) έδωσαν διάφορα λανθασμένα όρια και αντί να δώσουν τα γενικά όρια της κλίμακας του pH έδωσαν τα όρια για τα όξινα, βασικά και ουδέτερα διαλύματα όπως *«6 όξινο, 7 ουδέτερο και 8 βασικό»*, *«1 έως 7 είναι όξινο ενώ 7 έως 13 είναι βασικό»*, *«0 έως 6 όξινο, 7 ουδέτερο και 8 έως 14 βασικό»* και *«0 έως 7 είναι βασικό και 7 έως 14 είναι όξινο»*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο και οι 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) έδωσαν ορθή απάντηση (0-14) για τα όρια της κλίμακας του pH ενώ 3 (15%) δεν γνώριζαν τα όρια της κλίμακας του pH και οι υπόλοιποι 3 (15%) έδωσαν λανθασμένα όρια για τις τιμές του pH όπως και στο αρχικό ερωτηματολόγιο.

Τέλος υπήρχε μια ερώτηση που αφορούσε στις τιμές του pH για όξινο, βασικό και ουδέτερο διάλυμα: «**Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός όξινου, ενός βασικού και ενός ουδέτερου υδατικού διαλύματος;**». Δώδεκα μαθητές και μαθήτριες (60%) απάντησαν σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο 0 έως 7 για ένα όξινο διάλυμα, $pH=7$ για ουδέτερο διάλυμα και 7 έως 14 για ένα βασικό διάλυμα, 3 (15%) δεν γνώριζαν τα όρια των παραπάνω διαλυμάτων, ενώ 5 (25%) έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις όπως «το όξινο διάλυμα έχει pH από 1 έως 7 και ένα βασικό διάλυμα έχει pH από 7 έως 13», «το όξινο διάλυμα έχει pH από 7 έως 14 και το βασικό διάλυμα έχει pH από 0 έως 7». Ειδικά για τα ουδέτερα διαλύματα οι παραπάνω μαθητές και μαθήτριες που έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις εμφανίζονται να αγνοούν την έννοια του ουδέτερου διαλύματος και της τιμής pH του.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) έδωσαν ορθές απαντήσεις σύμφωνα με το επιστημονικό πρότυπο 3 μαθητές και μαθήτριες (15%) δήλωσαν άγνοια και πάλι για τα όρια των όξινων, βασικών και ουδέτερων διαλυμάτων, ενώ 3 (15%) διατήρησαν τις λανθασμένες τους ιδέες για τα όρια τιμών pH για το όξινο και βασικό διάλυμα ενώ για τα ουδέτερα διαλύματα γνώριζαν ότι έχουν $pH=7$.

3.2.5 Ιδέες των παιδιών για την εξουδετέρωση

Τέλος στο ερωτηματολόγιο υπήρχαν 2 ερωτήσεις σχετικά με την έννοια της εξουδετέρωσης. Στην 1^η ερώτηση ζητούνταν οι προϋπάρχουσες ιδέες σχετικά με την εξουδετέρωση: «**Τι είναι κατά την άποψή σου η εξουδετέρωση; Ποιες ουσίες συμμετέχουν στην αντίδραση της εξουδετέρωσης ως αντιδρώντα και ως προϊόντα;**». Στο αρχικό ερωτηματολόγιο 11 μαθητές και μαθήτριες (55%) απάντησαν σωστά ότι είναι «η αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και σε μία βάση ώστε να δώσουν στα προϊόντα αλάτι και νερό» (6 άτομα) ή ότι είναι «η αντίδραση ανάμεσα στα κατιόντα υδρογόνου H^+ και στα ανιόντα υδροξειδίου OH^- για το σχηματισμό νερού» (5 άτομα), 4 (20%) δε γνώριζαν την έννοια της εξουδετέρωσης, 3 (15%) απάντησαν πως «εξουδετέρωση είναι η αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και ενός ανθρακικού άλατος». Τέλος υπήρξαν και 2 μαθητές και μαθήτριες (10%) που έδωσαν απάντηση «εξουδετέρωση είναι η αλλαγή χρώματος ενός δείκτη από ένα οξύ» και «εξουδετέρωση είναι μία αντίδραση ανάμεσα σε ένα μέταλλο και σε ένα οξύ».

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες (70%) απάντησαν πως «η εξουδετέρωση είναι η αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης», 2 (10%) πως «εξουδετέρωση είναι η αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και ένα μέταλλο» ή «είναι η αλλαγή χρώματος ενός δείκτη από ένα οξύ» και 4 μαθητές και μαθήτριες δεν έδωσαν απάντηση για την εξουδετέρωση.

Στην άλλη ερώτηση ζητήθηκε από τους μαθητές και μαθήτριες να περιγράψουν την αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ (μυρμηκικό οξύ) και σε μία βάση (αμμωνία) αφού προηγουμένως ζητούσε να βρουν τις παραπάνω ουσίες στο κεντρί της μέλισσας (μυρμηκικό οξύ) και στο υλικό που χρησιμοποιείται για τον κατευνασμό του πόνου (αμμωνία). Η ερώτηση ήταν: «**Μπορείς να περιγράψεις την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών; Πώς λέγεται η αντίδραση αυτή κατά την άποψή σου;**».

Στο αρχικό ερωτηματολόγιο κανείς μαθητής και καμία μαθήτρια δεν αναγνώρισε το μυρμηκικό οξύ στο κεντρί της μέλισσας, ενώ 4 ανέφεραν απλά ότι το κεντρί περιέχει ένα οξύ. Επίσης στο αρχικό ερωτηματολόγιο 14 μαθητές και μαθήτριες αναγνώρισαν την αμμωνία ως την ουσία που χρησιμοποιείται για την απάλυνση του πόνου που προκαλείται. Στην παραπάνω α' υποερώτηση κανείς

μαθητής και καμία μαθήτρια δεν περιέγραψε την αντίδραση ενώ στη β' υποερώτηση 4 (20%) απάντησαν πως η αντίδραση ονομάζεται *εξουδετέρωση*.

Στο τελικό ερωτηματολόγιο 7 μαθητές και μαθήτριες (35%) περιέγραψαν την αντίδραση ως εξουδετέρωση (αν και μόνο 2 μπόρεσαν να γράψουν τη χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης), 11 (55%) απάντησαν πως *η βάση είναι η αμμωνία* αλλά δεν μπόρεσαν να περιγράψουν το οξύ και κατ' επέκταση την έννοια της εξουδετέρωσης και 2 μαθητές και μαθήτριες (10%) δεν έδωσαν απάντηση σχετικά με την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών. Σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις δεν γράφτηκε η χημική εξίσωση της εξουδετέρωσης.

3.3 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται μια 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 τα διαλύματα των οξέων, των βάσεων, των αλάτων, του pH και της εξουδετέρωσης.

