



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΧΗΜΕΙΑΣ»
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ « ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**Εναλλακτικές αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών όσον
αφορά την έννοια του pH**

**ΧΡΥΣΙΔΟΥ ΒΙΟΛΕΤΤΑ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΑΘΗΝΑ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2017

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Εναλλακτικές αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών όσον αφορά την έννοια του pH

ΧΡΥΣΙΔΟΥ ΒΙΟΛΕΤΤΑ

A.M.: 131219

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

Ακρίβος Περικλής, Αναπληρωτής Καθηγητής Α.Π.Θ.

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής **ΑΚΡΙΒΟΣ ΠΕΡΙΚΛΗΣ**

Καθηγητής **ΣΙΓΑΛΑΣ ΜΙΧΑΛΗΣ**

Καθηγητής **ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΔΑΚΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 31/10/2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Περιγράφεται έρευνα στην οποία συμμετείχαν (54) πρωτοετείς φοιτητές των τμημάτων Φαρμακευτικής και Γεωλογίας του Α.Π.Θ. και είχε στόχο να δείξει αν και κατά πόσο η μέθοδος διδασκαλίας της Γενικής Χημείας ως εισαγωγικού μαθήματος στα προγράμματα σπουδών των τμημάτων επηρεάζει την κατανόηση και αφομοίωση των εννοιών της.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε κατά την ακαδημαϊκή χρονιά 2015-16 και με την λήξη των εργαστηριακών ασκήσεων των φοιτητών, στην αίθουσα του εργαστηρίου και με βάση την αυθόρμητη συμμετοχή τους σ' αυτήν.

Το περιεχόμενο του ερωτηματολογίου που διανεμήθηκε επικεντρώθηκε στις έννοιες τις σχετικές με το pH επειδή αυτό αποτελεί ένα αντικείμενο που διδάσκεται σε όλα τα προγράμματα σπουδών, από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση ως τα Α.Ε.Ι. και μάλιστα στο πρόγραμμα σπουδών των τμημάτων που μελετήθηκαν περιλαμβάνεται ένα ζευγάρι πειραματικών διαδικασιών σχετικών με το pH.

Η έρευνα απέδειξε, όπως και άλλες αντίστοιχες σε μαθητές Λυκείου, ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανόηση εννοιών της Χημείας μεταξύ των δύο φύλων, ενώ η διαφορά μεταξύ των φοιτητών των δύο τμημάτων μπορεί να αποδοθεί σε μεγάλο βαθμό στην εισαγωγή στο τμήμα Γεωλογίας αποφοίτων Λυκείου που έχουν παρακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση, όπου δεν υπάρχει μάθημα Χημείας στις δύο τελευταίες τάξεις του Λυκείου. Επιβεβαιώνεται ακόμη η ελλειμματική διδασκαλία της στοιχειομετρίας στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, η σχετική αδυναμία των μαθητών Λυκείου και πρωτοετών φοιτητών στην εκτέλεση πράξεων με δυνάμεις και η αδυναμία σύνδεσης εννοιών που ανήκουν σε ένα ευρύ πλαίσιο, παρόλο που μπορεί η καθεμιά να είναι εν μέρει κατανοητή.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εναλλακτικές αντιλήψεις

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: pH, διαλύματα ηλεκτρολυτών, τρίτοβάθμια εκπαίδευση, Γενική Χημεία

ABSTRACT

A survey is described to which 54 first year undergraduate students studying in the Pharmacy and Geology Departments of the Aristotle University of Thessaloniki participated. The study aimed at the quantification of the effects that the General Chemistry course offered during the first semester of studies has on their understanding and assimilation of specific topics.

The survey was carried out during the 2015-16 academic year upon completion of the laboratory experiments that accompany the above course and in the laboratory and includes students who spontaneously responded to the request.

The questionnaire distributed was focused on pH and related concepts since this comprises a topic included in every related course from secondary education and on and specifically, for the two University Departments includes a couple of experiments.

In accordance with analogous studies on secondary school students, sex does not affect chemical concept understanding while the difference between students of the two Departments is mainly attributed to the possibility offered at the time for students who attended the technical course in high school to enter through exams the undergraduate course of Geology, although this technical course does not offer Chemistry classes at all. Furthermore, the lack of understanding of stoichiometry is evident as well a well documented difficulty most students face dealing with mathematical operations, especially powers.

It is also observed that although some ideas or properties seem to be understood separately, their connection is not always apparent to the students.

SUBJECT AREA: Misconceptions

KEYWORDS: pH, electrolyte solutions, higher education, General Chemistry

*Αφιερώνω τη διπλωματική μου εργασία στους γονείς μου Ελίνα, Ιωάννη και τον
αδελφό μου Λάζαρο*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την διεκπεραίωση της διπλωματικής μου εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Ακρίβο για την στήριξη και καθοδήγηση του καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας έρευνας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών Δι.Χη.Ν.Ε.Τ. για τα εφόδια που τόσο απλόχερα προσέφεραν σε εμένα και τους συμφοιτητές μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
Κεφάλαιο 1 Θεωρητικό Πλαίσιο	3
1.1 Εισαγωγή.....	3
1.2 Η Διδακτική ως Επιστήμη	5
1.3 Διδακτική της Χημείας.....	6
1.4 Ο ρόλος τους Εκπαιδευτικού	7
1.5 Η Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση.....	9
1.6 Γενική Χημεία στο πρώτο εξάμηνο σπουδών στα Α.Ε.Ι.....	10
Κεφάλαιο 2 Εναλλακτικές Αντιλήψεις των Μαθητών	13
2.1 Ορισμός.....	13
2.2 Πως δημιουργούνται.....	14
2.3 Χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών.....	15
2.4 Σχεδιασμός της διδασκαλίας.....	18
2.5 Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών για τα οξέα και τις βάσεις.....	19
Κεφάλαιο 3 Η Έρευνα	23
3.1 Σκοπός της έρευνας	23
3.2 Περιγραφή της μελέτης.....	24
Κεφάλαιο 4 Ρh και Εξουδετέρωση	29
4.1 Σχετικά με το pH.....	29
4.2 Ασθενείς ηλεκτρολύτες	32
4.3 Εξουδετέρωση.....	36
4.4 Η δράση των οξέων στα μέταλλα	40
4.5 Αξιολόγηση του ερωτηματολογίου	41
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....	45
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I-Το Ερωτηματολόγιο.....	47
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II-Διαγράμματα.....	49
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	53

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1 Τρίγωνο του Α.Η. Johnstone	7
Σχήμα 2 Διαγραμματική παράσταση των οδών που κατηύθυναν, έως το ακαδημαϊκό έτος 2015-16, τους μαθητές του Λυκείου σε τμήματα Πανεπιστημιακών ιδρυμάτων.....	10

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Σύσταση του δείγματος που μελετήθηκε	25
Πίνακας 2 Περιγραφική στατιστική της μελέτης. Οι κατηγορίες που αναφέρονται είναι αυτές που περιγράφονται στο κείμενο	43

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1 Συνολικό γράφημα κατανομής συχνοτήτων. Κλίμακα αξιολόγησης - και πλήθος δειγμάτων54.....	49
Διάγραμμα 2 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές του τμήματος φαρμακευτικής (n=35).....	49
Διάγραμμα 3 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές του τμήματος Γεωλογίας (n=19).....	50
Διάγραμμα 4 διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που είναι αγόρια (n=31).....	50
Διάγραμμα 5 διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που είναι κορίτσια (n=23).....	51
Διάγραμμα 6 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που παρακολουθούσαν στο Λύκειο την θετική κατεύθυνση (n=45).....	51
Διάγραμμα 7. Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους δoιτητές που παρακολούθησαν στο Λύκειο την τεχνολογική κατεύθυνση (n=9).....	52

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Διπλωματική Διατριβή με τίτλο «Εναλλακτικές αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών όσον αφορά την έννοια του pH» εκπονήθηκε κατά το ακαδημαϊκό έτος 2015-2016 στο Τμήμα Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης υπό την επίβλεψη του καθηγητή κ. Π. Ακρίβου. Η διπλωματική εργασία εντάσσεται στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Διδακτική της Χημείας και Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες» (ΔιΧηNET).

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την ύπαρξη και διατήρηση των εναλλακτικών αντιλήψεων πρωτοετών φοιτητών στο κεφάλαιο των οξέων και βάσεων και ειδικότερα στην έννοια του pH, μετά την αποφοίτησή τους από την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Η επιλογή του συγκεκριμένου κεφαλαίου έγινε λόγω του ότι αποτελεί κεντρικό θέμα στη διδασκαλία του μαθήματος της χημείας. Η έρευνα στοχεύει επίσης στη διερεύνηση των επεμβάσεων που μπορούν να γίνουν στην διδασκαλία της Χημείας στην τρέχουσα δομή του γυμνασίου και του λυκείου προκειμένου οι απόφοιτοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης να έχουν το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο για την φοίτησή τους σε ανώτερα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Τέλος, στοχεύει στην επισήμανση των τμημάτων της ύλης που μπορεί να έχουν προκαλέσει τη δημιουργία λανθασμένων αντιλήψεων βοηθώντας τους ακαδημαϊκούς να οργανώσουν μια αποτελεσματική διδασκαλία.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ.Π.Ακρίβο για την εμπιστοσύνη και καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης και συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας. Οφείλω επίσης ένα μεγάλο ευχαριστώ σε όλους του καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος και κυρίως τον κ. Μ.Σιγάλα, τον κ. Α.Γιαννακουδάκη, τον κ. Π.Γιαννακουδάκη, τον κ. Δ. Ψύλλο και τον κ. Κ.Μπονίδη για τα εφόδια που τόσο απλόχερα μου χάρισαν καθώς και τους συμφοιτητές μου Αιμιλία, Βαγγέλη, Ελένη, Κατερίνα, Λίτσα, Μαρίνο, Στέλιο και Γεωργία για την βοήθεια και τη συνεργασία κατά το ακαδημαϊκό έτος 2014-2015. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου Ιωάννη και Ελίνα για τη στήριξη τους κατά τη

διάρκεια της φοίτησης μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών
Δι.Χη.Ν.Ε.Τ.

Κεφάλαιο 1 Θεωρητικό Πλαίσιο

1.1 Εισαγωγή

Στη συνέχεια από πρόσφατες μελέτες μας σχετικά με τις εσφαλμένες αντιλήψεις στο αντικείμενο της Χημείας στο Λύκειο, όσον αφορά τους παράγοντες που τις προκαλούν και τις διατηρούν (Katsikis 2015, Vandoulaki 2016) φάνηκε λογικό και πρακτικό να επεκτείνουμε τις μελέτες αυτές με κάποιες αντίστοιχες στην ανώτατη βαθμίδα της εκπαίδευσης. Προσπαθούμε να δούμε δηλαδή πως τέτοιες αντιλήψεις διατηρούνται και ειδικά μετά από ένα εξάμηνο όπου πραγματοποιείται εκτεταμένη διδασκαλία και εκτέλεση πειραμάτων στα πλαίσια ενός εισαγωγικού μαθήματος Γενικής Χημείας.

Οι φοιτητές του τμήματος Φαρμακευτικής του Α.Π.Θ. έχουν ένα πρόγραμμα γεμάτο από μαθήματα Χημείας, που ξεκινά από το πρώτο εξάμηνο σπουδών με μαθήματα Αναλυτικής και Γενικής Χημείας. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σε δείγμα φοιτητών που εισήχθησαν στα Α.Ε.Ι. κατά το ακαδημαϊκό έτος 2015-16, οπότε στο τμήμα Φαρμακευτικής μπορούσαν να εισαχθούν μαθητές που προερχόταν αποκλειστικά από την θετική κατεύθυνση σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Αντίθετα, στο τμήμα Γεωλογίας, απ' όπου προέρχεται μέρος του δείγματός μας, μέχρι εκείνη την περίοδο μπορούσαν να εισαχθούν και μαθητές που είχαν παρακολουθήσει την τεχνολογική κατεύθυνση.

Στη θετική κατεύθυνση περιλαμβάνονται αρκετές ώρες Χημείας στην τελευταία (Τρίτη) τάξη, που περιλαμβάνουν γενικά περί της ισορροπίας, την ισορροπία στα διαλύματα των ασθενών ηλεκτρολυτών και κατά συνέπεια και το pH και τις σχετικές έννοιες. Αντίθετα, στην τεχνολογική κατεύθυνση απουσιάζει τελείως το αντικείμενο της Χημείας, με συνέπεια στο τμήμα Γεωλογίας, μέχρι και την περίοδο που πραγματοποιήθηκε η μελέτη, να δημιουργούνται δύο υπο-ομάδες φοιτητών με διαφορετικό γνωστικό υπόβαθρο όσον αφορά τον κορμό της Χημείας.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι μαθητές σε σχετικά μικρή ηλικία, όταν έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με τη διδασκαλία αντικειμένων των επιστημών,

προσπαθούν να ξαναδιατυπώσουν τις αρχές και τις γενικές διαδικασίες επιστημονικού συλλογισμού που διδάσκονται, έτσι ώστε να συμβαδίζουν με τις δικές τους, προσωπικές «πρότερες αντιλήψεις», παρά το αντίθετο, που είναι το επιθυμητό. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η προσπάθεια διαφοροποίησης και απάλειψης αυτών των πρότερων αντιλήψεων δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς αυτές έχουν ενσωματωθεί με σταθερότητα στο γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών ήδη από μικρή ηλικία (Driver & Easley 1978, Gunstone 1981). Η έκταση και η ένταση της διδασκαλίας στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, σε συνάρτηση πάντα με την προσωπικότητα του δασκάλου και την επιδεκτικότητα του μαθητή, καθώς και με την καταλληλότητα του διδακτικού βιβλίου και την μελετημένη οργάνωση του προγράμματος σπουδών, μπορούν να αντικαταστήσουν σε ένα βαθμό τις «εναλλακτικές απόψεις» των μαθητών, όχι όμως πάντοτε ολοκληρωτικά (Ahtee & Varjola 1998, Bodner 1991). Αυτό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο ότι τα πρότερα μοντέλα που έχουν δημιουργήσει οι μαθητές, όσο κι αν φαίνονται αντικειμενικά να είναι ελλιπή ή ασύμβατα μεταξύ τους, ικανοποιούν τις τοπικές και συγκεκριμένες απαιτήσεις των μαθητών για ερμηνεία, σύμφωνα με τον απλό τρόπο που αυτοί αντιμετωπίζουν τον φυσικό κόσμο και τα φαινόμενά του. Οι αντιλήψεις αυτές, όταν δεν είναι συμβατές με την παραδεκτή επιστημονική άποψη, καλό είναι να ελέγχονται από τον δάσκαλο είτε μέσω προσωπικών συνεντεύξεων είτε μέσω γενικότερων ερωτηματολογίων όπου ζητείται να αναπτυχθούν αναλυτικά οι εκτιμήσεις και οι προτάσεις για μια σειρά φαινομένων. Έχει προταθεί η χρήση και ερωτηματολογίων πολλαπλών επιλογών, εφόσον αυτά εστιάζονται σε συγκεκριμένο αντικείμενο και πεδίο είτε στο σύνολο των αντικειμένων που διδάχτηκαν σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (Treagust 1988). Σε τέτοια ερωτηματολογία λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα ώστε να δημιουργηθούν ποικίλες μορφές λανθασμένων απαντήσεων, οι περισσότερες από τις οποίες δεν πρέπει να είναι απολύτως εμφανείς. Η καλύτερη μέθοδος κατασκευής τέτοιων απαντήσεων είναι να βασίζονται πάνω σε προηγούμενες μελέτες που σχετίζονται με εκτενείς απαντήσεις των μαθητών είτε σε δοκίμια που καλούνται να γράψουν είτε σε ερωτήματα ανοιχτού τύπου. Πρέπει επίσης να μπορούν να περιληφθούν εύκολα στο γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για

ερωτηματολόγια με στενό περιεχόμενο, όπως στην περίπτωση μας το pH. Η ιδανική περίπτωση είναι, για κάθε ερώτημα πολλαπλών επιλογών να υπάρχει ακολούθως ένας διαθέσιμος κενός χώρος σχεδιασμένος ώστε να περιλάβει την αιτιολόγηση του μαθητή σχετικά με την απάντηση που επέλεξε. Παρόμοιες αντιλήψεις έχουν προωθηθεί από τη δεκαετία του 1980 (Osborne 1980, Driver 1984). Στην περίπτωση μας βέβαια, είναι δεδομένη η τάση των Ελλήνων μαθητών και φοιτητών να αποφεύγουν συστηματικά την προσπάθεια να δώσουν εκτενείς απαντήσεις σε οτιδήποτε κι έτσι δεν θεωρήθηκε απαραίτητο να ετοιμαστούν και να δοθούν ερωτήματα ανοιχτού τύπου ή εκτενούς περιγραφής. Αντίθετα, λήφθηκε μέριμνα ώστε να υπάρχουν ομάδες από ερωτήσεις σχετιζόμενες μεταξύ τους έτσι ώστε να ελέγχεται τουλάχιστον ο λογικός συνειρμός που οδηγεί σε ορισμένες απαντήσεις, καθώς αυτές θα πρέπει να έχουν άμεση συσχέτιση με τις απαντήσεις προηγούμενων ή και επομένων ερωτημάτων.

1.2 Η Διδακτική ως Επιστήμη

Διδακτική είναι η επιστήμη που ερευνά τα θέματα που σχετίζονται με την διδασκαλία των μαθητών και αποτελεί έναν κλάδο της γενικότερης επιστήμης της παιδαγωγικής.

