



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

**Μελέτη αφομοίωσης εννοιών σχετικά με τις περιεκτικότητες
διαλυμάτων από μαθητές Γυμνασίου**

**ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Μελέτη αφομοίωσης εννοιών σχετικά με τις περιεκτικότητες διαλυμάτων από μαθητές Γυμνασίου

ΘΕΟΔΩΡΟΣ ΦΙΛΙΠΠΙΔΗΣ

A.M.: 161216

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΑΚΡΙΒΟΣ, Καθηγητής Α.Π.Θ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Καθηγητής Περικλής Ακρίβος (Επιβλέπων Καθηγητής), Τμήμα Χημείας Α.Π.Θ.

Αν. Καθηγήτρια Ευαγγελία Βαρέλλα , Τμήμα Χημείας Α.Π.Θ.

Καθηγητής Μιχάλης Σιγάλας, Τμήμα Χημείας Α.Π.Θ.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 09/07/2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση του κατά πόσον οι μαθητές Γυμνασίου μπορούν να κατανοήσουν τις έννοιες που σχετίζονται με την περιεκτικότητα διαλυμάτων, καθώς είναι τεκμηριωμένο ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών που δημιουργούνται σε μικρή ηλικία αντιμετωπίζονται δυσκολότερα στη συνέχεια. Ένας ακόμη στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της πιθανής θετικής συμβολής των εργαστηριακών ασκήσεων στην κατανόηση των θεωρητικών εννοιών που σχετίζονται με την περιεκτικότητα των διαλυμάτων. Αρχικά συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο, με μια σειρά ερωτημάτων που σχετίζονται με την ύλη της Χημείας πάνω τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων της Γ' Γυμνασίου. Η διανομή των ερωτηματολογίων διεξήχθη από διδάσκοντες καθηγητές Χημείας στην Α' Λυκείου, στην αρχή της σχολικής χρονιάς. Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και το μόνο στοιχείο που αναγράφονταν σ' αυτά ήταν το φύλο και το εκάστοτε σχολείο. Τα σχολεία που συμμετείχαν ήταν τρία, ένα σχολείο που ανήκει σε μη αστική περιοχή και στο οποίο δε πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές ασκήσεις (Α), ένα που ανήκει σε αστική περιοχή όπου πραγματοποιήθηκαν κάποιες εργαστηριακές ασκήσεις (Β), και τέλος ένα σχολείο στο οποίο πραγματοποιήθηκαν στοχευμένες εργαστηριακές ασκήσεις και ανήκει σε μη αστική περιοχή (Γ). Συνολικά συλλέχθηκαν 213 ερωτηματολόγια. Η αξιοπιστία των ερωτημάτων και του ερωτηματολογίου αξιολογήθηκε με υπολογισμό του δείκτη ευκολίας, του δείκτη διακριτικότητας και του συντελεστή αξιοπιστίας.

Ένα από τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτει από την παραπάνω μελέτη είναι πως συνολικά οι αξιολογήσεις που επιτεύχθηκαν είναι πολύ χαμηλές. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως οι γνώσεις της Χημείας Γυμνασίου δεν μεταδόθηκαν αποτελεσματικά. Ένα επιπλέον συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη είναι πως οι μαθητές είχαν καλύτερη επίδοση ανάλογα με ενασχόληση τους και τη σύνδεση των εννοιών με την πειραματική διαδικασία. Έπειτα, από τα ερωτηματολόγια που συλλέχθηκαν μπορούμε να συμπεράνουμε πως η κατανομή που παρατηρείται από τη βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων είναι παρόμοια για αγόρια και κορίτσια. Επομένως, δε παρατηρείται κάποια «κλίση» του ενός φύλου προς την επιστήμη της Χημείας.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών στη Χημεία

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: εναλλακτικές αντιλήψεις, περιεκτικότητα διαλυμάτων, δείκτης ευκολίας, δείκτης διακριτικότητας, συντελεστής αξιοπιστίας

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to investigate whether high school students can understand concepts related to percent composition of aqueous solution as it is well documented that alternative concepts of students created at an early age are more difficult to deal with later on. Another objective of the present study was to investigate the possible positive contribution of laboratory experiments to the understanding of theoretical concepts related to the content of solutions.

Initially, a questionnaire was written, with a series of questions related to percent composition of aqueous solution, that is taught at the 3rd grade of Gymnasium. The distribution of the questionnaires was carried out by Chemistry teachers at the 1st grade of Lyceum, at the beginning of the school year. The questionnaires were anonymous and only information regarding the sex and the school were filled in. The schools involved were three, a non-urban school that did not perform laboratory experiments (A), one belonging to an urban area where laboratory experiments were held (B) and finally a school where laboratory experiments were held and belongs to a non-urban area (C). Altogether, 213 questionnaires were collected. The reliability of the queries and questionnaire was evaluated by calculating the difficulty index, discrimination index and reliability factor.

One of the main conclusions that emerged from the above study is that overall the marks achieved were very low. This suggests that the knowledge of Chemistry during Gymnasium was not transferred effectively. A further conclusion that was conducted from the study is that students had a better performance depending on their experience and the connection of concepts with the experimental process. Then, from the questionnaires collected, we can conclude that the distribution observed by the marks of the questionnaires is similar for boys and girls. Therefore, there is no gender "inclination" towards the science of Chemistry.

SUBJECT AREA: Alternative conceptions of students in Chemistry

KEYWORDS: alternative conceptions, percent composition of aqueous solution, difficulty index, discrimination index, reliability factor

Στη σύζυγο
και το αγαπημένο μου γιο
Νικόλαο-Παΐσιο .

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ακρίβο Περικλή. Πρώτα, για την πρότασή του να αποτελέσει «Η μελέτη αφομοίωσης των εννοιών σχετικά με τις περιεκτικότητες διαλυμάτων από μαθητές Γυμνασίου», αντικείμενο αυτής της εργασίας – γεγονός εξαιρετικά ενδιαφέρον για μένα – και στη συνέχεια για τις πολύ καθοριστικές παρεμβάσεις του στην δομή, την πρόοδο και της ολοκλήρωση της εργασίας.

Ευχαριστώ, επίσης, όλους τους διδάσκοντες καθηγητές του προγράμματος για τις γνώσεις και τους νέους ορίζοντες μάθησης που μου προσέφεραν απλόχερα, οδηγώντας με σε νέα μονοπάτια γνώσης με τελικό στόχο τη μεταλαμπάδευση της στους μελλοντικούς μαθητές μου.

Η διπλωματική μου εργασία, όπως άλλωστε και ολόκληρος ο κύκλος των μεταπτυχιακών σπουδών, δεν θα είχε ολοκληρωθεί χωρίς την αμέριστη συμπαράσταση της οικογένειάς μου την οποία, επίσης, ευχαριστώ θερμά. Ειδικότερα, ως στοιχειώδη ένδειξη αναγνώρισης για τον πολύτιμο χρόνο που τους στέρησα, αφιερώνω την εργασία αυτή στη σύζυγο και στον γιο μου που γεννήθηκε κατά την διάρκεια των παρακολουθήσεων των θεωρητικών μαθημάτων.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον αγαπημένο μου θείο Γιώργο τόσο για την αγάπη που μου μετέδωσε για τις Φυσικές Επιστήμες και ειδικότερα για τη Χημεία, όσο και την πολύτιμη βοήθεια του στα μαθητικά και επαγγελματικά μου βήματα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	14
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	15
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	16
Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή	17
1.1 Η διδασκαλία της Επιστήμης στη σύγχρονη κοινωνία	17
1.2 Η ανάγκη της εκπαίδευσης πάνω στην Επιστήμη της Χημείας.....	18
1.3 Η Διδακτική	19
1.4 Η Διδακτική της Χημείας.....	20
1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διδασκαλία της Χημείας	21
1.5.1 Διδακτικοί στόχοι-δημιουργία κινήτρων	22
1.5.2 Ο δάσκαλος της Χημείας	22
1.5.3 Το αναλυτικό πρόγραμμα.....	23
1.5.4 Διδακτικό σύγγραμμα	24
1.5.5 Χρόνος διδασκαλίας.....	24
Κεφάλαιο 2 - Παρανοήσεις μαθητών.....	26
2.1 Εναλλακτικές ιδέες-Παρανοήσεις.....	26
2.2 Χαρακτηριστικά των μαθητών που οδηγούν σε παρανοήσεις.....	27
2.3 Παρανοήσεις μαθητών-φοιτητών στη χημεία	29
2.4 Παρανοήσεις μαθητών σχετικά με τα διαλύματα	32
Κεφάλαιο 3 - Τα διαλύματα στο αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα.....	34
3.1 Γενικά.....	34

3.2 Γυμνάσιο.....	34
3.3 Λύκειο.....	35
Κεφάλαιο 4 - Σκοπός της έρευνας	37
Κεφάλαιο 5 - Μεθοδολογία της έρευνας	38
5.1 Διανομή ερωτηματολογίων.....	38
5.2 Το ερωτηματολόγιο.....	38
5.3 Η βαθμολόγηση.....	42
5.4 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων	42
Κεφάλαιο 6 - Αποτελέσματα και συζήτηση.....	47
6.1 Γενικά αποτελέσματα.....	47
6.2 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων ανά σχολική μονάδα	52
6.3 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων ανά φύλο.....	61
Κεφάλαιο 7 - Συμπεράσματα	67
Κεφάλαιο 8 - Προτάσεις	70
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	72
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	81
Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία	81
Ελληνική Βιβλιογραφία.....	83

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Κεντρικό οριακό θεώρημα.....	45
Σχήμα 2: Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων στο σύνολο του δείγματος.....	48
Σχήμα 3: Διάγραμμα των τιμών των παραμέτρων P και r για τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου.	51
Σχήμα 4: Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων, ανά σχολική μονάδα. Οι σχολικές μονάδες χαρακτηρίζονται ως A , B και Γ , όπως περιγράφεται στο κείμενο.....	54
Σχήμα 5: Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων, για τα αγόρια (A) και τα κορίτσια (K) συνολικά.	64

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα στο συνολικό δείγμα. Δίνονται οι εκατοστιαίες αναλογίες για σωστές (Σ), λανθασμένες (Λ) απαντήσεις καθώς για τις ελλείψεις απάντησης (δ/α) ενώ συμπληρώνεται και ο συντελεστής ευκολίας P, ο συντελεστής αξιοπιστίας r και ο συντελεστής διακρίσεως D της κάθε ερώτησης.....	49
Πίνακας 2: Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα στις σχολικές μονάδες. Οι απαντήσεις δίνονται ως επί τοις εκατό ποσοστά ως σωστές (Σ), λάθος (Λ), ενώ σημειώνεται και το ποσοστό εκείνο που δεν απάντησε σε κάθε ερώτημα (δ/α).....	55
Πίνακας 3: Ποσοστά απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ανά σχολική μονάδα.	56
Πίνακας 4: Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα ανά φύλο. Οι απαντήσεις δίνονται ως επί τοις εκατό ποσοστά ως σωστές (Σ), λάθος (Λ), ενώ σημειώνεται και το ποσοστό εκείνο που δεν απάντησε σε κάθε ερώτημα (δ/α).	65
Πίνακας 5: Ποσοστά απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ανά φύλο.	65
Πίνακας 6: Δείκτες αξιολόγησης της γραπτής δοκιμασίας που χρησιμοποιήθηκε. Δίνονται οι τιμές των δεικτών ευκολίας (P) και αξιοπιστίας (r) για κάθε ερώτημα ανά σχολείο και ανά φύλο.....	70

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος της παρούσας εργασίας, η οποία έχει τίτλο: «Μελέτη αφομοίωσης των εννοιών σχετικά με τις περιεκτικότητες διαλυμάτων από μαθητές Γυμνασίου», ήταν η διερεύνηση του κατά πόσον οι μαθητές Γυμνασίου μπορούν να κατανοήσουν τις έννοιες που σχετίζονται με την περιεκτικότητα διαλυμάτων. Επιπλέον, ένας ακόμη στόχος της παρούσας μελέτης είναι η διερεύνηση της πιθανής θετικής συμβολής των εργαστηριακών ασκήσεων στην κατανόηση των θεωρητικών εννοιών που σχετίζονται με την περιεκτικότητα των διαλυμάτων. Οι περιεκτικότητες των διαλυμάτων αποτελούν αντικείμενο διδασκαλίας τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η κατανόηση (και η εσφαλμένη αντίληψη) των μαθητών που σχετίζεται με τα χημικά διαλύματα στη χημεία έχει μελετηθεί για περισσότερο από δύο δεκαετίες. Ωστόσο, μέχρι τώρα τα δεδομένα που υπάρχουν πάνω στις παρανοήσεις μαθητών για τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων είναι ελλιπή.

Για την παρούσα μελέτη αρχικά συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο, με μια σειρά ερωτημάτων που σχετίζονται με την ύλη της Χημείας πάνω τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων της Γ' Γυμνασίου. Η διανομή των ερωτηματολογίων διεξήχθη από διδάσκοντες καθηγητές Χημείας στην Α' Λυκείου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση την εθελοντική συμμετοχή μαθητών της Α' τάξης του Λυκείου, στη αρχή της σχολικής χρονιάς.

Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν τρία σχολεία. Τα σχολεία που επιλέχθηκαν ανήκουν στον νομό Χαλκιδικής, στην δυτική Θεσσαλονίκη και στον νομό Μαγνησίας.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τους αγαπητούς συναδέλφους που συνέβαλλαν με τα ερωτηματολόγια παρέχοντας μου πολύτιμο υλικό για τη συγγραφή της εργασίας.

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

5.1 1.1 Η διδασκαλία της Επιστήμης στη σύγχρονη κοινωνία

Λόγω της αυξανόμενης πολυπλοκότητας της σύγχρονης κοινωνίας και της συνεχούς της εξάρτησης από τις καθαρές και εφαρμοσμένες επιστήμες σχεδόν σε κάθε πτυχή, η διδασκαλία της Επιστήμης στους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης αποκτά μεγαλύτερη σημασία (Hodson 1992), ενώ παράλληλα καθίσταται περισσότερο αναγκαία η ενσωμάτωση στοιχείων και δεδομένων στο γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητών (Armstrong 1973). Πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να έρθουν σε επαφή οι μαθητές και οι φοιτητές με την επιστήμη με τον καταλληλότερο τρόπο, ώστε να εξασφαλιστεί ότι θα την κατανοήσουν και θα την αποδεχθούν, αποφεύγοντας τη διαχρονική απέχθεια που συναντάται σε άτομα που διδάχθηκαν την επιστήμη με μη αποτελεσματικό ή ακατάλληλο τρόπο.

Μια προϋπόθεση που είναι απαραίτητη για την παραπάνω εκπλήρωση είναι η σχέση των επιστημονικών πτυχών που διδάσκονται με τα φαινόμενα που συμβαίνουν στην καθημερινή ζωή. Και αυτό διότι τότε η επιστήμη ασχολείται πραγματικά με τις πεποιθήσεις του μαθητή, οι οποίες έχουν αναπτυχθεί συγκεντρώνοντας άμεσες απλές παρατηρήσεις από το γύρω περιβάλλον κατά τη διάρκεια της πρώιμης ζωής τους (Osborne & Collins 2001). Ένα συνεπές και καλά σχεδιασμένο πρόγραμμα σπουδών θα πρέπει να στοχεύει στην εννοιολογική γνώση των μαθητών, αντλώντας διαθέσιμες πληροφορίες από προηγούμενες γνώσεις τους και κατασκευάζοντας τα κατάλληλα μοντέλα με τις πιο βολικές απλουστεύσεις, όπου απαιτείται, για την επίτευξη των καλύτερων δυνατών αποτελεσμάτων (Taber 2008).

Ένα τέτοιο αναλυτικό πρόγραμμα αναμένεται να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την πιο αποτελεσματική μετατροπή της καλής διδασκαλίας σε ολοκληρωμένη εννοιολογική γνώση και έτσι να προετοιμάσει τους μελλοντικούς ενήλικες για τη ζωή στις σύγχρονες, τεχνολογικά προηγμένες πολιτείες τους (Turner 2005). Τα αναλυτικά προγράμματα αναμένεται να τροποποιούνται όταν μεταβάλλονται οι απαιτήσεις της κοινωνίας για την εκπαίδευση, αλλά αυτό δεν είναι κάτι που πρέπει να συμβαίνει πολύ συχνά και σίγουρα όχι χωρίς προηγούμενη διεξοδική αξιολόγηση. Παράλληλα, η επίδραση του τρέχοντος αναλυτικού προγράμματος θα πρέπει να διερευνηθεί με τυποποιημένες διαδικασίες, όπως

η αξιολόγηση ερωτηματολογίων με περιεχόμενο που σχετίζεται με τους τομείς στους οποίους βασίζεται η διδασκαλία καθώς και η άμεση διερεύνηση των μοντέλων που αναπτύχθηκαν και εφαρμόστηκαν στη διδασκαλία από τους ίδιους τους εκπαιδευτικούς. Το αποτέλεσμα θα πρέπει να είναι ένα επικαιροποιημένο σχολικό πρόγραμμα το οποίο αναμένεται να περιλαμβάνει όλο το υλικό και τα επίπεδα παρουσίασής του ανάλογα με την ηλικία των μαθητών στους οποίους απευθύνεται σε κάθε βαθμίδα εκπαίδευσης (Taber 2008).

5.2 1.2 Η ανάγκη της εκπαίδευσης πάνω στην Επιστήμη της Χημείας

Η επιστήμη έχει καταστεί ουσιαστικό μέρος της εκπαίδευσης των παιδιών κατά τις τελευταίες δεκαετίες του 20ού αιώνα. Η χημεία ως ένα ολοκληρωμένο μέρος του σώματος της επιστήμης πρέπει να διδάσκεται και να διδάσκεται σωστά προκειμένου οι μαθητές να αποκτήσουν ένα σύνολο γνώσεων και να το ενσωματώσουν στις συνολικές επιστημονικές γνώσεις τους. Δυστυχώς, ο όρος «χημικό» έχει αποκτήσει τη φήμη του «επικίνδунου» και του εχθρικού για την υγεία δεδομένου ότι αναφέρεται καθημερινά σε άμεση σχέση με χημικά προϊόντα που προκάλεσαν ή είναι ικανά να προκαλέσουν προβλήματα υγείας σε άτομα που έρχονται σε επαφή μαζί τους και θεωρούνται ξένα προς το περιβάλλον και θα πρέπει να αποφεύγονται με κάθε κόστος. Το ευρύ κοινό δεν αναγνωρίζει ότι όλα όσα υπάρχουν στον υλικό κόσμο αποτελούνται από χημικές ενώσεις ανεξαρτήτως του χρήσιμου ή επικίνδунου χαρακτήρα τους. Δεν αναπτύσσεται η ιδέα ότι η Χημεία είναι μία από τις επιστήμες που ακολουθεί ορισμένους νόμους και κανόνες, φυσικούς και όχι ανθρώπινους, και ότι οι χημικοί προσπαθούν να κατανοήσουν αυτούς τους κανόνες με την πραγματοποίηση πειραμάτων, αναλύοντας υπαρκτές ουσίες και προσπαθώντας να συνθέσουν νέες μη-φυσικές που διαθέτουν καθορισμένες ιδιότητες. Είναι αυτά τα τεχνητά παραγόμενα υλικά που ονομάζονται "χημικά" σε μια προσπάθεια να τα διακρίνουν από τα υλικά που απαντώνται στη φύση και παρέχουν τη βάση για την τυφλή γενίκευση του όρου η οποία συμπεριλαμβάνει οτιδήποτε και όλα όσα έχουν ή θα μπορούσαν να έχουν επικίνδυνες συνέπειες αν χρησιμοποιηθούν.