Για τα οξέα

Από τα δεδομένα της έρευνας προέκυψε ότι τα παιδιά δεν έχουν σαφή εικόνα των βιομηχανικών δραστηριοτήτων και των αέριων ρύπων που εκπέμπονται κατά τη διάρκειά τους. Αρχικά πίστευαν ότι προκαλούν προβλήματα μόνο στην υγεία των ανθρώπων αλλά μετά τη διδακτική παρέμβαση κατανόησαν ότι προκαλούν προβλήματα και στο περιβάλλον (δάση) αλλά και στα μαρμάρινα ιστορικά μνημεία και άλλες οικοδομικές κατασκευές. Όσον αφορά στη σύσταση των αέριων ρύπων αρχικά υπήρχε άγνοια για τη σύστασή τους αλλά μετά τη παρέμβαση εμφανίστηκε βελτίωση στις ιδέες των παιδιών αν και όχι τόσο ικανοποιητική. Επίσης τα παιδιά εμφάνισαν άγνοια σχετικά με το φαινόμενο της όξινης βροχής και τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται. Δεν γνώριζαν τις επιπτώσεις της αλλά μετά τη διδακτική παρέμβαση η πειραματική ομάδα εμφάνισε σημαντική θετική μεταβολή. Επίσης αρχικά οι μαθητές/ριες δεν μπόρεσαν να συνδέσουν τους αέριους ρύπους με την όξινη βροχή, αλλά μετά τη διδακτική παρέμβαση εμφανίστηκε σημαντική θετική μεταβολή. Παρατηρήθηκε πως ενώ οι μαθητές/ριες δεν μπόρεσαν να κατανοήσουν τη σύσταση των αέριων ρύπων, στη συνέχεια κατανόησαν το θετικό οξύ ως το συστατικό της όξινης βροχής. Δηλαδή φαίνεται πως οι μαθητές/ριες μπορούν και χειρίζονται καλύτερα τις έννοιες των οξέων από αυτές των οξειδίων. Η πειραματική ομάδα εμφάνισε καλύτερη επίδοση στην εξήγηση της καταστροφής των μαρμάρων από την όξινη βροχή, στην ομαδοποίηση των οξέων από την καθημερινή ζωή και στα χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν τη συμπεριφορά των οξέων π.χ όξινης χαρακτήρας, αντίδραση με ανθρακικά άλατα, ιοντισμός και εμφάνιση κατιόντων υδρογόνου, αλλαγή χρώματος ενός δείκτη, εξουδετέρωση και αυτό αποδίδεται στην πειραματική διδασκαλία που ακολουθήθηκε. Δηλαδή φάνηκε ότι ενώ το καθοριστικό στοιχείο για την αναγνώριση των οξέων αρχικά ήταν η ξινή γεύση των διαλυμάτων τους για σημαντικό αριθμό μαθητών και μαθητριών, μετά τη διδακτική παρέμβαση η πειραματική ομάδα εμφάνισε πληρέστερη γνώση του συνόλου των ιδιοτήτων των οξέων (όξινης χαρακτήρας). Αυτό προφανώς προκύπτει από το γεγονός ότι έγιναν αρκετές εργαστηριακές ασκήσεις για να συνδεθεί η κάθε ιδιότητα με μία εργαστηριακή εμπειρία.

Για τις βάσεις

Από την επεξεργασία των ερωτήσεων φαίνεται ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές και μαθήτριες μπορούν και αντιλαμβάνονται ένα οξύ περισσότερο εύκολα από μία βάση. Μάλλον αυτό έχει σχέση με το γεγονός ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές και μαθήτριες ταυτοποιούν ένα όξινο διάλυμα με την αίσθηση της γεύσης. Τείνουν να κατηγοριοποιούν τις ουσίες ως ξινές, αλμυρές και γλυκές με τα όξινα, βασικά και ουδέτερα διαλύματα αντίστοιχα (Nakleh & Krajcik, 1994; Ross & Munby, 1991). Συνεπώς ενώ έχουν δοκιμάσει στην καθημερινή τους ζωή από τα διαλύματα των οξέων που προαναφέρθηκαν, οπότε και τα αναγνωρίζουν, δεν έχουν εικόνα των βάσεων και των διαλυμάτων τους αφού αυτά είναι ιδιαιτέρως καυστικά για να μπορεί κανείς να τα δοκιμάσει μέσω της γεύσης και να τα διακρίνει. Στον τομέα αυτό θα πρέπει να παρέμβει ο/η εκπαιδευτικός διότι οι αντιλήψεις των μαθητών και των μαθητριών μπορεί να προέρχονται από τη διδασκαλία και την αλληλεπίδρασή τους με τον/ην εκπαιδευτικό. Για παράδειγμα ακατάλληλες διδακτικές στρατηγικές και εναλλακτικές αντιλήψεις του/ης εκπαιδευτικού μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα εναλλακτικές αντιλήψεις στους μαθητές και τις μαθήτριες. Μια πετυχημένη στρατηγική είναι η χρήση του εργαστηρίου και η δημιουργική συμμετοχή των μαθητών και μαθητριών στην εργαστηριακή πρακτική. Θα μπορούσαν οι μαθητές/ριες να δουν τις χημικές ουσίες των οξέων και των βάσεων ως καθαρές ουσίες, να δημιουργήσουν τα δικά τους διαλύματα, να ζυγίσουν ποσότητες στον αναλυτικό ζυγό και όχι να γίνονται μάρτυρες των παρουσιάσεων του/ης εκπαιδευτικού. Αυτό θα μπορούσε να γίνει σε ομάδες όπου θα μπορούσε να υπάρξει και αλληλεπίδραση με τους άλλους μαθητές και άλλες μαθήτριες ώστε να δημιουργηθεί η γνώση από τους ίδιους τους μαθητές και τις μαθήτριες μέσα από την εννοιολογική σύγκρουση μέσα στην ομάδα.

Αυτό συνέβη στην πειραματική ομάδα όπου οι μαθητές και οι μαθήτριες χρησιμοποίησαν καθημερινές ουσίες όπως αμμωνία στα καθαριστικά τζαμιών, καυστικό νάτριο-tuboflo για την απόφραξη σωληνώσεων, σιρόπι Milk of Magnesia για τις καούρες του στομαχιού και η πειραματική ομάδα εμφάνισε καλύτερη επίδοση στην ομαδοποίηση των παραπάνω καθημερινών ουσιών ως βάσεις, στην έννοια της εξουδετέρωσης, στην αλλαγή χρώματος των δεικτών προφανώς στηριζόμενοι/ες στις πειραματικές τους παρατηρήσεις και στη βιωματική ανακάλυψη και έτσι συνέδεσαν τις εμπειρίες τους με την επιστημονική γνώση.

Για τα άλατα

Η παρανόηση που αναδείχθηκε από την εργασία αυτή ήταν ότι αρχικά πολλοί μαθητές και πολλές μαθήτριες πίστευαν πως με τη λέξη άλατα εννοούμε το μαγειρικό αλάτι. Στη συνέχεια όμως η πειραματική ομάδα εμφάνισε καλύτερα αποτελέσματα στην αναγνώριση των ανθρακικών αλάτων αφού με τις πειραματικές διαδικασίες αναγνωρίστηκαν ότι περιέχονται στη σόδα φαγητού, στο τσόφλι του αβγού, στο μάρμαρο και την κιμωλία καθώς δίνουν χαρακτηριστική αντίδραση με τα οξέα. Τα άλατα γενικά διακρίθηκαν δυσκολότερα από τα οξέα και τις βάσεις.

Για το pH

Η έννοια του pH είναι πολύ σημαντική για τη Χημεία αλλά φάνηκε πως είναι σχετικά αόριστη αν διδαχθεί με τον παραδοσιακό συμπεριφοριστικό τρόπο. Η πειραματική ομάδα εμφάνισε καλύτερα αποτελέσματα αφού κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας χρησιμοποιήθηκε το εικονικό εργαστήριο IrYdium μέσα από το οποίο οι μαθητές και οι μαθήτριες μπόρεσαν να ορίσουν πιο αποτελεσματικά τα όρια τιμών του pH, τις τιμές pH των όξινων, των βασικών και των ουδέτερων διαλυμάτων.

Ειδικά για τα ουδέτερα διαλύματα, για τα οποία οι μαθητές και οι μαθήτριες που εμφάνιζαν τα περισσότερα προβλήματα κατανόησης, μέσα από το εικονικό εργαστήριο η πειραματική ομάδα μπόρεσε να κατανοήσει σε μεγαλύτερο βαθμό την έννοια του pH για τα ουδέτερα διαλύματα. Στο εικονικό εργαστήριο μπορούσε ο κάθε μαθητής και κάθε μαθήτρια να φέρει στη επιφάνεια εργασίας διάφορα διαλύματα οξέων, βάσεων και αλάτων και να παρατηρήσει τις τιμές pH με μεγάλη ευκολία. Μπορούσε επίσης να αλλάζει την περιεκτικότητα του αρχικού διαλύματος και να παρατηρεί τις μεταβολές του pH και έτσι να συνδέει το pH με την περιεκτικότητα. Επίσης μπορούσε να παρατηρεί τις μεταβολές του pH μετά την προσθήκη νερού και να αντιλαμβάνεται με ευκολία την τιμή στην οποία τείνει το pH μετά από διαδοχικές αραιώσεις δηλαδή προσθήκη νερού.