Σε πολλά κείμενα αρχαίων φιλοσόφων όπως του Πλάτωνα και του Αριστοτέλη, αναφέρονται ορισμένες υποδείξεις και οδηγίες για την μετάδοση της επιστήμης με την διδασκαλία. Όμως η διδακτική ως επιστήμη εμφανίζεται ουσιαστικά κατά τον 17ο αιώνα, με το πέρας του Μεσαίωνα, όπου η πλειοψηφία του λαού αρχίζει να αναζητά την γνώση. Θεμελιωτές της διδακτικής θεωρούνται ο Γερμανός Ratke (Wolfgang Ratke 1571–1635) και ο Βοημός Comenius (John Amos Comenius, 1592-1635). Ο όρος «διδακτική» χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Ratke, όταν το 1612 διακήρυξε σε ένα συνέδριο ότι κατέχει την τέχνη να «διδάξει τους πάντες». Η συστηματοποίηση της επιστήμης της διδακτικής και η διαμόρφωση της διδακτικής θεωρίας πραγματοποιείται το 1806 από τον Γερμανό παιδαγωγό Herbart (Johann Friedrich Herbart, 1776 –1841) που με την «Γενική Παιδαγωγική» καθιερώνει πλέον τη διδακτική ως ιδιαίτερο επιστημονικό κλάδο.

Η διδακτική διακρίνεται σε:

- ❖ Γενική Διδακτική, που αναφέρεται στους τρόπους που εξυπηρετούν τη μάθηση και όχι τόσο στη διδασκαλία, σκοπός της είναι να επιτευχθεί η μάθηση και
- ❖ Ειδική Διδακτική, που στηρίζεται στη Γενική, εφαρμόζει τις αρχές που μελετά η Γενική και διαμορφώνει μεθοδικά τη διδασκαλία του μαθήματος (ανάλογα την φύση του κάθε μαθήματος και τις ιδιαιτερότητες του κάθε σχολείου).

1.3 Διδακτική της Χημείας

Η Χημεία είναι η επιστήμη που μελετά την ύλη και τις ιδιότητες της. Η διδασκαλία της χημείας είναι μία πολύπλοκη διαδικασία που απαιτεί αναπτυγμένη αντίληψη για την κατανόηση των φαινομένων και την ικανότητα ερμηνείας τους από τους μαθητές. Αυτό οφείλεται στην τριαδική φύση της χημείας όταν αυτή διδάσκεται. Κατά το ξεκίνημα της διδασκαλίας γίνεται μία μακροσκοπική αναφορά σε ένα φαινόμενο που πρόκειται να μελετηθεί για παράδειγμα την αλλαγή του χρώματος ενός διαλύματος που περιέχει έναν δείκτη, μετά την προσθήκη όξινου διαλύματος με απερχόμενη αλλαγή στο pH που έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή στο χρώμα του αρχικού διαλύματος ορισμένου pH. Στη συνέχεια γίνεται μία μικροσκοπική προσέγγιση για την ερμηνεία της αλλαγής του pH μιλάμε για αλληλεπίδραση ατόμων και σχηματισμό ενώσεων και ιόντων. Τέλος, γίνεται χρήση συμβόλων με σκοπό την αναπαράσταση των πραγματοποιούμενων αντιδράσεων με χημικές αντιδράσεις. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό πως για να ερμηνευθεί ένα φαινόμενο απαιτείται ο συνδυασμός του μακροσκοπικού, μικροσκοπικού και συμβολικού επιπέδου πράγμα που κάνει τη διαδικασία του μαθήματος της χημείας αρκετά πολύπλοκη. Στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 1) αναπαριστούνται τα τρία επίπεδα κατανόησης μίας έννοιας στη Χημεία σύμφωνα με τον A.H. Johnstone.



Σχήμα 1 Τρίγωνο του A.H.Johnstone

Η Διδακτική της Χημείας είναι κλάδος της χημείας, έχει σχέση με την Ειδική Διδακτική και ασχολείται με ό,τι σχετίζεται με την διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας. Μελετά την εφαρμογή σύγχρονων παιδαγωγικών μεθόδων στη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας, ερευνά και πειραματίζεται για νέες μεθόδους. Σήμερα γίνεται πλέον συστηματική έρευνα πάνω σε θέματα τόσο της διδακτικής της Χημείας όσο και ευρύτερα στη διδακτική των φυσικών επιστημών (Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης, Γ, 2000 & Ακρίβος Π. 2012)

Κάποια από αυτά είναι :

- νέες πειραματικές μέθοδοι διδασκαλίας
- παρανοήσεις των μαθητών
- τρόποι επικοινωνιακής αξιολόγησης
- μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων
- περιβαλλοντική αγωγή
- τρόποι για καλύτερη κατανόηση δυσνόητων εννοιών
- χρήση σύγχρονων εκπαιδευτικών τεχνολογιών και πολυμέσων κ.α.

Η Διδακτική της Χημείας διδάχτηκε ως ξεχωριστό μάθημα πρώτη φορά στην Ελλάδα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, το ακαδημαϊκό έτος 1985 – 1986.

1.40 ρόλος τους Εκπαιδευτικού

Ο γενικότερος ρόλος του δασκάλου είναι να «διδάξει στο παιδί τον τρόπο να μαθαίνει», μέσα στη σχολική τάξη στα πλαίσια των συνθηκών που επικρατούν σε αυτήν, ακόμη και με μεγάλο αριθμό μαθητών. Σε γενικές γραμμές έναν εκπαιδευτικό πρέπει να τον διακατέχει η αγάπη, το «μεράκι» για τη δουλειά, η

αγάπη για τα παιδιά, η τέλεια γνώση του αντικειμένου που διδάσκει, η συνέπεια στις υποχρεώσεις του, καθώς και η σαφήνεια στον τρόπο διδασκαλίας του και τέλος να εμφανίζει ποικιλία στον τρόπο που διδάσκει.

Ο δάσκαλος πρέπει να είναι συνεπής στις υποχρεώσεις του, σοβαρός, δίκαιος, να ενθαρρύνει το μαθητή όταν το έχει ανάγκη, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες του. Πρέπει να διακρίνεται για την σαφήνεια του, με γλώσσα απλή και χωρίς περιττά λόγια, να γίνεται κατανοητός και να προσαρμόζει την κατάλληλη μέθοδο διδασκαλίας σε κάθε μάθημα, ώστε να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών του.

Πρέπει να εμφανίζει ποικιλία στη διδασκαλία του, να προσαρμόζει δηλαδή τη συμπεριφορά του ανάλογα με την περίσταση και τις ιδιαιτερότητες του κάθε μαθητή, να προγραμματίζει με ευελιξία το κάθε μάθημα ώστε να υπάρχουν εναλλαγές, να χρησιμοποιεί διάφορα εποπτικά μέσα διδασκαλίας που να τα χειρίζεται με άνεση και να προετοιμάζει και να εκτελεί σωστά τις ασκήσεις και τα πειράματα χημείας.

Ο δάσκαλος της Χημείας πρέπει να γνωρίζει σε εύρος, αλλά και σε βάθος το αντικείμενο των μαθημάτων της Χημείας. Σε αντίθετη περίπτωση θα αισθάνεται αμηχανία και ανασφάλεια, μιας και το μάθημα μπορεί να εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο που οι μαθητές να θέτουν ερωτήματα έξω από τα πλαίσια του βιβλίου ή να έχουν ακούσει πολύ περισσότερα είτε από τα μέσα ενημέρωσης και το διαδίκτυο είτε από τα φροντιστήρια. ^[4]

Το χειρότερο όμως για τον δάσκαλο θα είναι οι μαθητές να έχουν ακούσει ή να έχουν αντιληφθεί λανθασμένα τα πράγματα. Σε καμία περίπτωση ο δάσκαλος δεν πρέπει να μένει αδιάφορος στο γνωστικό φορτίο που κουβαλάν οι μαθητές διότι έχει περάσει η εποχή που ο δάσκαλος ήταν η μόνη πηγή γνώσεων Χημείας. Έτσι οφείλει να βρίσκεται σε επικοινωνία με τους μαθητές του, να παρατηρεί ή να γνωρίζει ποιο είναι το επίπεδο των γνώσεων τους στη Χημεία, τις δυνατότητές τους και τα ενδιαφέροντά τους, τα οποία και πρέπει να εκμεταλλεύεται. Όταν αντιλαμβάνεται πως οι μαθητές έχουν εναλλακτικές

αντιλήψεις για κάποιο θέμα της επιστήμης της Χημείας θα πρέπει να σκύβει με προσοχή πάνω από το πρόβλημα και να προσπαθεί να το λύσει με παραδείγματα, πειράματα και άλλους δημιουργικούς τρόπους. Οφείλει να προκαλεί και να συντονίζει συζητήσεις, να επιλέγει σύμφωνα με τις ιδέες των μαθητών τα κατάλληλα έργα τα οποία θα προκαλέσουν τις επιδιωκόμενες εννοιολογικές αλλαγές που είναι και ο κύριος σκοπός του.

Καθημερινή του έννοια πρέπει να είναι η δημιουργία ευχάριστου κλίματος στην τάξη ώστε οι μαθητές να αισθάνονται άνετα για να συμμετέχουν στις διαδικασίες και να απολαμβάνουν ό,τι συμβαίνει γύρω τους. Ενθαρρύνοντας τους μαθητές, τους βοηθάει να σκέφτονται ελεύθερα, χωρίς το φόβο να χαρακτηριστούν ως λανθασμένα αυτά που λένε. Θα πρέπει η διδασκαλία του να μην είναι ξεκομμένη από την πραγματικότητα, να συσχετίζει τους νόμους, τα φαινόμενα και τις παρατηρήσεις που αναφέρονται στα βιβλία της Χημείας, με καθημερινά γεγονότα που γνώρισαν μεγάλη δημοσιότητα π.χ. για το «όζον», τις «διοξίνες», τα «parabens» κ.α. παραδείγματα.

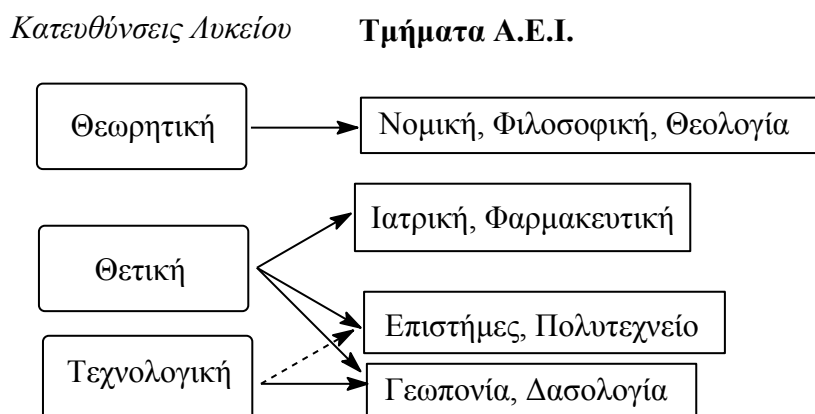
Τέλος, το σωστό είναι να καλλιεργεί την κριτική σκέψη, να μην είναι μόνο μεταδότης γνώσεων, αλλά να διδάσκει τον τρόπο σκέψης και να εμφυτεύει την αγάπη για την επιστήμη, να είναι δημιουργός και αρχιτέκτονας χαρακτήρων.

1.5 Η Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση

Επί του παρόντος, στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση τα παιδιά στην Ελλάδα παρακολουθούν τρεις τάξεις Γυμνασίου, που αποτελούν και το τελευταίο στάδιο της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και στη συνέχεια τρεις τάξεις Λυκείου. Το πρόγραμμα της πρώτης τάξης του Λυκείου είναι κοινό για όλους ενώ οι δύο επόμενες τάξεις του Λυκείου διαχωρίζονται ανάλογα με την κατεύθυνση που επιθυμούν να ακολουθήσουν οι μαθητές. Οι κατευθύνσεις αυτές έχουν κατά καιρούς διάφορα ονόματα, γενικά όμως περιγράφονται ως θεωρητική, θετική και τεχνολογική.

Με το τέλος των σπουδών στο επίπεδο αυτό, και μετά από σχετικές εξετάσεις πανελλήνιας εμβέλειας οι μαθητές επιδιώκουν την εισαγωγή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Προφανώς στα τμήματα των Α.Ε.Ι. που διδάσκονται

οι επιστήμες μπορούν να εισαχθούν μαθητές που παρακολούθησαν τη θετική κατεύθυνση, μπορούν όμως να διεκδικήσουν εισαγωγή και μαθητές από την τεχνολογική. Αντίθετα, στα τμήματα της Σχολής Επιστημών Υγείας, όπου ανήκει και το τμήμα Φαρμακευτικής, μπορούν να εισαχθούν μόνο μαθητές από τη θετική κατεύθυνση.



Σχήμα 2 Διαγραμματική παράσταση των οδών που κατηύθυναν, έως το ακαδημαϊκό έτος 2015-16, τους μαθητές του Λυκείου σε τμήματα Πανεπιστημιακών ιδρυμάτων. Σημειώνεται ότι για τα Τ.Ε.Ι. οι δρόμοι ξεκινούν τόσο από την τεχνική όσο και από τη θετική κατεύθυνση.

1.6 Γενική Χημεία στο πρώτο εξάμηνο σπουδών στα Α.Ε.Ι.

Υπάρχουν πολλά προπτυχιακά μαθήματα που απαιτούν κάποια εισαγωγικά μαθήματα Χημείας, στις περισσότερες περιπτώσεις περιλαμβάνοντας μια σειρά από μαθήματα και εργαστηριακά πειράματα ελαφριάς έως μέτριας πολυπλοκότητας. Μεταξύ αυτών, η Φαρμακευτική είναι αρκετά απαιτητική, αφού το πρόγραμμα σπουδών αποτελείται από πολλά εργαστηριακά τμήματα διάρκειας 3 ωρών, οι δύο από τις οποίες είναι αφιερωμένες σε αδύναμους ηλεκτρολύτες και μετρήσεις pH, ενώ η μία σχετίζεται με τις αντιδράσεις οξειδοαναγωγής. Τόσο κατά τη διάρκεια των εισαγωγικών μαθημάτων που λαμβάνουν χώρα πριν από το εργαστήριο όσο και σε ορισμένες από τις παραδοσιακές διαλέξεις αναφέρεται γενικά η ισορροπία, η ισορροπία που σχετίζεται με την αποσύνθεση (πρακτικά υδρόλυση) αδύναμων ηλεκτρολυτών, με την απλοποίηση της χρήσης πρωτονίων αντί ιόντων υδρογόνου, μια απλοποίηση η οποία σχετίζεται με την ύπαρξη εκτεταμένων πολυμερικών κατιόντων $H_{2n+1}O_n$, σύμφωνα πάντως με την ύπαρξη αρκετών

αλάτων "ονίου" του τύπου $[OR_3] Y$) και διεξάγονται πειράματα για τον προσδιορισμό της σταθεράς διάστασης, είτε ως K_a ή pK_a ενός ασθενούς οξέος (οξικό οξύ) είτε μέσω της μέτρησης του pH των διαδοχικά πιο αραιωμένων διαλυμάτων του οξέος είτε μιας σειράς ρυθμιστικών διαλυμάτων με οξικό νάτριο, κατά τη διάρκεια της οποίας εξηγούνται τόσο η θεωρία όσο και οι εξισώσεις σχετικά με τα ρυθμιστικά διαλύματα. Το πρόγραμμα σπουδών για το Τμήμα Γεωλογίας αποτελείται από εργαστηριακά μαθήματα 2 ωρών, τα τρία από τα οποία είναι αφιερωμένα σε αδύναμους ηλεκτρολύτες και μετρήσεις pH. Εξετάζονται οι δείκτες και οι εφαρμογές τους τόσο μεμονωμένα όσο και με τη μορφή γενικού δείκτη και μελετώνται θεωρίες και pH που σχετίζονται με ρυθμιστικά διαλύματα και με τις διαδικασίες υδρόλυσης σε υδατικά μέσα και με μετρήσεις που πραγματοποιούνται χρησιμοποιώντας ηλεκτρικούς μετρητές pH.

Κεφάλαιο 2 Εναλλακτικές Αντιλήψεις των Μαθητών

2.1 Ορισμός

Η αναγνώριση του ρόλου των μαθητών στη διδασκαλία και τη μάθηση μας είναι γνωστή πριν από τη δεκαετία του '50. Οι εργασίες του Piaget ακόμα και από τις αρχές της δεκαετίας του '20 επηρέασαν πολλούς θεωρητικούς της παιδείας και της εκπαίδευσης οι οποίοι ανέπτυξαν μαθητοκεντρικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) στις οποίες αναγνωριζόταν η αξία των ιδεών των μαθητών. Τα παιδιά μέσω των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων και μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα αρχίζουν να οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος. Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ό,τι υποπίπτει στην αντίληψη τους.

Ο ορισμός της έννοιας «εναλλακτικές αντιλήψεις» προέκυψε μετά από αρκετές αντιπαραθέσεις. Στο παρελθόν οι ιδέες των μαθητών καταγράφονταν ως «προιδέες» (preconceptions) ή «παρανοήσεις» (misconceptions). Στην πρώτη περίπτωση αγνοείται πλήρως το γεγονός ότι μία αντίληψη δημιουργείται στα πλαίσια της καθοδήγησης ενώ στη δεύτερη περίπτωση ο ορισμός είναι αρκετά επικριτικός. Για το λόγο αυτό η επιστημονική κοινότητα επέλεξε τον όρο «εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών» (Horton, 2007).