Συνεπώς, ο καθηγητής Χημείας στο Γυμνάσιο πρέπει να ξεπεράσει μεγαλύτερες δυσκολίες από τους συναδέλφους του με τη Φυσική και τη Βιολογία, με την έννοια ότι πρέπει να καταπολεμήσει την παραπάνω προκατάληψη στην προσέγγισή του από τους νεαρούς μαθητές πριν τους περάσει τις πληροφορίες που σχετίζονται με τη Χημεία στην

καθημερινή ζωή και στον πολιτισμό, με πολλούς τρόπους μέσω των εφαρμογών της για παράδειγμα στην Ιατρική, τη Βιολογία και την Αρχαιολογία (Karageorgiou et al., 2015). Στις προσπάθειές του, ο Έλληνας δάσκαλος της Χημείας στοχεύει στον ορισμό της ως κεντρικής επιστήμης, όπως έχει γίνει σε αρκετές δυτικές χώρες ήδη.

1.3 Η Διδακτική

Ως Διδακτική ορίζεται η επιστήμη που μελετά τα θέματα που σχετίζονται με την διδασκαλία των μαθητών, από την οργάνωση του περιεχομένου, την παρουσίασή του, την αξιολόγηση του επιπέδου αφομοίωσης από τους μαθητές της προσφερόμενης γνώσης και τέλος της αξιολόγησης της όλης διαδικασίας με στόχο τη σταδιακή και συνεχή βελτίωσή της. Η Διδακτική αποτελεί έναν κλάδο της γενικότερης επιστήμης της παιδαγωγικής, η οποία εμφανίστηκε αρχικά κατά τον 17^ο αιώνα, με το πέρας του Μεσαίωνα, όταν η πλειοψηφία του λαού αρχίζει να αναζητά την γνώση που μέχρι τότε ήταν προνόμιο μελών της άρχουσας τάξης και του ιερατείου. Η «Διδακτική» ως όρος χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον Ratke, το 1612, όταν διακήρυξε σε ένα συνέδριο ότι κατέχει την τέχνη να «διδάξει τους πάντες». Η διαμόρφωση του θεωρητικού υποβάθρου της διδακτικής καθώς και η συστηματοποίηση της επιστήμης της διδακτικής ξεκίνησε το 1806 από τον Γερμανό παιδαγωγό Herbart, ο οποίος με την «Γενική Παιδαγωγική» καθιερώνει πλέον τη διδακτική ως ιδιαίτερο επιστημονικό κλάδο (Γιούρη-Γσοχατζή Α., Μανουσάκης 2000, Ακρίβος 2012).

Η Διδακτική μπορεί να διακριθεί σε Γενική Διδακτική και Ειδική Διδακτική. Ως Γενική Διδακτική, ορίζεται η Διδακτική που αναφέρεται στους τρόπους που εξυπηρετούν τη μάθηση γενικότερα και όχι στη διδασκαλία ενός συγκεκριμένου γνωστικού αντικειμένου. Σκοπός της Γενικής Διδακτικής είναι η επίτευξη της μάθησης οποιουδήποτε αντικειμένου, με οποιαδήποτε διαθέσιμη μέθοδο διδασκαλίας και με την έννοια αυτή σχετίζεται άμεσα με την οργάνωση και παρουσίαση του περιεχομένου της διδασκαλίας, όχι όμως με το περιεχόμενο αυτό καθεαυτό.

Η Ειδική Διδακτική στηρίζεται στις γενικές αρχές της Γενικής, τις εφαρμόζει και διαμορφώνει μεθοδικά τη διδασκαλία του κάθε συγκεκριμένου μαθήματος ανάλογα την φύση του καθώς και τις ιδιαιτερότητες του συνόλου των ανθρώπων στους οποίους απευθύνεται η διδασκαλία. Ως εκ τούτου, στην Ειδική διδακτική δίνεται προτεραιότητα στο περιεχόμενο το οποίο πρέπει να διδαχθεί όπως επίσης και στην αξιολόγηση πιθανών διαφορετικών επιμέρους αντικειμένων, με σκοπό να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση

της διδασκαλίας. Η παραπάνω λογική στη διδασκαλία θεωρείται κεντρική στη σύγχρονη εποχή, κυρίως στους Ευρωπαίους (Spranger, Nohl, Flitner, Weniger, Litt, και κυρίως Klafki), με πιο σύγχρονη εξέλιξη την χαρακτηριζόμενη ως κριτική εποικοδομητική διδακτική, κατά την οποία δίνεται προτεραιότητα στην ουσία της διδακτικής σε σχέση με τη μεθοδολογία, δηλαδή ισοδύναμα, στο τι πρέπει να διδαχθεί σε σχέση με το πώς θα διδαχθεί (Zierer et al. 2012).

1.4 Η Διδακτική της Χημείας

Στην Ειδική Διδακτική (ειδικότερα δε στη διδακτική των επιστημών) εντάσσεται και η Διδακτική της Χημείας, η οποία πραγματεύεται ό,τι σχετίζεται με την οργάνωση, παρουσίαση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας. Η Διδακτική της Χημείας μελετά την εφαρμογή σύγχρονων παιδαγωγικών μεθόδων στη διδασκαλία του μαθήματος της Χημείας, σε κάθε επίπεδο και σε κάθε επιμέρους αντικείμενο. Επιπλέον, ερευνά και πειραματίζεται επάνω σε νέες μεθόδους διδασκαλίας, είτε αυτές σχετίζονται με τον τρόπο παρουσίασης των επιστημονικών δεδομένων με τη χρήση κάποιου εξελιγμένου ή συνδυασμού από οπτικοακουστικά μέσα είτε με τη δημιουργία των αλγορίθμων και των προγραμμάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία του παραπάνω υλικού.

Τα τελευταία χρόνια πραγματοποιείται συστηματική έρευνα πάνω στη διδακτική των φυσικών επιστημών στις οποίες ανήκει και η διδακτική της Χημείας. Κάποια από τα θέματα τα οποία διερευνώνται στη Διδακτική της Χημείας είναι (Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης 2000, Ακρίβος 2012):

- η εφαρμογή νέων πειραματικών μεθόδων διδασκαλίας
- η μελέτη των παρανοήσεων των μαθητών σε βασικά θέματα χημείας
- η ανάπτυξη μεθόδων για καλύτερη κατανόηση δυσνόητων εννοιών
- η ανάπτυξη μεθόδων εποικοδομητικής αξιολόγησης
- η ανάπτυξη μεθοδολογίας επίλυσης προβλημάτων
- η περιβαλλοντική αγωγή
- η χρήση σύγχρονων εκπαιδευτικών τεχνολογιών και πολυμέσων κ.α.

Η διδακτική της Χημείας θεωρείται διεπιστημονικός κλάδος. Η Φιλοσοφία και η Ιστορία της Χημείας παρέχουν τρόπους σκέψης ώστε να αναλυθεί η φύση της Χημείας και η συγκεκριμένη συνεισφορά της Χημείας στην κατανόηση του “κόσμου”, για παράδειγμα της φύσης και της τεχνολογίας. Η Παιδαγωγική και η Ψυχολογία παρέχουν τα μέσα για να κρίνουμε αν ένα συγκεκριμένο θέμα αξίζει να διδαχθεί καθώς και να διεξάγουμε διάφορες εμπειρικές έρευνες για το αν το θέμα αυτό μπορεί να γίνει κατανοητό από τους μαθητές. Επίσης, κάποιο ρόλο παίζουν και άλλες επιστήμες όπως η Γλωσσολογία η οποία παρέχει τις βάσεις για την ανάλυση της συζήτησης στην τάξη, ή για την προσέγγιση της Χημείας ως εισαγωγή σε μια νέα γλώσσα, η Κοινωνιολογία και η Ανθρωπολογία (Σάλτα 2007).

Είναι ακόμη αξιοσημείωτο, πώς οι χημικοί εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι σε θέση να χρειάζονται ένα ευρύ φάσμα δεξιοτήτων για να μυήσουν τους μαθητές στη Χημεία, καθώς δεν αρκεί μόνο η καλή γνώση της Χημείας για να την διδάξουν. Για τη διδασκαλία της Χημείας απαιτείται μία στοιχειώδης γνώση της φύσης της Χημείας, η οποία παρέχεται από τη Φιλοσοφία και την Ιστορία της Χημείας, σε συνδυασμό με την εξοικείωση στις πρόσφατες μεθόδους αποτελεσματικής διδασκαλίας και μάθησης που προσφέρονται από την παιδαγωγική και την ψυχολογία. Η Ιστορία της Χημείας, για παράδειγμα, εκτός από το υλικό που είναι διαθέσιμο σε μεγάλο εύρος πηγών, εντύπων ή ηλεκτρονικών σχετικά με τις βιογραφίες επιστημόνων ή την ανακάλυψη ή διευκρίνιση ουσιών και διαδικασιών, παρέχει ένα μέτρο της πορείας για την εξέλιξη ιδεών σχετικά με βασικά σημεία της επιστήμης. Θεωρείται ευρέως πως η ιστορική πορεία της εξέλιξης των ιδεών σχετικά με επιστημονικά αντικείμενα, είναι η βάση για την οικοδόμηση μιας διαδικασίας διδασκαλίας, καθώς η διαδικασία απόκτησης και οικοδόμησης γνώσης δεν περιορίζεται σε χώρο και χρόνο. Το ενδιαφέρον που δημιουργείται στους μαθητές για τη διερεύνηση του είδους των αντιλήψεων που είχαν για ορισμένες έννοιες συγκεκριμένοι χημικοί του παρελθόντος, οδηγεί στη διεύρυνση της διεπιστημονικότητας του αντικειμένου. Με αυτόν τον τρόπο, δύναται η πραγματοποίηση μελετών (τύπου project) πάνω στην πορεία των αντιλήψεων γύρω από το άτομο, τον χημικό δεσμό, τη χημική ισορροπία, τη μοριακή γεωμετρία κλπ από τους αρχαίους χρόνους, στους μέσους, στην αναγέννηση των επιστημών και τέλος στον 19^ο και 20^ο αιώνα.

1.5 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διδασκαλία της Χημείας

1.5.1 Διδακτικοί στόχοι-δημιουργία κινήτρων

Οι διδακτικοί στόχοι ενός δασκάλου χημείας είναι οι γνώσεις οι ικανότητες και οι δεξιότητες που πρέπει να αποκτηθούν από τους μαθητές. Οι στόχοι αυτοί θα μπορούσαν να είναι **γνωστικοί** (σχετίζονται με νοητικές διαδικασίες), **συναισθηματικοί** (σχετίζονται με συναισθήματα) και **ψυχοκινητικοί** (σχετίζονται με δεξιότητες χειρισμού οργάνων ή συσκευών). Ο δάσκαλος θα πρέπει να επεξηγήσει στους μαθητές τους στόχους αυτούς, αφού εξασφαλίσει ότι οι στόχοι αυτοί είναι μέσα σε λογικά πλαίσια και σε συμφωνία με την ηλικία και το νοητικό επίπεδο των μαθητών του. Ακόμη, είναι απαραίτητο να δίνονται κίνητρα στους μαθητές καθώς η συνειδητή μελέτη κάνει τη μάθηση ευκολότερη και συμβάλει στη διατήρηση της νέας γνώσης και στην ορθολογική ενσωμάτωσή της στο γνωστικό υπόβαθρο του μαθητή, ενώ η παθητική αποδοχή αναστέλλει τις παραπάνω διαδικασίες.

Τα προαναφερθέντα κίνητρα, που μπορούν να θεωρηθούν ως κάποιου είδους ανταμοιβή, χαρακτηρίζονται ως εξωγενή. Στα εξωγενή κίνητρα περιλαμβάνεται η επιβράβευση, δηλαδή η εξασφάλιση κάποιου μικροθαυμασμού από τους συμμαθητές, οι έπαινοι από τους δασκάλους, η πιθανή αποφυγή κάποιας τιμωρίας και η ικανοποίηση των γονέων. Ως ενδογενή κίνητρα νοούνται αυτά που σχετίζονται με το άτομο στο οποίο εφαρμόζονται και αφορούν την ικανοποίηση της περιέργειας, του ενδιαφέροντος του παιδιού και η χαρά της επιτυχίας.

1.5.2 Ο δάσκαλος της Χημείας

Ένας καλός δάσκαλος χημείας οφείλει να χαρακτηρίζεται από την αγάπη για τη δουλειά του, την αγάπη για τα παιδιά καθώς και από την πλήρη και εμπειριστατωμένη γνώση του αντικειμένου που διδάσκει. Επιπλέον, ένας καλός δάσκαλος πρέπει να είναι συνεπής στις υποχρεώσεις του, σοβαρός και δίκαιος. Πρέπει να έχει τη δυνατότητα να διδάξει στους μαθητές τρόπους να μαθαίνουν. Έπειτα, ο δάσκαλος πρέπει προσαρμόζει τη συμπεριφορά του ανάλογα με την περίπτωση, να προγραμματίζει με ευελιξία το κάθε μάθημα ώστε να υπάρχουν εναλλαγές, να χρησιμοποιεί διάφορα εποπτικά μέσα διδασκαλίας (εφόσον είναι διαθέσιμα) που να έχει τη δυνατότητα να τα χειρίζεται με άνεση. Ακόμη, θα πρέπει να προετοιμάζει και να εκτελεί με την απαιτούμενη ακρίβεια και

παίρνοντας υπόψη όλους τους κανόνες ασφαλείας για τον ίδιο και τους μαθητές του, πειράματα χημείας, όσο γίνεται περισσότερα, ώστε να διεγείρει το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα. Η διδασκαλία του ακόμη, πρέπει να μην είναι ξεκομμένη από την πραγματικότητα, αλλά να συσχετίζεται με καθημερινά γεγονότα.

Επίσης, καλό θα ήταν ο δάσκαλος να μην μένει αδιάφορος στις εμπειρίες των μαθητών, να επικοινωνεί μαζί τους και να εκμεταλλεύεται τα ενδιαφέροντα τους. Τέλος ένας καλός δάσκαλος θα πρέπει να εμφυσήσει την αγάπη για την επιστήμη, καταδεικνύοντας την χρησιμότητά της στην καθημερινή ζωή μάλλον, παρά επιδεικνύοντας κάποια τρυκ ή εφέ που συχνά στερούνται θεωρητικού υποβάθρου ή δεν σχετίζονται με κάποιες βασικές αρχές της επιστήμης.

1.5.3 Το αναλυτικό πρόγραμμα

Ο κεντρικός άξονας γύρω από τον οποίο πρέπει να κινείται η διδασκαλία ενός μαθήματος δίνεται από το «αναλυτικό πρόγραμμα». Το αναλυτικό πρόγραμμα πρέπει να είναι προϊόν προσεκτικής μελέτης και συλλογικής δουλειάς ομάδας δασκάλων με πείρα στη διδασκαλία της χημείας, προερχόμενοι από όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης, οι οποίοι λαμβάνουν υπόψιν τις βασικές αρχές της παιδαγωγικής. Τα αναλυτικά προγράμματα όλων των τάξεων πρέπει να γίνουν από τη ίδια ομάδα, ώστε η κεντρική φιλοσοφία να είναι η ίδια (Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης 2000). Οι κύριοι στόχοι ενός καλού αναλυτικού προγράμματος είναι η προσωπική μόρφωση, η κατανόηση κοινωνικών προβλημάτων και η ακαδημαϊκή προετοιμασία. Τέλος, ένα πρότυπο αναλυτικό πρόγραμμα για τη διδασκαλία της χημείας, πρέπει να επισημαίνει πως η χημεία έχει άμεση σχέση με την καθημερινή ζωή, να δίνει έμφαση στην επιστημονική σκέψη και μεθοδολογία, να προτρέπει τη δημιουργική εργασία, να αποβλέπει στην άσκηση των μαθητών στην παρατήρηση και το πείραμα και να προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών για επιστημονική έρευνα.

Ακόμη, υπάρχει η ανάγκη συσχέτισης των αναλυτικών προγραμμάτων των επιστημών, ώστε να μην υπάρχουν πρωθύστερα και, κυρίως, για να υπάρχει κοινή «γλώσσα» όσον αφορά τα ίδια αντικείμενα όταν πραγματεύονται από διαφορετικές επιστήμες. Χαρακτηριστική περίπτωση αποτελεί η συσχέτιση μεταξύ Χημείας και Βιολογίας κυρίως με τη μορφή χημικής ερμηνείας βιολογικά σημαντικών φαινομένων. Ένα αξιοσημείωτο παράδειγμα παρερμηνείας μεταξύ των δύο επιστημών είναι η καταγεγραμμένη πεποίθηση των μαθητών ότι τα άτομα είναι σαν κύτταρα με μεμβράνη και

πυρήνα και μπορούν να αναπαραχθούν με διχοτόμηση του πυρήνα (Wheeler & Kass 1978, Horton 2007). Η κατάσταση περιπλέκεται περαιτέρω, δεδομένου ότι οι δύο επιστημονικοί τομείς έχουν διαφορετικούς βασικούς προσανατολισμούς και διαφορετικούς στόχους, γεγονός που δημιουργεί αρκετές ασυνέπειες όσον αφορά την πολύ αναγκαία κοινή επιστημονική γλώσσα. Απαιτείται μια κοινή επομένως επιστημονική γλώσσα, ώστε οι νέοι μαθητές να κατανοήσουν την ενότητα της Επιστήμης και την διεπιστημονικότητα των "ξεχωριστών επιστημών" στις οποίες εισάγονται (Karageorgiou et al., 2015).