Για την εξουδετέρωση

Οι μαθητές και οι μαθήτριες της πειραματικής ομάδας εμφάνισαν καλύτερη επίδοση στην έννοια της εξουδετέρωσης αφού πραγματοποίησαν τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης σε ομάδες και ταυτόχρονα μπόρεσαν να παρατηρήσουν και τις αλλαγές χρώματος του δείκτη που χρησιμοποιήθηκε. Μακροσκοπικά αντιλήφθηκαν την αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης αλλά μάλλον δε μπόρεσαν ακόμη και τότε να οικοδομήσουν ένα μοντέλο που να περιγράφει αυτού του είδους τις αντιδράσεις.

Μέσα από τις απαντήσεις φάνηκε ότι οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν έχουν μάθει να ερμηνεύουν ένα χημικό φαινόμενο και να επεξεργάζονται εργαστηριακά δεδομένα. Αδυνατούν να εξηγήσουν τι είναι μία χημική αντίδραση και δεν έχουν οικοδομήσει στο μυαλό τους ένα νοητικό μοντέλο για τη συμπεριφορά των οξέων και βάσεων ώστε μέσω αυτού να ερμηνεύουν τη συμπεριφορά τους (π.χ να ερμηνεύουν τον ιοντισμό του οξέος και τη δημιουργία κατιόντων υδρογόνου H^+ και τη διάσταση της βάσης και τη δημιουργία ανιόντων υδροξειδίου OH^-). Για αυτό είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένα μοντέλο εννοιών μέσω της διδασκαλίας και της εργαστηριακής εμπειρίας που θα μπορεί να εξηγή τον όξινο και βασικό χαρακτήρα και δε θα βασίζεται μόνο στα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά αλλά και στα μικροσκοπικά. Για αυτό θα πρέπει να έχει προηγηθεί η κατανόηση των εννοιών της ατομικής θεωρίας και οι μαθητές και μαθήτριες να είναι εξοικειωμένοι/ες με τις έννοιες του ιόντος, των ατόμων και των μορίων όπως προαναφέρθηκε.

Όσον αφορά στην εξουδετέρωση υπήρξε άγνοια του μηχανισμού της εξουδετέρωσης και απουσία του επιστημονικού μοντέλου που περιγράφει την αντίδραση ανάμεσα σε ένα οξύ και μία βάση. Προφανώς η σύγχυση προήλθε από την επίσημη διδασκαλία καθώς και από το σχολικό εγχειρίδιο και οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να παρέχουν περισσότερα παραδείγματα και εμπειρίες ώστε να αποφεύγονται οι παρανοήσεις και να παγιώνεται η επιστημονική γλώσσα σε αντίθεση με την καθημερινή και τις αρνητικές επιδράσεις της.

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 τα διαλύματα των οξέων, των βάσεων, του pH και της εξουδετέρωσης, όπου λήφθηκαν υπόψη οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και έγινε χρήση πειραμάτων καθώς και λογισμικών (IrYdium) και προσομοιώσεων από το διαδίκτυο.

Αρχικά επιλέχθηκε το εμπειρικό πεδίο, το οποίο χρειαζόταν να είναι συμβατό με την καθημερινότητα των μαθητών/ριών. Μέσα από καθημερινά υλικά οι μαθητές/ριες μπόρεσαν να κάνουν τις εννοιολογικές συνδέσεις και να προσεγγίσουν αποτελεσματικότερα το αντικείμενο της έρευνας που ήταν η μελέτη των οξέων και των βάσεων καθώς και η μελέτη των ιδιοτήτων τους. Κατά τη μελέτη του pH (που αποτελεί μια σημαντική ιδιότητα των οξέων και των βάσεων) έγινε η εισαγωγή του εικονικού εργαστηρίου *IrYdium* μέσω του οποίου οι μαθητές και οι μαθήτριες μπόρεσαν να αναδομήσουν τις αρχικές τους ιδέες σχετικά με τις τιμές που λαμβάνει για τα όξινα, βασικά και ουδέτερα διαλύματα.

Ένας βασικός παράγοντας που συνετέλεσε 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 μαθητών/ριών στην ομάδα, τόσο κατά την εκτέλεση των πειραμάτων όσο και κατά την εργασία στο εικονικό εργαστήριο. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές/ριες συμμετείχαν ισάξια εναλλάσσοντας ρόλους και δεν αντιμετώπισαν προβλήματα ή δυσκολίες στην κατανόηση των οδηγιών από τα φύλλα εργασίας. 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 του εκπαιδευτικού, ο οποίος διευκόλυνε και συντόνιζε τις εργασίες όλων των ομάδων, παρεμβαίνοντας, όπου χρειαζόταν.

Ένας βασικός στόχος της έρευνας ήταν να διερευνηθούν οι αρχικές ιδέες των μαθητών/ριών της Α' Λυκείου για τα ιοντικά διαλύματα και τις ιδιότητές τους, 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 εμφανίζουν δυσκολίες να βρουν τα οξέα στην όξινη βροχή,
- Εντοπίζουν και αναγνωρίζουν δυσκολότερα τα οξείδια από τα οξέα,
- Αναφέρουν τα προβλήματα υγείας και όχι τα περιβαλλοντικά προβλήματα της όξινης βροχής,
- Εμφανίζουν δυσκολία στην αναγνώριση των οξέων στην καθημερινή ζωή,
- Εμφανίζουν δυσκολία στην αναγνώριση των βάσεων και των ιδιοτήτων τους σε σχέση με τα οξέα,
- Τα παιδιά αντιλαμβάνονται τον όξινο χαρακτήρα ως την ξινή γεύση των οξέων,
- Τα παιδιά εμφανίζουν εντονότερο πρόβλημα στην κατανόηση της έννοιας βασικός χαρακτήρας,
- Αντιμετωπίζουν δυσκολία στην εύρεση των αιτίων του όξινου και βασικού χαρακτήρα,
- Αναγνωρίζουν στα άλατα μόνο το μαγειρικό αλάτι,
- Δεν κατανοούν την έννοια ουδέτερος χαρακτήρας,
- Εμφανίζουν δυσκολίες στην ερμηνεία της έννοιας του pH και των ορίων της,
- Αντιμετωπίζουν προβλήματα στα όρια τιμών pH για τα όξινα και βασικά διαλύματα,
- Εμφανίζουν μηχανιστική εξήγηση της εξουδετέρωσης,

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

αντιλήψεων. Επομένως, φαίνεται ότι η διδακτική παρέμβαση συνετέλεσε στην ανάπτυξη νοητικών μοντέλων για την εξήγηση της συμπεριφοράς των οξέων, των βάσεων και των αλάτων καθώς και των ιδιοτήτων τους σε μακροσκοπικό επίπεδο περισσότερο και λιγότερο σε μικροσκοπικό. Η ομαδοσυνεργατική μάθηση, η εκτέλεση πειραμάτων και η χρήση λογισμικών αλληλεπιδραστικού τύπου, συνέβαλαν στη μάθηση των σχετικών εννοιών και την αναδόμηση των αρχικών εναλλακτικών ιδεών τους. Έτσι, οι μαθητές/ριες αναγνώρισαν με μεγαλύτερη ευκολία τα οξέα, τις βάσεις και τα άλατα, τις ιδιότητές τους, την έννοια του pH και την έννοια της εξουδετέρωσης.

Αντίθετα η ομάδα ελέγχου και δεν εμφάνισε τόσο καλές επιδόσεις στην περιγραφή και κατανόηση των σχετικών εννοιών προφανώς λόγω της απουσίας κατάλληλων πειραματικών εμπειριών και μικροσκοπικών αναπαραστάσεων μέσω της χρήσης του λογισμικού.

Οι βασικοί παράγοντες που συνετέλεσαν στη βελτίωση των αρχικών ιδεών των παιδιών είναι οι εξής:

1. Η εφαρμογή της θεωρίας του κοινωνικού εποικοδομισμού, ως θεωρητικό πλαίσιο της διδακτικής παρέμβασης.
2. Το ομαδοσυνεργατικό μαθησιακό περιβάλλον, όπου οι μαθητές/ριες εργάστηκαν σε μικρές ομάδες, χωρίς ανταγωνιστικό κλίμα.
3. Η χρήση των νέων τεχνολογιών που βοήθησαν τα παιδιά να αλληλεπιδράσουν με τα λογισμικά και να παρατηρήσουν προσομοιώσεις ιοντικών διαλυμάτων.