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ, παρόλο που μερικές από αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας. Οι ιδέες των παιδιών δεν είναι απλές παρανοήσεις που οφείλονται σε κακή πληροφόρηση, αλλά δημιουργούνται από τους μηχανισμούς που αυτά διαθέτουν και με τους οποίους αντιλαμβάνονται ότι συμβαίνει γύρω τους. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι εναλλακτικές ιδέες των παιδιών δεν αποτελούν τα συνηθισμένα λάθη χωρίς ιδιαίτερη σημασία, αλλά νοητικές κατασκευές τις οποίες τα παιδιά χρησιμοποιούν για να ερμηνεύσουν τα φαινόμενα.

Όπως έχει αναφέρει ο Christopher Horton (2007) η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία και ο τρόπος που χειρίζονται οι μαθητές τα γεγονότα και τις ιδέες εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό σε όσα ήδη σκέφτονται και πιστεύουν. Οι ιδέες αυτές χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποπίπτει στην αντίληψή τους. Ο Ausubel από το 1968 έγραφε «ο πιο σπουδαίος απλός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο μαθητής ήδη γνωρίζει. Εξακριβώσέ το και δίδαξέ τον σύμφωνα με αυτό». Βασιζόμενοι σε αυτή του την αντίληψη συμπεραίνουμε πως η διερεύνηση των σκέψεων αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας προκειμένου να είναι αποτελεσματική.

Όταν ένας μαθητής ανακαλύψει μία νέα πληροφορία η οποία έρχεται σε αντιπαράθεση με την ιδέα που έχει ήδη στο μυαλό του, του είναι δύσκολο να την δεχθεί καθώς έχει ήδη δώσει ερμηνεία στο φαινόμενο με βάση το πώς αντιλαμβάνεται τα όσα συμβαίνουν στον κόσμο γύρω του. Στο σημείο αυτό ο μαθητής βιώνει αυτό που γνωρίζουμε ως γνωσιακή σύγκρουση (cognitive conflict). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο μαθητής συχνά να απορρίπτει τη νέα πληροφορία. Σε άλλη περίπτωση ο μαθητής αφομοιώνει τη νέα πληροφορία για σύντομο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια την εγκαταλείπει καθώς αδυνατεί να δώσει μια λογική εξήγηση. Υπάρχουν ωστόσο και οι περιπτώσεις όπου οι ήδη υπάρχουσες εναλλακτικές αντιλήψεις αναθεωρούνται και η γνώση λαμβάνεται επιτυχώς (Horton, 2007).

Οι δάσκαλοι πρέπει να είναι ενήμεροι για τις προϋπάρχουσες ιδέες των μαθητών, για τους διδακτικούς στόχους καθώς επίσης και για οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ των δύο αυτών, όταν σχεδιάζουν και πραγματοποιούν τη διδασκαλία τους. Από τη στιγμή που ο δάσκαλος διαπιστώσει τις όποιες διαφορές ανάμεσα στις ιδέες των μαθητών και στην επιστημονική άποψη, τότε είναι ευκολότερο να σχεδιάσει τις δραστηριότητες οι οποίες θα υποστηρίξουν τους στόχους της μάθησης (Σάλτα, 2007).

2.2 Πως δημιουργούνται

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών βασίζονται

- Στην άμεση εμπειρία από τον φυσικό κόσμο (η γη είναι επίπεδη)

- Στις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (το ψυγείο θεωρείται πηγή ψυχρότητας)
- Στην καθημερινή χρήση της γλώσσας (όταν ζεσταίνουμε πολύ ένα υλικό, λέμε ότι καίγεται)

Οι ιδέες των μαθητών δημιουργούνται λόγω της ερευνητικής ανησυχίας στο δικό τους πλαίσιο. Οι μαθητές δεν είναι παθητικοί δέκτες. Αντιθέτως αναπτύσσουν μηχανισμούς προκειμένου να δώσουν νόημα σε όσα συμβαίνουν γύρω τους βασιζόμενοι στις εμπειρίες, τις γνώσεις τους και τη γλώσσα που χρησιμοποιούν.

Τα παιδιά έχουν «ερευνητικές» μεθόδους στο δικό τους πλαίσιο. Χρησιμοποιούν τις ομοιότητες και τις διαφορές για να οργανώσουν τα φαινόμενα και τα γεγονότα, ψάχνουν για στοιχεία και για τις μεταξύ τους σχέσεις ώστε να οικοδομήσουν δομές σχέσεων και συγκεντρώνουν στοιχεία ενώ παράλληλα χτίζουν μοντέλα για να ερμηνεύσουν τα γεγονότα και να κάνουν προβλέψεις.

2.3 Χαρακτηριστικά των ιδεών των μαθητών

Οι ιδέες των μαθητών που δημιουργούνται από μικρή ηλικία εμφανίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά τα οποία επηρεάζουν τον τρόπο σκέψης και τη δημιουργία μιας ιδέας προκειμένου να εξηγηθεί ένα φαινόμενο. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι

1. Τα μη ορατά δεν υπάρχουν

Όταν οι μαθητές έχουν να λύσουν ένα πρόβλημα βασίζουν τους συλλογισμούς τους στα χαρακτηριστικά που είναι άμεσα παρατηρήσιμα.

Π.χ. όταν η ζάχαρη διαλυθεί στο νερό δεν υπάρχει

2. Περιορισμένη εστίαση

Τα παιδιά εστιάζουν συνήθως την προσοχή τους σε ορισμένα μόνο χαρακτηριστικά που αυτά είναι τα πλέον κυρίαρχα, τα πλέον εμφανή. Γενικά δε σκέφτονται τα προβλήματα από την άποψη της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα σώματα και το περιβάλλον

Π.χ. Τα σώματα πέφτουν πάντα προς τα κάτω γιατί αυτό είναι ικανότητα της Γης (όχι αλληλεπίδραση Γης και σώματος)

3. Εστίαση της προσοχής σε αλλαγές και όχι σε σταθερές καταστάσεις

Π.χ. σε ένα κινούμενο σώμα αναγνωρίζουν την ύπαρξη δύναμης, θεωρούν δηλαδή ότι η κίνηση οφείλεται σε κάποια δύναμη. Ωστόσο, σε ένα σώμα που ισορροπεί δύσκολα δέχονται ότι δρουν δυνάμεις

4. Γραμμικός αιτιακός συλλογισμός

Συνδέουν πάντοτε ένα αποτέλεσμα με ένα αίτιο.

Π.χ. Δέχονται πως όταν ζεσταίνουμε μια ποσότητα νερού με τη χρήση μιας πηγής θερμότητας, η πηγή (**αίτιο**) δρα στο νερό (αποδέκτης) και παράγει θέρμανση (**αποτέλεσμα**). Ωστόσο, δε μπορούν να αντιληφθούν την απομάκρυνση της θερμότητας ως ψύξη καθώς λείπει το αίτιο. Μόνο, αν ψύξουμε το νερό με παγάκια τότε, τα παγάκια (αίτιο) στέλνουν «ψυχρότητα» στο νερό και παράγουν ψύξη (αποτέλεσμα).

5. Μη διαχωρισμός των εννοιών

Τα παιδιά δεν είναι σε θέση να διαχωρίζουν τις βασικές έννοιες.

Π.χ. τα παιδιά κάτω από την έννοια «βάρους» υπονοούν και τις έννοιες μάζα, πυκνότητα

6. Εξάρτηση από το πλαίσιο

Με τον όρο «πλαίσιο» εννοούμε όλους εκείνους τους παράγοντες που επιδρούν στη μάθηση. Οι ιδέες των μαθητών εξαρτώνται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κατάστασης με την οποία τίθεται το πρόβλημα μάθησης.

- i. Μια πρώτη μεταβλητή του πλαισίου είναι το κατά πόσο η τιθέμενη κατάσταση έχει ή όχι τα χαρακτηριστικά ενός σχολικού προβλήματος. Στην περίπτωση που οι μαθητές δεν αναγνωρίζουν ότι για την επίλυση του προβλήματος πρέπει να εφαρμοστούν οι τύποι του βιβλίου, οικοδομούν τη δική τους αναπαράσταση για τη συγκεκριμένη κατάσταση και επιστρέφουν ξανά στις ιδέες που είχαν πριν από το μάθημα. Π.χ. Δέχονται ότι την κυκλική κίνηση την δημιουργία μιας κεντρομόλου δύναμης και εφαρμόζουν αντίστοιχα τύπους αλλά σε μια καθημερινή κατάσταση σκέφτονται με βάση μια φυγόκεντρο (θεωρούν την φυγόκεντρο ως ανεξάρτητη οντότητα)

- ii. Μια δεύτερη μεταβλητή του πλαισίου είναι ο τύπος του προβλήματος που καλούνται να λύσουν (μηχανικής, ηλεκτρισμού, στοιχειομετρίας, κ.λ.π.) Π.χ. υπάρχει αντιστοιχία ανάμεσα στην τυπολογία των προβλημάτων της Μηχανικής και στα μοντέλα σκέψης που ενεργοποιούν οι μαθητές κατά την επίλυση αυτών των προβλημάτων. Δέχονται την εφαρμογή του $B = mg$ στη μηχανική και του $V = IR$ ή $\epsilon = F/q$ στον ηλεκτρισμό αλλά δεν δέχονται την έννοια του βάρους $B=mg$ στον ηλεκτρισμό.
- iii. Μια τρίτη μεταβλητή του πλαισίου είναι το κατά πόσο η κατάσταση ή το πρόβλημα είναι οικείο στους μαθητές. Π.χ. Δεν δέχονται τον αέρα ως στερεό σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (οι πολύ χαμηλές θερμοκρασίες δεν είναι οικείο πλαίσιο).

7. Εγωκεντρική και ανθρωποκεντρική άποψη

Έρευνες έδειξαν ότι τα παιδιά έως την ηλικία των δέκα ετών έχουν εγωκεντρική αντίληψη για τον κόσμο. Από την ηλικία αυτή και μετά υιοθετούν μια ευρύτερη ανθρωποκεντρική άποψη.

Π.χ. Αν ρωτήσουμε το παιδί ποια είναι η διαφορά μεταξύ παγωμένου νερού και νερού θερμοκρασίας περιβάλλοντος, η απάντηση μπορεί να είναι ότι το παγωμένο νερό δεν μπορεί να το πιει εύκολα. ή δεν πίνεται εύκολα

8. Στα αντικείμενα αποδίδονται χαρακτηριστικά ανθρώπων ή ζώων (ανθρωπομορφισμός)

Πολλά παιδιά αποδίδουν στα αντικείμενα θέληση, αισθήματα ή σκοπό. Ένας λόγος είναι ότι χρησιμοποιείται η «μεταφορά» τόσο στην καθημερινή γλωσσά, όσο και στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

Π.χ. Ο δάσκαλος λέει ότι ένα αρνητικό φορτίο αναζητεί ένα θετικό για να ενωθεί μαζί του. (Αυτή η αναζήτηση που σκοπό έχει την ένωση, δηλώνει ότι και τα άψυχα έχουν θέληση και κάνουν πράγματα προσχεδιασμένα)

9. Στα αντικείμενα αποδίδεται περιορισμένα η επίδραση μιας φυσικής οντότητας

Πολλά παιδιά αποδίδουν σε ένα αντικείμενο ένα ορισμένο ποσό μιας φυσικής οντότητας π.χ. δύναμη.

Π.χ. Αν ρωτήσουμε τα παιδιά ποιες δυνάμεις ασκούνται επάνω σ' ένα σώμα που ρίξαμε στον αέρα και κινείται προς τα πάνω, αυτά θα αναφέρουν μόνο τη δύναμη που δώσαμε στο σώμα όταν ξεκίνησε.

2.4 Σχεδιασμός της διδασκαλίας

Οι στόχοι για τη μελέτη και την κατηγοριοποίηση των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών στο μάθημα της χημείας ως μέρος ενός πρότζεκτ για τη σχεδίαση μιας νέας διδασκαλίας από την ομάδα του Horton βρέθηκαν πως είναι οι εξής:

1. Η αναγνώριση των παρανοήσεων μπορεί να συμβάλλει στο σχεδιασμό μιας διδακτικής διαδικασίας μέσω της αναγνώρισης της ανάγκης των μαθητών για πρόοδο και της επισήμανσης των παγίδων που μπορεί να υπάρχουν στους σχεδιαστές του προγράμματος. Η μη επίλυση μιας παρανόησης-κλειδι (key misconception) μπορεί να μπλοκάρει ή να παρεμποδίσει την περαιτέρω πρόοδο της διδασκαλίας.
2. Οι δάσκαλοι καθώς και οι υπεύθυνοι του σχεδιασμού του προγράμματος θα πρέπει να γνωρίζουν πως η καθοδήγηση πολλές φορές είναι ικανή να προάγει τη δημιουργία παρανοήσεων, οι οποίες είναι προβληματικές και σε πολλές περιπτώσεις αδύνατο να διαγραφούν από το μυαλό του μαθητή. Αυτό θα πρέπει να οδηγήσει σε διαφορετικές επιλογές στο πώς να διδαχθεί αποτελεσματικά ένα νέο αντικείμενο.
3. Το να κατανοήσει κανείς την αντίληψη του μαθητή είναι εξαιρετικά σημαντικό για την σύνταξη ερωτήσεων που θα έχουν ως εργαλεία αξιολόγησης στη χημεία και στις υπόλοιπες φυσικές επιστήμες.
4. Το να γνωρίζει κανείς τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών παρέχει στον καθηγητή ένα παράθυρο που τον οδηγεί στον τρόπο

σκέψης τους, βοηθώντας να ακούει ισχυρότερα τους μαθητές του και κατ' επέκταση να του παρέχει την ικανότητα να διαχειριστεί τις συζητήσεις μαζί τους.

5. Οι καθηγητές, οι σχεδιαστές προγραμμάτων διδασκαλίας καθώς και οι ερευνητές θα πρέπει να διαθέτουν μεγάλη βιβλιογραφία σχετικά με τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών με σκοπό την περαιτέρω έρευνα.
6. Η διαδικασία σύνταξης των εναλλακτικών αντιλήψεων των μαθητών που εξυπηρετεί ως ερέθισμα για συζητήσεις σχετικά με το ποιες αντιλήψεις και ποια μοντέλα θέλουμε περισσότερο να τελειοποιήσουν οι μαθητές μας και πώς να τα οριοθετήσουμε.

2.5 Εναλλακτικές αντιλήψεις μαθητών για τα οξέα και τις βάσεις

Ερευνητές όπως οι Hand και Treagust (1988), Nakhleh (1992), Ross και Munby (1991) και Cros et al (1986, 1988) έχουν μελετήσει εκτενώς τις αντιλήψεις των μαθητών για τα οξέα, τις βάσεις και τις αντιδράσεις εξουδετέρωσης. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών για τα οξέα και τις βάσεις αποδείχθηκε πως βρίσκονται σε συνοχή με τις αντιλήψεις των μαθητών για τις χημικές αντιδράσεις (Kind, 2004).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των παραπάνω ερευνητών οι κυριότερες παρανοήσεις των μαθητών είναι οι εξής:

“Οξύ είναι κάτι που “τρώνει” την ύλη ή μπορεί να σε κάψει”

“Δοκιμές για την ύπαρξη οξέων μπορούν να γίνουν μόνο με το να προσπαθήσουμε να διαβρώσουμε κάτι”

“Εξουδετέρωση είναι η καταστροφή ενός οξέος ή κάτι το οποίο αλλάζει λόγω ενός οξέος”

“Η διαφορά μεταξύ ενός ισχυρού και ενός ήπιου οξέος είναι πως τα ισχυρά οξέα τρώνε την ύλη γρηγορότερα από ένα ήπιο οξύ”

“Βάση είναι κάτι που φτιάχνει ένα οξύ”

“Στις αντιδράσεις οξέων-βάσεων δεν χρησιμοποιείται η έννοια των σωματιδίων”

“Μία βάση περιορίζει την ικανότητα ενός οξέος να καίει ένα αντικείμενο”

“Στα οξέα υπάρχουν ιόντα υδρογόνου, όμως τα οξέα παραμένουν ως μόρια σε ένα διάλυμα”

“Η ανάμιξη ενός οξέος με μία βάση (ανεξάρτητα από την αναλογία του καθένα) εξουδετερώνει την βάση έχοντας ως αποτέλεσμα ένα ουδέτερο διάλυμα”

“Κατά την εξουδετέρωση ακυρώνονται όλα τα μόρια υδρογόνου και υδροξυλίου”

“Η ανάμιξη ίσων ποσοτήτων mol υδροξονίων και υδροξυλίων σε απεσταγμένο νερό προκύπτει ουδέτερο νερό”

“Μία βάση είναι δότης υδροξυλίων (παλιός ορισμός)”

“Όταν προσθέσουμε μαγνήσιο σε υδατικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος η κινητήρια δύναμη είναι το οξύ επειδή είναι πολύ ισχυρό”

Οι Hand και Treagust (1988) απομόνωσαν τις κύριες αντιλήψεις που θεωρούν πως είναι οι ιδέες «κλειδιά» που θα πρέπει να λάβει υπόψιν ο καθηγητής κατά την διδασκαλία του κεφαλαίου των οξέων και βάσεων. Αυτές είναι:

1. Τα οξέα μπορούν να κάψουν ή να αλλοιώσουν την ύλη

Οι μαθητές βλέπουν τα οξέα ως ενεργούς παράγοντες που καταστρέφουν το δέρμα και άλλα υλικά. Η ιδέα αυτή αναπτύσσεται από τα παιδιά ήδη από μικρή ηλικία καθώς μαθαίνουν πως τα οξέα είναι επικίνδυνα. Τα οξέα δεν αντιμετωπίζονται ως σωματιδιακή αλλά ως συνεχόμενη ύλη με ιδιαίτερες ικανότητες (Kind, 2004).