1.5.4 Διδακτικό σύγγραμμα

Το σωστό αναλυτικό πρόγραμμα αποτελεί προϋπόθεση για τη συγγραφή ενός διδακτικού βιβλίου Χημείας. Στόχος του βιβλίου διδασκαλίας πρέπει να είναι η ενεργητική συμμετοχή του μαθητή και όχι η προτροπή σε απομνημόνευση. Τα χρησιμοποιούμενα παραδείγματα θα πρέπει να είναι εύστοχα και σε απλή και κατανοητή γλώσσα. Έπειτα, η διάταξη της ύλης πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά ώστε η μια ενότητα να είναι συνέχεια της άλλης. Θα πρέπει να αποφεύγονται οι άσκοπες μακροσκελείς περιγραφές, δίχως να παραλείπεται όμως η αναφορά στην προϊστορία κάποιου επιτεύγματος. Επιπλέον, καλό θα ήταν να υπάρχουν ερωτήσεις οι οποίες προέρχονται απ' όλο το κεφάλαιο, ώστε μ' αυτές να γίνεται μια πλήρης επανάληψη των μαθημάτων (Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης 2000). Απαραίτητα ακόμη κρίνονται και τα προβλήματα, όπου η έμφαση πρέπει να δίνεται στο χημικό κομμάτι και όχι στο μαθηματικό. Η διαβάθμιση των ερωτήσεων και των προβλημάτων πρέπει να είναι σταδιακή, ξεκινώντας από τα πολύ απλά και μεταβαίνοντας στα σύνθετα, έτσι ώστε το σύνολο των μαθητών να μπορεί να παρακολουθήσει την εξέλιξη τους και να έχει τη δυνατότητα να προσπαθήσει για την επίλυση των «πιο δύσκολων» ασκήσεων.

Τέλος, ένα καλό σύγγραμμα θα πρέπει να δίνει αφορμές για αυτενέργεια του μαθητή, προτροπή δηλαδή για αναζήτηση περαιτέρω πληροφοριών σε εγκυκλοπαίδειες και άλλα συγγράμματα, ή ακόμη και την πραγματοποίηση συγκεκριμένων, όχι αναγκαστικά εκτενών ή εξεζητημένων, πειραμάτων.

1.5.5 Χρόνος διδασκαλίας

Ο χρόνος που διατίθεται για τη διδασκαλία της χημείας θα πρέπει να είναι αρκετός, ώστε να επιτρέπει στον εκάστοτε διδάσκοντα να διανθίσει το μάθημα με γεγονότα που κεντρίζουν το ενδιαφέρον των μαθητών. Είναι γεγονός ότι το άγχος του χρόνου, όταν αυτός είναι ελλιπής, αναγκάζει τον καθηγητή να κάνει το μάθημα με μορφή διάλεξης και τους μαθητές να καταφεύγουν στην αποστήθιση, καθώς ο καθηγητής είναι αναγκασμένος, με βάση το αναλυτικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα που έχει εγκρίνει και υιοθετεί το Υπουργείο, να ακολουθεί πιστά την ύλη του βιβλίου (Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης 2000). Τέλος, είναι θεμιτό το μάθημα της Χημείας να διδάσκεται σε συνεχόμενα δίωρα (εφόσον προβλέπονται δύο ώρες εβδομαδιαίως για τη διδασκαλία του), καθώς με αυτό τον τρόπο δίνεται μια σχετική άνεση για διεξαγωγή πειραμάτων.

Κεφάλαιο 2 - Παρανοήσεις μαθητών

6.1 2.1 Εναλλακτικές ιδέες-Παρανοήσεις

Σύμφωνα με τους σημαντικότερους αναπτυξιακούς ψυχολόγους, τους Piaget και Vygotsky, καθώς και το μοντέλο επεξεργασίας πληροφοριών (το κυριότερο θεωρητικό πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας στη γνωστική ψυχολογία), κατά τη μάθηση η γνώση δεν μεταβιβάζεται από το ένα άτομο στο άλλο, αλλά το κάθε διακριτό άτομο οικοδομεί, με τη δική του μεθοδολογία, την προσωπική του γνώση. Η οικοδόμηση της γνώσης ξεκινά με βασικό άξονα οτιδήποτε είναι ήδη γνωστό στο άτομο και συντελείται ακόμη με εσωτερικές γνωστικές διαδικασίες, οι οποίες εξαρτώνται από ερεθίσματα του περιβάλλοντος, καθώς και από κοινωνικοπολιτισμικούς παράγοντες οι οποίοι προκαλούν τα παραπάνω ερεθίσματα ή συμβάλλουν σημαντικά στην αξιολόγηση και διευκρίνισή τους (Βοσνιάδου 1998).

Αποτέλεσμα της μάθησης αποτελούν τα νοητικά μοντέλα του πραγματικού κόσμου, τα οποία χρησιμοποιούνται στην επίλυση προβλημάτων. Τα μοντέλα αυτά, ενδέχεται να είναι καθορισμένα ορθά ή ελλιπώς. Και στις δύο περιπτώσεις, τα μοντέλα τροποποιούνται και βελτιώνονται, καθώς το άτομο συνεχίζει να μαθαίνει. Στην περίπτωση που τα νοητικά μοντέλα των μαθητών καταλήγουν σε διαφορετική κατανόηση των καταστάσεων σε σχέση με την επιστημονικά κυρίαρχη, οι ιδέες των μαθητών ορίζονται από τους ερευνητές ως: (Ραβάνης 2016)

→ διαισθητικές ιδέες (intuitive notions), όπου δηλώνεται η καταγωγή των ιδεών,

→ αντιλήψεις (conceptions), όπου υπαινίσσεται η γενικότητα χρήσης των ιδεών αυτών,

→ εναλλακτικές αντιλήψεις (alternative conceptions) ή παρανοήσεις (misconceptions), όπου δίνεται έμφαση στη διαφορά μεταξύ των ιδεών των μαθητών και της αποδεκτής επιστημονικής άποψης. Οι αντιλήψεις αυτές, περιγράφουν ένα είδος εννοιολογικής δυσκολίας που αντιμετωπίζει ο μαθητής. Οι παρανοήσεις εμποδίζουν αναπόφευκτα την προσπάθεια του μαθητή να αφομοιώσει τη νέα, επιστημονικώς ορθή γνώση. Σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται η αναδιοργάνωση των νοητικών μοντέλων, που ήδη υπάρχουν, με στόχο να διορθωθούν οι παρανοήσεις, ενώ ταυτόχρονα απαιτείται η επέκταση των μοντέλων ώστε να συμπεριληφθούν οι νέες έννοιες. Επόμενα λοιπόν, η μάθηση αναφέρεται συχνά ως διαδικασία εννοιολογικής αλλαγής. Όπως γίνεται αντιληπτό, η αλλαγή αυτή δεν

μπορεί να είναι ούτε απότομη ούτε αυτόματη. Έχει τεκμηριωθεί πως οι προϋπάρχουσες αντιλήψεις επιμένουν να διατηρούνται σε ενήλικα άτομα, συχνά αφού αυτά έχουν περάσει αρκετό χρονικό διάστημα σε επαφή με ικανούς δασκάλους και έχουν δεχθεί επανειλημμένως τα ερεθίσματα ώστε να ανακαλύψουν την επιστημονικώς ορθή αντίληψη, ανεξαρτήτως της αποδοχής ή όχι του μοντέλου του εποικοδομητισμού ως μέσου διδασκαλίας. Επιπλέον, η διαδικασία αυτή είναι ιδιαίτερη για κάθε άτομο-μαθητή, καθώς η προϋπάρχουσα αντίληψη έχει προσληφθεί και επεξεργαστεί διαφορετικά από τον καθένα, ακόμη και στην περίπτωση που η παρανόηση είναι κοινή σε μεγάλο αριθμό μαθητών. Ακόμη, η διαδικασία της αναίρεσης είναι κάτι σύνθετο που ενδεχομένως να έχει διαφορετικές μορφές κατά περίπτωση. Μπορεί δηλαδή να πρόκειται για μια ριζική αναθεώρηση των προηγούμενων αντιλήψεων, ή την προσθήκη κάποιων νέων στοιχείων και κυρίως μαθηματικών εξισώσεων, πάνω στον προϋπάρχοντα κορμό αντιλήψεων, η οποία σταδιακά και μόνο σε ένα βαθμό αντισταθμίζουν τον λανθασμένο χαρακτήρα του. Επομένως, η αναίρεση των δοξασιών των μαθητών αποτελεί χρονοβόρα εργασία, ενώ οι πιθανότητες επιτυχίας της εξαρτώνται τόσο από τη γνώση του δασκάλου, όσο και από τη διάθεσή και προσωπικότητά του (η οποία αντανακλά την εμπιστοσύνη που έχει κερδίσει από τους μαθητές του), καθώς και από τον διαθέσιμο διδακτικό χρόνο, ο οποίος είναι αρκετά περιορισμένος, σύμφωνα με τα τρέχοντα εκπαιδευτικά προγράμματα της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

6.2 2.2 Χαρακτηριστικά των μαθητών που οδηγούν σε παρανοήσεις

Κατά τη διδασκαλία της Χημείας οι μαθητές καθοδηγούνται έτσι ώστε να αντιληφθούν φαινόμενα και πειραματικές καταστάσεις με τους ιδιαίτερους τρόπους που τα αντιλαμβάνονται οι επιστήμονες. Η διαδικασία αυτή οδηγεί στη δόμηση νοητικών μοντέλων για οντότητες που δεν γίνονται άμεσα αντιληπτές, όπως είναι για παράδειγμα τα σωματίδια της ύλης. Η μοντελοποίηση είναι όμως μία σύνθετη διαδικασία που απαιτεί από τους μαθητές τη νοητική κατασκευή και χρήση ορισμένων **οντοτήτων** (Ραβάνης 2016). Οι οντότητες αυτές μπορεί να είναι σύνολα αντικειμένων ή συστήματα, τα οποία πρέπει να περιγραφούν με ακριβείς τρόπους χρησιμοποιώντας ορισμένες παραμέτρους (π.χ. μάζα, θερμοκρασία, χημική ένωση) και να εξηγηθούν με βάση την **αλληλεπίδραση** ανάμεσα στις παραμέτρους, με περιγραφή των μεταξύ τους σχέσεων (π.χ. θερμότητα, χημική αντίδραση).

Για τη δόμηση τέτοιων πολύπλοκων μοντέλων, απαιτείται σημαντική προσπάθεια από τους μαθητές, η οποία συνήθως παίρνει χρόνο.

Σύμφωνα με τους ερευνητές της διδακτικής, η δημιουργία των παρανοήσεων από τους μαθητές κατά τη διαδικασία δόμησης επιστημονικών μοντέλων, έχει να κάνει, με ορισμένα χαρακτηριστικά αυτών όπως (Σάλτα 2011):

- **Την κυριαρχούμενη σκέψη από την αισθητηριακή αντίληψη.** Κατά την αντιμετώπιση ενός προβλήματος από τους μαθητές, η κυρίαρχη τάση είναι η λύση με βάση τα παρατηρούμενα χαρακτηριστικά.
- **Την περιορισμένη εστίαση.** Είναι γεγονός πως οι μαθητές επικεντρώνονται σε περιορισμένες όψεις μιας δεδομένης κατάστασης και εξηγούν τα φαινόμενα κυρίως με όρους απόλυτων ιδιοτήτων, οι οποίες αποδίδονται σε αντικείμενα, και σε μικρότερο βαθμό με όρους αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία κάποιου συστήματος. Για παράδειγμα, η αντίδραση της καύσης ερμηνεύεται από τους μαθητές ως ιδιότητα αυτής της ίδιας της ουσίας, η οποία εκδηλώνεται με ή χωρίς την παρουσία του οξυγόνου, και όχι ως αλληλεπίδραση μεταξύ της καιγόμενης ουσίας και του οξυγόνου.
- **Την εστίαση περισσότερο σε αλλαγές, και όχι σε σταθερές καταστάσεις.** Οι μαθητές συνήθως εστιάζουν την προσοχή τους σε ακολουθίες γεγονότων ή σε μεταβολές καταστάσεων με το χρόνο. Δηλαδή τείνουν να εστιάζουν σε παροδικές (μεταβαλλόμενες) καταστάσεις ενός συστήματος, και σε μικρότερο βαθμό σε καταστάσεις ισορροπίας, καθώς στις τελευταίες δεν υπάρχει μεταβολή με το χρόνο.
- **Τον γραμμικό αιτιώδη συλλογισμό.** Οι συλλογισμοί των μαθητών τείνουν να ακολουθούν μια γραμμική αιτιώδη ακολουθία, όταν αυτοί εξηγούν αλλαγές. Υιοθετούν δηλαδή μια **αιτία** που παράγει μια αλληλουχία **αποτελεσμάτων** ως μια ακολουθία εξαρτώμενη από το χρόνο. Αυτό έχει ως συνέπεια οι διαδικασίες, τις οποίες ένας επιστήμονας βλέπει ως αντιστρεπτές, να μην αντιμετωπίζονται απαραίτητα με αυτόν τον τρόπο από τους μαθητές. Παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι οι μαθητές μπορούν να καταλάβουν ότι η απορρόφηση ενέργειας μπορεί να αλλάξει ένα στερεό σε ένα υγρό, αλλά δεν μπορούν να εκτιμήσουν τι συμβαίνει όταν το υγρό μετατρέπεται σε στερεό.
- **Τις έννοιες που δεν διαχωρίζονται.** Οι μαθητές χρησιμοποιούν έννοιες, στις οποίες δίνουν διαφορετικές σημασίες, σε σημαντικό βαθμό πιο εκτεταμένες από αυτές που δίνουν οι επιστήμονες. Το γεγονός ότι οι ερμηνείες που δίνουν οι μαθητές σε έννοιες

είναι πιο περιεκτικές και σφαιρικές από αυτές που δίνουν οι επιστήμονες, έχει ως αποτέλεσμα, σε μερικές περιπτώσεις, οι μαθητές να διολισθαίνουν από τη μία σημασία στην άλλη, χωρίς απαραίτητα να το συνειδητοποιούν. Για παράδειγμα, οι μαθητές χρησιμοποιούν εναλλακτικά τις έννοιες μάζα, βάρος και πυκνότητα χωρίς να διακρίνουν τη σημασία τους.

- **Την εξάρτηση από το πλαίσιο.** Συχνά, χρησιμοποιούνται διαφορετικές ιδέες από τους μαθητές για την ερμηνεία «παρόμοιων» καταστάσεων, τις οποίες ένας επιστήμονας θα εξηγούσε με τον ίδιο τρόπο. Η συλλογιστική που θα ακολουθήσουν οι μαθητές εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, δηλαδή το πλαίσιο της κατάστασης. Κατά τη διερεύνηση των παρανοήσεων των μαθητών, σημαντική δυσκολία παρουσιάζει η επινοήση τρόπων για ανίχνευση της σκέψης των μαθητών. Δηλαδή κατά πόσο οι απαντήσεις των μαθητών προέρχονται από ιδέες που συγκροτούν ένα ενιαίο σύνολο στη σκέψη τους ή παράγονται με έναν ειδικό τρόπο, ως απόκριση του μαθητή στην πίεση να απαντήσει σε ένα ερώτημα.

6.3 2.3 Παρανοήσεις μαθητών-φοιτητών στη χημεία

Η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία και ό,τι κάνουν οι μαθητές με τα γεγονότα και τις ιδέες τα οποία έχουν παρουσιαστεί, εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από αυτό που ήδη σκέφτονται και πιστεύουν. Η ικανότητα αναγνώρισης και διερεύνησης αυτών των ιδεών και αντιλήψεων που κατέχουν οι μαθητές είναι επομένως ένα βασικό στοιχείο μιας αποτελεσματικής εκπαιδευτικής στρατηγικής. Οι Mulford και Robinson (2002) εξέφρασαν το πρόβλημα ως εξής:

Οι παρανοήσεις παίζουν μεγαλύτερο ρόλο στη μάθηση της χημείας από την απλή παραγωγή ανεπαρκών εξηγήσεων σε ερωτήσεις. Οι μαθητές συνειδητά ή υποσυνείδητα κατασκευάζουν τις έννοιές τους ως εξηγήσεις για τη συμπεριφορά, τις ιδιότητες ή τις θεωρίες που βιώνουν. Πιστεύουν ότι οι περισσότερες εξηγήσεις είναι σωστές επειδή αυτές οι εξηγήσεις έχουν νόημα από την άποψη της κατανόησης της συμπεριφοράς του κόσμου γύρω τους. Συνεπώς, αν οι μαθητές συναντήσουν νέες πληροφορίες που αντιβαίνουν τις διαφορετικές τους αντιλήψεις, μπορεί να είναι δύσκολο για αυτούς να αποδεχθούν τις νέες πληροφορίες, καθώς φαίνονται ως λανθασμένες. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, οι νέες πληροφορίες μπορούν να αγνοηθούν, να απορριφθούν, να μην γίνουν πιστευτές, να

θεωρηθούν άσχετες, να εξεταστούν σε μεταγενέστερο χρόνο, να ερμηνευθούν υπό το πρίσμα των σημερινών θεωριών του μαθητή ή να γίνουν αποδεκτές από το μαθητή.

Εάν παρουσιάζονται μη συμβατές νέες πληροφορίες σε μια μαθησιακή κατάσταση όπου ο σπουδαστής ανταμείβεται (με βαθμούς) για να τις θυμηθεί, οι πληροφορίες μπορεί να απομνημονευθούν με στόχο να κερδίσουν την βαθμολογική ανταμοιβή, αλλά είναι πιθανό να ξεχαστούν γρήγορα επειδή δεν έχουν νόημα (Horton 2007).

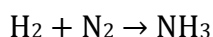
Οι παρανοήσεις στη χημεία, όπως και στη φυσική, είναι εξαιρετικά συνηθισμένες. Οι συγγραφείς που αναφέρουν την εξέλιξη των παρανοήσεων περιγράφουν μια ταχεία εξέλιξη των θεμελιωδών ιδεών για τη χημεία μεταξύ των ηλικιών 6 και 12, και πολύ αργές αλλαγές μετά από αυτήν την ηλικία, παρά την εντατική διδασκαλία στη χημεία. Οι διαφορετικές αντιλήψεις που υπάρχουν στην ηλικία των 12 ετών είναι πιθανό να παραμείνουν μέχρι την ηλικία των 18 ή και σε όλη τους τη ζωή. Για παράδειγμα, οι Ahtee και Varjoli (1998) διαπίστωσαν ότι περίπου το 10% των μαθητών γυμνασίου στη Φινλανδία δεν κατάφερε να διακρίνει τη διαφορά μεταξύ ουσιών και ατόμων. Το ίδιο ποσοστό των μαθητών λυκείου και φοιτητών έκανε το ίδιο λάθος!