Τέλος ένα τελευταίο πεδίο που επηρεάζει τις αντιλήψεις των μαθητών και μαθητριών για τα οξέα και βάσεις αλλά και τη μάθηση γενικότερα είναι οι προηγούμενες γνώσεις που ενισχύουν τις παρανοήσεις. Οι Garnett & Treagust (1992) έχουν παρουσιάσει μερικές πιθανές αιτίες της προέλευσης των παρανοήσεων των μαθητών/ριών βασιζόμενοι σε συνεντεύξεις. Η προέλευση των παρανοήσεων περιλαμβάνει α) τμηματοποίηση-σαλαμοποίηση των ενοτήτων των Φυσικών Επιστημών, β) ανεπαρκή προηγούμενη γνώση, γ) κακή χρήση της καθημερινής γλώσσας στις έννοιες της Χημείας, δ) χρήση πολλαπλών όρων και ορισμών καθώς και μοντέλων και ε) τυφλή εφαρμογή αλγορίθμων (παπαγαλία). Οι παρανοήσεις των μαθητών/ριών δεν προέρχονται μόνο από την επαφή των μαθητών/ριών με τον κόσμο ή με τα εγχειρίδια Χημείας αλλά και από την επαφή-αλληλεπίδραση με τον/ην δάσκαλο/α (Cho et al, 1985; Gilbert and Zylberstein, 1985).

Η επικράτηση των εναλλακτικών αντιλήψεων μεταξύ των μαθητών/ριών δηλώνει ότι η διδασκαλία της Χημείας θα πρέπει να τροποποιηθεί έτσι ώστε τα κυρίαρχα εννοιολογικά προβλήματα να αντιμετωπίζονται μέσα από το αναλυτικό πρόγραμμα. Παρανοήσεις που δείχνουν απουσία κατανόησης σε βασικές χημικές έννοιες δηλώνουν ότι η βαθύτερη αρχή μπορεί να έχει χαθεί. Οι μαθητές/ριες συχνά αποτυγχάνουν να αναγνωρίσουν πότε τα επιχειρήματα είναι έγκυρα και κατ'επέκταση είτε να υποεκτιμήσουν ή να υπερεκτιμήσουν την ισχύ των επιχειρημάτων αυτών. Η χρήση της καθημερινής γλώσσας και παραδειγμάτων εμφανίζει θετικές και αρνητικές ευκαιρίες. Οι μαθητές/ριες που προσπαθούν να συνδέσουν τις σπουδές τους με τις προηγούμενες εμπειρίες μπορεί να μην αντιληφθούν ότι οι λέξεις μπορεί να έχουν διαφορετική σημασία στην καθημερινή χρήση τους από ότι στον επιστημονικό χώρο (Renstrom et al, 1990).

Η εμφάνιση των παρανοήσεων προκαλούν τους εκπαιδευτικούς να σκεφτούν πώς μπορούν να διδάξουν με τον καλύτερο τρόπο στο συγκεκριμένο επίπεδο. Πρώτα ο εκπαιδευτικός πρέπει να διευκρινίσει ποιες παρανοήσεις εμφανίζονται στην τάξη

του/της. Για να έχουμε νέα γνώση στην τάξη είναι ζωτικής σημασίας να ληφθεί υπόψη η υπάρχουσα γνώση. Το επίπεδο ενεργοποίησης καθώς και της επιμέλειας των μαθητών/ριών σίγουρα παίζει ρόλο αλλά πολύ σημαντικότερο ρόλο παίζει το τι γνωρίζουν ήδη σχετικά με ένα θέμα. Αυτό που ήδη γνωρίζουν θα λειτουργήσει είτε ως γέφυρα για νέα γνώση είτε ως εμπόδιο.

Όπως είναι γνωστό, πολλές παρανοήσεις είναι πολύ ανθεκτικές και δύσκολα μπορούν να εξαλειφθούν. Κάποιοι ερευνητές πιστεύουν ότι ποτέ δεν θα ξεπεραστούν (Wandersee et al, 1994). Οι εκπαιδευτικοί τότε πρέπει να δημιουργήσουν συνθήκες γνωστικής σύγκρουσης που είναι απαραίτητη για τους/τις μαθητές/ριες ώστε να αναδιατάξουν τις αντιλήψεις τους στην κατεύθυνση των επιστημονικών αντιλήψεων. Στη δικιά μας περίπτωση δημιουργήθηκαν νέοι νοητικοί κόμβοι μέσα από την εργαστηριακή παρέμβαση (πειράματα που εκτελέστηκαν και συμμετείχαν οι ίδιοι/ες οι μαθητές/ριες και όχι με την μορφή επίδειξης) ώστε να υπάρξει η επιδιωκόμενη γνωστική σύγκρουση. Επίσης από την εργασία φαίνεται ότι παρανοήσεις εμφανίζονται σε οποιοδήποτε μαθησιακό επίπεδο (γυμνασιακό ή πανεπιστημιακό).

Ένα από τα πιο γόνιμα συμπεράσματα των μελετών πάνω σε θέματα παρανοήσεων είναι η επαγρύπνηση των εκπαιδευτικών σχετικά με τις δυσκολίες των μαθητών/ριών στην ενσωμάτωση της επιστημονικής γνώσης καθώς επίσης και η εφαρμογή πιο αποτελεσματικών στρατηγικών για τη βελτίωση της διδασκαλίας στην τάξη. Πριν διδάξουν μια έννοια όπως τα οξέα και οι βάσεις, ο χημικός δεσμός, η οξειδοαναγωγή, η χημική ισορροπία, οι δάσκαλοι και οι δασκάλες πρέπει να ελέγξουν τη βιβλιογραφία για να βρουν τις σχετικές παρανοήσεις των μαθητών/ριών και τις κατάλληλες διδακτικές μεθόδους για τη διόρθωση των παρανοήσεων αυτών. Υπάρχουν πολλές έρευνες που έχουν φέρει στο προσκήνιο τις παρανοήσεις αυτές σε ένα μεγάλο πεδίο εννοιών και οι οποίες έχουν δημοσιευτεί σε πολλά επιστημονικά περιοδικά.

Ανάμεσα σε πολλά διδακτικά υλικά, τα σχολικά εγχειρίδια είναι η κατ' εξοχή πηγή πληροφοριών για τους/τις μαθητές/ριες. Πολλές έρευνες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα σχολικά εγχειρίδια έχουν πολλές φορές ανεπαρκείς ή και λανθασμένες πληροφορίες (Soyibo, 1995). Κατά συνέπεια, οι συγγραφείς των εγχειριδίων αυτών θα έπρεπε να βοηθήσουν τους/τις εκπαιδευτικούς να γίνουν ενήμεροι αυτών των παρανοήσεων που φέρνουν οι μαθητές/ριες στην τάξη. Επίσης παράλληλα με τα εγχειρίδια θα πρέπει να σχεδιαστεί και να διανεμηθεί και επιπλέον υποστηρικτικό υλικό σε σχέση με τη διδασκαλία ώστε αυτό να βοηθήσει στην αναδόμηση των παρανοήσεων αυτών.