2. Εξουδετέρωση σημαίνει καταστροφή μιας βάσης

Οι μαθητές αντί να βλέπουν την εξουδετέρωση ως μια αντίδραση μεταξύ ενός οξέος και μιας βάσης την βλέπουν ως την ακύρωση των ιδιοτήτων του οξέος. Η βάση δηλαδή μπορεί να σταματήσει τις ιδιότητες του οξέος ή εναλλακτικά το οξύ καταστρέφεται (Kind, 2004).

3. Μία βάση περιορίζει τις ιδιότητες ενός οξέος

Οι μαθητές έρχονται σε επαφή με τον όρο οξύ πολύ νωρίτερα από τον όρο βάση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ιδέες τους για αυτά τα δύο χημικά να είναι υποβαθμισμένες. Παρόλο που μια αραιή βάση είναι πιο διαβρωτική από ένα

αραιό οξύ, η αντίληψη των μαθητών είναι πως μία βάση δεν έχει καθόλου διαβρωτικές ικανότητες αντιθέτως περιορίζουν την διαβρωτική ικανότητα των οξέων (Kind, 2004).

4. Στα οξέα υπάρχουν ιόντα υδρογόνου όπως τα οξέα παραμένουν ως μόρια σε ένα διάλυμα

Είναι γνωστό πως οι όξινες ιδιότητες των οξέων οφείλονται στην ύπαρξη ιόντων υδρογόνου, τουλάχιστον από τους περισσότερους 16χρονους μαθητές. Ωστόσο ένα συνηθισμένο μοντέλο για την συμπεριφορά των οξέων φαίνεται να είναι πως τα ιόντα υδρογόνου παραμένουν σε ένα μόριο και αλλάζουν παρτενέρ ή αναδιατάσσονται στο μόριο όταν αντιδράσει με βάση (Kind, 2004).

Οι αντιδράσεις οξέων-βάσεων γίνονται γνωστές στους μαθητές ήδη από την ηλικία των 16 ετών. Γι αυτό οι καθηγητές θα πρέπει να έχουν γνώση των δυσκολιών που ενδέχεται να αντιμετωπίζουν οι μαθητές στο κεφάλαιο το οξεοβασικών αντιδράσεων. Φαίνεται πως οι δυσκολίες κατανόησης που προκύπτουν οφείλονται στο γεγονός ότι τόσο τα οξέα όσο και οι βάσεις μοιάζουν με το νερό. Η αντίδραση μεταξύ τους πρέπει να γίνει με ακρίβεια. Θα πρέπει επίσης να είναι γνωστό το σημείο στο οποίο η εξουδετέρωση είναι πλήρης, επομένως χρειάζεται ένας δείκτης. Ένα κοινό πείραμα είναι να ανακαλύψουν οι μαθητές την φύση των οξέων και των βάσεων σε ουσίες που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητα τους χρησιμοποιώντας διεθνείς δείκτες. Έτσι οι μαθητές θα ανακαλύψουν πως η οδοντόκρεμα, η μαγειρική σόδα, το σαπούνι, η χλωρίνη, το ξίδι, ο χυμός ντομάτας και άλλα γνωστά αντικείμενα οικιακής χρήσης έχουν ορισμένες χημικές ιδιότητες τις οποίες τα χαρακτηρίζουν ως οξέα ή βάσεις (Barker, 2004). Τέλος ο καθηγητής θα πρέπει να καταρρίψει τον μύθο που υποστηρίζει πως ένα οξύ είναι «κακό» ενώ μία βάση «καλή» εστιάζοντας στις εκάστοτε ιδιότητες του κάθε είδους.

Όσον αφορά την εξουδετέρωση από διεθνείς μελέτες διαπιστώνεται πως οι μαθητές αντιλαμβάνονται πως ένα από τα προϊόντα που παράγεται πάντα είναι άλας και πως με την υδρόλυση του θα επηρεαστεί η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του διαλύματος.

Στην προσπάθειά τους να καθορίσουν την οξύτητα ή την αλκαλικότητα των διαλυμάτων, οι μαθητές, γυμνασίου και λυκείου, έχουν την τάση να πιστεύουν ότι το κύριο κριτήριο είναι η ποσότητα ή η συγκέντρωση H^+ και OH^- έτσι υπάρχουν μαθητές που θεωρούν πως η εξουδετέρωση θα οδηγήσει πάντα σε ένα ουδέτερο διάλυμα. Άλλες μελέτες, δείχνουν ότι οι περισσότεροι μαθητές κατανοούν ότι η εξουδετέρωση θα παράγει άλατα, αλλά είναι αβέβαιο το είδος των αλάτων που παράγονται. Ορισμένοι δε μαθητές πιστεύουν λανθασμένα ότι το άλας που παράγεται κατά την εξουδετέρωση είναι πάντα το επιτραπέζιο αλάτι. Επιπλέον, από στοιχειομετρικής άποψης πιστεύεται πως ανάλογα με την ποσότητα του οξέος και της βάσης που προστίθεται, το pH συνεχώς μεταβάλλεται (Jing-Wen L., Mei-Hung Ch.2007).

Τέλος σε μια ανασκόπηση των μοντέλων των οξέων και βάσεων, πολλοί επιστήμονες ανά τον κόσμο θεωρούν ότι τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για να εξηγηθεί η συμπεριφορά των οξέων και βάσεων είναι τα εξής:

- | | |
|---|------------------------------------|
| (1) Το μοντέλο της συμπεριφοράς, | (2) Μοντέλο του Priestley, |
| (3) Μοντέλο του Lavoisier, | (4) Μοντέλο του Arrhenius , |
| (5) Μοντέλο των Brønsted-Lowry και | (6) Μοντέλο του Lewis |

Υποστηρίζεται ότι όταν οι μαθητές διαβάζουν βιβλία που αναφέρουν ταυτόχρονα τους παραπάνω όρους των διαφορετικών μοντέλων είναι μία από τις πηγές που οδηγεί σε παρανοήσεις σε μερικούς μαθητές. Ακόμα κι αν ο κύριος όγκος των παρανοήσεων των μαθητών προέρχεται από την επίσημη διδασκαλία μέσα στην τάξη δεν παύει να υπάρχει και η επιρροή από έξω δηλαδή από την καθημερινή εμπειρία, το κοινωνικό περιβάλλον, και τη διαίσθηση. Στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, στην Α τάξη του Λυκείου δίνονται και εξετάζονται μόνο τα μοντέλα του Arrhenius και των Brønsted-Lowry, κατά συνέπεια οι πιθανές παρανοήσεις περιορίζονται μεταξύ των δύο αυτών μοντέλων.

Κεφάλαιο 3 Η Έρευνα

3.1 Σκοπός της έρευνας

Είναι γνωστό πως η χημεία ως επιστήμη βρίσκει εφαρμογή σε μεγάλο αριθμό επιστημονικών πεδίων. Το μάθημα της χημείας ξεκινά να διδάσκεται από την β' τάξη του γυμνασίου έως την γ' λυκείου. Η διδακτέα ύλη είναι ενιαία για όλους τους μαθητές στο μάθημα Χημεία γενικής παιδείας μέχρι και την β' λυκείου. Στο σημείο αυτό οι μαθητές που επιλέγουν την θετική κατεύθυνση διδάσκονται επιπλέον τη Χημεία Θετικής Κατεύθυνσης στην β' και γ' λυκείου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφέρουμε πως μαθητές που δεν έχουν διδαχθεί το μάθημα της Χημείας θετικής κατεύθυνσης έχουν τη δυνατότητα εισαγωγής σε εκπαιδευτικά ιδρύματα που περιλαμβάνουν την Ανόργανη και την Οργανική χημεία ως μαθήματα κορμού. Όπως για παράδειγμα το τμήμα Γεωλογίας Α.Π.Θ. που επιλέχθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας.

Τα ερωτήματα που προκύπτουν στην πορεία της έρευνας είναι τα εξής:

1. Ποιες είναι οι βάσεις αυτών των φοιτητών στο μάθημα της χημείας όπως το διδάχθηκαν στο γυμνάσιο και το λύκειο;
2. Είναι ικανές ώστε να αποτελούν τη βάση για να δομηθεί η νέα γνώση που θα αποκτήσουν στο πανεπιστήμιο;
3. Εξακολουθούν οι φοιτητές να έχουν τις ίδιες εναλλακτικές αντιλήψεις με αυτές που έχουν εντοπιστεί στους μαθητές λυκείου;

Σκοπός της παρούσας έρευνας λοιπόν είναι, μελετώντας τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών, να διερευνηθούν οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στην διδασκαλία της Χημείας στην τρέχουσα δομή του γυμνασίου και του λυκείου προκειμένου οι απόφοιτοι της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης να έχουν το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο για την φοίτησή τους στα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας. Η έρευνα αυτή έχει επίσης ως στόχο την επισήμανση των τμημάτων της ύλης που μπορούν να προκαλέσουν τυχόν παρανοήσεις οι οποίες είναι αδύνατο να αντιμετωπιστούν στην πορεία. Έχοντας την γνώση αυτή μπορούν οι ακαδημαϊκοί να προσεγγίσουν και να διδάξουν διαφορετικά το μάθημα απ' ό,τι είχαν σκεφτεί αρχικά, να ψάξουν νέους τρόπους διδασκαλίας, να γίνουν πιο δημιουργικοί στις παραδόσεις

τους. Τέλος η κατανόηση των αντιλήψεων των φοιτητών είναι απαραίτητη για το σχεδιασμό αποτελεσματικότερων προγραμμάτων σπουδών.

3.2 Περιγραφή της μελέτης

Πραγματοποιήσαμε μια μικρή έρευνα σχετικά με τα θέματα που καλύπτονται κατά το πρώτο εξάμηνο σπουδών, τόσο στην αίθουσα διαλέξεων όσο και στο εργαστήριο. Το μέγεθος του δείγματος είναι σχετικά μικρό ($n = 54$) και γι αυτό μπορεί να αποκλείσει μια απλή γενίκευση των ευρημάτων και των συμπερασμάτων, ωστόσο μπορεί να προσφέρει σαφή εικόνα για τις εναλλακτικές αντιλήψεις των φοιτητών και τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να εξελίσσονται με την πάροδο του χρόνου (Horton 2007).

Τα θέματα επιλέχθηκαν έτσι ώστε να είναι κοινά σε όλα τα προγράμματα σπουδών που μελετήθηκαν και επίσης να έχουν κάποια σχέση με τα θέματα που παρουσιάζονται στο πρόγραμμα σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Επιπλέον, θέλαμε να επαληθεύσουμε εάν η πραγματική εργαστηριακή εργασία παίζει ρόλο στη διαμόρφωση νέων ιδεών ή στην τροποποίηση υφιστάμενων. Ως εκ τούτου, το ευρύ και ενδιαφέρον θέμα των ασθενών ηλεκτρολυτών και, κατά συνέπεια, η διάστασή τους και η μέτρηση του pH και/ή η πρόβλεψη ήταν τα μείζονα θέματα που επιλέχθηκαν για να διερευνηθούν. Το ερωτηματολόγιο που κατασκευάστηκε περιελάμβανε κυρίως ερωτήσεις κλειστού τύπου δεδομένου ότι από προηγούμενες έρευνες διαπιστώθηκε ότι οι σπουδαστές γενικά αποφεύγουν να πάρουν χρόνο για να δώσουν μακρές περιγραφές ακόμα και όταν είναι προφανές ότι μπορούν να το κάνουν όπως υποδηλώνεται από τις απαντήσεις τους σε συναφή θέματα που παρουσιάζονται με τη μορφή απαντήσεων ναι-όχι ή τύπου αληθούς-ψευδούς που χρειάζονται μόνο έλεγχο του κατάλληλου πλαισίου. Ωστόσο, λόγω του γεγονότος ότι το θέμα του pH σχετίζεται με την έννοια της συγκέντρωσης, ως αποτέλεσμα να απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον τρόπο της διατύπωσης και ερμηνείας αυτής, συμπεριλαμβάνονται ζητήματα που απαιτούν σύντομη συζήτηση καθώς και θέματα που βασίζονται στην εφαρμογή απλών μαθηματικών. Ο πληθυσμός που μελετάται αποτελείται από φοιτητές που φοιτούν στα τμήματα Φαρμακευτικής και Γεωλογίας και στους οποίους διδάσκεται η Γενική Χημεία, συμπεριλαμβανομένου του ορισμού και

της μέτρησης του pH. Οι φοιτητές του πρώτου έτους εισέρχονται στα πανεπιστήμια μετά από εξετάσεις σε διάφορα μαθήματα, συμπεριλαμβανομένης της Χημείας στο επίπεδο του λυκείου, όπου το pH διδάσκεται επίσης σε κάποιο βαθμό.

Έως το σημείο διεξαγωγής της μελέτης ήταν δυνατή η είσοδος στο Τμήμα Γεωλογίας είτε μέσω της "θετικής" είτε της "τεχνικής" κατεύθυνσης του αναλυτικού προγράμματος σπουδών του Λυκείου. Ως εκ τούτου, η παρακολούθηση των συγκεκριμένων κατευθύνσεων στο λύκειο καθορίστηκε ως παράμετρος για τη μελέτη όπως επίσης το φύλο του κάθε φοιτητή (Cousins 2007, Zeyer & Wolf 2010) καθώς και το είδος του λυκείου που παρακολουθήθηκε, παράγοντας ο οποίος κατά τη γνώμη μας αντικατοπτρίζει ένα δείγμα κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου των φοιτητών (Gorard & See 2009).

Πίνακας 1 Σύσταση του δείγματος που μελετήθηκε

Φοιτητές\Τμήματα	Φαρμακευτικής	Γεωλογίας	Σύνολο
Αγόρι	16	15	31
Θετική κατεύθυνση	35	10	45
Κορίτσι	19	4	23
Τεχνολογική κατεύθυνση	0*	9	9

* Αδύνατον να υπάρξει.

Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με την εθελοντική συμμετοχή πρωτοετών φοιτητών του τμήματος Γεωλογίας και Φαρμακευτικής Α.Π.Θ. Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και τα στοιχεία που αναγράφονταν ήταν το φύλλο, το λύκειο και το έτος αποφοίτησης. Τα στοιχεία αυτά, τα οποία και αξιολογήθηκαν στη συνέχεια, ζητήθηκαν με βάση κάποιες παρατηρήσεις που έχουν γίνει και αναφέρονται στη σύγχρονη σχετική βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, η γενική τάση για μείωση αυτών που ακολουθούν την κατεύθυνση των επιστημών για την εκπαίδευσή τους είναι ένα φαινόμενο παγκόσμιο και προκαλεί αισθήματα απαισιοδοξίας αφού σε πρόσφατους καιρούς έχει γίνει αποδεκτό πως η ύπαρξη αρκετών σε αριθμό επιστημόνων σχετίζεται με την πιθανότητα για οικονομική, τεχνολογική και διανοητική

εξέλιξη. Υπάρχουν αρκετές ενδείξεις ότι η συμμετοχή ατόμων από χαμηλό κοινωνικό-οικονομικό υπόβαθρο στην κατεύθυνση των επιστημών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι μικρότερη του μέσου όρου και αυτοί που μετέχουν σ' αυτήν τελικά δεν είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί (Gorard & Huat See, 2009).

Έχουν βρεθεί ή τουλάχιστον προταθεί συσχετίσεις του αριθμού των ατόμων που ασχολούνται με τις επιστήμες στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, όσον αφορά το φύλο και την εθνικότητα (ειδικά στις πολυπολιτισμικές κοινωνίες) και οπωσδήποτε σε σχέση με το κοινωνικό και οικονομικό υπόβαθρο της περιοχής κατοικίας των παιδιών κατά τη διάρκεια φοίτησής τους στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οπωσδήποτε οι ανάγκες της οικογένειας για πρόσθετο εισόδημα και κατά συνέπεια η απασχόληση από μικρή ηλικία, ο χρόνος που οι γονείς ασχολούνται με την εκπαίδευση των παιδιών τους, ακόμη η βαθμίδα εκπαίδευσης και η αξιοποίησή της από τους γονείς, έχουν προταθεί ως κριτήρια που μπορεί να επηρεάσουν την κατεύθυνση ενός νέου παιδιού προς τις επιστήμες (Louvy, 1995)(Fischer, Hout, Jankowski, & Lucas, 1996).

Ο τόπος διαμονής και οι συνθήκες στέγασης αποτελούν επίσης ένα σημαντικό παράγοντα, ειδικά στις αγγλοσαξονικές χώρες, για την επιλογή από τα νέα παιδιά της συνέχισης των σπουδών τους και ειδικότερα στην κατεύθυνση των επιστημών. Έχει επίσης αποδειχθεί από μελέτες, αν και δεν είναι απαραίτητο αφού αποτελεί κοινή σκέψη πολλών, ότι παιδιά που έχουν γενικά μειωμένη απόδοση στα μαθήματα των επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν έχουν την τάση να επιλέξουν τα σχετικά τμήματα για τη συνέχεια των σπουδών τους.