Ο Bodner (1991, 1992) και ο Birk (1999) τεκμηριώνουν την παραμονή των στοιχειωδών παρανοήσεων σε πανεπιστημιακό επίπεδο. Ο Bodner (1991) ανέφερε ότι το 30% των εισερχόμενων μεταπτυχιακών φοιτητών στη χημεία, λαμβάνοντας υπόψη τις φυσαλίδες σε νερό που είχε βράσει για πάνω από μία ώρα, δεν κατάφερε να τις αναγνωρίσει ως υδρατμούς, και ένα 20% ανέφεραν ότι περιείχαν αέρα και/ή οξυγόνο. Ακόμη, κανείς δεν μπόρεσε να περιγράψει σωστά την αντίδραση μεταλλικού νατρίου με αέριο χλώριο για το σχηματισμό Na^+Cl^- . Μεταξύ των σχολίων του ήταν και το εξής: "Η έρευνα που γίνεται για να προσδιοριστούν οι έννοιες που δημιουργούνται κατά την πρώτη έκθεση στη χημεία είναι σημαντική ... διότι οι παρερμηνείες που χτίζονται είναι τόσο ανθεκτικές στις οδηγίες που ένα σημαντικό ποσοστό του πληθυσμού ακόμα και μετά τις 900 ώρες εργαστηρίου και διαλέξεων τις διατηρεί".

Οι Lewis et al., (1994) μελέτησαν εναλλακτικές αντιλήψεις για τη θερμοδυναμική σε μαθητές γυμνασίου, μαθητές λυκείου, φοιτητές και μια ομάδα "ειδικών" που κατέχουν εξειδικευμένες γνώσεις σε διάφορες επιστήμες. Διαπίστωσαν ότι όλοι είχαν παρόμοιες παρανοήσεις σχετικά με τον φυσικό κόσμο. Μόνο ανάμεσα σε κατόχους διδακτορικού, η συχνότητα των παρερμηνειών ήταν σημαντικά χαμηλότερη. Αυτές οι παρανοήσεις αποτελούν το πνευματικό πλαίσιο, πάνω στο οποίο οι μαθητές χτίζουν όλες τις

μεταγενέστερες γνώσεις. Οι νέες πληροφορίες και ιδέες που λαμβάνουν οι μαθητές ερμηνεύονται και αναδιαμορφώνονται για να χωρέσουν σε αυτό το πλαίσιο. Οι σπουδαστές συχνά αποκτούν μια σημαντική ικανότητα επίλυσης προβλημάτων στα μαθήματα χημείας χωρίς να κατανοούν τις αρχές που τα προβλήματα είχαν σκοπό να διδάξουν. Δεδομένου ότι οι αντιλήψεις αυτές υπάρχουν ως πραγματικές φυσικές οδοί που έχουν τεθεί στον εγκέφαλο και δεδομένου ότι η γνωστική αρχιτεκτονική του εγκεφάλου, μόλις καταρτιστεί, δεν μπορεί να εξαλειφθεί αλλά να επικαλυφθεί μόνο με νέες διαδρομές, δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι θα ήταν πολύ δύσκολο για φοιτητές να προχωρήσουν πέρα από αυτές, στις επιστημονικά αποδεκτές έννοιες.

Για παράδειγμα, οι Nurenburn και Pickering (1987), διαπίστωσαν ότι σε μια επιλεγμένη ομάδα φοιτητών που όλοι είχαν επιτυχία στην επίλυση αλγοριθμικών ερωτήσεων, πολλοί είχαν πολύ χαμηλή κατανόηση της χημείας. Ο Lythcott (1990) διαπίστωσε ότι μια ομάδα μαθητών γυμνασίου που ήταν σε θέση να ισοσταθμίσουν μια εξίσωση, οι περισσότεροι δεν μπορούσαν να σχεδιάσουν ένα διάγραμμα για το τι συνέβαινε. Οι Peterson και Treagust (1989) διαπίστωσαν ότι σε μια ομάδα μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, το 74% δεν μπόρεσε να απαντήσει σε εννοιολογικές ερωτήσεις σχετικά με την απομάκρυνση ηλεκτρονίων από τη ζώνη σθένους, αλλά το 78% μπόρεσε να απαντήσει επιτυχώς στις δοκιμαστικές ερωτήσεις που αποσκοπούσαν στη δοκιμή αυτής της κατανόησης. Ομοίως, ο Yarroch (1985) διαπίστωσε ότι οι μαθητές της χημείας γυμνασίου (A και B) μπορούσαν όλοι ουσιαστικά να διατυπώσουν την εξίσωση



αλλά οι μισοί δεν μπορούσαν να σχεδιάσουν ένα σωστό μοριακό διάγραμμα για να εξηγήσουν αυτό το αποτέλεσμα.

Πολλοί ερευνητές αναφέρουν την αναποτελεσματικότητα της διδασκαλίας για την αλλαγή ή την αντικατάσταση παρερμηνειών. Για παράδειγμα, ο Herbert Beall (1994) διδάσκει πρωτοετής φοιτητές σχετικά με το δεύτερο νόμο της θερμοδυναμικής και τους νόμους των ιδανικών αερίων. Μετά τη διάλεξη, μόνο το 11% ήταν σε θέση να προβλέψει σωστά την επίδραση που θα είχε το άνοιγμα ενός κυλίνδρου πεπιεσμένου αερίου στη θερμοκρασία του αερίου. Ακόμη, ο Douglas Mulford (1996) στη διατριβή του σχολίασε ότι «ένας φοιτητής μπορεί να κερδίσει έναν υψηλό βαθμό ... ενώ εξακολουθεί να έχει υψηλό ποσοστό παρερμηνειών».

Οι Thomaz et al., (1995), L. Lewis et al., (1994) και οι Clough and Driver (1985) επικεντρώνονται στις αντιλήψεις των μαθητών για τη θερμότητα και τη θερμοκρασία. Οι Clough και Driver (1985) θεωρούν ότι οι παρερμηνείες των φοιτητών για το θέμα αυτό είναι ένας "ατμίζων βάλτος", ένα έλος λανθασμένων και αντιφατικών ιδεών για το οποίο δεν αξίζει να αγωνιστούμε. Υποστηρίζουν ότι αγνοούν τις προκαταλήψεις και εστιάζουν στην οικοδόμηση μιας νέας συνεκτικής δομής. Οι Thomaz et al., υποστηρίζουν ότι αυτό έχει αποδειχθεί αναποτελεσματικό και ότι για να μπορέσει να επηρεάσει τη σκέψη των μαθητών, οι εκπαιδευτικοί «πρέπει να μπουν σε αυτό το βάλτο» και να εργαστούν με τις προκαταλήψεις των μαθητών.

6.4 2.4 Παρανοήσεις μαθητών σχετικά με τα διαλύματα

Η κατανόηση (και η εσφαλμένη αντίληψη) των μαθητών που σχετίζεται με τα χημικά διαλύματα στη χημεία έχει μελετηθεί για περισσότερο από δύο δεκαετίες (Çalýk et al. 2005). Η διδασκαλία των χημικών διαλυμάτων στη χημεία περιλαμβάνει θέματα που σχετίζονται με: τη διάλυση (Ebenezer et al. 1996), τη μείωση του σημείου τήξης και την αύξηση του σημείου πήξης (Pinarbasi et al. 2003) καθώς και τη διαλυτότητα (Pinarbasi et al., 2003). Οι μελέτες που είναι πιο σχετικές με την κατανόηση της διδασκαλίας των διαλυμάτων σχετίζονται με τη διαλυτότητα, συμπεριλαμβανομένης της σημασίας των όρων ακόρεστων, κορεσμένων και υπερκορεσμένων (Pinarbasi et al. 2003, Mulford et al. 2002).

Οι Mulford και Robinson (Mulford et al. 2002) ρώτησαν τους μαθητές για το πώς η συγκέντρωση ενός διαλύματος αλλάζει όταν το νερό εξατμίζεται από ένα ποτήρι νερό με ζάχαρη που καθόταν στο κάτω μέρος. Αυτό πραγματοποιήθηκε με ένα ερωτηματολόγιο δύο ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Στην ερώτηση πρώτης βαθμίδας οι μαθητές επέλεξαν ποια, αν υπάρχει, αλλαγή συγκέντρωσης πραγματοποιήθηκε. Στην δεύτερη ερώτηση οι μαθητές έλαβαν τέσσερις επιλογές ως προς τον λόγο για τον οποίο επέλεξαν την απάντηση στην πρώτη ερώτηση. Στην πρώτη ερώτηση, το 32% των μαθητών απάντησε πως η συγκέντρωση του διαλύματος παραμένει ίδια όταν το νερό εξατμίζεται, ενώ το 64% πιστεύει ότι η συγκέντρωση αυξάνεται και το 4% ότι μειώνεται. Στο δεύτερο ερώτημα, το 40% δήλωσε ότι υπήρχε η ίδια ποσότητα στερεού σε λιγότερο νερό, το 30% διευκρίνισε ότι το άλας δεν εξατμίστηκε και παρέμεινε σε διάλυμα, ενώ μόνο το 25% δήλωσε ότι σχηματίζονται κορεσμένες μορφές άλατος στον πυθμένα του ποτηριού. Αν και ο λόγος για τις απαντήσεις δεν συζητήθηκε, θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι υπήρξε μια

εσφαλμένη αντίληψη για την έννοια του υπερκορεσμού, δηλαδή ότι υπερκορεσμός σημαίνει περίσσεια στερεού που υπάρχει ως ξεχωριστή φάση στο ποτήρι.

Μια άλλη μελέτη από τους Pinarbasi και Canpolat (Pinarbasi et al., 2003) εξέτασε τους μαθητές στην κατανόηση των όρων ακόρεστο, κορεσμένο και υπέρκορο. Δόθηκαν συνολικά τρία σχηματικά διαγράμματα ποτηριών με νερό στους μαθητές, τα οποία οι μαθητές έπρεπε να ταιριάζουν με την κατάλληλη λέξη. Το ακόρεστο διάλυμα είχε χαμηλή πυκνότητα κουκκίδων (μόρια σακχάρου διαλυμένα σε νερό) στο ποτήρι ζέσεως (C). Το κορεσμένο διάλυμα είχε μεγαλύτερη πυκνότητα κουκκίδων και είχε επίσης ένα μικρό κοίλωμα κορεσμένου σακχάρου που βρισκόταν στον πυθμένα του ποτηριού (B). Το υπέρκορο διάλυμα είχε την υψηλότερη πυκνότητα από κουκκίδες, αλλά δεν υπήρχε ζάχαρη που να κάθεται στο κάτω μέρος του ποτηριού (A). Μια σημαντική πλειοψηφία, της τάξης του 78%, επέλεξε εσφαλμένα το ποτήρι B ως υπέρκορο. Ο κύριος λόγος που δόθηκε ήταν ότι υπήρχε πλεόνασμα διαλυμένης ουσίας (αδιάλυτη ζάχαρη) που καθόταν στο ποτήρι. Αυτό το αποτέλεσμα είναι παρόμοιο με το προηγούμενο, με τις δύο μελέτες να έχουν ένα μεγάλο μέρος μαθητών που παρουσιάζουν παρανόηση στους παραπάνω όρους.

Παρόμοια ερώτηση τέθηκε σε μαθητές και σε μία ακόμα μελέτη (Krause et al., 2007). Όταν τρεις κουταλιές αλάτι αναμειγνύονται σε ένα ποτήρι νερό και ανακατεύονται, περίπου ένα κουταλάκι του γλυκού κορεσμένου αλατιού παραμένει στον πυθμένα. Σε περίπτωση που το αλάτι προστίθεται αργά στο ποτήρι ενώ αναδεύεται το διάλυμα, η συγκέντρωση του άλατος στο διάλυμα: α) θα αυξηθεί, β) θα παραμείνει ίδια γ) θα μειωθεί. Παρόμοια με τις προαναφερθείσες μελέτες, το 61% των μαθητών επέλεξε την λανθασμένη απάντηση, η οποία ήταν ότι η συγκέντρωση αυξάνεται. Ο λόγος ήταν ίσως ο ίδιος, μια παρανόηση σχετικά με τον ορισμό του υπερκορεσμού.

Κεφάλαιο 3 - Τα διαλύματα στο αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα

7.1 3.1 Γενικά

Η έννοια των διαλυμάτων αποτελεί βασικό στοιχείο στη διδασκαλία της Χημείας, καθώς στις πειραματικές διαδικασίες που πραγματοποιούνται στα στάδια της εκπαίδευσης, σπάνια χρησιμοποιούνται μόνο αέρια ή μόνο στερεά σώματα. Έπειτα, η χρήση διαλυμάτων εξυπηρετεί πρακτικές ανάγκες της επιστήμης. Παράδειγμα αποτελεί η ομογενοποίηση των αντιδρώντων, ο έλεγχος των συγκεντρώσεων, ο έλεγχος της στοιχειομετρίας και της ταχύτητας μιας αντίδρασης. Επομένως, η περιγραφή των διαλυμάτων με τους όρους της συγκέντρωσης της διαλυμένης ουσίας, είναι κάτι που επιβάλλεται να περιληφθεί στο αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας. Στους στόχους κατανόησης των διαλυμάτων, στα πλαίσια της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, περιλαμβάνεται η περιγραφή της περιεκτικότητάς τους με διάφορους τρόπους, όπως επίσης και η εξάσκηση των μαθηματικών δεξιοτήτων σε θέματα συμπύκνωσης, αραίωσης και ανάμιξης διαλυμάτων.

7.2 3.2 Γυμνάσιο

Η διδασκαλία των διαλυμάτων στο Γυμνάσιο πραγματοποιείται στη Β' Τάξη. Η ύλη που αφορά στα διαλύματα στη Β' Γυμνασίου χωρίζεται σε δύο ενότητες. Η πρώτη ενότητα που έχει τίτλο "Το νερό ως διαλύτης - Μίγματα", αντιστοιχεί σε 2 ώρες διδασκαλίας και περιλαμβάνει τη διδασκαλία των παρακάτω:

- Το νερό διαλύτης πολλών στερεών, υγρών και αερίων ουσιών.
- Μίγματα (παραδείγματα διαφόρων μιγμάτων).
- Ομογενή και ετερογενή μίγματα.
- Ιδιότητες των μιγμάτων. Διάλυμα - διαλύτης - διαλυμένη ουσία

Ακόμη στην ενότητα αυτή περιλαμβάνονται εργαστηριακές ασκήσεις, όπου επιλέγονται ορισμένα υλικά (αλάτι, σόδα, ζάχαρη, άμμος, λάδι, οινόπνευμα, ασετόν) τα οποία εξετάζονται ως προς τη διαλυτότητά τους στο νερό. Στις εργαστηριακές αυτές ασκήσεις περιλαμβάνονται ακόμη η διάλυση ενός κόκκου υπερμαγγανικού καλίου και μίας σταγόνας μελάνης στο νερό.

Στην παραπάνω ενότητα, οι μαθητές διαπιστώνουν πειραματικά την ικανότητα του νερού να διαλύει ή όχι μια ουσία. Αναφέρουν το νερό ως τον κυριότερο διαλύτη στη φύση και στο εργαστήριο. Αξιολογούν το νερό ως τον καλύτερο διαλύτη με κριτήριο τον αριθμό των ουσιών που μπορεί να διαλύσει. Παρασκευάζουν μίγματα με προσθήκη διαφόρων ουσιών στο νερό. Εξετάζουν αν ένα μίγμα είναι ομογενές ή ετερογενές. Ορίζουν τι είναι διάλυμα και αναφέρουν παραδείγματα γνωστών διαλυμάτων. Ονομάζουν το διαλύτη και τη διαλυμένη ή τις διαλυμένες ουσίες σε ένα διάλυμα όταν γνωρίζουν τη σύστασή του.

Η δεύτερη ενότητα έχει τίτλο “Περιεκτικότητα διαλύματος – Εκφράσεις περιεκτικότητας” και διδάσκεται σε 3 ώρες. Εδώ διδάσκεται η περιεκτικότητα διαλύματος % w/w, η περιεκτικότητα διαλύματος % w/v, η περιεκτικότητα διαλύματος % v/v και ο υπολογισμός της περιεκτικότητας διαλύματος. Η ενότητα περιλαμβάνει την παρασκευή διαλυμάτων χλωριούχου νατρίου 2% w/v και 2 % w/w, καθώς και την παρασκευή αλκοολικού διαλύματος 5% v/v. Επίσης, πραγματοποιείται συλλογή συσκευασιών προϊόντων καθημερινής χρήσης, καταγραφή και επεξήγηση των ενδείξεων περιεκτικότητας, στα πλαίσια των εργαστηριακών ασκήσεων.

Στη δεύτερη αυτή ενότητα επομένως, οι μαθητές ορίζουν τις εκφράσεις περιεκτικότητας ενός διαλύματος, υπολογίζουν την περιεκτικότητα ενός διαλύματος από ποσοτικά δεδομένα, υπολογίζουν τις ποσότητες του διαλύτη και της διαλυμένης ουσίας ενός διαλύματος γνωστής περιεκτικότητας, παρασκευάζουν διάλυμα ορισμένης περιεκτικότητας, και τέλος ερμηνεύουν τις ενδείξεις περιεκτικότητας.

7.3 3.3 Λύκειο

Στο Ημερήσιο Γενικό Λύκειο, η ύλη που αφορά στα διαλύματα διδάσκεται στην Α' Τάξη, στην ενότητα “Συγκέντρωση διαλύματος – αραίωση, ανάμιξη διαλυμάτων”, για την οποία αφιερώνονται συνολικά 6 διδακτικές ώρες. Η ενότητα περιλαμβάνει την διδασκαλία της συγκέντρωσης ή μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος, την μετατροπή της συγκέντρωσης σε άλλες μορφές περιεκτικότητας, τον υπολογισμό της συγκέντρωσης μετά από αραίωση ή ανάμιξη διαλυμάτων. Στην ενότητα περιλαμβάνεται και η εργαστηριακή άσκηση: “Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης – αραίωση διαλυμάτων”.

Συνολικά λοιπόν στη Α' Λυκείου οι μαθητές μαθαίνουν να διατυπώνουν τον ορισμό της συγκέντρωσης διαλύματος, να μετατρέπουν τη συγκέντρωση ενός διαλύματος σε άλλη

μορφή έκφρασης περιεκτικότητας, να υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος, να συνδέουν τη συγκέντρωση διαλύματος σε άλλες μορφές περιεκτικότητας και να υπολογίζουν τη συγκέντρωση διαλύματος μετά από αραιώση ή ανάμιξη. Οι μαθητές να μπορούν να σχεδιάζουν και να εκτελούν πειράματα παρασκευής και αραιώσης διαλυμάτων.

Στο Εσπερινό Γενικό Λύκειο η ύλη που αφορά στα διαλύματα διδάσκεται στην Α' και Β' Λυκείου. Οι σχετικές ενότητες ονομάζονται "Συγκέντρωση διαλύματος - αραιώση, ανάμιξη διαλυμάτων" και "Ταξινόμηση της ύλης - Διαλύματα - Περιεκτικότητες διαλυμάτων - Διαλυτότητα". Στις ενότητες αυτές, οι οποίες διδάσκονται για 7 ώρες στην Α' και για 8 στη Β' αντίστοιχα, οι μαθητές διδάσκονται τη συγκέντρωση ή μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος, τη συγκέντρωση διαλύματος, τον υπολογισμό της περιεκτικότητας διαλύματος %w/w, %w/v, %v/v καθώς και τη μετατροπή της συγκέντρωσης σε άλλες μορφές περιεκτικότητας, αλλά και τον υπολογισμό της συγκέντρωσης μετά από αραιώση ή ανάμιξη διαλυμάτων. Όπως και στο Ημερήσιο Λύκειο, έτσι και στο Εσπερινό πραγματοποιείται η εργαστηριακή άσκηση: "Παρασκευή διαλύματος ορισμένης συγκέντρωσης - αραιώση διαλυμάτων".