Η βοήθεια προς τους μαθητές/ριες για να ξεπεράσουν τις παρανοήσεις τους μπορεί να είναι ένα δύσκολο και χρονοβόρο έργο που μπορεί αποσπά χρόνο από άλλες επιστημονικές δραστηριότητες. Αυτός είναι ο κύριος λόγος ο οποίος αποτρέπει τους/τις εκπαιδευτικούς στο να αναλάβουν το έργο αυτό. Συνήθως οι εκπαιδευτικοί παραπονοούνται ότι δεν έχουν χρόνο γιατί πρέπει να καλύψουν την προβλεπόμενη εκπαιδευτική ύλη. Η απάντηση είναι απλή. Αν δεν γίνει απόπειρα να οικοδομηθεί η σωστή κατανόηση των εννοιών μέσα από τα μαθήματα, τότε οι άλλες πολύ σημαντικές επιστημονικές δραστηριότητες που θα ακολουθήσουν θα είναι χάσιμο χρόνου. Οι παρανοήσεις που βρέθηκαν στη μικρή έρευνα, καθώς και στις άλλες έρευνες που παρατέθηκαν, παρέχουν ένα εναρκτήριο σημείο για τους δασκάλους και τις δασκάλες της Χημείας που επιθυμούν να εξοικειωθούν με τις εναλλακτικές ιδέες που οι μαθητές/ριες μπορεί να κατέχουν.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ainsworth, S. E., Wood, D. J., & Bibby, P. A. (1996). Co-ordinating multiple representations in computer based learning environments. In P. Brna, A. Paiva, & J. Self (Eds), *Proceedings of the European conference of artificial intelligence in education* (pp. 336-342). Lisbon: Edicoes Colibri.
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook 1 the Cognitive Domain*. New York: Mckay.
- Bowman, D., Hodges, L., Allison, D., Wineman, J. (1999). The Educational Value of an Information-Rich Virtual Environment. *Presence* 8, 3, 317-331.
- Bradley, J. & Mosimege, M. (1998). Misconceptions in acids and bases: a comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *South African Journal of Chemistry*, 51(3), 137-145.
- Bomia, L., Beluzo, L., Demeester, D., Sheldon, B. (1997). *The impact of teaching strategies on intrinsic motivation*. ERIC Reproduction Service No. ED 418925.
- Bybee, R. (2000). Teaching science as inquiry. In: J. Minstrell, & E. van Zee (Eds.), *Inquiring into inquiry learning and teaching in science*. (pp. 20-46). Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Cho, H., Kahle, J.B., & Nordland, F.H. (1985). An investigation of high school textbooks as sources and misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics . *Science Education*, 69 , 707-719.
- Cobb, P., Wood, T. & Yackel, E. (1990). Classrooms as learning environments for teachers and researchers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 4, 125-146.
- Cohen, E. (1994). *Designing Groupwork. Strategies for the Heterogenous Classroom*. New York: Teacher College Press, Columbia University.
- Cokelez, A. (2010). A comparative Study of French and Turkish Students' Ideas on Acid-Base Reactions. *Journal of Chemical Education*, 87, 1, 102-106.
- Cole, M. & Engestrom, Y. (1993). A cultural-historical approach to distributed cognition. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations* (pp. 1-46). New York: Cambridge University Press.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Ed) *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches*. (pp.1-19).Oxford: Elsevier.
- Dori, Y.J. (2003). From nationwide standardized testing to school-based alternative embedded assessment in Israel: Students' performance in the "Matriculation 2000" Project. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 34-52.

Dori, Y.J., Sasson, I., Kaberman, Z., & Herscovitz, O. (2004). Integrating case-based computerized laboratories into high school chemistry. *The Chemical Educator*, 9, 4-8.

Driver, R., Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.

Duffy, T. M., Lowyck, J., Jonassen, D. H. & Welsh, T. M., (1993). *Designing environments for constructive learning*. New York: NATO Scientific Affairs Division.

Erduran, S. (1999). *Merging curriculum design with chemical epistemology: A case of teaching and learning chemistry through modeling*. Unpublished PhD dissertation, Vanderbilt University, Nashville.

Folino, D.A. (2001). Stories and anecdotes in the chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 78, 1615-1618.

Francisco, J.S., Nicoll, G. & Trautmann, M. (1998). Integrating multiple teaching methods into a general chemistry classroom. *Journal of Chemical Education*, 75, 210-213.

Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1990). Implications of research on students' understanding of electrochemistry for improving science curricula and classroom practice. *International Journal of Science Education*, 12, 147-156.

Garnett, P.J., & Treagust, D.F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 121-142.

Gilbert, J.K., & Zylberstein, A. (1985). A conceptual framework for science education: the case study of force and movement. *European Journal of Science Education*, 7, 107-120.

Glassman, M. (2001). Dewey and Vygotsky: Society, experience and inquiry in educational practice. *Educational Researcher*, 30 (4), 3-14.

Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Philadelphia: Open University.

Hofstein, A., Lunetta, V. N. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 27, 92-95.

Hofstein, A., Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.

Hofstein, A., Walberg, H. J. (1995). Instructional strategies. In: B. J. Fraser, & Walberg, H.J. (Eds.), *Improving science education*. (pp. 1-20). Chicago: National Society for the Study of Education.

Kanuka, H., Anderson, T. (1999). Using Constructivism in Technology-Mediated Learning: Constructing Order out of the Chaos in the Literature. *Radical Pedagogy*, 1, 2.

Kelly, R. M., Jones, L. L. (2006, April). *Exploring how animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.

Kousathana, M., Demerouti, M., Tsaparlis, G. (2005). Instructional misconceptions in acid-base equilibria: An analysis from a history and philosophy of science perspective. *Science & Education*, 14, 173-193.

Kozma, R. B., Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: expert and novice responses to different representations of chemical phenomenon. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 949-968.

Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. In D. L. Gabel (Ed.), *The handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-128). New York: Macmillan.

Lunetta, V.N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and context for contemporary teaching. In: B. Fraser, & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education*. (pp.249-262). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

Mintzes, J.J., Wandersee, J., Novak, J.D. (Eds.), (2005). *Teaching science for understanding: A human constructivist view*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science.

Nakleh, M., Donovan, W.J., Parrill, A. (2000). Evaluation of interactive technologies for chemistry websites: Educational materials for Organic Chemistry website (EMOC). *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 19, 355-378.

Nakleh, M. & Krajcik, J. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1077-1096.

Nakleh, M., Polles, J., Malina, E. (2002). Learning chemistry in a laboratory environment. In J. K. Gilbert et al. (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 69-94.

Pantelidis, V.S. (1996). Suggestions on When to Use and When Not to Use Virtual Reality in Education. *VR in the Schools*, 2, 1, 18.

Papadimitriou, V., Solomonidou, C. & Stavridou, H. (1993). «Acids and Bases, Formal Knowledge and Everyday Life. A study of Student Teachers' Conceptions». *2nd European Conference on Research in Chemical Education*, Pisa, Italy.

Pinarbasi, T. (2007). Turkish undergraduate students' misconceptions on acids and bases. *Journal of Baltic Science Education*, Vol. 6, No.1, 23-34.

Prosser, M. T. & Tamir, P. (1990). Developing and improving the role of computers in student laboratories. In E. Hegarty-Hazel (Ed.) *The student laboratory and the science curriculum* (pp. 267-290). London: Routledge.

Redish, E. F., Saul, J.M., Steinberg, R. N. (1997). On the effectiveness of active-engagement microcomputer-based laboratories. *American Journal of Physics*, 65, 45-54.

Renstrom, L. Anderson, B. & Marton, F. (1990). Students' conceptions of matter. *Journal of Educational Psychology*, 82, 555-569.

Ross, B., & Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13, 11-23.

Russell, J. W., Kozma, R. B., Jones, T., Davis, J. (1997). Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. *Journal of Chemical Education*, 74, 330-334.

Salomon, G. (1997). *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. Cambridge University Press.

Sanger, M.J., Brecheisen, D.M., Hynek, B.M. (2001). Can computer animations affect college biology students' conceptions about diffusion and osmosis? *The American Biology Teacher*, 63, 104-109.

Sanger, M.J., Greenbowe, T.J. (2000). Addressing student misconceptions concerning electron flow in aqueous solutions with instructions including computer animation and conceptual change strategies. *International Journal of Science Education*, 22, 521-537.

Sisovich, D. & Boyovich, S. (1999). Attitudes of pupils of the first form of secondary school towards chemistry classes. *Nastava i vaspitanje*, 3-4, 352-364.

Soyibo, K. (1995). Using concept maps to analyze textbook presentations on respiration. *American Biology Teacher*, 57, 344-351.

Stahl, G., Koschmann, T. & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: a historical perspective. In: R. K. Sawyer, Editor, *Cambridge handbook of the learning sciences*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 406-427.

Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: In pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.

Velazquez-Marcano, A., Williamson, V., Ashkenazi, G., Tasker, R., Williamson, K. (2004). The Use of Video Demonstrations and Particulate Animation in General Chemistry. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 3, 315-323.

Vroom, V.H. (1964). *Work and motivation*. New York: Wiley.

Vygotsky, L. (1962). *Thought and language*. (E. Hanfman & G. Backer, Trans.) Cambridge, MA.: M.I.T. Press (Originally published in 1934).

Williamson, V.M., Abraham, M.R. (1995). The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 521-534.