Στη σύγχρονη Ελληνική πραγματικότητα, πέρα από μερικά μειονοτικά σχολεία καθώς και κάποια σχολεία της λεγόμενης «δεύτερης ευκαιρίας» δεν μπορεί να στοιχειοθετηθεί πουθενά μια βάση για εθνική ή πολιτισμική διαφοροποίηση των μαθητών. Από την άλλη, η γνωστή και τεκμηριωμένη διάκριση ανάλογα με το φύλο διερευνάται και από εμάς με το παρόν ερωτηματολόγιο. Ωστόσο, τη θέση του κοινωνικό-οικονομικού παράγοντα ή του παράγοντα πολιτισμικού υποβάθρου μπορεί να παίξει η παγιωμένη στην Ελληνική κοινωνία αντίληψη περί της ανωτερότητας, ή τουλάχιστον της αυξημένης πιθανότητας επιτυχίας

ενός παιδιού στις εισαγωγικές εξετάσεις στα Α.Ε.Ι. αν οι σπουδές του πραγματοποιηθούν σε ένα σχολείο μεγάλης πόλης. Αυτό αποτελεί βασικό στοιχείο της αστυφιλίας που αναπτύχθηκε ειδικά μετά τον Β παγκόσμιο πόλεμο και δεν έχει εμφανίσει ακόμη σημεία αντιστροφής. Με την έννοια αυτή, η κατανομή των μαθητών ανάλογα με το σχολείο φοίτησης σε εκείνους που φοιτούν σε σχολείο μεγάλου αστικού κέντρου (μιας και προέκυψε αρκετό δείγμα από την πόλη της Θεσσαλονίκης), σε περιφερειακά αστικά κέντρα καθώς και σε μη αστικές περιοχές, αποτελεί ένα πρόσθετο σημείο ελέγχου που μπορεί να δώσει στοιχεία για την έρευνά μας.

Κατά την διανομή των ερωτηματολογίων από τον διδάσκοντα έγινε σαφές πως αυτό δεν αποτελεί μέθοδο εξέτασης των φοιτητών ούτε κάποιο τεστ αξιολόγησης. Αυτό είχε ως στόχο την αποφυγή των τάσεων αντιγραφής και να περιοριστεί το άγχος των φοιτητών που συμμετείχαν στην έρευνα.

Κεφάλαιο 4 Ph και Εξουδετέρωση

4.1 Σχετικά με το pH

Η εισαγωγική ερώτηση επιλέχθηκε ώστε να είναι πολύ απλή και να αναφέρεται στον πυρήνα του αντικειμένου της έρευνας. Η ακριβής του διατύπωση ήταν:

Κατά την άποψή σας, η έκφραση "το pH ενός ουδέτερου διαλύματος είναι 7 είναι: σαφής αλλά όχι ακριβής, ακριβής αλλά όχι σαφής, σαφής και ακριβής, ελλιπής.

«Ελλιπής» είναι η λέξη που χρησιμοποιείται από τους δασκάλους σύμφωνα με το διδασκόμενο βιβλίο στο Λύκειο. Κατά τη διάρκεια του πρώτου εξαμήνου των πανεπιστημιακών σπουδών, γίνεται ανάλογη αναφορά και τονίζεται επανειλημμένα ότι για να έχουμε τον πλήρη ορισμό πρέπει να χρησιμοποιήσουμε τη θερμοκρασία μέτρησης. Δεδομένων των περιστάσεων, ένα αρκετά υψηλό ποσοστό 26% των φοιτητών φαίνεται να έχει διαφορετικές απόψεις, δηλαδή ότι είναι σαφές αλλά όχι ακριβές (11%), ακριβές αλλά όχι σαφές (7,5%) ή ότι είναι εντάξει (7,5%). Από αυτούς το 86% είναι αγόρια, το 43% είχε παρακολουθήσει την τεχνική κατεύθυνση του Λυκείου και μόνο το 29% παρακολουθούν τη Φαρμακευτική.

Σε ένα μεταγενέστερο στάδιο (τέταρτη ερώτηση συνολικά) τέθηκε μια ερώτηση που ζητούσε ένα σύντομο σχόλιο ζητώντας από τους μαθητές να δώσουν την προσωπική πλήρη εκδοχή τους για την ορθή έκφραση της αρχικής ερώτησης. Συνολικά, το 22% δεν προσπάθησε καν να δώσει την πλήρη έκφραση ενώ ένα επιπλέον 4% παρέχει ορισμένες άσχετες πληροφορίες. Κάποιος θεωρεί ότι οποιοδήποτε διάλυμα μπορεί να έχει τιμή pH 7, η οποία μπορεί να θεωρηθεί αληθής κάτω από κάποιες περιστάσεις αλλά δεν ανταποκρίνεται στην ερώτηση που δόθηκε και κάποιος εξήγησε τη συμμετοχή του K_w υποδεικνύοντας ότι η ουδέτερη τιμή συμβαίνει όταν αυτή η σταθερά είναι 10^{-14} . Σ' αυτό το σημείο πρέπει να σημειωθεί ότι το 67% εκείνων που δεν δίνουν απάντηση ανήκουν στις ομάδες που υιοθέτησαν έναν πιο περίπλοκο χαρακτηρισμό για τη δήλωση της αρχικής ερώτησης, απ' ό,τι η απλή και γενικά υποδεικνυόμενη "ελλιπής".

Μετά τα παραπάνω, και σε μια προσπάθεια να διευκρινιστεί η κατανόηση της φύσης της ουδέτερης τιμής pH, οι σπουδαστές κλήθηκαν να δώσουν το πιο γνωστό και απτό παράδειγμα ενός ουδέτερου διαλύματος.

Ένα ποσοστό 22% δεν μπόρεσε να ανακαλέσει στη μνήμη του ένα παράδειγμα ουδέτερου διαλύματος. Ωστόσο, είναι προφανές ότι για 58% αυτού του δείγματος, ήταν θέμα παρερμηνείας του ερωτήματος καθώς προσπάθησαν να καταλάβουν ποια θα ήταν η ιδιότητα ενός τέτοιου διαλύματος, δηλαδή η ισότητα των συγκεντρώσεων H^+ και OH^- . Φυσικά, το απεσταγμένο νερό κατέχει την πλειοψηφία για τις σωστές απαντήσεις σε αυτή την ερώτηση, ακολουθούμενο από το ουδέτερο διάλυμα NaCl. Υπάρχουν μερικές εντυπωσιακές περιπτώσεις γενίκευσης, με τη μορφή «μη υδρολύομενων αλάτων» που δείχνουν την κατανόηση της βασικής ιδιότητας ενός διαλύματος με ιόντα που δεν υδρολύονται και μια ανατροφοδότηση από τα μαθήματα δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όπου η υδρόλυση αλάτων επανειλημμένα αναφέρθηκε και σχολιάστηκε.

Δυστυχώς, στα περισσότερα κεφάλαια των εγχειριδίων, τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, το pH περιγράφεται λεπτομερώς σε σχέση με τα όξινα διαλύματα, ενώ οι βάσεις εισάγονται κυρίως ως παράγοντας εξουδετέρωσης των οξέων. Είναι λοιπόν μια σημαντική και γενικά εσφαλμένη αντίληψη των φοιτητών ότι το pH έχει νόημα μόνο όταν υπάρχει ένα οξύ και αυτό είναι κάτι που θέλαμε να διευκρινίσουμε. Μια σχετική ερώτηση διατυπώθηκε ως εξής:

Λαμβάνοντας ένα διάλυμα με τιμή pH ίση με 7, ποια είναι η ποσότητα των πρωτονίων που περιέχονται σε αυτήν;

Οι παρεχόμενες επιλογές ήταν οι τιμές των 10^7 mol, 7 mol, 10^{-7} mol ή $1/7$ mol H^+ ανά λίτρο.

Το 11% του πληθυσμού που μελετήθηκε δεν μπορεί να δώσει τη σωστή απάντηση, δηλαδή το 67% των φοιτητών της Γεωλογίας και 50% των πρώην μαθητών της τεχνολογικής κατεύθυνσης. Υπήρξε λανθασμένη εκτίμηση του προσήμου της δύναμης αν και μόνο από δύο άτομα (4%), που είναι και φοιτητές της Γεωλογίας και πρώην σπουδαστές τεχνικής κατεύθυνσης. Η πλήρης απουσία του θέματος τα τελευταία δύο χρόνια του προγράμματος σπουδών του λυκείου καταδεικνύει καλά την παρατήρηση αυτή.

Η μοναδικότητα της κλίμακας pH απαιτεί μια πιο προσεκτική εξέταση, αφού δεν υπάρχει το παραδοσιακό μηδενικό σημείο στην αρχή της κλίμακας, που φέρει τιμές εκατέρωθεν. Η ιδέα για το εύρος τιμών pH για όξινα διαλύματα περιγράφεται ως 0 έως 7 σε όλα τα εγχειρίδια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και επαναλαμβάνεται και στα πανεπιστημιακά συγγράμματα. Ωστόσο, ορίζεται ότι αυτό ισχύει μόνο για τα κανονικά διαλύματα και γίνεται αναφορά για την ύπαρξη τιμών pH λίγο έξω από αυτό το εύρος για τα πυκνά διαλύματα ισχυρών οξέων και βάσεων. Οι μαθητές κλήθηκαν να καθορίσουν την περιοχή pH που καλύπτει τα όξινα διαλύματα, με τις πιθανές απαντήσεις να είναι 0 έως $+\infty$, 0 έως 7, $-\infty$ έως 7 και 7 έως $+\infty$.

Ένα σημαντικό ποσοστό 81,5% ακολουθεί την τάση της απομνημόνευσης των γεγονότων και υποδεικνύει το 0-7 ως την κατάλληλη κλίμακα, ωστόσο ένα ποσοστό 7,5% των μαθητών πιστεύει σε μια κλίμακα που περιλαμβάνει όλους τους θετικούς αριθμούς και ένα επιπλέον 7,5% ερμηνεύει την τιμή 7 ως ένα ανώτερο όριο στις τιμές pH των όξινων διαλυμάτων χωρίς να υιοθετεί κάποιο κατώτατο όριο. Σύμφωνα με τα παραπάνω ποσοστά, από τους τελευταίους, οι μισοί ήταν φοιτητές της Φαρμακευτικής, ενώ από τους πρώτους είναι όλοι φοιτητές της Φαρμακευτικής. Οι παρερμηνείες των φοιτητών κατανέμονται ομοιόμορφα στα δύο φύλα. Δύο μαθητές (4%) δεν κατάφεραν να αναγνωρίσουν μια γνωστή περιοχή στο παραπάνω εύρος.

Περαιτέρω επέκταση αυτής της έρευνας επιχειρήθηκε μέσω της ακόλουθης ερώτησης:

Αναφέρετε τον αληθινό ή τον ψευδή χαρακτήρα κάθε μιας από τις ακόλουθες προτάσεις.

Μια βάση, σε σχέση με ένα οξύ μπορεί να έχει:

- Μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή pH.
- Μικρό ή μεγαλύτερο μοριακό βάρος.
- Μικρό ή μεγαλύτερο βαθμό διάστασης.
- Μικρότερη ή μεγαλύτερη σταθερά διάστασης.
- Μικρότερη ή μεγαλύτερη διαβρωτική ισχύς.

Δεδομένου ότι γενικά η διάβρωση είναι μια ιδιότητα που συζητείται στα εγχειρίδια μόνο σε σχέση με τα οξέα, είναι αξιοσημείωτο το ποσοστό 44,5%

που υποδηλώνει ότι μια βάση μπορεί να έχει υψηλότερη ή χαμηλότερη διαβρωτική ισχύ σε σχέση με ένα οξύ. Αξιοσημείωτο είναι επίσης το ποσοστό 4% που πιστεύει ότι μια βάση μπορεί να έχει μια τιμή pH στο διάλυμα της χαμηλότερη από την τιμή pH ενός οξέος διαλύματος. Ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό 68,5% έδωσε όλες τις υπόλοιπες τρεις απαντήσεις δίνοντας την εντύπωση ότι έχουν κατορθώσει να διακρίνουν την όξινη ή βασική αντίδραση από άλλες φυσικές και χημικές ιδιότητες των σχετικών ενώσεων, όπως το μοριακό βάρος, το βαθμό διάστασης και τη σταθερά διάστασής τους.

4.2 Ασθενείς ηλεκτρολύτες

Η συμβολική γλώσσα της χημείας, με τη μορφή χημικών τύπων και χημικών εξισώσεων, χρησιμοποιείται για την επεξήγηση των μακροσκοπικών παρατηρήσεων και για την ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων της αντίδρασης. Η τέχνη της κατανόησης και της ερμηνείας των χημικών εξισώσεων δεν διδάσκεται σε μεγάλο βαθμό στο πρόγραμμα σπουδών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα και η γνώση των χημικών εξισώσεων περιορίζεται σε λίγα παραδείγματα, ένα από τα οποία είναι το γενικό σχήμα που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη διάσταση των ασθενών ηλεκτρολυτών. Οι φοιτητές κλήθηκαν να παράσχουν μια χημική αντίδραση η οποία αντιπροσωπεύει τη διάσταση ενός οξέος HA σε υδατικό διάλυμα.

Είναι εντυπωσιακό κι αν είναι ένα ποσοστό μόλις 4% αυτό που έδωσε λάθος αντίδραση (σε μία περίπτωση η αντίδραση εξουδετέρωσης NaOH με HCl και στην άλλη παραγωγή ενός υδροξειδίου από το οξύ με τη μορφή $HA + H_2O \rightarrow 2H + AOH$) ενώ ένα επιπλέον 17% απέτυχε να παράσχει οποιοδήποτε σχήμα αντίδρασης. Είναι ενδιαφέρον ότι μια από τις λανθασμένες αντιδράσεις προήλθε από τους φοιτητές της Φαρμακευτικής σε αντίθεση με ένα μικρό μόνο ποσοστό που δεν απάντησε καθόλου στην ερώτηση. Ένα άλλο σημείο ενδιαφέροντος είναι ότι σε αρκετές περιπτώσεις (που, αν σημειωθεί, έγιναν δεκτές ως σωστές) η αντίδραση που δόθηκε ήταν "μινιμαλιστική", δηλ. δεν περιλάμβανε τη συμμετοχή μορίου νερού για την παροχή κατιόντων υδρογόνου, κάτι που ταυτίζεται με το πραγματικό περιεχόμενο του ερωτήματος όπως αυτό τέθηκε.

Δεδομένου του σημαντικού ποσοστού σωστών απαντήσεων στην απόδοση της διάστασης σε υδατικό διάλυμα ενός οξέος, θα ήταν αναμενόμενο ότι τουλάχιστον μια εξίσου μεγάλη ομάδα φοιτητών θα ήταν σε θέση να προσδιορίσει τα χημικά είδη που είναι υπεύθυνα για την όξινη συμπεριφορά ενός τέτοιου διαλύματος. Ωστόσο, μόνο το 46% ήταν σε θέση να προβλέψει ή να αναφέρει το πρωτόνιο, είτε με τη μορφή ενός «γυμνού» κατιόντος είτε ενός «κατάλληλα» εφυδατωμένου ιόντος υδρογόνου. Ένα ίσο ποσοστό φοιτητών, απέφυγε να δώσει μια απάντηση συνολικά, ενώ η εναπομένουσα ομάδα μαθητών, η οποία είναι σημαντική λαμβάνοντας υπόψη την απλότητα της αντίδρασης και την έκταση της αναφοράς στο φαινόμενο όπως δίνεται στο πρότυπο εγχειρίδιο, φαίνεται πως έχει λανθασμένη ιδέα σχετικά με το φαινόμενο. Μερικά εντυπωσιακά παραδείγματα απαντήσεων περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- "Η παρουσία μιας βάσης", πιθανόν την σχέση της με την εξουδετέρωση.
- "Οι αντιδράσεις του όξινου υδρογόνου του οξέος".
- "Η τιμή pK ", πιθανώς του οξέος.
- "Τα υπάρχοντα ιόντα", χωρίς να περιγράφονται ποια ιόντα συγκεκριμένα.
- "Το άλας", γενικά, ίσως και πάλι αναφερόμενο στο άλας που σχηματίζεται κατά την εξουδετέρωση.

Σε ένα επόμενο μέρος του ερωτηματολογίου εξετάζονται οι ιδέες για τα ασθενή οξέα και η διάκρισή τους από τα ισχυρά. Το ερώτημα που τέθηκε ήταν απλό, δηλώνοντας ότι υπάρχουν ισχυρά και ασθενή οξέα και απαιτούσε τον προσδιορισμό μιας χαρακτηριστικής διαφοράς μεταξύ τους, με τις επιλογές να είναι το pH ενός διαλύματος (δεν αναφέρεται σε μια συγκεκριμένη συγκέντρωση ή ορίζει τις ίδιες συγκεντρώσεις δύο διαλυμάτων), η ισχύς του δεσμού HA , η σχετική διαλυτότητα των δύο οξέων και ο βαθμός διάστασής τους. Μια κοινή παρερμηνεία της σχέσης μεταξύ ιδιοτήτων ή παρατηρήσεων είναι γενικά η απλουστευμένη, δηλαδή "Το μεγαλύτερο ψ απαιτεί μεγαλύτερο x ", επομένως η αδυναμία συσχέτισης με έναν ασθενή δεσμό $H-A$ φαίνεται να είναι ο παράγοντας της αποστασιοποίησης από τη συγκεκριμένη απάντηση. Επιπλέον, η διαλυτότητα σχετίζεται, λανθασμένα, με τον ασθενή χαρακτήρα ενός ηλεκτρολύτη, παρόλο που υπάρχουν πολλές ενδείξεις τόσο σε κείμενα όσο και σε προφορικές παρουσιάσεις σχετικά με την ανυπαρξία μιας τέτοιας

συσχέτισης. Το πιο εντυπωσιακό σχετικό παράδειγμα προέρχεται από τα ελάχιστα διαλυτά άλατα και την βασική τους ιδιότητα να είναι ισχυροί ηλεκτρολύτες, ως μέλη της κατηγορίας των αλάτων.