Κεφάλαιο 4 - Σκοπός της έρευνας

Η μάθηση είναι μια ενεργή διαδικασία και ό,τι κάνουν οι μαθητές με τα γεγονότα και τις ιδέες τα οποία έχουν παρουσιαστεί, εξαρτάται σε πολύ μεγάλο βαθμό από αυτό που ήδη σκέφτονται και πιστεύουν. Η ικανότητα αναγνώρισης και διερεύνησης αυτών των ιδεών και αντιλήψεων που κατέχουν οι μαθητές είναι επομένως ένα βασικό στοιχείο μιας αποτελεσματικής εκπαιδευτικής στρατηγικής.

Στο Γυμνάσιο και στο Λύκειο ο μαθητής καλείται να περιλάβει στο γνωστικό του υπόβαθρο ένα ευρύ πλέγμα εννοιών και φαινομένων το οποίο θα πρέπει να μπορεί να ανακαλεί σε μεταγενέστερα χρονικά σημεία των σπουδών του και της ζωής του γενικότερα. Οι περιεκτικότητες των διαλυμάτων αποτελούν αντικείμενο διδασκαλίας τόσο στη δευτεροβάθμια όσο και στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Η κατανόηση (και η εσφαλμένη αντίληψη) των μαθητών που σχετίζεται με τα χημικά διαλύματα στη χημεία έχει μελετηθεί για περισσότερο από δύο δεκαετίες. Ωστόσο, μέχρι τώρα τα δεδομένα που υπάρχουν πάνω στις παρανοήσεις μαθητών για τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων είναι ελλιπή.

Στόχος επομένως της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση του κατά πόσον οι μαθητές Γυμνασίου μπορούν να κατανοήσουν τις έννοιες που σχετίζονται με την περιεκτικότητα διαλυμάτων, καθώς είναι τεκμηριωμένο ότι οι εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών που δημιουργούνται σε μικρή ηλικία αντιμετωπίζονται δυσκολότερα στη συνέχεια. Επιπλέον, ένας ακόμη στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της πιθανής θετικής συμβολής των εργαστηριακών ασκήσεων στην κατανόηση των θεωρητικών εννοιών που σχετίζονται με την περιεκτικότητα των διαλυμάτων.

Η διερεύνηση των παραπάνω μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό με τη χρήση ερωτηματολογίων όπου το είδος και η ποικιλία των προσφερομένων απαντήσεων βρίσκεται σε συμφωνία με στοιχεία γνωστά από αντίστοιχες έρευνες σε διάφορες χώρες και χρονικές περιόδους και κατά συνέπεια μπορεί να συσχετιστεί με τα ευρήματά τους και τις παρατηρήσεις τους στο ίδιο αντικείμενο.

Κεφάλαιο 5 - Μεθοδολογία της έρευνας

9.1 5.1 Διανομή ερωτηματολογίων

Για την παρούσα μελέτη αρχικά συγκροτήθηκε ερωτηματολόγιο, με μια σειρά ερωτημάτων που σχετίζονται με την ύλη της Χημείας πάνω τις περιεκτικότητες των διαλυμάτων της Γ' Γυμνασίου. Η διανομή των ερωτηματολογίων διεξήχθη από διδάσκοντες καθηγητές Χημείας στην Α' Λυκείου. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με βάση την εθελοντική συμμετοχή μαθητών της Α' τάξης του Λυκείου, στη αρχή της σχολικής χρονιάς. Τα ερωτηματολόγια ήταν ανώνυμα και το μόνο στοιχείο που αναγράφονταν σ' αυτά ήταν το φύλο και το εκάστοτε σχολείο. Τα σχολεία που συμμετείχαν ήταν τρία, ένα σχολείο που ανήκει σε μη αστική περιοχή και στο οποίο δε πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές ασκήσεις (Α), ένα που ανήκει σε αστική περιοχή όπου πραγματοποιήθηκαν ορισμένες εργαστηριακές ασκήσεις (Β), και τέλος ένα σχολείο στο οποίο πραγματοποιήθηκαν στοχευμένες εργαστηριακές ασκήσεις και ανήκει σε μη αστική περιοχή (Γ). Συνολικά συλλέχθηκαν 213 ερωτηματολόγια από τα τρία σχολεία. Τα ερωτηματολόγια που απορρίφθηκαν ήταν 5, τα οποία αντιστοιχούν σε ~2,3% του συνολικού αριθμού των συλλεχθέντων ερωτηματολογίων.

Διευκρινίστηκε στους μαθητές, στα τμήματα των Λυκείων όπου πραγματοποιήθηκε η έρευνα, από τους διδάσκοντες τους, πως δεν πρόκειται για διαγώνισμα ούτε για κάποιο «τεστ αξιολόγησης» έτσι ώστε να αποφευχθούν κατά το δυνατόν οι τάσεις για αντιγραφή και να περιοριστεί το άγχος των μαθητών, με στόχο να απαντήσουν σε όλα τα ερωτήματα ανεξάρτητα από το αν έχουν ή όχι υπόψιν τους κάτι που να θεωρούν ως ορθή απάντηση.

9.2 5.2 Το ερωτηματολόγιο

Στο ερωτηματολόγιο που προωθήθηκε και εξετάζεται στην παρούσα έρευνα περιλήφθηκαν ερωτήματα που αναφέρονται σ' όλη την έκταση της διδακτέας ύλης της Γ' Γυμνασίου, όπως αυτή ήταν διαμορφωμένη κατά τη σχολική χρονιά 2016-2017. Τα ερωτήματα, περιλαμβάνουν μόνο ερωτήσεις κλειστού τύπου, δηλαδή ερωτημάτων με πολλές απαντήσεις από τις οποίες ζητείται να σημειωθεί ποιες είναι αληθείς και ποιες όχι ή ερωτημάτων πολλαπλών επιλογών όπου υπάρχει μόνο μία αληθής απάντηση. Επειδή στο

ερωτηματολόγιο περιλήφθηκαν και ερωτήματα όπου έπρεπε να πραγματοποιηθούν κάποιο υπολογισμοί, αυτές μπορεί να θεωρηθεί ότι ανήκουν στην κατηγορία των ερωτημάτων μικρής ανάπτυξης.

Στο ερωτηματολόγιο υπάρχουν ακόμη διαδοχικές ερωτήσεις που σχετίζονται μεταξύ τους. Η διαδικασία αυτή, γνωστή ως «διαδικασία διαζωμάτων» και εφαρμόζεται με στόχο τη διευκρίνιση των λογικών διαδικασιών που οδηγούν στις εναλλακτικές απόψεις των μαθητών. Συνήθως εφαρμόζεται ως μια διαδικασία δύο διαζωμάτων, δηλαδή δύο διαδοχικών ερωτήσεων στο ίδιο αντικείμενο. Ακόμη, είναι σύνηθες οι δύο ερωτήσεις να είναι πολλαπλών επιλογών, μόνο που η δεύτερη αποτελεί εξειδίκευση της απάντησης που έχει δοθεί στην προηγούμενη. Επομένως, ο πιο κοινός τρόπος διατύπωσης των ερωτήσεων αυτών περιλαμβάνει 2 ή 3 απαντήσεις για την πρώτη ερώτηση, από τις οποίες η μία τουλάχιστον ή και δύο ακόμη αποτελούν τεκμηριωμένες εναλλακτικές απόψεις μαθητών, ενώ στη δεύτερη ερώτηση το ζητούμενο είναι η δικαιολόγηση της απάντησης που έχει δοθεί προηγουμένως. Στην περίπτωση αυτή δίνονται περισσότερες πιθανές απαντήσεις μέσα στις οποίες περιλαμβάνονται και κάποιες οφθαλμοφανώς εσφαλμένες.

Αναλυτικά :

1. Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα Διάλυμα (Δ1) μιας ουσίας A σε νερό, με περιεκτικότητα 2% w/w. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να διαλύσουμε:

- α) 2 g της ουσίας A σε 100 g διαλύτη β) 2 g της ουσίας A σε $(100+2) = 102$ g διαλύτη
γ) 2 g της ουσίας A σε $(100-2) = 98$ g διαλύτη δ) 2 g της ουσίας A σε $(100/2) = 50$ g διαλύτη

2. Το διάλυμα αυτό (Δ1) έχει πυκνότητα 1,25 g/mL. Ποια είναι η περιεκτικότητά του σε % w/v;

- α) $(2+1,25)= 3,25\%$ β) $(2-1,25)= 0,75\%$ γ) $(2 /1,25)= 1,6\%$ δ) $(2 \times 1,25)= 2,5\%$

3. Από το αρχικό διάλυμα (Δ1) απαιτούνται 50 g για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση, όμως δεν είναι διαθέσιμος ζυγός. α) Τι πρέπει να κάνουμε; β) με ποιο τρόπο ;

.....
.....

4. Τοποθετούμε ποσότητα 100 g του διαλύματος Δ1 σε δοχείο όγκου 1 L και το συμπληρώνουμε μέχρι επάνω με νερό. Η περιεκτικότητα του νέου διαλύματος Δ2 σε w/v% είναι:

.....
.....

5. Πόση ποσότητα της ουσίας A υπάρχει στο νέο αυτό διάλυμα:

α) 2 g β) 0,2 g γ) 20 g δ) 0,02 g

6. Η πυκνότητα του νέου διαλύματος (του Δ2) σε σχέση με το αρχικό (Δ1) είναι:

α) μικρότερη β) ίση γ) μεγαλύτερη δ) μπορεί να είναι οτιδήποτε από τα προηγούμενα

7. Παρασκευάζεται το διάλυμα Δ1 της ουσίας A που έχει περιεκτικότητα 2% w/w. Η ουσία A κατά τη διάλυση της διασπάται σε δύο μέρη, A1 και A2, που έχουν ίση μάζα μεταξύ τους. Ποια είναι η περιεκτικότητα του διαλύματος που δημιουργείται σε % w/w για τα δύο νέα σώματα;

A1

A2

8. Παίρνουμε 100 ml του διαλύματος Δ1 της ουσίας A του αρχικού διαλύματος. Πόση ποσότητα της ουσίας A πρέπει να προσθέσουμε ώστε η περιεκτικότητα του διαλύματος να γίνει 5% w/v; Κατά την προσθήκη της ουσίας δεν μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος.

.....
.....

9. Να δείξετε αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού στο ερώτημα 8.

.....
.....
.....

Οι ορθές απαντήσεις του ερωτηματολογίου δίνονται παρακάτω με έντονα γράμματα:

1. Θέλουμε να παρασκευάσουμε ένα Διάλυμα (Δ1) μιας ουσίας A σε νερό, με περιεκτικότητα 2% w/w. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να διαλύσουμε:

- α) 2 g της ουσίας A σε 100 g διαλύτη β) 2 g της ουσίας A σε $(100+2) = 102$ g διαλύτη
γ) **2 g της ουσίας A σε $(100-2) = 98$ g διαλύτη** δ) 2 g της ουσίας A σε $(100/2) = 50$ g διαλύτη

2. Το διάλυμα αυτό (Δ1) έχει πυκνότητα 1,25 g/mL. Ποια είναι η περιεκτικότητά του σε % w/v;

- α) $(2+1,25) = 3,25\%$ β) $(2-1,25) = 0,75\%$ γ) $(2 / 1,25) = 1,6\%$ δ) **$(2 \times 1,25) = 2,5\%$**

3. Από το αρχικό διάλυμα (Δ1) απαιτούνται 50 g για να πραγματοποιηθεί μια αντίδραση, όμως δεν είναι διαθέσιμος ζυγός. α) Τι πρέπει να κάνουμε; β) με ποιο τρόπο ; γ) υπολογισμός του αντίστοιχου όγκου β) χρήση ογκομετρικού σωλήνα.

4. Τοποθετούμε ποσότητα 100 g του διαλύματος Δ1 σε δοχείο όγκου 1 L και το συμπληρώνουμε μέχρι επάνω με νερό. Η περιεκτικότητά του νέου διαλύματος Δ2 σε w/v% είναι: **0,2 w/v%**

5. Πόση ποσότητα της ουσίας A υπάρχει στο νέο αυτό διάλυμα:

- α) **2 g** β) 0,2 g γ) 20 g δ) 0,02 g

6. Η πυκνότητα του νέου διαλύματος (του Δ2) σε σχέση με το αρχικό (Δ1) είναι:

- α) **μικρότερη** β) ίση γ) μεγαλύτερη δ) μπορεί να είναι οτιδήποτε από τα προηγούμενα

7. Παρασκευάζεται το διάλυμα Δ1 της ουσίας A που έχει περιεκτικότητα 2% w/w. Η ουσία A κατά τη διάλυση της διασπάται σε δύο μέρη, A1 και A2, που έχουν ίση μάζα μεταξύ τους. Ποια είναι η περιεκτικότητά του διαλύματος που δημιουργείται σε % w/w για τα δύο νέα σώματα;

A1 1% w/w

A2 1% w/w

8. Παίρνουμε 100 ml του διαλύματος Δ1 της ουσίας A του αρχικού διαλύματος. Πόση ποσότητα της ουσίας A πρέπει να προσθέσουμε ώστε η περιεκτικότητα του διαλύματος να γίνει 5% w/v; Κατά την προσθήκη της ουσίας δεν μεταβάλλεται ο όγκος του διαλύματος.

2,5 g

9. Να δείξετε αναλυτικά τον τρόπο υπολογισμού στο ερώτημα 8.

$\Delta 1 = 2,5\% \text{ w/v} \rightarrow 2,5\text{g } 100 \text{ ml}$

$5\% \text{ w/v} \rightarrow 5\text{g } 100 \text{ ml}$

$5 \text{ g} - 2,5 \text{ g} = 2,5 \text{ g στα } 100 \text{ ml}$

9.3 5.3 Η βαθμολόγηση

Η βαθμολόγηση των γραπτών ακολούθησε το γενικώς ακολουθούμενο πρότυπο των καθηγητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δηλαδή στα ερωτήματα πολλαπλών επιλογών, η ορθή απάντηση βαθμολογείται με 1 ενώ η λανθασμένη απάντηση δεν αφαιρεί ποσοστό από τη θετική βαθμολογία του μαθητή. Αυτό υιοθετήθηκε επειδή οι ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών δεν αποτελούσαν το σύνολο του ερωτηματολογίου και κατά συνέπεια δεν μπορούσε να εφαρμοστεί εύκολα και απλά ο παραπάνω κανόνας της αρνητικής βαθμολογίας. Για το ερώτημα 3, τα ερωτήματα 3α και 3β βαθμολογούνται από 1 μονάδα. Προφανώς η αποφυγή απάντησης σε ένα ερώτημα δε συνιστά αρνητική βαθμολόγηση σε καμία περίπτωση. Επομένως, η μέγιστη δυνατή βαθμολογία είναι 10/10 και η ελάχιστη 0/10.

9.4 5.4 Στατιστική ανάλυση αποτελεσμάτων

Οι μελέτες τέτοιου τύπου, οι οποίες πραγματοποιούνται σε μεγάλο αριθμό μαθητών, εξετάζονται μέσω της στατιστικής ανάλυσης των απαντήσεων που λαμβάνονται και όχι με παράγοντες ατομικούς. Ο στόχος τέτοιων ερευνών είναι η δημιουργία, μέσω των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται, μιας σχέσης αιτίου-αιτιατού μεταξύ δύο μεταβλητών που ενυπάρχουν στο δείγμα. Στη δική μας μελέτη η μεταβλητή που επιχειρείται να διερευνηθεί είναι η αντικειμενική βαθμολογία των μαθητών στο ερωτηματολόγιο που τους διανεμήθηκε ενώ η άλλη μεταβλητή είναι, κατά περίπτωση, το φύλλο (αγόρι ή κορίτσι)

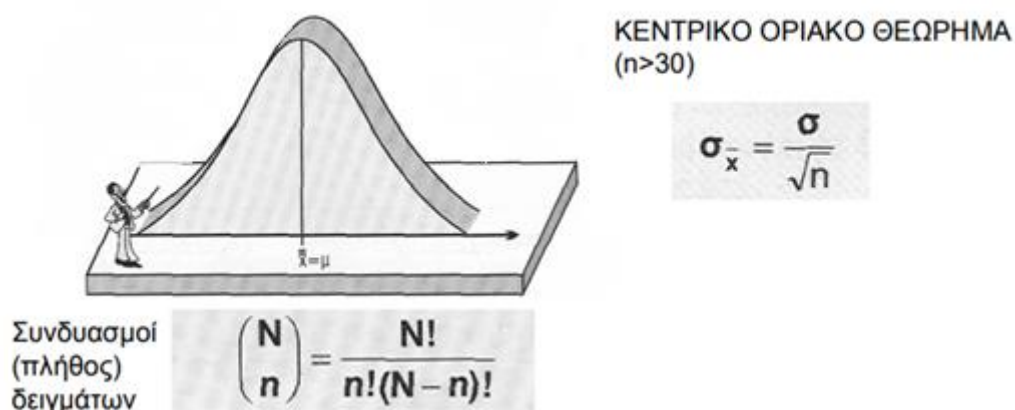
καθώς και μια υποτυπώδης απεικόνιση του κοινωνικο-πολιτιστικού περιβάλλοντος με τη μορφή του είδους του σχολείου φοίτησης.

Η **περιγραφική στατιστική** (descriptive statistics), περιλαμβάνει μεθόδους για την οργάνωση, απλοποίηση και συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων. Αν και υπάρχουν πολλές τεχνικές που ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία, η πιο διαδεδομένη είναι ο υπολογισμός της μέσης τιμής (*mean*) και της τυπικής απόκλισης (standard deviation). Άλλοι περιγραφικοί στατιστικοί δείκτες θα παρουσιαστούν συνοπτικά στη συνέχεια του κεφαλαίου. Όπως ήδη αναφέρθηκε, τις περισσότερες φορές είναι αδύνατο να συλλέξουμε μετρήσεις για κάθε υποκείμενο του πληθυσμού, και γι αυτό χρησιμοποιούμε ένα αντιπροσωπευτικό υποσύνολο του, τα δείγματα. Η δεύτερη κατηγορία, η **επαγωγική στατιστική** (inferential statistics), περιλαμβάνει τεχνικές που επιτρέπουν την ανάλυση τέτοιων δεδομένων ώστε να γίνει εφικτή η εξαγωγή χρήσιμων και γενικεύσιμων συμπερασμάτων για τους πληθυσμούς, με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται από τα δείγματα. Ωστόσο, είναι προφανές ότι όσο αντιπροσωπευτικό και αν θεωρείται ένα δείγμα, δε μπορεί να παρέχει μια πιστή αναπαράσταση του πληθυσμού. Έτσι, πάντα θα υπάρχει μία ασυμφωνία, ή με άλλα λόγια ένα ποσοστό λάθους, ανάμεσα στο στατιστικό δείκτη που προκύπτει από το δείγμα, και την αντίστοιχη τιμή της παραμέτρου του πληθυσμού. Αυτό το ποσοστό λάθους ονομάζεται σφάλμα δειγματοληψίας (sampling error), και αποτελεί ένα από τα κύρια προβλήματα που καλείται να αντιμετωπίσει ο ερευνητής όταν προσπαθεί να εξάγει γενικά συμπεράσματα για πληθυσμούς έχοντας στη διάθεση του ένα αριθμό από δείγματα. Το σφάλμα δειγματοληψίας τονίζει το γεγονός ότι ένας στατιστικός δείκτης αποτελεί μόνο μία *εκτίμηση* της αντίστοιχης παραμέτρου του πληθυσμού.