Wandersee, J.H., Mintzes, J.J., & Novak, J.D. (1994). *Research on Alternative Conceptions in Science*. In D.L. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* p.177-210, New York: McMillan.

Wu, H.K., Krajcik, J., Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemistry representations: Students use of a visualization tool in the classroom . *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 7, 821-842.

Zohar, A. & Dori, Y.J. (2003). Higher order thinking skills and low achieving students: Are they mutually exclusive? *The Journal of the learning Sciences*, 12, 145-182

Βλάχος, Ι. (2004). *Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της Επικοδόμησης*. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόκκοτας, Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. 3^η έκδοση, Αθήνα.

Κόκκοτας, Π. (2005). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα, Εκδόσεις Γρηγόρη.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών

Κόμης, Β., Μικρόπουλος, Α. (2001). *Πληροφορική στην εκπαίδευση*. Πάτρα: ΕΑΠ.

Σολομωνίδου, Χ., Σταυρίδου, Ε. & Καραγεωργίου, Σ. (1994). Ιδέες μαθητών /ριών σχετικά με τα οξέα και τις βάσεις. *Πρακτικά 4^{ου} Συνεδρίου Ελλάδας-Κύπρου Χημείας και Παιδείας*, Ιωάννινα, 80-85.

Σολομωνίδου, Χ., Σταυρίδου, Ε. (2000). Εναλλακτικές ιδέες μαθητών/ριών για βασικές έννοιες της Χημείας και η σημασία τους για τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Στο Κόκκοτας, Π. : *Διδακτικές Προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες*, σελ. 138-142.

Σολομωνίδου, Χ. (2001). *Σύγχρονη Εκπαιδευτική Τεχνολογία*. Θεσσαλονίκη, Κώδικας.

Σολομωνίδου, Χ. (2006). *Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία – Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης*. Αθήνα, Μεταίχμιο.

Σταυρίδου, Ε. (1995). *Μοντέλα Φυσικών Επιστημών και διαδικασίες μάθησης*. Αθήνα, Εκδόσεις Σαββάλα.

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

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ Π.Τ.Δ.Ε.
<<ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ>>

ΑΡΧΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ονοματεπώνυμο : _____

Τάξη : Α΄

6^ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΒΟΛΟΥ

Ημερομηνία : _____



1) Βλέπεις πάνω ένα εργοστάσιο χαλυβουργίας (εργοστάσιο παρασκευής σιδήρου και χάλυβα).

Α)Τι παρατηρείς;

Β)Ποιες είναι οι συνέπειες των αερίων που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;

Γ)Ποιες ουσίες υπάρχουν στα αέρια που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;



2) Βλέπετε πάνω ένα δάσος του Καναδά.

A) Τι παρατηρείς;

B) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό;

Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό των δασών;

Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων;



3) Βλέπεις πάνω δύο εικόνες του ίδιου αγάλματος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές, το 1908 και το 1969.

A) Τι παρατηρείς;

B) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό;

Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό κατά τη γνώμη σου;

Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων;

4) Μπορείς να βρεις άλλα παραδείγματα ουσιών με παρόμοια συμπεριφορά από την καθημερινή σου ζωή;

Πώς θα ονόμαζες τις ουσίες αυτές από χημικής άποψης;

5) Το ξίδι είναι ένα υλικό που το χρησιμοποιούμε στο να κάνουμε τις σαλάτες πιο εύγευστες και ωφέλιμες.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό κατά τη γνώμη σου;

Σε ποιο ποσοστό περιέχεται η ουσία αυτή στο ξίδι; _____

Πώς παράγεται το ξίδι κατά τη γνώμη σου; _____

Παρακαλείσαι να γράψεις τη χημική αντίδραση παραγωγής του ξιδιού.

6) Όταν μας τσιμπήσει μια μέλισσα τρέχουμε γρήγορα να κατευνάσουμε τον πόνο χρησιμοποιώντας ένα υλικό.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό;

Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται; _____

Ποια ουσία βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας που προκάλεσε τον πόνο κατά τη γνώμη σου; _____

Παρακαλείσαι να περιγράψεις την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών:

Πώς λέγεται η αντίδραση μεταξύ της ουσίας που βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας και της ουσίας που χρησιμοποιήθηκε για τον κατευνασμό του τσιμπήματος κατά την άποψή σου;_____

7) Το tuboflo χρησιμοποιείται ως αποφρακτικό σωληνώσεων που έχουν βουλώσει.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχει το tuboflo κατά τη γνώμη σου;_____

Με τι μπορεί να αλληλεπιδράσει το tuboflo σε μια αποφραγμένη σωλήνωση;_____

8) Το μαγειρικό αλάτι χρησιμοποιείται στο να κάνει πιο νόστιμα τα φαγητά. Ποια είναι η κύρια ουσία σε αυτό κατά τη γνώμη σου και σε ποιο ποσοστό βρίσκεται σε αυτό;

Τι γεύση έχει το μαγειρικό αλάτι;_____

Με ποιο τρόπο το παράγουμε;_____

Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται;_____

9) Το μάρμαρο και η κιμωλία αποτελούνται από το ίδιο υλικό.

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελούνται κατά την άποψή σου;_____

Πώς θα μπορούσες να καθαρίσεις τα βρώμικα (μαυρισμένα) σκαλοπάτια από μάρμαρο στο σπίτι σου;_____

10) Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν κατά την άποψή σου όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα;

Πού οφείλεται κατά την άποψή σου ο όξινος και ο βασικός χαρακτήρας ενός υδατικού διαλύματος;_____

Με ποια δοκιμασία (με ποιο τρόπο) θα μπορούσες να καταλάβεις τον όξινο, το βασικό ή τον ουδέτερο χαρακτήρα των ουσιών αυτών;_____

11) Ποια είναι κατά τη γνώμη σου η σημασία της κλίμακας του pH;

Ποιες είναι οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει το pH ενός υδατικού διαλύματος;

Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός όξινου διαλύματος, ενός βασικού και ενός ουδέτερου υδατικού διαλύματος;

12) Τι είναι κατά την άποψή σου η εξουδετέρωση;

Ποιες ουσίες συμμετέχουν στην αντίδραση της εξουδετέρωσης ως αντιδρώντα και ως προϊόντα;_____

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ Π.Τ.Δ.Ε.
<<ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΑΘΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ>>**

ΤΕΛΙΚΟ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Ονοματεπώνυμο : _____

Τάξη : Α΄

6^ο ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ ΒΟΛΟΥ

Ημερομηνία : _____



1) Βλέπεις πάνω ένα εργοστάσιο χαλυβουργίας (εργοστάσιο παρασκευής σιδήρου και χάλυβα).

A)Τι παρατηρείς;

B)Ποιες είναι οι συνέπειες των αερίων που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;

Γ)Ποιες ουσίες υπάρχουν στα αέρια που εκπέμπονται κατά τη γνώμη σου;



2) Βλέπεις πάνω ένα δάσος του Καναδά.

Α) Τι παρατηρείς;

Β) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό;

Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό των δασών;

Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργιών;



3) Βλέπεις πάνω δύο εικόνες του ίδιου αγάλματος σε δύο διαφορετικές χρονικές στιγμές, το 1908 και το 1969.

A) Τι παρατηρείς;

B) Πώς πιστεύεις ότι προκλήθηκε το πρόβλημα αυτό;

Γ) Ποιες ουσίες προκάλεσαν το πρόβλημα αυτό κατά τη γνώμη σας;

Δ) Μπορείς να συνδέσεις το πρόβλημα αυτό με τις αέριες εκπομπές των χαλυβουργείων;

4) Μπορείς να βρεις άλλα παραδείγματα ουσιών με παρόμοια συμπεριφορά από την καθημερινή σας ζωή;

Πώς θα ονόμαζες τις ουσίες αυτές από χημικής άποψης;

5) Το ξίδι είναι ένα υλικό που το χρησιμοποιούμε στο να κάνουμε τις σαλάτες πιο εύγευστες και ωφέλιμες.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό κατά τη γνώμη σου;

Σε ποιο ποσοστό περιέχεται η ουσία αυτή στο ξίδι; _____

Πώς παράγεται το ξίδι κατά τη γνώμη σου; _____

Παρακαλείσαι να γράψεις τη χημική αντίδραση παραγωγής του ξιδιού.