Ένα σοβαρό ποσοστό 18,5% των μαθητών παραπλανήθηκε τελείως, υποθέτοντας ότι η τιμή του pH μιας μη καθορισμένης συγκέντρωσης οξέος ή της διαλυτότητάς του είναι κατάλληλη ένδειξη για τον χαρακτηρισμό του ως ισχυρού ή ασθενούς. Πιθανότατα, όσοι έδωσαν την απάντηση αυτή, έκαναν νοητικά την παραδοχή ότι τα αναφερόμενα διαλύματα είναι ίδιας γραμμομοριακότητας, κάτι που δεν αναφέρεται ρητά. Αυτή η ομάδα φοιτητών κατανέμεται σχεδόν εξίσου μεταξύ των δύο τμημάτων, ενώ τα αγόρια της ομάδας αυτής είναι τριπλάσια από τα κορίτσια. Ένα επιπλέον 5,5% των σπουδαστών προωθούν την ιδέα ότι η ισχύς του δεσμού H-A είναι το σημείο διαφοράς μεταξύ ισχυρών και ασθενών οξέων και ένα επιπλέον 5,5% δεν παρέχει καμία απάντηση.

Μια εμβάθυνση στο φάσμα των ασθενών οξέων, στηρίχθηκε σε ένα ερώτημα που απαιτούσε τη γραφή της εξίσωσης διάστασης, τη χρήση ενός τύπου για τη σταθερά διάστασης και τη δυνατότητα εφαρμογής απλών μαθηματικών δεξιοτήτων. Στο ερώτημα αυτό, δίνεται ένα υδατικό διάλυμα ενός οξέος που έχει συγκέντρωση 1 M και μετρηθείσα τιμή pH 2 και ζητείται η σταθερά διάστασης του οξέος.

Οι απλοί μαθηματικοί υπολογισμοί που απαιτούνται είναι γνωστοί και έχουν αναφερθεί εκτενώς στην αίθουσα διδασκαλίας του Λυκείου. Εντούτοις, ένα ποσοστό 15% δεν μπορεί να επεξεργαστεί την απλή και γνωστή διαδικασία και ένα άλλο 20% εκτελεί τους υπολογισμούς κατά τρόπο εσφαλμένο, κυρίως στο να χρησιμοποιήσει τον σωστό κοινό παράγοντα ή να χειριστεί τις δυνάμεις οι οποίες σκοπίμως ήταν απλές ακριβώς για να παρακάμψουμε ανάλογες δυσκολίες.

Παραδοσιακά, κατασκευάζεται ο ακόλουθος πίνακας, βάσει της στοιχειομετρίας της αντίδρασης και των παρεχόμενων δεδομένων.

	$\text{HA} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{A}^-(\text{aq})$	
Αρχικά	C	0 0
Αντέδρασαν	x	x x
Ισορροπία	C-x	x x

Αντικατάσταση στην γνωστή έκφραση της σταθεράς ισορροπίας,

$$K = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]/[\text{HA}] = x^2/(C-x)$$

Από τον ορισμό του pH εύκολα προκύπτει ότι $x = 10^{-2}$ και κατά συνέπεια η παραπάνω έκφραση μειώνεται σε $K = 10^{-2} \cdot 10^{-2} / 0.999$ ή ακόμη $10^{-4} / 0.999$

Αρκετοί προχώρησαν στην έκφραση $K = 10^{-2}$ και δύο μόλις σταμάτησαν στην προηγούμενη έκφραση, προφανώς επειδή δεν ήταν σε θέση να εργαστούν με τις απλές δυνάμεις που εμπλέκονται.

Κατά την άποψή μας, το πιο πολύπλοκο και δύσκολο ερώτημα ήταν αυτό που αφορούσε την πρόταση ενός σχετικά απλού πειράματος με το οποίο θα μπορούσαν να διακριθούν δύο στερεές ουσίες, που είναι γνωστό ότι είναι και οι δύο ασθενείς βάσεις, με στόχο τον εντοπισμό της πιο ασθενούς από τις δύο. Το ερώτημα είναι απαιτητικό υπό την έννοια ότι οι μαθητές πρέπει να κατανοήσουν τον τρόπο με τον οποίο θα σχεδιαστούν τα πειράματα που θα πραγματοποιηθούν και το μονοπάτι που πρέπει να ακολουθηθεί για να ληφθούν οι τιμές των σχετικών σταθερών διάστασης. Πρέπει επίσης να συσχετίσουν όλα αυτά με τις απαντήσεις που έδωσαν προηγουμένως, δηλαδή τη χαρακτηριστική διαφορά μεταξύ δύο σχετικά ασθενών ηλεκτρολυτών και τελικά να είναι σε θέση να πραγματοποιήσουν την κατάλληλη μετατροπή μεταξύ της διαφοράς στις εκτιμώμενες τιμές των σταθερών K και τις παρατηρούμενες τιμές pH. Μόνο το 13% των σπουδαστών ήταν σε θέση να παρουσιάσουν κάποια διαδικασία, λεπτομερή ή όχι, αλλά κατανοητή, με την οποία θα εκπληρωνόταν η απαίτηση του ερωτήματος. Όλοι εκτός από έναν μόνο φοιτητή της Φαρμακευτικής, ακολούθησαν βέβαια τη θετική κατεύθυνση στο λύκειο και ήταν σχεδόν ομοιόμορφα κατανεμημένοι μεταξύ των δύο φύλων (4 αγόρια σε 3 κορίτσια). Περισσότεροι από τους διπλάσιους (17 συνολικά) ήταν εκείνοι που δεν έδωσαν καμία απάντηση και μεταξύ αυτών μόνο πέντε παρακολούθησαν την τεχνολογική κατεύθυνση ενώ μόνο επτά ήταν φοιτητές Γεωλογίας. Τα αγόρια

ήταν πιο απρόθυμα να δώσουν απάντηση στην ερώτηση (10 σε σχέση με 7 κορίτσια).

Μια ενδιαφέρουσα πρόταση ήρθε με τη μορφή μιας λανθασμένης υιοθέτησης της θεωρίας Bronsted-Lowry που υποδηλώνει ότι κάποιος πρέπει να αναζητά όχι την ασθενέστερη βάση αλλά το ισχυρότερο των συζυγιακών οξέων, χωρίς να δίνει περαιτέρω στοιχεία για το πώς θα πρέπει να γίνει αυτό.

Επίσης βρεθήκαμε αντιμέτωποι με μια περίπλοκη προσπάθεια υπολογισμού της τιμής pK με βάση την αντίδραση διάστασης και τη σύγκριση των δύο εκφράσεων που προκύπτουν.

Η πιο συνηθισμένη λανθασμένη απάντηση ήταν «να δημιουργήσουμε ένα διάλυμα και να μετρήσουμε το pH του» χωρίς να υπάρχει υπόδειξη για το ποιο είναι το διάλυμα και πώς να συσχετιστεί το pH με τη σταθερά διάστασης. Σε μερικές περιπτώσεις προτάθηκε η προετοιμασία ενός συγκεκριμένου διαλύματος και η μέτρηση του pH του, χωρίς όμως να αναφέρεται ποιο είναι το συγκεκριμένο διάλυμα που απαιτείται και τι θα πρέπει να ακολουθήσει η μέτρηση.

Ορισμένες πρόσθετες προτάσεις ήταν:

- Εκτελέστε κάποιο είδος τιτλοδότησης των ίδιων διαλυμάτων γραμμομοριακότητας των βάσεων.
- Κάνετε κάποιο είδος απροσδιόριστης αλληλεπίδρασης με την ίδια ποσότητα οξέος.
- Εκτελέστε κάποια (μη καθορισμένη) μέτρηση για να λάβετε τις τιμές K_b .

4.3 Εξουδετέρωση

Όταν ζητήθηκε να δοθεί ένας όσο το δυνατόν ακριβέστερος ορισμός της εξουδετέρωσης, οι σπουδαστές αντιμετώπισαν ένα από τα πιο δύσκολα εγχειρήματα, καθώς δεν υπάρχουν συνεπείς ή μάλλον υπάρχουν αντιφατικές δηλώσεις σχετικά με τη διαδικασία. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η εξουδετέρωση ορίζεται ως μια διαδικασία στο τέλος της οποίας δεν υπάρχει περίσσεια οξέος ή βάσης στο διάλυμα. Τώρα, η όξινη και βασική συμπεριφορά περιγράφεται καλά και πιθανότατα εξίσου καλά κατανοητή σε σχέση με την ύπαρξη οξέος ή βάσης σε διάλυμα αντίστοιχα. Από την άποψη αυτή, μπορεί να θεωρηθεί από κάθε μαθητή ότι η διαδικασία εξουδετέρωσης

έχει ως αποτέλεσμα ακριβώς τον σχηματισμό ενός ουδέτερου διαλύματος. Ωστόσο, ακολουθώντας αυτόν τον ορισμό, υπάρχουν σχεδόν παντού περιγραφές για εκείνες τις περιπτώσεις όπου το τελικό διάλυμα δεν είναι ακριβώς ουδέτερο, αλλά είτε όξινο είτε βασικό, ανάλογα με τη διαδικασία υδρόλυσης του σχηματιζόμενου άλατος. Συνεπώς, αυτός ο αυστηρός ορισμός της εξουδετέρωσης μπορεί να εφαρμοστεί μόνο στην περίπτωση ισχυρών ηλεκτρολυτών. Από την άλλη πλευρά, κάθε δήλωση ότι η εξουδετέρωση τελειώνει με το μόνο άλας που υπάρχει στο διάλυμα είναι απολύτως πλήρης αλλά και περιγραφική, αφήνοντας το pH του προκύπτοντος διαλύματος σε ασαφή όρια. Με βάση τα παραπάνω, θα ήταν ενδιαφέρον να ελέγξουμε μερικές από τις απαντήσεις που δόθηκαν, οι οποίες είναι προβολές των ιδεών μεμονωμένων μαθητών. Ορισμένες από αυτές τις απαντήσεις έχουν ως εξής:

- Μια διαδικασία με την οποία η ποσότητα ενός ηλεκτρολύτη καταναλώνεται με την προσθήκη του άλλου.
- Μια διαδικασία που τείνει να μεταβάλλει το pH του διαλύματος σε 7.
- Μια αντίδραση μεταξύ οξέος και βάσης που έχει ως αποτέλεσμα τη μεταφορά ηλεκτρονίων από το ένα στο άλλο.

Προφανώς σε αυτές τις περιπτώσεις έχει συμβεί μια ανάμιξη των εννοιών που αναφέρονται στις θεωρίες των Bronsted-Lowry και Lewis, οι οποίες περιγράφονται στις πανεπιστημιακές διαλέξεις, αν και περιγράφεται επίσης ότι δεν πρέπει να αναμιχθούν αλλά να επιλεγούν κατάλληλα για να εφαρμοστούν σύμφωνα με τα δεδομένα που δίνονται.

- Η αλληλεπίδραση των μορίων οξέος και βάσης για το σχηματισμό νερού.

Σε μερικές περιπτώσεις προστίθεται μια σημείωση ότι η αλληλεπίδραση μεταξύ του πρωτονίου του οξέος και του ιόντος υδροξειδίου της βάσης σχηματίζει νερό. Αυτό αντανάκλα μια ικανοποιητική κατανόηση αλλά αδικαιολόγητη επέκταση της συνοπτικής μορφής της αντίδρασης που παρουσιάζεται τόσο κατά τις παραδόσεις των θεωρητικών μαθημάτων όσο και στις εισηγήσεις που προηγούνται των εργαστηριακών ασκήσεων. Και στις δύο αυτές περιπτώσεις δηλώνεται ότι στην περίπτωση των ισχυρών ηλεκτρολυτών, αυτός είναι ένας απλός και σωστός τρόπος απεικόνισης της διαδικασίας.

- Μια πιο περίπλοκη περιγραφή περιελάμβανε την αντίδραση μεταθέσεως μεταξύ όλων των ιόντων που εμπλέκονταν στα αρχικά μόρια οξέος και βάσης.
- Η αντίδραση όπου (στο τελικό σημείο της;) οι συγκεντρώσεις πρωτονίων και ιόντων υδροξειδίου είναι ίσες.

Για να αποσαφηνιστούν οι υποκείμενες ιδέες σχετικά με την εξουδετέρωση, αναζητήθηκε μια πιο λεπτομερής περιγραφή, με τη μορφή μιας σειράς ερωτημάτων του τύπου σωστό-λάθος. Η ακριβής διατύπωση της ερώτησης ήταν:

Αναφέρετε τον αληθινό ή τον ψευδή χαρακτήρα κάθε μιας από τις ακόλουθες προτάσεις που αναφέρονται στο αποτέλεσμα της εξουδετέρωσης ενός ισχυρού οξέος από μια ισχυρή βάση. Οι προτάσεις που δόθηκαν ήταν οι ακόλουθες:

- α Το διάλυμα έχει pH 0.
- β Το διάλυμα έχει pH 7.
- γ Το pH δεν έχει νόημα για το διάλυμα.
- δ Στο διάλυμα δεν υπάρχει H^+ .
- ε Στο διάλυμα υπάρχουν 10^{-7} mol H^+ ανά λίτρο.
- στ Στο διάλυμα υπάρχουν 10^7 mol H^+ ανά λίτρο.
- ζ Στη διάλυμα υπάρχουν τόσα H^+ όπως OH^- .
- η Το διάλυμα είναι ουδέτερο.

Πρόκειται για μια πολύ απαιτητική ερώτηση, υπό την έννοια ότι οι ορισμοί που παρέχονται σε παγκόσμιο επίπεδο τόσο σε εγχειρίδια όσο και στο διαδίκτυο, αναφέρονται στην αντίδραση των ποσοτήτων οξέος και βάσης με το αποτέλεσμα να είναι η πλήρης απουσία είτε όξινου είτε βασικού χαρακτήρα στο προκύπτον διάλυμα. Ωστόσο, σε μεταγενέστερο στάδιο, σε όλες τις περιπτώσεις, αναφέρεται επίσης ότι το παραγόμενο άλας μπορεί να υποστεί υδρόλυση με επακόλουθη "εμφάνιση" ιόντων υδρογόνου ή υδροξειδίου σε διάλυμα, κάτι που βρίσκεται σε πλήρη αντίθεση με την κύρια πρόταση του ορισμού του φαινομένου. Αυτή είναι μια περαιτέρω επιπλοκή στην πρόκληση που προσφέρει το θέμα στις γνωστικές ικανότητες των μαθητών, αφού η εξουδετέρωση φαίνεται να λειτουργεί με τη στενή έννοια (δηλαδή ουδέτερο τελικό διάλυμα) μόνο στην περίπτωση της αλληλεπίδρασης ισχυρών ηλεκτρολυτών και στις άλλες περιπτώσεις απαιτεί είτε τη γνώση των

μοριακών μαζών των αντιδραστηρίων είτε, ελλείψει αυτών, την κατασκευή μιας λεπτομερούς καμπύλης τιτλοδότησης. Ωστόσο, η διατύπωση της ερώτησης παρακάμπτει αυτό το εμπόδιο αναφερόμενη ρητά σε ισχυρούς ηλεκτρολύτες. Θα πρέπει να σημειωθεί σε αυτό το σημείο ότι το συγκεκριμένο θέμα παρουσιάζει, κατά τη γνώμη μας, μια προβληματική περίπτωση όσον αφορά τη γνωστή τριάδα των μαθησιακών επιπέδων (Johnstone 1982, Gabel 1993), δηλαδή το μοριακό, το μακροσκοπικό και το συμβολικό, που απαιτούνται για την αληθινή και πλήρη κατανόηση των χημικών φαινομένων. Αυτό συμβαίνει επειδή η μακροσκοπική παρατήρηση της εξουδετέρωσης δεν μπορεί να σχετίζεται αποκλειστικά με μια τιμή pH (συγκεκριμένα το 7) και κατά συνέπεια δεν είναι ακόμη τόσο εύκολο να ετοιμάσουμε κάποια εφαρμογή ηλεκτρονικού υπολογιστή (Mahaffy 2004) που περιλαμβάνει κινούμενα σχέδια, προσομοιώσεις ή δυναμικά μοριακά μοντέλα, προκειμένου να μας βοηθήσουν να απεικονίσουμε μοριακές οντότητες και χημικές μεταβολές που συνοδεύουν το φαινόμενο.

Για να γίνει καλύτερη κατανόηση του θέματος της εξουδετέρωσης, διατυπώθηκε η επόμενη ερώτηση ως εξής: «Ανεξάρτητα από τον αληθινό ή ψευδή χαρακτήρα των παραπάνω προτάσεων, υποδείξτε ποιες απ' αυτές είναι συνώνυμες».

Θα πρέπει να είναι λογικό, αφού δώσαμε την απάντηση στην προηγούμενη ερώτηση, να μπορέσουμε να συγκεντρώσουμε μαζί τις προτάσεις β, ε, ζ και η, ωστόσο θα θέλαμε να ομαδοποιήσουμε γ και δ, κάτι που θα ήταν απολύτως αποδεκτό. Είναι αρκετά ενδιαφέρον και ενόψει του γεγονότος ότι τουλάχιστον δύο από τις προηγούμενες προτάσεις έγιναν αποδεκτές ως αληθινές από τους μαθητές, ότι κανείς δεν σκέφτηκε να ομαδοποιήσει δύο ψευδείς προτάσεις. Πέντε φοιτητές δεν έδωσαν απάντηση, είκοσι δύο έδωσαν δύο απαντήσεις, πιθανότατα αποπροσανατολισμένοι από τη διατύπωση της ερώτησης και έχοντας βρει τουλάχιστον μερικές "σωστές" απαντήσεις απέφυγαν να κάνουν μια βαθύτερη έρευνα στις δικές τους απαντήσεις, δεκατρείς σχημάτισαν μια ομάδα τριών απαντήσεων και δεκατέσσερις έδωσαν και τις τέσσερις σωστές απαντήσεις. Αυτοί που δεν έδωσαν καμία απάντηση είναι όλοι οι φοιτητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης εκτός από κάποιον που έχει αποφοιτήσει από ένα ελληνικό λύκειο του εξωτερικού.