Τα **μέτρα διασποράς** (measures of variability) δίνουν μία εικόνα σχετικά με το πόσο συγκεντρωμένες είναι οι παρατηρήσεις σε ένα σύνολο δεδομένων. Τα κυριότερα μέτρα διασποράς είναι το εύρος (range), το ήμι-ενδοτεταρτομοριακό εύρος (semi-interquartile range), η τυπική απόκλιση (standard deviation) και η **διακύμανση** (variance). Η διακύμανση και η **τυπική απόκλιση** αποτελούν το πιο αξιόπιστο και το πιο συνηθισμένο μέτρο διασποράς. Αυτά τα μέτρα διασποράς χρησιμοποιούν ως σημείο αναφοράς τη μέση τιμή, και λαμβάνουν υπόψη την απόσταση όλων των παρατηρήσεων από αυτήν.

Όταν από κάποιο δείγμα δεδομένων μας ενδιαφέρει να εξάγουμε συμπεράσματα για ολόκληρο τον πληθυσμό, διατυπώνουμε συνήθως υποθέσεις (με βάση το δείγμα),

πιθανολογώντας το βαθμό ακρίβειας της πρόβλεψης μας με χρήση "Διαστημάτων Εμπιστοσύνης" (ή, συνηθέστερα, με χρήση των αντίστοιχων Επιπέδων Σημαντικότητας").



Σχήμα 1. Κεντρικό οριακό θεώρημα

Εάν επιλέξουμε όλα τα θεωρητικώς δυνατά δείγματα μεγέθους n ενός πληθυσμού μεγέθους N και υπολογίσουμε το μέσο όρο ενός χαρακτηριστικού (π.χ. ύψος νεοσύλλεκτων στρατιωτών) για κάθε ένα δείγμα ξεχωριστά, τότε όλες οι τιμές των μέσων όρων ακολουθούν κανονική κατανομή με μέσο όρο μ . Η τυπική απόκλιση των μέσων όρων των δειγμάτων ονομάζεται και τυπικό σφάλμα εκτίμησης. Η διαφορά μεταξύ ενός μέσου όρου δείγματος και του μέσου όρου πληθυσμού, ονομάζεται σφάλμα δειγματοληψίας. Είναι το λάθος που θα κάναμε αν θεωρούσαμε τον μέσο όρο δείγματος σαν την πιθανή τιμή του μέσου όρου μ του πληθυσμού. Στην πράξη συνήθως δεν γνωρίζουμε το σ . Σ' αυτές τις περιπτώσεις, και για μεγάλα δείγματα, χρησιμοποιούμε την τυπική απόκλιση s του δείγματος αντί του σ .

Όταν έχουμε "μεγάλα" δείγματα ο μέσος όρος τους κατανέμεται σύμφωνα με την Κανονική Κατανομή συμμετρικά εκατέρωθεν του μ , μπορούμε π.χ. να υπολογίσουμε ένα διάστημα εμπιστοσύνης 95% προσθαφαιρώντας 1,96 το τυπικό σφάλμα. (Για 99% ο συντελεστής είναι 2,58) Έτσι λοιπόν, αν λάβουμε ένα μόνο τυχαίο δείγμα και υπολογίσουμε το μέσο όρο του, μπορούμε να πιθανολογήσουμε ότι: Υπάρχει πιθανότητα 95% ότι ο (πραγματικός) μέσος όρος μ του πληθυσμού από τον οποίο ελήφθη το δείγμα να βρίσκεται μεταξύ των τιμών.

Στη δική μας μελέτη, η μέση τιμή για κάθε υπο-ομάδα του δείγματός μας αποτελεί ένα λεγόμενο μέτρο κεντρικής τάσης για τη συγκεκριμένη υπο- ομάδα και μπορεί να συγκριθεί άμεσα με τα αντίστοιχα των άλλων υπο- ομάδων. Από την άλλη, η τυπική απόκλιση που υπολογίζεται παράλληλα, αποτελεί ένα αξιόπιστο μέτρο διασποράς των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής για κάθε εξεταζόμενη υπο- ομάδα.

Με σκοπό να εξεταστεί η «ποιότητα» κάθε ερώτησης όσον αφορά την «ευκολία» ή «δυσκολία» της καθώς και το πόσο αξιόπιστη είναι ως κριτήριο για την απόκτηση γνώσης και δεξιοτήτων των μαθητών, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάποιοι δείκτες επιπλέον από αυτούς που ορίζονται παραπάνω. Ένας απ' αυτούς είναι ο δείκτης ευκολίας που ορίζεται ως:

$$P = \frac{N_i}{N}$$

Όπου N είναι ο αριθμός των απαντήσεων που δόθηκαν και N_i ο αριθμός των ορθών απαντήσεων. Με αυτόν τον τρόπο πραγματοποιείται μία εκτίμηση η οποία λαμβάνει υπόψη της τον αριθμό των μαθητών οι οποίοι όντας σε δυσκολία, δεν απάντησαν καθόλου στο συγκεκριμένο ερώτημα. Αντιστοίχως, ορίζεται και ο μέσος δείκτης ευκολίας ως:

$$\bar{P} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M P_i$$

Όπου M είναι ο αριθμός των ερωτημάτων της συγκεκριμένης δοκιμασίας. Σε γενικές γραμμές θεωρείται πως ο δείκτης ευκολίας κάθε ερωτήματος θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0,3 και 0,9. Η θεώρηση αυτή ισχύει και για το μέσο όρο ενός τεστ. Επιπλέον, στην περίπτωση που η δοκιμασία απευθύνεται σε ένα πληθυσμό που διακρίνεται σε μικρότερες ομάδες, είναι δυνατό να διερευνηθεί πόσο εύκολο ή δύσκολο είναι ένα ερώτημα για καθεμιά από τις ομάδες αυτές, μέσω σύγκρισης της τιμής των παραπάνω δεικτών.

Ο δείκτης ευκολίας δεν είναι ο μόνος τρόπος για να αξιολογήσει κανείς τα στοιχεία των κριτηρίων, καθώς υπάρχει και ο δείκτης διακριτικότητας (Discrimination index, D). Η διακριτικότητα αφορά εκτός από τον καθορισμό του ποσοστού των ανθρώπων οι οποίοι απάντησαν σωστά σε ένα κριτήριο και τον καθορισμό των έργων στα οποία απάντησαν επιτυχώς (Wilson, 2005). Ο τύπος του δείκτη διακριτικότητας είναι:

$$D = \frac{(vY - vX)}{v}$$

Όπου n_Y είναι ο αριθμός αυτών που έχουν υψηλό συνολικό σκορ στο τεστ και απαντούν μια ερώτηση σωστά, n_X ο αριθμός αυτών που έχουν χαμηλό συνολικό σκορ στο τεστ και απαντούν μια ερώτηση σωστά και n ο συνολικός αριθμός και των δύο κατηγοριών. Ο δείκτης διακριτικότητας είναι ένα εξωτερικό κριτήριο καταλληλότητας μιας ερώτησης. Σύμφωνα με αυτό το δείκτη, κατάλληλη θεωρείται η ερώτηση στην οποία απαντούν σωστά τα άτομα με χαμηλή βαθμολογία στο τεστ. Οι περισσότεροι ερευνητές προτείνουν, για κάθε ερώτηση, δείκτη διακριτικότητας $> 0,20$. Οι ερωτήσεις που έχουν αρνητικό δείκτη διαφοροποίησης ή μικρότερο από $0,20$ είναι ανεπαρκείς και χρειάζονται αναθεώρηση μεγάλης έκτασης ή πρέπει να απορριφθούν (Ζέτου, Βερναδάκης, Πασπαλά και Κιουμουρτζόγλου, 2008).

Ένας ακόμη δείκτης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διενέργεια έρευνας με τη χρήση ερωτηματολογίων είναι ο δείκτης αξιοπιστίας, ο οποίος ορίζεται ως:

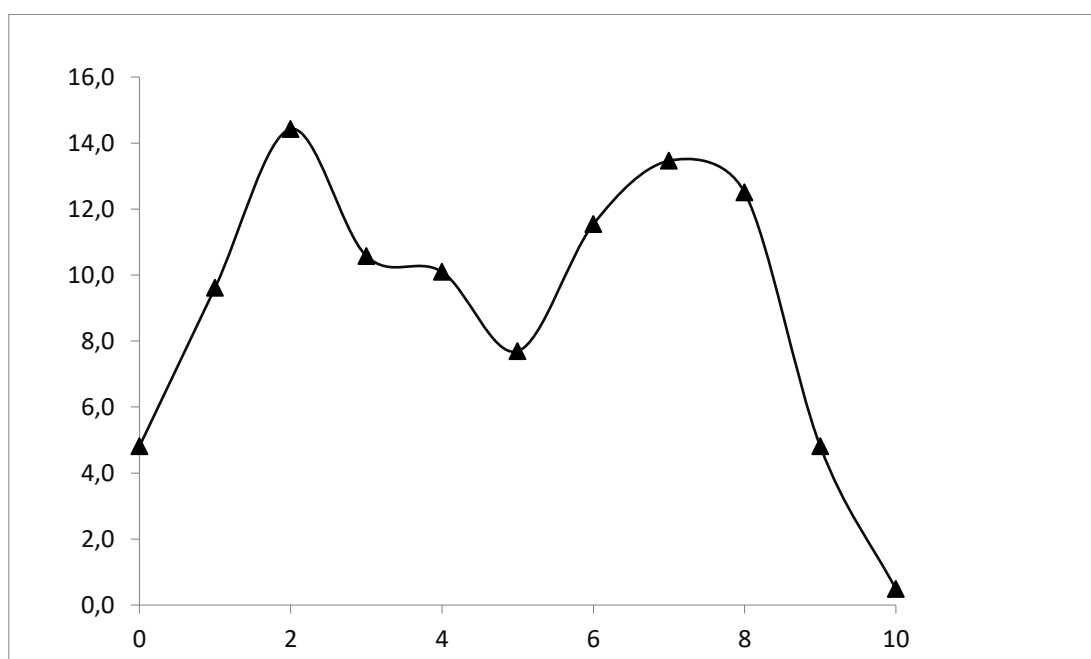
$$r = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_o}{\sigma} \sqrt{\frac{P}{1-P}}$$

Όπου σ είναι η τυπική απόκλιση των βαθμών αξιολόγησης του συνόλου του πληθυσμού, X_0 και X_1 οι μέσες τιμές των βαθμών αξιολόγησης για το σύνολο του πληθυσμού και για το πλήθος των ατόμων που απάντησαν σωστά αντίστοιχα και P ο δείκτης ευκολίας (Persson, 2015). Με αυτόν τον τρόπο, δίνεται η δυνατότητα εκτίμησης κάθε ερώτησης ως προς την αξιοπιστία της για την αξιολόγηση των μαθητών, καθώς είναι πιο πιθανό είναι οι μαθητές με μεγάλη συνολική απόδοση να δώσουν την ορθή απάντηση ενώ εκείνοι με τη μικρή συνολική απόδοση να μην απαντήσουν. Θεωρείται πως μια τιμή $> 0,2$ είναι επιθυμητή για τον δείκτη αξιοπιστίας. Ωστόσο, τα ερωτήματα με συντελεστή αξιοπιστίας κοντά στην τιμή αυτή, μπορεί να χρησιμοποιηθούν εφόσον ο αριθμός τους δεν είναι μεγάλος (Doran, 1980). Η παραπάνω στατιστική ανάλυση βρίσκει ιδιαίτερη εφαρμογή στην περίπτωση όπου ο αριθμός των ερωτημάτων είναι μεγάλος, δηλαδή πλησιάζει ή ξεπερνάει τα 20.

Κεφάλαιο 6 - Αποτελέσματα και συζήτηση

10.1 6.1 Γενικά αποτελέσματα

Από την αξιολόγηση των ερωτηματολογίων που κατανεμήθηκαν στους μαθητές της Α' Λυκείου των τριών σχολείων που επιλέχθηκαν, προέκυψε η παρακάτω κατανομή. Η κατανομή αναφέρεται στην αθροιστική βαθμολογία του κάθε ερωτηματολογίου για το σύνολο του δείγματος. Η βαθμολόγηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας 1 μονάδα ανά σωστό ερώτημα. Οι λανθασμένες απαντήσεις δε βαθμολογήθηκαν αρνητικά.



Σχήμα 2. Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων στο σύνολο του δείγματος.

Το γενικό συμπέρασμα που διεξάγεται από το παραπάνω διάγραμμα είναι πως η πλειοψηφία των μαθητών βαθμολογήθηκε με κάτω από 5/10. Το ποσοστό αυτό αγγίζει το 50%. Ακόμη, ένα σημαντικό ποσοστό, ~5 %, βαθμολογήθηκε με 0. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως είτε αρκετοί μαθητές δεν είναι σε θέση να δώσουν ούτε μία ορθή απάντηση, είτε αντιμετώπισαν το ερωτηματολόγιο σαν « αγγαρεία » και απάντησαν τυχαία στα ερωτήματα που τους τέθηκαν. Αξίζει να σημειωθεί πως με 10 βαθμολογήθηκε μόνο ένα ερωτηματολόγιο.

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα ποσοστά των σωστών (Σ), των λανθασμένων (Λ), καθώς και των μη απαντημένων ερωτημάτων (δ/α) από το σύνολο των μαθητών, στο κάθε ερώτημα.

Το σύνολο του δείγματος κατανέμεται σε 103 αγόρια και 105 κορίτσια ενώ η διαστρωμάτωση όσον αφορά το είδος του σχολείου περιλαμβάνει δύο σχολεία της περιφέρειας (σε μη αστική περιοχή) και ένα μεγάλο αστικού κέντρου. Η κύρια διαφοροποίηση μεταξύ των σχολικών αυτών μονάδων εντοπίζεται στην έκταση της εκτέλεσης σχετικών πειραματικών διαδικασιών στο Γυμνάσιο. Έτσι, στο σχολείο Α (μη αστικής περιοχής, δείγμα 87 ατόμων) δεν έχουν πραγματοποιηθεί καθόλου πειραματικές διαδικασίες, στο σχολείο Β (αστικής περιοχής, δείγμα 49 ατόμων) έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες πειραματικές διαδικασίες, ενώ στο σχολείο Γ (μη αστικής περιοχής, δείγμα 72 ατόμων) έχει πραγματοποιηθεί εκτενής πειραματική παρουσίαση των εννοιών σχετικά με τη διαλυτότητα και την περιεκτικότητα διαλυμάτων.

Πίνακας 1. Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα στο συνολικό δείγμα. Δίνονται οι εκατοστιαίες αναλογίες για σωστές (Σ), λανθασμένες (Λ) απαντήσεις καθώς για τις ελλείψεις απάντησης (δ/α) ενώ συμπληρώνεται και ο συντελεστής ευκολίας P, ο συντελεστής αξιοπιστίας r και ο συντελεστής διακρίσεως D της κάθε ερώτησης.

Ερώτημα	Σ%	Λ%	δ/α %	P	r	D
1	68.8	29.3	1.9	0.65	0.65	0.77
2	66.3	31.7	1.9	0.68	0.59	0.71
3α	41.3	38.9	19.7	0.52	0.77	0.79
3β	28.4	40.9	30.8	0.41	0.77	0.60
4	48.1	38.0	13.9	0.60	0.76	0.85
5	61.5	32.7	5.8	0.65	0.73	0.77
6	72.1	23.6	4.3	0.75	0.74	0.65
7	34.6	48.6	16.8	0.42	0,00	0.04
8	33.7	30.3	36.1	0.53	1.07	0.88
9	22.1	30.3	47.6	0.42	0.99	0.39

Για το σύνολο των μαθητών που έλαβαν συμμετοχή στη μελέτη η μέση ευκολία του ερωτηματολογίου υπολογίστηκε 0,56. Αυτό συνεπάγεται πως το ερωτηματολόγιο μπορεί

να θεωρηθεί ως μέτριας δυσκολίας. Από τα συνολικά δέκα ερωτήματα κανένα δεν βρίσκεται έξω από τα εμπειρικά όρια αποδοχής, ενώ τα περισσότερα βρίσκονται περίπου στο μέσον της αποδεκτής περιοχής τιμών για τον δείκτη ευκολίας. Ο μέσος όρος αξιολόγησης των ερωτηματολογίων υπολογίστηκε ως 4,61 και η τυπική απόκλιση 2,67. Οι παραπάνω τιμές υποδεικνύουν σημαντική διασπορά στο επίπεδο κατανόησης των εννοιών του διαλύματος. Το ποσοστό κατανόησης των σχετικών με το ερωτηματολόγιο εννοιών πρέπει να θεωρηθεί ικανοποιητικό, αφού επανειλημμένες καταγραφές μέσω αντίστοιχων ερευνητικών προσπαθειών έδειξαν ότι κατά τα τελευταία 40 και πλέον χρόνια η διακύμανσή του είναι περίπου σταθερή στην περιοχή 30-40% (ισοδύναμα 3,0 – 4,0 στην κλίμακά μας).