6) Όταν μας τσιμπήσει μια μέλισσα τρέχουμε γρήγορα να κατευνάσουμε τον πόνο χρησιμοποιώντας ένα υλικό.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχεται σε αυτό;

Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται; _____

Ποια ουσία βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας που προκάλεσε τον πόνο κατά τη γνώμη σου; _____

Παρακαλείσαι να περιγράψεις την αντίδραση μεταξύ των δύο ουσιών:

Πώς λέγεται η αντίδραση μεταξύ της ουσίας που βρίσκεται στο κεντρί της μέλισσας και της ουσίας που χρησιμοποιήθηκε για τον κατευνασμό του τσιμπήματος κατά την άποψή σου;_____

7) Το tuboflo χρησιμοποιείται ως αποφρακτικό σωληνώσεων που έχουν βουλώσει.

Ποια είναι η κύρια ουσία που περιέχει το tuboflo κατά τη γνώμη σου;_____

Με τι μπορεί να αλληλεπιδράσει το tuboflo σε μια αποφραγμένη σωλήνωση;_____

8) Το μαγειρικό αλάτι χρησιμοποιείται στο να κάνει πιο νόστιμα τα φαγητά. Ποια είναι η κύρια ουσία σε αυτό κατά τη γνώμη σου και σε ποιο ποσοστό βρίσκεται σε αυτό;

Τι γεύση έχει το μαγειρικό αλάτι;_____

Με ποιο τρόπο το παράγουμε;_____

Σε ποια βιολογικά υγρά του σώματος βρίσκεται;_____

9) Το μάρμαρο και η κιμωλία αποτελούνται από το ίδιο υλικό.

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελούνται κατά την άποψή σου;_____

Πώς θα μπορούσες να καθαρίσεις τα βρώμικα (μαυρισμένα) σκαλοπάτια από μάρμαρο στο σπίτι σου;_____

10) Ποιες από τις παραπάνω ουσίες έχουν κατά την άποψή σου όξινο, βασικό ή ουδέτερο χαρακτήρα;

Πού οφείλεται κατά την άποψή σου ο όξινος και ο βασικός χαρακτήρας ενός υδατικού διαλύματος;_____

Με ποια δοκιμασία (με ποιο τρόπο) θα μπορούσες να καταλάβεις τον όξινο, το βασικό ή τον ουδέτερο χαρακτήρα των ουσιών αυτών;_____

11) Ποια είναι κατά τη γνώμη σου η σημασία της κλίμακας του pH;

Ποιες είναι οι τιμές τις οποίες μπορεί να πάρει το pH ενός υδατικού διαλύματος;

Τι τιμές μπορεί να πάρει το pH ενός όξινου διαλύματος, ενός βασικού και ενός ουδέτερου υδατικού διαλύματος;

12) Τι είναι κατά την άποψή σου η εξουδετέρωση;

Ποιες ουσίες συμμετέχουν στην αντίδραση της εξουδετέρωσης ως αντιδρώντα και ως προϊόντα;_____

ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ : ΟΞΕΑ

- Σου δίνονται μερικά υλικά από την καθημερινή σας ζωή όπως **άχρωμο ξίδι, χυμός λεμονιού, σπύρτο του άλατος, υγρό μπαταρίας, μάρμαρο, κιμωλία, σόδα φαγητού και τσόφλια αυγών.**

- **1^η ομάδα :** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml ξίδι και στη συνέχεια προσθέστε 3-4 κομμάτια από τσόφλι αυγού. Τι παρατηρείς;

Ποια είναι η δραστική ουσία στο ξίδι; _____

Ποια είναι η ουσία που περιέχεται στο τσόφλι του αυγού; _____

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

- **2^η ομάδα:** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml χυμό λεμονιού και στη συνέχεια προσθέσε μισή κουταλιά σόδα φαγητού. Τι παρατηρείς;

Ποια είναι η δραστική ουσία στο χυμό λεμονιού; _____

Ποια είναι η ουσία που περιέχεται στη σόδα φαγητού; _____

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

- **3^η ομάδα:** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml σπύρτο του άλατος και στη συνέχεια πρόσθεσε 4 κομμάτια μάρμαρο. Τι παρατηρείς;

Ποια είναι η δραστική ουσία στο σπύρτο του άλατος; _____

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελείται το μάρμαρο; _____

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

- **4^η ομάδα:** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml υγρού μπαταρίας (με μεγάλη προσοχή) και στη συνέχεια πρόσθεσε 2 κομματάκια κιμωλίας. Τι παρατηρείς ;

Ποια είναι η δραστική ουσία στο υγρό μπαταρίας; _____

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελείται η κιμωλία; _____

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

- **5^η ομάδα:** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml ξίδι και στη συνέχεια πρόσθεσε μισή κουταλιά σόδα. Τι παρατηρείς;

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελείται η σόδα του φαγητού;

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

- **6^η ομάδα:** Τοποθέτησε σε δοκιμαστικό σωλήνα 5 ml σπύρτο του άλατος και στη συνέχεια πρόσθεσε 2 κομματάκια κιμωλίας. Τι παρατηρείς;

Ποια είναι η ουσία από την οποία αποτελείται η σόδα του φαγητού;

Ποια αντίδραση συμβαίνει ;

Πώς συνδέονται οι παραπάνω αντιδράσεις με τη διάβρωση των μαρμάρων ;

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

1. Τι ονομάζουμε οξέα;
2. Ποια είναι η επίδραση των οξέων στα ανθρακικά άλατα;

2^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: Παρασκευή δείκτη από κόκκινο λάχανο

Σε ποτήρι ζέσης 600 ml προσθέτεις 250 ml αποσταγμένου νερού, Σε αυτό ρίχνεις ποσότητα κόκκινου λάχανου και στη συνέχεια ζεσταίνεις το μείγμα μέχρι βρασμού. Συνεχίζεις το βρασμό για πέντε λεπτά και στη συνέχεια το μείγμα αφήνεται να κρυώσει και στη συνέχεια με απόχυση παίρνεις το κόκκινο υγρό (ΔΕΙΚΤΗΣ).

1^η ομάδα: Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 5 ml άχρωμο ξίδι προσθέτεις 5 σταγόνες από το δείκτη κόκκινο λάχανο.

Τι χρώμα παρατηρείς να αποκτά το ξίδι; _____

2^η ομάδα: Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 5 ml χυμό λεμονιού προσθέτεις 5 σταγόνες από το δείκτη κόκκινο λάχανο.

Τι χρώμα παρατηρείς να αποκτά ο χυμός λεμονιού; _____

3^η ομάδα: Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 5 ml σπύρτο του άλατος προσθέτεις 5 σταγόνες από το δείκτη κόκκινο λάχανο.

Τι χρώμα παρατηρείς να αποκτά το σπύρτο του άλατος; _____

4^η ομάδα: Σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει 5 ml υγρό μπαταρίας προσθέτεις 5 σταγόνες από το δείκτη κόκκινο λάχανο.

Τι χρώμα παρατηρείς να αποκτά το υγρό μπαταρίας; _____

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

1) Τι κοινό παρατηρείς στο ξίδι, το χυμό λεμονιού, το σπύρτο του άλατος και το υγρό μπαταρίας σε σχέση με την επίδρασή τους σε δείκτες;

2) Πώς ονομάζεται η συμπεριφορά αυτή των παραπάνω οξέων απέναντι στα ανθρακικά άλατα και το δείκτη;

3^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: ΒΑΣΕΙΣ

Σου δίνονται ένα φαρμακευτικό σκεύασμα που ονομάζεται Milk of Magnesia με τη μορφή αιωρήματος και το οποίο χρησιμοποιείται για την εξουδετέρωση των «καούρων» καθώς και αποφρακτικό σωληνώσεων (Tuboflo), άχρωμο καθαριστικό τζαμιών (Ajax) και καθαριστικό ηλεκτρικών φούρνων με τη μορφή αφρού (Fornet).