4.4 Η δράση των οξέων στα μέταλλα

Τα τελευταία δύο ερωτήματα του ερωτηματολογίου δεν σχετίζονται άμεσα με τους ηλεκτρολύτες αλλά έχουν κάποια ευρύτερη σύνδεση και επιπλέον αναφέρονται σε ένα απλό πείραμα το οποίο διεξήχθη στο εργαστήριο στο πλαίσιο της συζήτησης των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής και συγκεκριμένα της αναγωγικής ικανότητας διαφόρων μετάλλων. Το πρώτο ερώτημα είναι ποιοτικού χαρακτήρα δεδομένου ότι ζητά μόνο αναφορά στο αναμενόμενο φαινόμενο όταν ένα σύρμα μεταλλικού μαγνησίου τοποθετείται σε ένα σωλήνα με υδατικό διάλυμα υδροχλωρικού οξέος. Το δεύτερο ερώτημα είναι πιο απαιτητικό και απαιτεί τη χρήση της συμβολικής γλώσσας της Χημείας, καθώς ο φοιτητής πρέπει να δώσει μια εξήγηση για το φαινόμενο που παρατηρείται. Φυσικά δεν απαιτείται να γραφεί μια χημική εξίσωση, ωστόσο οποιαδήποτε λογική απάντηση υπό τη χημική έννοια δεν μπορεί να είναι πλήρης χωρίς την συνοδεία μιας εξίσωσης. Σε πολλές περιπτώσεις οι φοιτητές παραπλανήθηκαν, όπως και σε προηγούμενες ερωτήσεις, όσον αφορά το περιεχόμενο της ερώτησης και στη θέση του πλαισίου που απαιτούσε περιγραφή έδωσαν μια χημική εξίσωση, ενώ στη θέση που απαιτήθηκε εξήγηση "αναγκάζονται" να απαντήσουν απλά "εξαιτίας της παραπάνω αντίδρασης". Αυτό σχετίζεται με μια υπεραπλούστευση της χρησιμότητας της συμβολικής γλώσσας της Χημείας, αν και κατά τη διάρκεια των διαλέξεων επισημαίνεται ότι η χημική αντίδραση είναι αυτό που πραγματικά συμβαίνει ενώ η χημική εξίσωση είναι ένας κοινά παραδεκτός τρόπος περιγραφής του φαινομένου και ότι μπορεί να γραφτεί μόνο εφόσον τόσο τα αρχικά αντιδραστήρια όσο και τα τελικά προϊόντα έχουν απομονωθεί και χαρακτηριστεί. Ακόμη και μετά την υιοθέτηση της παραπάνω "τροποποίησης" προκειμένου να ληφθούν υπ' όψιν οι φοιτητές που είναι απρόσεκτοι ή βρίσκονται σε καθεστώς υπερβολικής πίεσης, υπάρχουν μερικές ενδιαφέρουσες λανθασμένες ιδέες που συνοψίζονται ως εξής:

- Η αντίδραση παρουσιάζεται σε πιο περίπλοκη μορφή από ό, τι θα έπρεπε, όπου αρχικά το μαγνήσιο σχηματίζει το αντίστοιχο υδροξείδιο με το νερό και σε επακόλουθο βήμα αυτό το υδροξείδιο εξουδετερώνεται με υδροχλωρικό οξύ.

Πιθανώς η παρερμηνεία έχει να κάνει με το μεγαλύτερο μέρος του ερωτηματολογίου που επικεντρώνεται στους ηλεκτρολύτες και τις ιδιότητές τους, μία από τις οποίες είναι η εξουδετέρωση ενός οξέος από βάση.

- Σε πολλές περιπτώσεις το μαγνήσιο εισέρχεται στην αντίδραση ως κατιόν και όχι ως ουδέτερο μέταλλο.
- Αρκετοί φοιτητές παρέχουν λανθασμένη στοιχειομετρία της αντίδρασης, ενώ το μαγνήσιο θεωρείται μονοσθενές και κατά συνέπεια το τελικό του προϊόν διαμορφώνεται ως MgCl.

Υπάρχει ένα μικρό αλλά σημαντικό ποσοστό (6%) που είναι βέβαιο ότι δεν θα υπάρξει καμία αντίδραση και ένας μόνο που πιστεύει ότι θα λάβει χώρα μια απροσδιόριστη αντίδραση.

4.5 Αξιολόγηση του ερωτηματολογίου

Αν και ο πληθυσμός που μελετήθηκε είναι μικρός ($n = 54$), υπάρχει κάποια αξία στην προσπάθεια να αποκτηθούν μερικές απλές περιγραφικές στατιστικές, όπως μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει αυτά τα αποτελέσματα.

Αγόρια θετικής	23	10,99 (2,05)	Κορίτσια θετικής	22	10,72 (2,31)
Αγόρια τεχνικής	8	4,19 (1,20)	Κορίτσια	1	3,75
Αγόρια φαρμ	16	10,72 (2,13)	Κορίτσια φαρμ	19	10,90 (2,35)
Αγόρια γεωλ	15	7,65 (4,10)	Κορίτσια γεωλ	4	8,13 (3,36)

Η αξιολόγηση της δοκιμασίας αυτής δεν έλαβε υπόψη το σύνηθες υιοθετημένο «αρνητικό αποτέλεσμα» των λανθασμένων απαντήσεων σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, καθώς μόνο ένα μέρος της δοκιμασίας οργανώθηκε με αυτόν τον τρόπο και δεν αντιστοιχούσε σε ένα συγκεκριμένο θέμα της δοκιμής. Η κλίμακα 0-20 που χρησιμοποιήθηκε στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση υιοθετήθηκε και με βάση τα παραπάνω, τα αποτελέσματα που αναφέρονται στον Πίνακα 2 είναι μάλλον αποθαρρυντικά. Μόνο το 61% των φοιτητών, μετά από ένα εξάμηνο διδασκαλίας και εργασίας στο εργαστήριο, θα έχει επαρκές υπόβαθρο για να περάσει αυτό το τεστ, με το υψηλότερο

βαθμό να μην υπερβαίνει το 15,00. Το συνολικό επίτευγμα που προέκυψε από τη δοκιμασία προσεγγίζει ακριβώς τη βάση, υποδεικνύοντας σε γενικές γραμμές ότι περίπου το ήμισυ των πληροφοριών που προσφέρονται καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου (μέρος των οποίων είναι ήδη γνωστό από το λύκειο) εξομοιώνεται με τους μαθητές. Εντούτοις, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα ανάλογων πρόσφατων μελετών μεταξύ μαθητών **γυμναστικής**, όπου ο αντίστοιχος παράγοντας είναι μόνο 33% (Katsikis 2015), μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι η πειραματική εργασία βοηθούμενη από προ-εργαστηριακή διδασκαλία και συμμετοχή σε ομαδικά σεμινάρια βοηθά τη βελτίωση της κατανόησης των χημικών αρχών, τουλάχιστον όσον αφορά το θέμα του pH.

Το πλεονέκτημα των φοιτητών που παρακολούθησαν στο λύκειο ένα επιστημονικά προσανατολισμένο πρόγραμμα που περιλαμβάνει μαθήματα Χημείας είναι προφανές και αντικατοπτρίζεται στα πιο φτωχά αποτελέσματα των φοιτητών της Γεωλογίας σε σχέση με τους αντίστοιχους φαρμακοποιούς, καθώς στην ομάδα τους υπάρχουν οι πιο αδύναμοι σπουδαστές οι οποίοι δεν είχαν καθόλου επαφή με τη Χημεία για το τελευταίο έτος της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσής τους. Τα κορίτσια αποδεικνύονται ελαφρώς καλύτερα από τα αγόρια και αυτό αντικατοπτρίζεται εκ νέου στη συμμετοχή στην ομάδα των 8 από τους 9 μαθητές της τεχνολογικής κατεύθυνσης. Η επίδραση του δασκάλου στην ικανότητα του μαθητή να κατανοεί τις αφηρημένες ιδέες και να τις συσχετίζει με μακροσκοπικά φαινόμενα, όπως παρουσιάζονται στο πλαίσιο της Χημείας, αντικατοπτρίζεται στις πολύ μεγάλες τυποποιημένες αποκλίσεις σε όλες τις κατηγορίες εκτός από εκείνες που έχουν παρακολουθήσει την Τεχνολογική Κατεύθυνση σε υψηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια των σχολικών χρόνων. Αν και είναι περιορισμένος σε αριθμό, αυτή η υποομάδα βρίσκεται σε στενή απόσταση από τη μέση τιμή της, γεγονός που υποδηλώνει πλήρη απουσία υπόβαθρου στα εξεταζόμενα θέματα. Ο τύπος του λυκείου που φοιτούσαν οι φοιτητές περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα είδη διαφορετικών λυκείων στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, δηλαδή ιδιωτικά κολέγια, σχολεία σε μητροπολιτικά κέντρα, σε μεγάλα ή μικρά αστικά κέντρα και σε αγροτικές περιοχές και συνεπώς οι μεγάλες τυπικές αποκλίσεις δείχνουν ευρεία κατανομή αδιάφορων και δεκτικών φοιτητών, με την

αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας να παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των συμφερόντων των μαθητών.

Πίνακας 2 Περιγραφική στατιστική της μελέτης. Οι κατηγορίες που αναφέρονται είναι αυτές που περιγράφονται στο κείμενο

	Φαρμακευτική	Γεωλογία	θετική	τεχνική	αγόρια	κορίτσια	σύνολο
Μέση τιμή	10,81	7,75	10,86	4,14	9,23	10,41	9,74
Τυπική απόκλιση	2,22	3,88	2,16	1,13	3,54	2,68	3,23
Μέγιστο	15,00	13,75	15,00	6,25	13,75	15,00	15,00
Ελάχιστο	6,25	2,50	6,25	2,50	2,50	3,75	2,50

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

Η μελέτη αυτή που πραγματοποιήθηκε σε ένα σχετικά μικρό δείγμα φοιτητών κατά το χειμερινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2015-16, δεν μπορεί να είναι τελειωτική και αποφασιστική, ωστόσο έδειξε μερικά στοιχεία που είτε είναι γενικώς και αορίστως γνωστά είτε αξίζει να διερευνηθούν εκτενέστερα.

Η στοιχειομετρία είναι ένα αντικείμενο που πρέπει να εισαχθεί σε μεγαλύτερη έκταση στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση καθώς οι πρωτοετείς φοιτητές των Α.Ε.Ι. δεν μπορούν να την χειριστούν ώστε να τη χρησιμοποιήσουν για την μελέτη χημικών αντιδράσεων, ακόμη και μετά από ένα εισαγωγικό εξάμηνο κατά το οποίο έρχονται σε επαφή με αρκετό αριθμό εξισώσεων και χημικών αντιδράσεων.

Όπως έδειξαν και άλλες σχετικές μελέτες σε ένα βάθος χρόνου περίπου είκοσι ετών, μπορεί το φύλο να παίζει κάποιο ρόλο σε συγκεκριμένου είδους αντικείμενα, συνολικά όμως τα αγόρια και τα κορίτσια των ηλικιών αυτών (στην εφηβεία και την πρώιμη ωριμότητα) δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσον αφορά την αφομοίωση χημικής γνώσης. Αυτό είναι φανερό σε όλα τα δείγματα όπου υπάρχουν αντιπρόσωποι και των δύο φύλων. Έτσι, η σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των φοιτητών των δύο τμημάτων, που είναι και η μόνη με στατιστική σημασία, οφείλεται στον αρκετά μεγάλο αριθμό των μαθητών της τεχνολογικής εκπαίδευσης που ενσωματώνονται στο δείγμα των φοιτητών του Γεωλογικού τμήματος.

Από μια πρώτη ματιά στα αποτελέσματα είναι φανερό ότι θα πρέπει να γίνει εισαγωγή έστω και περιορισμένου αριθμού ωρών διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας στην λεγόμενη τεχνολογική κατεύθυνση της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης ώστε να μην εισάγονται στα τμήματα των Επιστημών φοιτητές με σαφώς διαφορετική βαθμίδα εκκίνησης όσον αφορά τις αντιλήψεις τους για τη Χημεία. Ωστόσο, στο διάστημα που μεσολάβησε μέχρι σήμερα, η Κυβέρνηση έχει λάβει σχετική μέριμνα ώστε να διορθωθεί αυτό το ασύμμετρο υπόβαθρο των συγκεκριμένων φοιτητών, καταργώντας τη δυνατότητα

εισαγωγής στα συγκεκριμένα τμήματα μαθητών που δεν έχουν παρακολουθήσει την θετική κατεύθυνση στο Λύκειό τους.

Εφόσον οι φοιτητές των τμημάτων της Σχολής Θετικών Επιστημών έχουν πλέον ένα κοινό υπόβαθρο, που μπορεί να θεωρηθεί ως κοινή αφετηρία για την εξέλιξη του γνωστικού τους υποβάθρου σχετικά με τη Χημεία κι αφού περίπου στο σύνολό τους παρακολουθούν εισαγωγικό μάθημα Γενικής Χημείας, φαίνεται λογικό να εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο επηρεάζεται η διαφοροποιημένη κατά τμήμα έκταση της διδασκαλίας καθώς και ο αριθμός και το είδος των πραγματοποιούμενων πειραμάτων, την εξέλιξη των αντιλήψεών τους.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι-Το Ερωτηματολόγιο

1. Το pH του ουδέτερου διαλύματος είναι 7. Η έκφραση αυτή είναι:
 σαφής αλλά όχι ακριβής ακριβής αλλά όχι σαφής σαφής και ακριβής ελλιπή
2. Ποιο πιστεύετε πως είναι το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα ενός ουδέτερου διαλύματος;
.....
.....
3. Τι σημαίνει το γεγονός ότι ένα διάλυμα έχει pH ίσο με 7; Το διάλυμα αυτό περιέχει ανά λίτρο:
 10^7 mol H^+ 7 mol H^+ 10^{-7} mol H^+ $1/7$ mol H^+
4. Ποια πιστεύετε πως είναι η πλήρης έκφραση του πρώτου ερωτήματος;
.....
.....
5. Ως όξινα χαρακτηρίζονται τα υδατικά διαλύματα που έχουν τιμή pH
 μεταξύ 0 και $+\infty$ μεταξύ 0 και 7 μεταξύ $-\infty$ και 7 μεταξύ 7 και $+\infty$
6. Δώστε με χημική αντίδραση τη διάσταση ενός οξέος H-A σε υδατικό διάλυμα.
.....
.....
7. Τα οξέα διακρίνονται σε ισχυρά και ασθενή. Ένα ισχυρό οξύ διαφέρει από ένα ασθενές ως προς:
 το pH του διαλύματός του την ισχύ του δεσμού H-A
 τη διαλυτότητά του το βαθμό διάστασής του
8. Σε ποιο χημικό είδος πιστεύετε ότι οφείλεται ο λεγόμενος όξινος χαρακτήρας των υδατικών διαλυμάτων των οξέων;
.....
.....
9. Υδατικό διάλυμα συγκέντρωσης 1 M οξέος H-A έχει τιμή pH ίση με 2. Μπορείτε να υπολογίσετε τη σταθερά της διάστασης του οξέος αυτού;
.....
.....
10. Σημειώστε ποιες από τις ακόλουθες εκφράσεις είναι αληθείς (Α) ή ψευδείς (Ψ).

Μια βάση, σε σχέση με ένα οξύ μπορεί να έχει:

- A Ψ μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή pH
- A Ψ μικρότερο ή μεγαλύτερο μοριακό βάρος
- A Ψ μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό διάστασης
- A Ψ μικρότερη ή μεγαλύτερη τιμή σταθεράς διάστασης
- A Ψ μικρότερη ή μεγαλύτερη διαβρωτική ικανότητα

11. Δύο στερεές ενώσεις είναι ασθενείς βάσεις. Περιγράψτε με ποια πειραματική διαδικασία μπορεί να δειχθεί ποια είναι η πιο ασθενής από τις δύο.

.....
.....

12. Σημειώστε αν είναι αληθείς (Α) ή ψευδείς (Ψ) οι παρακάτω προτάσεις που αναφέρονται στο αποτέλεσμα της εξουδετέρωσης ενός ισχυρού οξέος από μια ισχυρή βάση.

- A Ψ το διάλυμα έχει τιμή pH ίση με 0
- A Ψ το διάλυμα έχει τιμή pH ίση με 7
- A Ψ το διάλυμα δεν έχει pH
- A Ψ στο διάλυμα δεν υπάρχουν καθόλου H^+
- A Ψ στο διάλυμα υπάρχουν 10^{-7} mol H^+ ανά λίτρο
- A Ψ στο διάλυμα υπάρχουν 10^7 mol H^+ ανά λίτρο
- A Ψ στο διάλυμα υπάρχουν τόσα H^+ όσα και OH^-
- A Ψ το διάλυμα είναι ουδέτερο

13. Ασχέτως της αλήθειας ή όχι των παραπάνω προτάσεων, μπορείτε να υποδείξετε ποιες απ' αυτές είναι ισοδύναμες μεταξύ τους;

- 1ⁿ 2ⁿ 3ⁿ 4ⁿ 5ⁿ 6ⁿ 7ⁿ 8ⁿ

14. Δώστε έναν κατά τη γνώμη σας ακριβή ορισμό για την εξουδετέρωση.