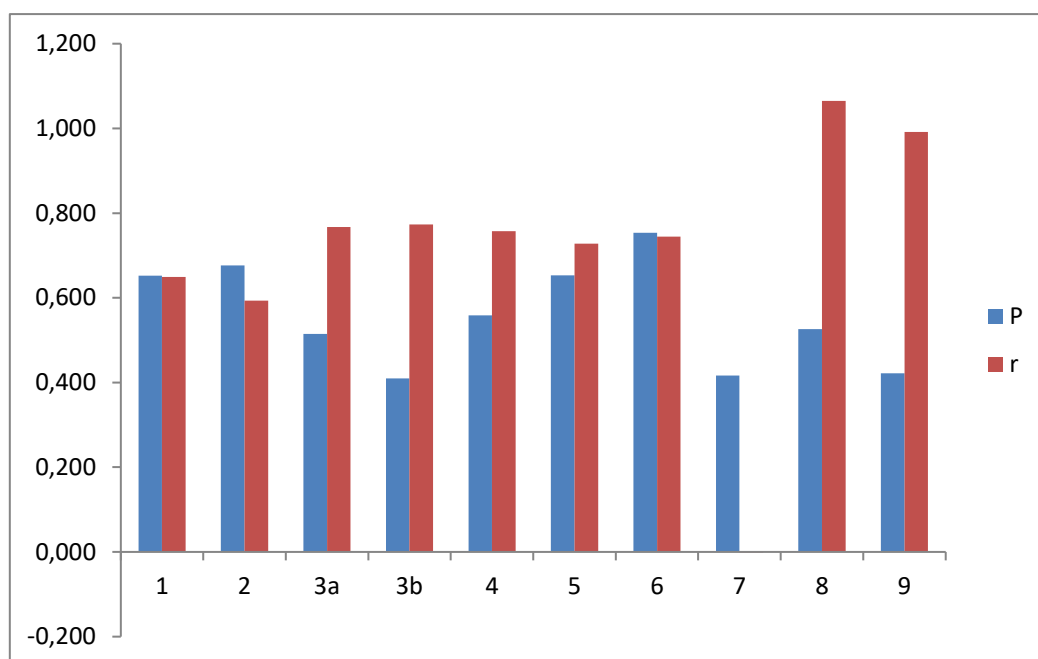
Υψηλά ποσοστά ορθών απαντήσεων, τα οποία ξεπερνούν το 50% των ερωτηματολογίων, έχουν δοθεί μόνο για τα ερωτήματα 1, 2, 5 και 6. Το ερώτημα 4 το οποίο παρουσίασε επίσης ένα σχετικά υψηλό ποσοστό ορθών απαντήσεων, αναφέρεται στη γενικότερη έννοια της αραιώσης ενός διαλύματος, έννοια που φαίνεται να γίνεται αντιληπτή από ένα σχετικά υψηλό ποσοστό μαθητών.

Τα ερωτήματα 1 και 2 απαντήθηκαν σωστά από περίπου τα 2/3 των συμμετεχόντων στην έρευνα. Το ερώτημα 1 αφορά καθαρά στον ορισμό της περιεκτικότητας, ενώ το ερώτημα 2 αναφέρεται στη μετατροπή της περιεκτικότητας από w/w σε w/v με βάση την πυκνότητα ενός διαλύματος. Σε αυτή την περίπτωση δεν μπορεί να αποκλειστεί ένα ποσοστό τυχαίων απαντήσεων καθώς τα ερωτήματα 1 και 2 που τέθηκαν στους μαθητές, ήταν πολλαπλής επιλογής. Τα ερωτήματα 4 και 5, που παρουσίασαν μεγάλα ποσοστά ορθών απαντήσεων, αναφέρονται στον υπολογισμό της περιεκτικότητας μετά την αραιώση ενός διαλύματος, καθώς και των επιμέρους συστατικών του διαλύματος.

Στη συνέχεια, υψηλά ποσοστά λανθασμένων απαντήσεων παρατηρήθηκαν για τα ερωτήματα 3α, 3β, 4 και 7. Το ερώτημα 3 διερευνά την κατανόηση σε πρακτικό επίπεδο της μετατροπής της περιεκτικότητας από w/w σε w/v με βάση την πυκνότητα ενός διαλύματος. Η πυκνότητα είναι μια ιδιότητα που πραγματεύεται σε μικρό βαθμό στο μάθημα της Φυσικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση και σχεδόν καθόλου στο μάθημα της Χημείας, όπου είναι συνηθισμένη η παράθεση μιας διευκρίνισης σε προβλήματα, σχετικά με την πυκνότητα ενός υδατικού διαλύματος που θεωρείται ίση με 1 g/mL. Ειδικά στο ερώτημα 3β απαιτείται η κάπως αναλυτική περιγραφή της διαδικασίας που φαντάζεται ο κάθε μαθητής προκειμένου να πραγματοποιήσει τη διαδικασία που ορίζεται στο ερώτημα 3α.

Τα ερωτήματα που απαντήθηκαν σε μικρότερο ποσοστό ήταν τα ερωτήματα ανάπτυξης με λιγότερο απαντημένο το ερώτημα 9 (~52,4%), και αμέσως επόμενο το ερώτημα 8 (~63,9%). Τα δύο τελευταία αυτά ερωτήματα ήταν αυξημένης δυσκολίας σε σχέση με τα προηγούμενα και απαιτούσαν αναλυτικό υπολογισμό για τη δημιουργία ενός πυκνότερου διαλύματος από το αρχικό, με την προσθήκη διαλυμένης ουσίας.

Στο παρακάτω σχήμα δίνεται ο δείκτης αξιοπιστίας που υπολογίστηκε για κάθε ερώτηση του ερωτηματολογίου, μαζί με το δείκτη ευκολίας ανά ερώτημα.



Σχήμα 3. Διάγραμμα των τιμών των παραμέτρων P και r για τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου.

Είναι παρατηρημένο και διαπιστωμένο από πολλαπλές πηγές, ότι οι μαθητές υιοθετούν κατά κανόνα τη διαδικασία της ελάχιστης προσπάθειας και για το λόγο αυτό, περιορίσαμε κατά το δυνατόν τα ερωτήματα ανοιχτού τύπου. Ωστόσο τα ερωτήματα 3, 8 και 9 δεν μπορούσαν να μην περιληφθούν σε μια τέτοια δοκιμασία αξιολόγησης. Παρ' όλους τους ενδιασμούς μας, τα ερωτήματα απαντήθηκαν σε ικανοποιητικό ποσοστό και οι ορθές απαντήσεις δεν έλαβαν πολύ χαμηλό ποσοστό επίσης, παρόλο που περιλάμβαναν ανάπτυξη σε κείμενο και πραγματοποίηση αριθμητικών πράξεων. Η τιμή των δεικτών αξιολόγησης δεν φανερώνει ότι τα ερωτήματα αυτά αποτελούν, για το σύνολο του εξεταζόμενου πληθυσμού, δύσκολα ερωτήματα. Ωστόσο, όπως φαίνεται και από το προηγούμενο

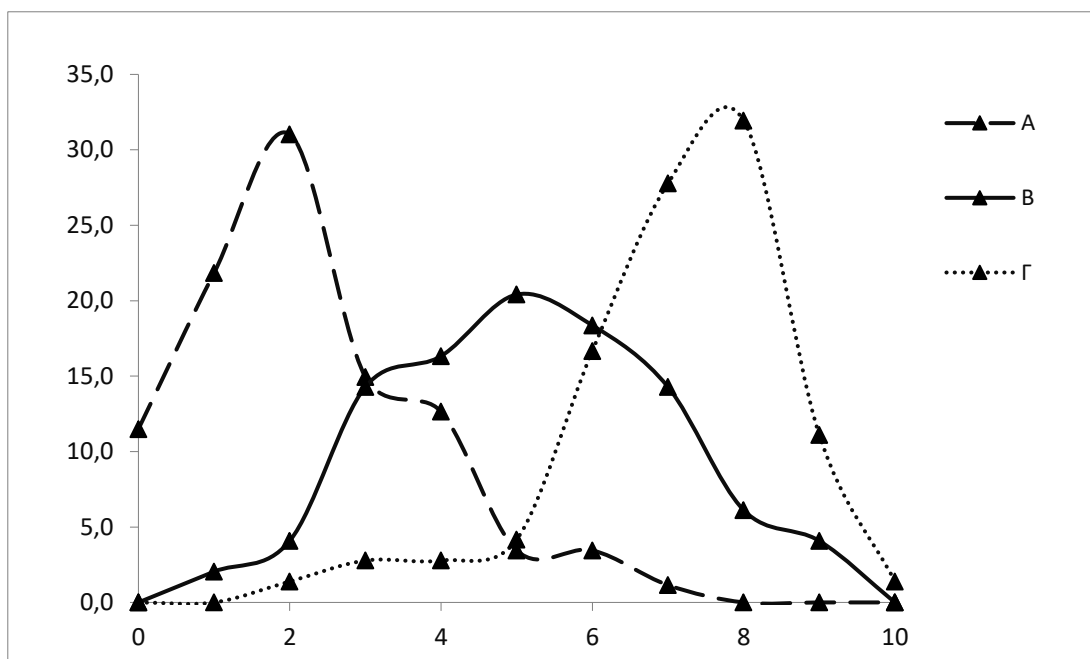
διάγραμμα, η ερώτηση 7 φαίνεται να έχει εξαιρετικά μειωμένη αξιοπιστία, αν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση μαθητών αυτής της ηλικίας και του συγκεκριμένου γνωστικού υποβάθρου. Αυτό είναι κάτι το ιδιαίτερο, για το οποίο θα ακολουθήσει σχετική ανάλυση στην επόμενη ενότητα. Αυτό κρίνεται σκόπιμο, επειδή η πηγή της αναντιστοιχίας με τις υπόλοιπες ερωτήσεις της δοκιμασίας εντοπίζεται σε μία από τις τρεις σχολικές μονάδες του δείγματος.

10.2 6.2 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων ανά σχολική μονάδα

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν 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. Είναι γεγονός, πως σε πολλές περιπτώσεις, η ανάγκη της οικογένειας για πρόσθετο εισόδημα οδηγεί στην απασχόληση από μικρή ηλικία. Επιπλέον ο χρόνος που οι γονείς ασχολούνται με την εκπαίδευση των παιδιών τους, καθώς και 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. Έπειτα, ο τύπος διαμονής και οι συνθήκες στέγασης αποτελούν έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα, ειδικά στις αγγλοσαξονικές χώρες, για την επιλογή από τα νέα παιδιά της συνέχισης των σπουδών τους και ειδικότερα στην κατεύθυνση των επιστημών (Voss, 1996).

Όπως αναφέρθηκε ήδη στο Κεφ. 5, για την παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε κατανομή ερωτηματολογίων σε σχολεία που ανήκουν είτε σε αστική περιοχή είτε στην περιφέρεια. Μέρος λοιπόν της παρούσας μελέτης αποτελεί η σύγκριση των αποτελεσμάτων που λήφθηκαν από τα σχολεία που ανήκουν σε διαφορετικές περιοχές. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης των τριών σχολικών μονάδων μεταξύ τους ήταν η έκταση στην οποία είχαν πραγματοποιηθεί, στο αντίστοιχο Γυμνάσιο, πειραματικές διαδικασίες σχετικά με τα διαλύματα και την περιγραφή των συγκεντρώσεών τους. Με την έννοια αυτή, οι δύο σχολικές μονάδες της περιφέρειας (Α και Γ) αντιμετωπίζονται ξεχωριστά, αφού αποτελούν τα άκρα της παραπάνω κατάταξης, έχοντας μηδενική και εκτεταμένη εργαστηριακή άσκηση αντίστοιχα.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που λήφθηκαν σε ποσοστά από την βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων, ανά σχολική μονάδα.



Σχήμα 4. Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων, ανά σχολική μονάδα. Οι σχολικές μονάδες χαρακτηρίζονται ως A, B και Γ, όπως περιγράφεται στο κείμενο.

Από το παραπάνω διάγραμμα είναι εμφανής η διαφορά που παρατηρείται μεταξύ των μαθητών των τριών σχολικών μονάδων. Το ποσοστό των ερωτηματολογίων που βαθμολογήθηκε με αθροιστικό βαθμό μικρότερο του 5, αγγίζει το 94% για την σχολική μονάδα A, ενώ στην περίπτωση της σχολικής μονάδας B το ποσοστό είναι ~37% και στο σχολείο Γ το ποσοστό αυτό είναι μόλις 7%. Ακόμη, στη σχολική μονάδα A, το ποσοστό μηδενικής βαθμολογίας υπολογίστηκε στο 12%, ενώ αντίθετα, στα άλλα δύο σχολεία δεν υπήρξε ερωτηματολόγιο με μηδενική βαθμολογία. Η απλή στατιστική μελέτη των συνολικών αποτελεσμάτων δίνει, για τα τρία σχολεία, τιμές του μέσου όρου στην αξιολόγηση καθώς και την αντίστοιχη τυπική απόκλιση κάθε πληθυσμού ως εξής: Στο σχολείο A, μέσος όρος βαθμολογίας 2,25 με τυπική απόκλιση 1,56, στο σχολείο B μέσος όρος 5,16 και τυπική απόκλιση 1,85 και στο σχολείο Γ, οι αντίστοιχες τιμές είναι 7,07 και 1,51.

Η διαφορά επιβεβαιώνεται και από την απλή εξέταση των μέσων τιμών των δεικτών ευκολίας και αξιοπιστίας του ερωτηματολογίου για κάθε σχολείο. Στο σχολείο A, η μέση τιμή του δείκτη P είναι 0,27 και η μέση τιμή του δείκτη r είναι 0,50. Για το σχολείο B οι αντίστοιχες τιμές είναι 0,61 και 0,52 αντίστοιχα. Τέλος, για το σχολείο Γ έχουμε 0,77 και 0,47 αντίστοιχα. Η απλή παρατήρηση των τιμών αυτών πιστοποιεί ότι η συγκεκριμένη δοκιμασία είναι κατά μέσο όρο δυσκολότερη για τα παιδιά του σχολείου B σε σχέση με

εκείνα του σχολείου Γ ενώ τα παιδιά του σχολείου Α αντιμετωπίζουν τις μεγαλύτερες δυσκολίες και μάλιστα με σημαντική διαφορά από τα παιδιά των άλλων δύο σχολείων.

Στους παρακάτω πίνακες δίνονται τα ποσοστά των απαντήσεων ανά ερώτημα, σε κάθε σχολείο που συμμετείχε στην έρευνα.

Πίνακας 2. Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα στις σχολικές μονάδες. Οι απαντήσεις δίνονται ως επί τοις εκατό ποσοστά ως σωστές (Σ), λάθος (Λ), ενώ σημειώνεται και το ποσοστό εκείνο που δεν απάντησε σε κάθε ερώτημα (δ/α).

Ερώτημα	Σχολείο Α			Σχολείο Β			Σχολείο Γ		
	Σ	Λ	δ/α	Σ	Λ	δ/α	Σ	Λ	δ/α
1	34,5	65,5	0,0	71,4	26,5	2,0	94,4	1,4	4,2
2	36,8	63,2	0,0	79,6	18,4	2,0	91,6	4,2	4,2
3α	14,9	49,4	35,6	22,5	65,3	12,2	84,7	13,9	2,8
3β	9,2	49,4	41,4	6,1	49,0	44,9	66,7	27,8	5,6
4	0,0	74,7	25,3	75,5	16,3	8,2	77,8	15,3	6,9
5	26,4	67,8	5,8	67,4	30,6	2,0	83,3	13,9	2,8
6	43,7	50,6	5,8	73,5	24,5	2,0	93,0	2,8	4,2
7	39,1	35,6	25,3	73,5	12,2	14,3	2,8	87,5	9,7
8	3,5	50,6	46,0	24,5	22,5	53,1	73,6	13,9	12,5
9	4,6	58,6	36,8	20,4	20,4	59,2	44,4	29,2	26,4

Ένα αξιοσημείωτο γεγονός που προκύπτει από την εξέταση των τιμών στον παραπάνω πίνακα είναι ότι το σχολείο Γ που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συνολική επίδοση, έδωσε ένα εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό εσφαλμένων απαντήσεων στο ερώτημα 7, στο οποίο οι μαθητές των άλλων δύο σχολείων έδωσαν σχετικά ικανοποιητικά ποσοστά ορθών απαντήσεων. Για

το λόγο αυτό προκύπτει και η μοναδική απόκλιση από το αναμενόμενο, όσον αφορά την τιμή των δεικτών αξιοπιστίας των ερωτημάτων, όπως φάνηκε στο Σχήμα 3.

Πίνακας 3. Ποσοστά απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ανά σχολική μονάδα.

	Σχολείο Α				Σχολείο Β				Σχολείο Γ			
	1	2	5	6	1	2	5	6	1	2	5	6
α	52,9	2,3	26,4	43,7	18,4	4,1	67,4	73,5	-	-	83,3	93,0
β	4,6	10,3	23,0	11,5	6,1	2,0	30,6	4,1	1,4	-	12,5	1,4
γ	34,5	50,6	35,6	26,4	71,4	12,2	-	6,1	94,4	4,2	1,4	-
δ	8,1	36,8	9,2	12,6	2,0	79,6	-	14,3	-	91,6	-	1,4

Γενικά το σχολείο Γ εμφανίζει μεγαλύτερο ποσοστό ορθών απαντήσεων από τα άλλα σχολεία σε κάθε ερώτημα. Η διαφορά γίνεται πολύ πιο σημαντική στην περίπτωση των ερωτημάτων για τα οποία απαιτείται ορισμένη εργαστηριακή εμπειρία, όπως τα δύο υποερωτήματα του ερωτήματος 3. Τα παιδιά του σχολείου αυτού, αισθάνονται αρκετά σίγουρα για τον εαυτό τους αφού γενικά αποφεύγουν την απάντηση σε μικρότερα ποσοστά απ' ότι τα παιδιά των άλλων σχολείων. Ειδικά για το ερώτημα 7 όπου καταγράφηκε μια εντυπωσιακή αναστροφή των γενικών παρατηρήσεων, η εκτίμησή μας στηρίζεται στο ότι το ερώτημα είναι σύνθετο, επειδή προβλέπει τη διάσπαση της διαλυμένης ουσίας όταν διαλυθεί και το ερώτημα αναφέρεται στον υπολογισμό της περιεκτικότητας των δύο θραυσμάτων στο διάλυμα. Η διαφοροποίηση έγκειται στο γεγονός ότι η έρευνα δεν πραγματοποιήθηκε συγχρονισμένα και στο συγκεκριμένο σχολείο τα ερωτηματολόγια προωθήθηκαν γύρω στα μέσα της σχολικής χρονιάς, οπότε οι μαθητές είχαν διδαχθεί την έκφραση της περιεκτικότητας διαλυμάτων με βάση την μοριακότητα. Συμπεραίνουμε ότι παρασύρθηκαν από την νέα γνώση που απέκτησαν και επιχείρησαν να απαντήσουν, κατά λάθος, χρησιμοποιώντας τις μοριακότητες κι όχι τις εκατοστιαίες αναλογίες, όπως προβλέπει η διατύπωση του ερωτήματος. Στη συνέχεια και με βάση τις παραπάνω παρατηρήσεις, θα εντοπίσουμε τη συζήτηση για τις απαντήσεις σε κάθε ερώτημα, μεταξύ των δύο άλλων σχολείων, του Α και του Β.