Ποια είναι η δραστική ουσία που περιέχεται στο Milk of Magnesia;

Ποια είναι η δραστική ουσία που περιέχεται στο Tuboflo;

Ποια είναι η δραστική ουσία που περιέχεται στο Ajax;

Ποια είναι η δραστική ουσία που περιέχεται στο Fornet;

- **1^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 5 ml Milk of Magnesia και στη συνέχεια προσθέτεις ποσότητα δείκτη κόκκινο λάχανο.
Τι χρώμα θα αποκτήσει το Milk of Magnesia ; _____
- **2^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 5 ml διαλύματος Ajax και στη συνέχεια προσθέτεις ποσότητα δείκτη κόκκινο λάχανο.
Τι χρώμα θα αποκτήσει το Ajax για τα τζάμια ; _____
- **3^η ομάδα:** Το Tuboflo βρίσκεται μέσα σε φακελάκι με τη μορφή λευκού στερεού. Παίρνεις μισή κουταλιά από το Tuboflo και το διαλύεις σε ποσότητα 250 ml νερό. Από το διάλυμα που σχηματίζεται παίρνεις 5 ml διαλύματος Tuboflo και τα τοποθετείς σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια προσθέτεις ποσότητα δείκτη κόκκινο λάχανο.
Τι χρώμα θα αποκτήσει το διάλυμα Tuboflo για τα τζάμια ; _____
- **4^η ομάδα:** Παίρνεις ποσότητα αφρού από το καθαριστικό ηλεκτρικών φούρνων Fornet και τη διαλύεις σε 100 ml νερό. Από το διάλυμα που σχηματίζεται παίρνεις 5 ml διαλύματος Fornet και τα τοποθετείς σε δοκιμαστικό σωλήνα. Στη συνέχεια προσθέτεις ποσότητα δείκτη κόκκινο λάχανο.
Τι χρώμα θα αποκτήσει το διάλυμα Fornet για τα τζάμια ; _____

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

Τι κοινό παρατηρείς ανάμεσα στο αιώρημα Milk of Magnesia για τις καούρες του στομαχιού, το Ajax για τα τζάμια, το Tuboflo για το ξεβούλωμα των σωλήνων και το Fornet για τον καθαρισμό των ηλεκτρικών φούρνων σε σχέση με το χρώμα του δείκτη που προστίθεται;

4^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ : ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΣΗ

- **1^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 10 ml αιώρημα Milk of Magnesia και μετά προσθέτεις 5 σταγόνες δείκτη κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια προσθέτεις σταδιακά ποσότητα από το σπίρτο του άλατος. Τι παρατηρείς;

Να γράψεις την αντίδραση ανάμεσα στη δραστική ουσία του Milk of Magnesia και στη δραστική ουσία του σπίρτου του άλατος;

- **2^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 10 ml άχρωμο Ajax για τα τζάμια και μετά προσθέτεις ποσότητα 5 σταγόνων δείκτη κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια προσθέτεις σταδιακά ποσότητα από το ξίδι. Τι παρατηρείς;

Γράψε την αντίδραση ανάμεσα στη δραστική ουσία του Ajax και στη δραστική ουσία του ξιδιού.

- **3^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 10 ml από το διάλυμα Fornet για τον καθαρισμό των ηλεκτρικών φούρνων και μετά προσθέτεις ποσότητα 5 σταγόνων δείκτη κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια προσθέτεις σταδιακά ποσότητα από το υγρό μπαταρίας. Τι παρατηρείς;

Γράψε την αντίδραση ανάμεσα στη δραστική ουσία του Fornet και στη δραστική ουσία του υγρού μπαταρίας.

- **4^η ομάδα:** Σε δοκιμαστικό σωλήνα προσθέτεις 10 ml από το διάλυμα Tuboflo για το ξεβούλωμα των σωληνώσεων και μετά προσθέτεις 5 σταγόνες δείκτη κόκκινο λάχανο. Στη συνέχεια προσθέτεις σταδιακά ποσότητα από το σπίρτο του άλατος. Τι παρατηρείς;

Γράψε την αντίδραση ανάμεσα στη δραστική ουσία του Tuboflo και στη δραστική ουσία του σπίρτου του άλατος.

Τι κοινό έχουν όλες οι παραπάνω ουσίες (Tuboflo, Ajax, Fornet, Milk of Magnesia) σε σχέση με την αλληλεπίδρασή τους με τα οξέα;

Πώς ονομάζονται οι παραπάνω ουσίες (Tuboflo, Ajax, Fornet, Milk of Magnesia) σχετικά με τη χημική τους συμπεριφορά;

Πώς ονομάζεται η αντίδραση ανάμεσα στις ουσίες της δραστηριότητας 1 και τις ουσίες της δραστηριότητας 3;

5^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ : Υπολογισμός ποσότητας διαλυμένης ουσίας

Ένας ασθενής που υποφέρει από καούρες λαμβάνει μια κουταλιά των 5 ml Milk of Magnesia περιεκτικότητας 10% W/V. Πόσα γραμμάρια υδροξειδίου του μαγνησίου ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) λαμβάνει σε κάθε κουταλιά;

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ:

1. Ποιες ουσίες ονομάζουμε βάσεις;
2. Τι ονομάζουμε εξουδετέρωση;
3. Πώς ονομάζονται οι κοινές ιδιότητες των βάσεων ;

6^η ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ: pH εικονικό εργαστήριο

Έχεις στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή το πρόγραμμα IrYdium. Κάνεις αριστερό διπλό κλικ και στην επιφάνεια εργασίας εμφανίζεται το εικονίδιο IrYdium Vlab. Κάνεις αριστερό διπλό κλικ και εμφανίζεται η επιφάνεια εργασίας του εικονικού εργαστηρίου.

- Σύρε τον κέρσορα και φέρε ποσότητα αποσταγμένου νερού από την αποθήκη (stock) στην επιφάνεια εργασίας του εργαστηρίου. Δίπλα εμφανίζεται το pH του αποσταγμένου νερού.
Κατάγραψε την τιμή pH. _____
- Σύρε τον κέρσορα και φέρε ποσότητα υδροχλωρικού οξέος (HCl) 0,1M (οξύ που βρίσκεται στο γαστρικό υγρό) από την αποθήκη (stock) στην επιφάνεια εργασίας του εργαστηρίου. Δίπλα εμφανίζεται το pH του υδροχλωρικού οξέος (HCl).
Κατάγραψε την τιμή pH. _____

Προσθέτεις στο παραπάνω διάλυμα διαδοχικά 20 ml νερό. Πώς μεταβάλλεται η τιμή του pH;

Σε ποια τιμή τείνει το pH ; _____

Πώς συνδέεται η τιμή pH με την περιεκτικότητα του διαλύματος;

- Σύρε τον κέρσορα και φέρε ποσότητα υδροξείδιο του νατρίου (NaOH) 0,1 M (βάση που βρίσκεται στο Tuboflo και στο Fornet) από την αποθήκη (stock) στην επιφάνεια εργασίας του εργαστηρίου. Δίπλα εμφανίζεται το pH του υδροξείδιο του νατρίου (NaOH).
Κατάγραψε την τιμή pH. _____

Προσθέτεις στο παραπάνω διάλυμα διαδοχικά 20 ml νερό. Πώς μεταβάλλεται η τιμή του pH; _____

Σε ποια τιμή τείνει το pH; _____

Πώς συνδέεται η τιμή pH με την περιεκτικότητα του διαλύματος;

Ποια είναι τα όρια τιμών pH για τα οξέα και τις βάσεις;

Πώς θα χαρακτήριζες το νερό από την τιμή pH που έχει; _____
Πώς θα χαρακτήριζες το διάλυμα HCl (υδροχλωρικό οξύ) από την τιμή pH που έχει;

Πώς θα χαρακτήριζες το διάλυμα NaOH (υδροξείδιο του νατρίου) από την τιμή pH που έχει;

Πώς θα χαρακτήριζες το αποσταγμένο νερό από την τιμή pH που έχει;

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΣΤΗΝ ΤΑΞΗ

1. Τι είναι η κλίμακα του pH ;
2. Τι είναι βασικό διάλυμα;
3. Τι είναι ουδέτερο διάλυμα;
4. Τι είναι όξινο διάλυμα;
5. Πως μεταβάλλεται το pH ενός υδατικού διαλύματος με την προσθήκη νερού (αραίωση);