.....
.....

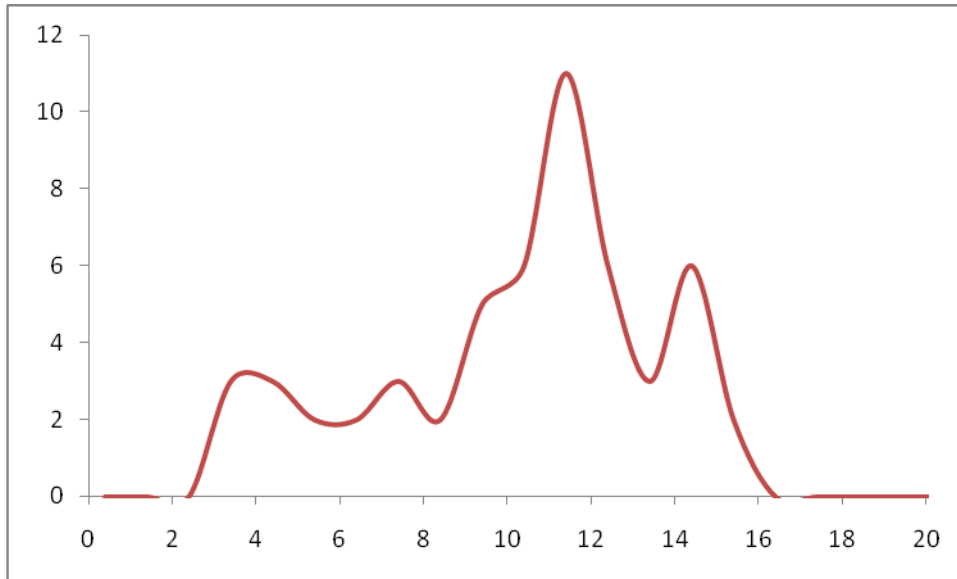
15. Τι πιστεύετε πως παρατηρείται όταν σε ένα υδατικό διάλυμα HCl προστεθεί φύλλο Mg;

.....
.....

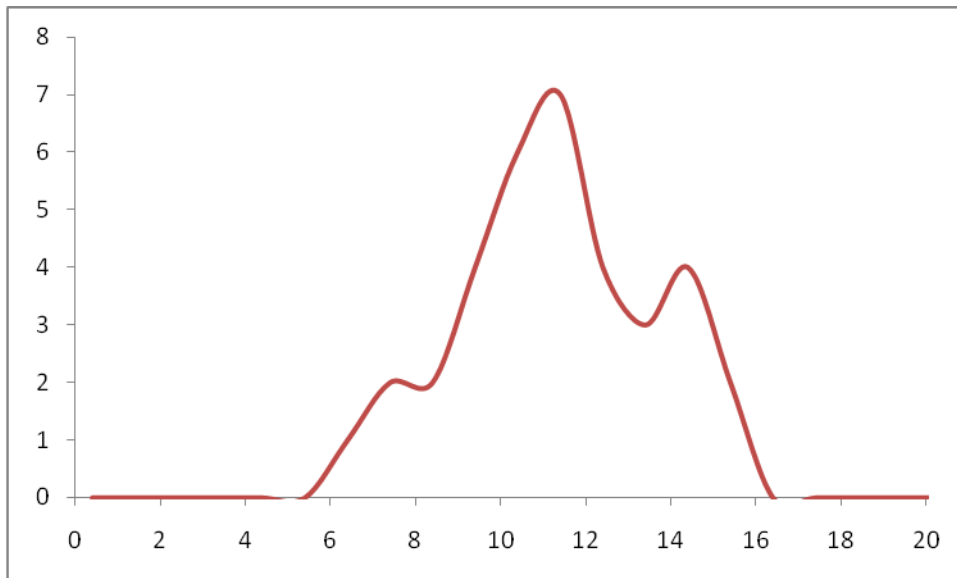
16. Εξηγείστε που οφείλεται το αποτέλεσμα που παρατηρείται στην περίπτωση της διαδικασίας του προηγούμενου ερωτήματος.

.....
.....

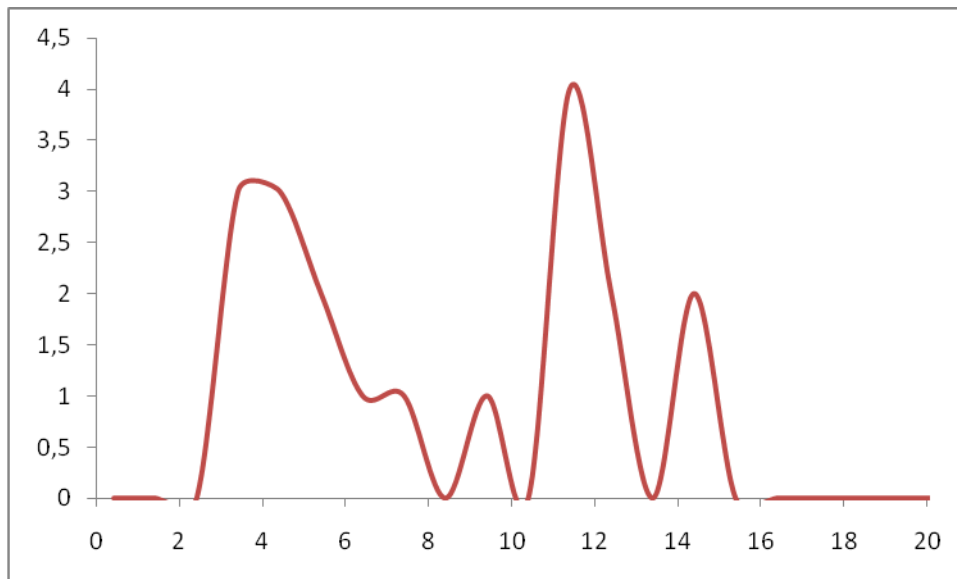
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ-Διαγράμματα



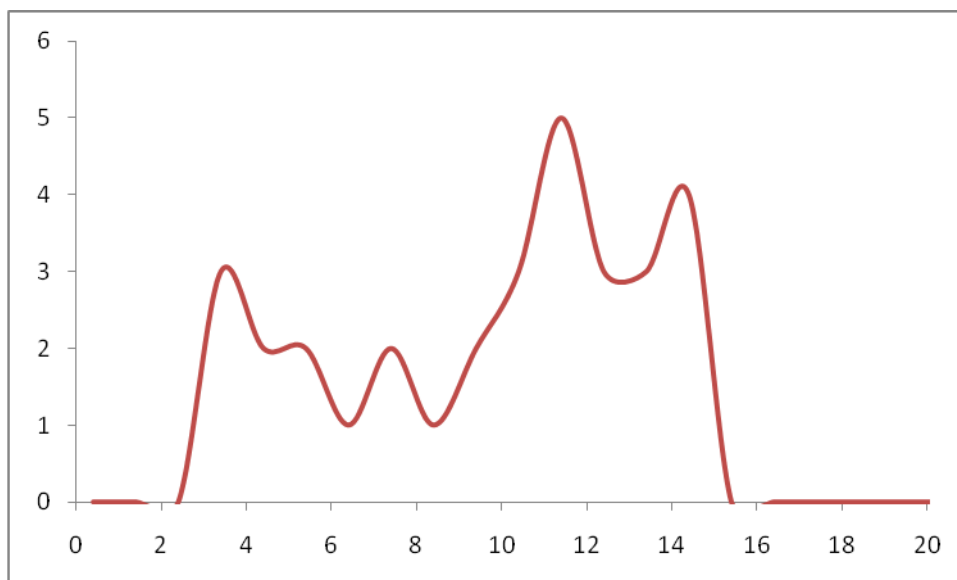
Διάγραμμα 1 Συνολικό γράφημα κατανομής συχνοτήτων. Κλίμακα αξιολόγησης - και πλήθος δειγμάτων 54.



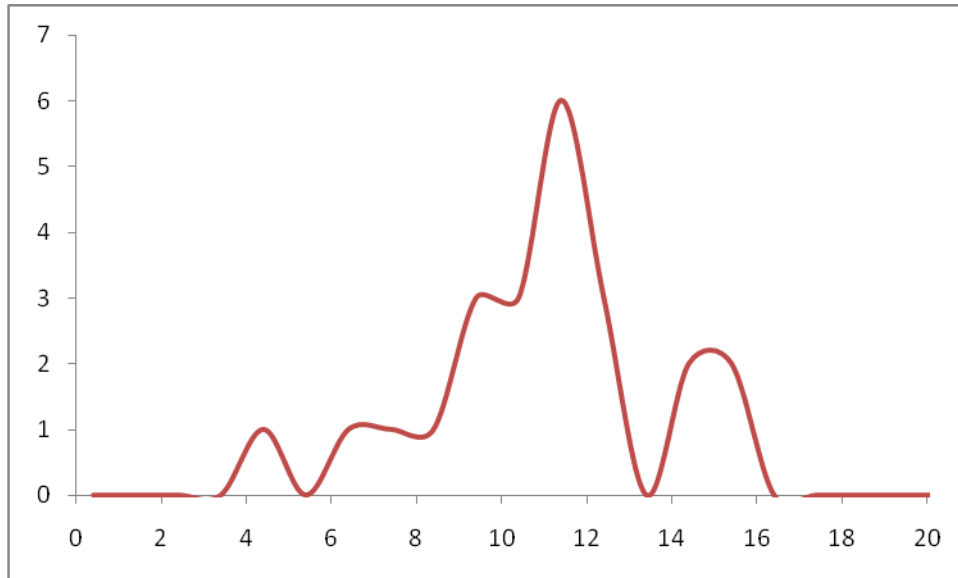
Διάγραμμα 2 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές του τμήματος φαρμακευτικής (n=35)



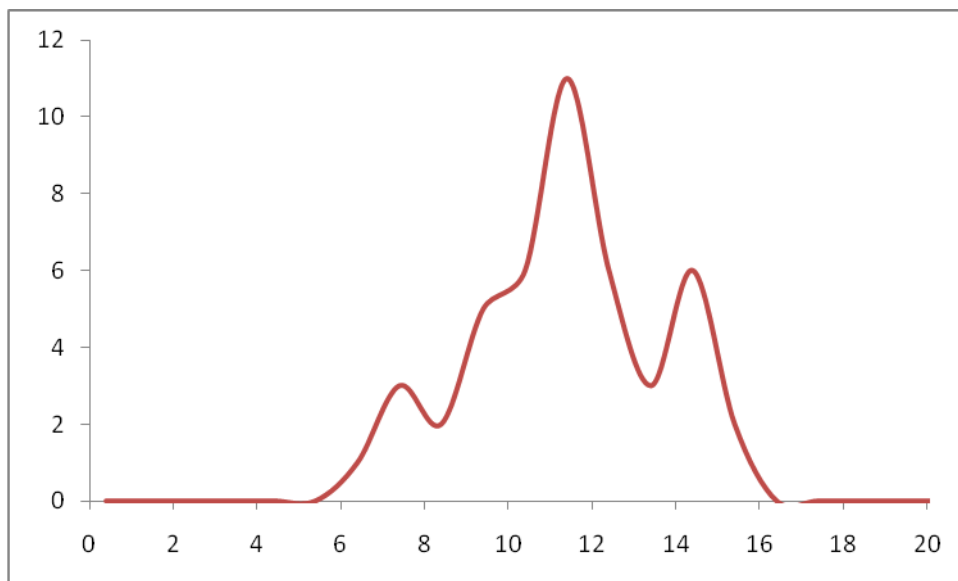
Διάγραμμα 3 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές του τμήματος Γεωλογίας (n=19)



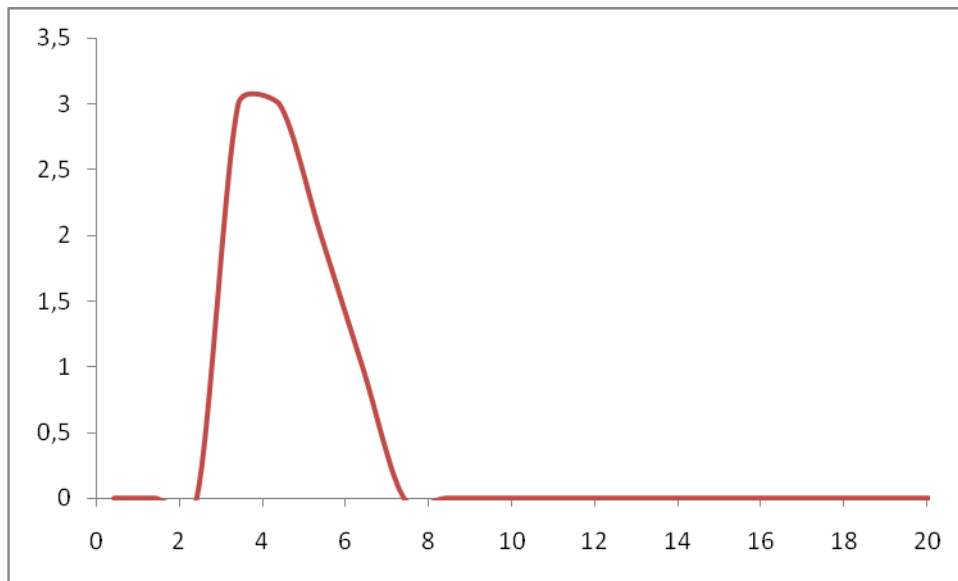
Διάγραμμα 4 διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που είναι αγόρια (n=31)



Διάγραμμα 5 διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που είναι κορίτσια (n=23)



Διάγραμμα 6 Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους φοιτητές που παρακολουθούσαν στο Λύκειο την θετική κατεύθυνση (n=45)



Διάγραμμα 7. Διάγραμμα κατανομής συχνοτήτων για τους διοητές που παρακολούθησαν στο Λύκειο την τεχνολογική κατεύθυνση (n=9)

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Ahtee, M. & Varjola, I 1998, "Students' Understanding of Chemical Reactions" *International Journal of Science Education*, vol. 20, no. 3, pp. 305-316.
2. Ausubel D. 1968, "Educational Psychology. A Cognitive View", pp. 3-38.
3. Bodner, GM 1991, "I have found you an argument: the conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students" *Journal of Chemical Education*, vol. 68, no 5, pp. 385-388.
4. Cousins, A 2007, 'Gender Inclusivity in Secondary Chemistry: A study of male and female participation in secondary school chemistry', *International Journal of Science Education*, vol. 29, pp. 711-730.
5. Driver, R. & Easley, J 1978, "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students" *Studies in Science Education*, Vol. 5, pp. 61-84.
6. Driver, R 1984, Children's learning in science project. Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, Leeds.
7. Gabel, D 1993, "Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding" *Journal of Chemical Education*, 70, no. 3, pp.193-194.
8. Gammon E. 2002, "General Chemistry" Vol.6, pp 670-673.
9. Gorard, S & See, BH 2009, 'The impact of socio-economic status on participation and attainment in science', *Studies in Science Education*, vol. 45, pp. 93-129.
10. Gunstone, RF, Champagne, AB & Klopfer, LE 1981, "Instruction for understanding: A case study". *The Australian Science Teachers Journal*, Vol. 27, pp. 27-32.
11. Horton, C 2007, "Student Alternative Conceptions in Chemistry", *California Journal of Science Education*, vol. 7, no. 2, pp. 1-78.

12. Jing-Wen L. and Mei-Hung Ch.2007, Exploring the Characteristics and Diverse Sources of Students Mental Models of Acids and Bases, *International Journal of Science Education*, 29: 6, 771-803.
13. Johnstone, AH 1982, "Macro and micro chemistry" *School Science Review*, vol. 64, pp. 377-379.
14. Katsikis, H, Savvidou, E, Schizodimou, A, Akrivos, PD, Keloglou, G 2015, "Student misconceptions in the 21st century. Chemistry related conceptions of Greek senior high school students", *Educational Alternatives*, vol. 13, pp. 384-394.
15. Kontopoulou, A, Katsikis, H, Akrivos, PD 2017 "Living with preconceptions. Does more teaching and lab experimenting help to improve chemical principles assimilation?", paper presented to the Education Research and Development conference, Elenite, September 4-8.
16. Mahaffy, P 2004, "The future shape of Chemistry Education", *Chemistry Education: Research and Practice*, vol. 5, no. 3, pp. 229-245.
17. Osborne, R 1980, 'Some aspects of the students' view of the world' *Research in Science Education*, vol. 10, pp. 11-18.
18. Treagust, DF 1988, "Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science", *International Journal of Science Education*, vol. 10, pp. 159-169.
19. Vandoulaki, M, Karageorgiou, S, Katsikis, H, Akrivos, PD 2016, "Promethean response of Greek high-school students to the Protean changes of the Chemistry curriculum", *Educational Alternatives*, vol. 14, pp. 199-210.
20. Zeyer, A & Wolf, S 2010, 'Is There a Relationship between Brain Type, Sex and Motivation to Learn Science?', *International Journal of Science Education*, vol. 32, pp. 2217-2233.

21. Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης, Γ. 2000, Διδακτική της Χημείας, Εκδόσεις Ζήτη, pp. 30-45.
22. Ακρίβος Π. 2012, “Στοιχεία διδασκαλίας της Χημείας” Εκδόσεις Ζήτη , pp50-66.
23. Σάλτα, Αικ. 2007, Διερεύνηση των γνώσεων, δεξιοτήτων και στάσεων που αποκτούν οι μαθητές από το μάθημα της χημείας κατά την εκπαίδευση τους και του ρόλου που παίζουν αυτές στην καθημερινή τους ζωή, Διδακτορική διατριβή.