Ερώτημα 1:

Το ερώτημα 1 όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, είχε σαν στόχο τη διερεύνηση της κατανόησης του ορισμού της περιεκτικότητας ενός διαλύματος. Οι πιθανές απαντήσεις που δόθηκαν προς επιλογή, αφορούσαν τις ποσότητες διαλυμένης ουσίας και διαλύτη. Στην περίπτωση του σχολείου Α στο ερώτημα αυτό, σωστή απάντηση κατάφερε να δώσει ~ 35%, ενώ η πλειοψηφία των μαθητών (~53%) έδωσε σαν απάντηση την επιλογή α. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα πως πολλοί μαθητές εσφαλμένα θεωρούν πως η %w/w περιεκτικότητα αναφέρεται σε 100 g διαλύτη και όχι σε 100 g συνολικού διαλύματος! Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί, πως στο ερώτημα 1 δεν ήταν αναπάντητο σε κανένα ερωτηματολόγιο του σχολείου αυτού. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μη ύπαρξη αρνητικής βαθμολογίας κατά τη βαθμολόγηση με αποτέλεσμα ένα ποσοστό των απαντήσεων να δόθηκε «τυχαία».

Για το ίδιο ερώτημα, στο σχολείο Β, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ήταν αρκετά υψηλό, της τάξης του 71%. Η σημαντική αυτή διαφορά μεταξύ των δύο πρώτων σχολικών μονάδων, υποδηλώνει πως οι μαθητές (της αστικής περιοχής) του σχολείου Β έχουν κατανοήσει σε μεγαλύτερο βαθμό τη διδακτέα ύλη. Δεύτερη επιλογή στις απαντήσεις για το ερώτημα 1, ήταν η επιλογή α, ενισχύοντας την υπόθεση που πραγματοποιήθηκε προηγούμενα για τη εσφαλμένη εντύπωση των μαθητών του ορισμού της %w/w περιεκτικότητας.

Τέλος στο σχολείο Γ, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων είναι πολύ υψηλό της τάξης του 93% . Η επίδοση αυτή υποδηλώνει πως οι μαθητές του σχολείου Γ έχουν κατανοήσει στον μέγιστο βαθμό τη διδακτέα ύλη. Δεύτερη επιλογή στις απαντήσεις για το ερώτημα 1, ήταν η επιλογή γ ενώ οι υπόλοιπες επιλογές δεν επιλέχθηκαν από τους μαθητές.

Ερώτημα 2:

Στο ερώτημα 2 πραγματοποιήθηκε διερεύνηση της κατανόησης των μαθητών ως προς τη μετατροπή της %w/w περιεκτικότητας σε %w/v. Στους μαθητές δόθηκε η πυκνότητα ενός διαλύματος, του οποίου ήταν γνωστή η %w/w περιεκτικότητα, με

ζητούμενη την %w/v. Οι πιθανές απαντήσεις που δόθηκαν στους μαθητές, αφορούσαν πιθανούς υπολογισμούς για την εύρεση της %w/v περιεκτικότητας. Σε αυτή την περίπτωση οι μαθητές έπρεπε να λάβουν υπόψη τον ορισμό της πυκνότητας και τον μαθηματικό τύπο που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο για τη μετατροπή της περιεκτικότητας με βάση την πυκνότητα. Στο σχολείο Α (στη μη αστική περιοχή), μόλις το 37 % των μαθητών κατάφερε να απαντήσει σωστά. Η πλειοψηφία των μαθητών, δηλαδή το 51%, έδωσε σαν πιθανή απάντηση τη γ . Η απάντηση γ , αποτελεί τον αντίστροφο υπολογισμό, από αυτόν που απαιτείται για την εύρεση της σωστής απάντησης.

Στην περίπτωση του σχολείου Β (της αστικής περιοχής) το ποσοστό των ορθών απαντήσεων στο ερώτημα 2, αγγίζει το 80%. Δεύτερη απάντηση στην επιλογή των μαθητών αποτελεί η απάντηση γ , η οποία δόθηκε και από την πλειοψηφία των μαθητών του σχολείου Α (στη μη αστική περιοχή), υποδεικνύοντας ξανά ότι ένα ποσοστό μαθητών αντιλαμβάνεται αντίστροφα την μετατροπή της περιεκτικότητας από τη μία μορφή στην άλλη ή, απλούστερα, προσπαθώντας να απομνημονεύσει τη διαδικασία κάνει το τυπικό λάθος της αντίστροφης διαδικασίας (πολλαπλασιασμού αντί διαίρεσης).

Τέλος στο σχολείο Γ, το ποσοστό των σωστών απαντήσεων είναι πολύ υψηλό της τάξης του 90%. Η επίδοση αυτή υποδηλώνει πως οι μαθητές του σχολείου Γ έχουν κατανοήσει στον μέγιστο βαθμό τη διδακτέα ύλη. Δεύτερη επιλογή στις απαντήσεις για το ερώτημα 2, ήταν η επιλογή γ υποδεικνύοντας ξανά ότι ένα ποσοστό μαθητών αντιλαμβάνεται αντίστροφα την μετατροπή της περιεκτικότητας από τη μία μορφή στην άλλη για τους λόγους που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο.

Ερώτημα 3:

Στο ερώτημα 3, σκοπός ήταν η διαπίστωση του κατά πόσο οι μαθητές αντιλαμβάνονται στην πράξη τη χρησιμότητα της μετατροπής από τη μία μορφή περιεκτικότητας στην άλλη, σε περίπτωση που δεν διαθέσιμος ένας ζυγός για τη ζύγιση της επιθυμητής ποσότητας ενός διαλύματος. Στο πρώτο υποερώτημα ζητείται τι θα μπορούσε να γίνει, ενώ στο δεύτερο υποερώτημα ζητείται με ποιον ακριβώς τρόπο μπορεί να γίνει αυτό. Στα δύο αυτά ερωτήματα που τέθηκαν τα ποσοστά ορθών απαντήσεων μειώθηκαν

σημαντικά στους μαθητές και των δύο πρώτων σχολείων. Στο σχολείο Α (Στη μη αστική περιοχή), το ποσοστό ορθών απαντήσεων ήταν 15% και 9% για τα δύο ερωτήματα αντίστοιχα, ενώ στο σχολείο Β (στην αστική περιοχή) τα ποσοστά ήταν 22% και 6%. Επιπλέον, το ποσοστό των μη απαντημένων ερωτημάτων αυξήθηκε σημαντικά, σε σχέση με τα προηγούμενα δύο ερωτήματα και στα δυο πρώτα σχολεία (στις δύο περιοχές). Στο σχολείο Α (στη μη αστική περιοχή) τα ποσοστά μη απαντημένων ερωτημάτων για τα δύο σκέλη ήταν 36% και 41%, αντίστοιχα, ενώ στο σχολείο Β (στην αστική περιοχή) υπολογίστηκαν ως 12% και 44%, αντίστοιχα. Ένας παράγοντας, που κατά τη γνώμη μας συμβάλλει στην αποφυγή απάντησης στα ερωτήματα αυτά είναι το γεγονός ότι δεν είναι κλειστού τύπου και κατά συνέπεια απαιτείται χρόνος κριτικής σκέψης, ανάλυσης και καταγραφής του αποτελέσματος της νοητικής διαδικασίας, κάτι που οι μαθητές στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα προσαρμόζονται ώστε να αποφεύγουν. Ειδικά, η αύξηση του ποσοστού αποφυγής απάντησης στο ερώτημα 3β συνηγορεί με την άποψή μας αυτή.

Τέλος στο σχολείο Γ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ήταν 85%! και 67%! για τα δυο ερωτήματα αντίστοιχα και το ποσοστό των μη απαντημένων ερωτημάτων για τα δυο σκέλη ήταν της τάξης του 3% και 6% περίπου αντίστοιχα.

Ερώτημα 4:

Το ζητούμενο στο ερώτημα 4 είναι η περιεκτικότητα που προκύπτει μετά την αραίωση ενός διαλύματος. Η ερώτηση αυτή απαιτεί τη διενέργεια μαθηματικών πράξεων, επομένως οι μαθητές έπρεπε να κάνουν υπολογισμό της νέας περιεκτικότητας με βάση την αρχική περιεκτικότητα, την αρχική μάζα και τον τελικό όγκο του νέου διαλύματος.

Στα ερωτηματολόγια που συλλέχθηκαν από το σχολείο Α (τη μη αστική περιοχή) δε κατάφερε να δοθεί καμία σωστή απάντηση από τους μαθητές που συμμετείχαν στην έρευνα, ενώ ένα 25% δεν έδωσε καθόλου απάντηση. Αντίθετα, (στην αστική περιοχή) στα ερωτηματολόγια του σχολείου Β στα οποία δόθηκε ορθή απάντηση αντιστοιχούν στο 75%. Έτσι, στο ερώτημα αυτό παρατηρείται ξανά μία έντονη διαφοροποίηση μεταξύ των μαθητών των δύο περιοχών, με σαφές προβάδισμα των μαθητών του σχολείου Β (της αστικής περιοχής). Προφανώς η σχετική εμπειρία που οι μαθητές του παραπάνω σχολείου (της αστικής περιοχής) απέκτησαν από την πραγματοποίηση πειράματος σχετικού με την αραίωση διαλύματος, τους βοήθησε να αντιδράσουν θετικά στο ερώτημα αυτό.

Τέλος στο σχολείο Γ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ήταν 78%! ενώ το ποσοστό των μαθητών που δεν απάντησε σωστά ήταν της τάξης του 15%. Προφανώς η εργαστηριακή εμπειρία των μαθητών του σχολείου Γ επιβεβαιώνεται και σε αυτό το ερώτημα. Επίσης παρατηρούμε ότι στην ερώτηση ενώ τα σχολεία Α και Β είχαν πτωτική πορεία σωστών απαντήσεων στο σχολείο Β που πιθανά πραγματοποιήθηκε εργαστηριακή άσκηση αραίωσης οι σωστές απαντήσεις πλησίασαν το ποσοστό του σχολείου Γ που έχει καλύτερες επιδόσεις.

Ερώτημα 5:

Το ερώτημα 5 δόθηκε υπό μορφή ερωτήματος πολλαπλής επιλογής, ενώ το ζητούμενο σε αυτή την περίπτωση ήταν η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας στο αραιωμένο διάλυμα που προέκυψε από το προηγούμενο ερώτημα. Στα ερωτηματολόγια των μαθητών που προήλθαν από το σχολείο Α (τη μη αστική περιοχή) το ποσοστό ορθών απαντήσεων υπολογίστηκε σε ~26%, ενώ στην αστική περιοχή σε 67%. Στο σχολείο Α (στη μη αστική περιοχή) ένα ποσοστό της τάξης του 36%, συμπλήρωσε ως ορθή την επιλογή γ. Η επιλογή γ, υποδεικνύει πως ένα μεγάλο ποσοστό υπέθεσε πως κατά την αραίωση του διαλύματος η διαλυμένη ουσία αυξάνεται κατά δέκα φορές! Στο σχολείο Β (Στην αστική περιοχή), δεύτερη σε ποσοστό επιλογή των μαθητών αποτελεί η απάντηση β, η οποία δηλώνει πως η διαλυμένη ουσία μειώνεται κατά 10 φορές με την αραίωση που πραγματοποιείται. Οι δύο αυτές εσφαλμένες απαντήσεις υποδεικνύουν την πιθανή μη σύνδεση των όρου «διαλυμένη ουσία» με τον όρο «περιεκτικότητα».

Τέλος στο σχολείο Γ το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ήταν 83,3%. Και το αντίστοιχο ποσοστό της επιλογής Β ως πιθανή απάντηση ήταν 12,5% και της Γ 1,4% αντίστοιχα. Το πολύ μικρό ποσοστό των επιλογών αυτών υποδεικνύει την καλύτερη κατανόηση των όρων «διαλυμένη ουσία» με τον όρο «περιεκτικότητα».

Ερώτημα 6:

Το ερώτημα 6 είναι πολλαπλής επιλογής, ενώ αποτελεί συνέχεια των προηγούμενων δύο ερωτημάτων. Το ζητούμενο εδώ είναι ο συγκριτικός προσδιορισμός της πυκνότητας των δύο διαλυμάτων, του αρχικού σε σχέση με αυτόν που προέκυψε μετά την αραίωση. Τα

ποσοστά ορθών απαντήσεων σε αυτήν την ερώτηση ήταν 44% και 73% για τη σχολική μονάδα Α (μη αστική) και για τη σχολική μονάδα Β (αστική περιοχή), αντίστοιχα. Τα υψηλότερα αυτά ποσοστά ορθών απαντήσεων σε σχέση με τα προηγούμενα ερωτήματα, δείχνουν πως αρκετοί μαθητές κατανοούν σαν γενική αρχή την αραίωση ενός διαλύματος, αδυνατούν όμως να πραγματοποιήσουν υπολογισμούς. Οι επόμενες σε ποσοστό απαντήσεις που δόθηκαν δε παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ τους ως προς το ποσοστό, επομένως δε μπορεί να εξαχθεί κάποιο συμπέρασμα ως προς πιθανές παρανοήσεις των μαθητών. Η μη διαφοροποίηση αυτή οφείλεται πιθανότατα σε «τυχαία» επιλογή.

Επιπλέον οι μαθητές της σχολικής μονάδας Γ έχουν πάλι την καλύτερη επίδοση σε σχέση με τις δυο άλλες σχολικές μονάδες με ποσοστό της τάξης του 93.

Ερώτημα 7:

Το ερώτημα 7 δε σχετίζεται με τα προηγούμενα ερωτήματα, ενώ ζητούμενο σε αυτήν την περίπτωση είναι η περιεκτικότητα που προκύπτει από ίση σε μάζα κατανομή της διαλυμένης ουσίας σε δύο ίδια διαλύματα. Ουσιαστικά, η ορθή απάντηση εδώ προκύπτει από τη διαίρεση διά δύο της διαλυμένης ουσίας του αρχικού διαλύματος. Το ερώτημα αυτό ήταν ανάπτυξη και απαιτούσε τον αντίστοιχο υπολογισμό. Τα ποσοστά ορθών απαντήσεων για τις δύο πρώτες μελετούμενες περιοχές ήταν 39% και 73%, (για τη μη αστική και αστική περιοχή) αντίστοιχα. Έπειτα, τα ποσοστά μη δοθισών απαντήσεων ήταν 25% και 14% για τις δύο περιοχές, αντίστοιχα. Επομένως, ένας σημαντικός αριθμός μαθητών δεν επιχείρησε να δώσει απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Ειδικά για το ερώτημα 7 όπου καταγράφηκε μια εντυπωσιακή αναστροφή των γενικών παρατηρήσεων στη σχολική μονάδα Γ (ποσοστό σωστών απαντήσεων της τάξης του 3%), η εκτίμησή μας στηρίζεται στο ότι το ερώτημα είναι σύνθετο, και έχοντας διδαχθεί την έννοια της μοριακότητας παρασύρθηκαν και οδηγήθηκαν σε λάθος υπολογισμό όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

Ερωτήματα 8 και 9:

Τα ερωτήματα 8 και 9 είναι αλληλένδετα, καθώς στο 8 ζητείται η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που απαιτείται για τη σύνθεση ενός πυκνότερου διαλύματος από το αρχικό, ενώ στο ερώτημα 9 ζητείται ο ακριβής τρόπος υπολογισμού αυτής της ποσότητας. Τα δύο αυτά ερωτήματα ήταν τα λιγότερο απαντημένα, όπως επίσης αναφέρθηκε και στην

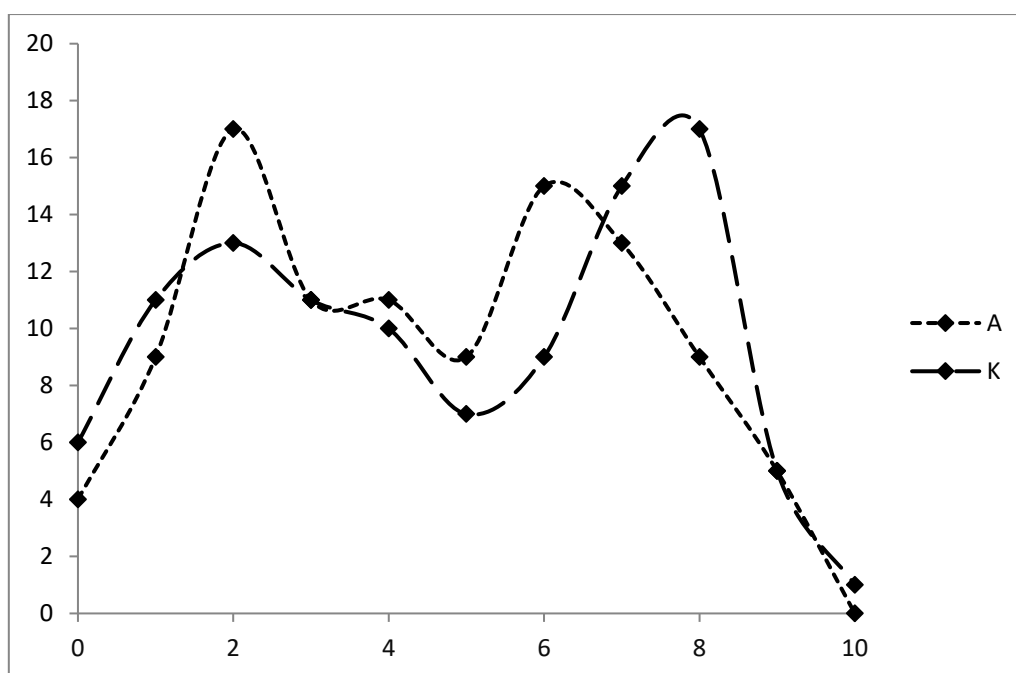
προηγούμενη παράγραφο. Στη σχολική μονάδα Α (μη αστική περιοχή) τα ποσοστά των μη απαντημένων αυτών ερωτημάτων ήταν 46% και 37%, για το 8 και 9 ερώτημα αντίστοιχα. Στη σχολική μονάδα Β (στην αστική περιοχή) τα ποσοστά αυτά ήταν 53% και 59%, αντίστοιχα ενώ στη σχολική μονάδα Γ ήταν 12% και 26% αντίστοιχα. Οι ορθές απαντήσεις που δόθηκαν από τα ερωτηματολόγια της σχολικής μονάδας Β (μη αστικής περιοχής) αντιστοιχούν μόλις σε 3% και 5%, για τα ερωτήματα 8 και 9, αντιστοίχως. Τα ποσοστά αυτά για την σχολική μονάδα Α (αστική περιοχή) ήταν 24% και 20% ενώ στη σχολική μονάδα Γ ήταν 74% και 44% αντίστοιχα. Το κύριο συμπέρασμα που προκύπτει από αυτά τα δύο τελευταία ερωτήματα, είναι ότι οι μαθητές περιορίζονται μόνο σε «επιφανειακούς υπολογισμούς», ενώ δυσκολεύονται σημαντικά να πραγματοποιήσουν πιο περίπλοκους υπολογισμούς ως προς την περιεκτικότητα των διαλυμάτων, γεγονός που υποδεικνύει ελλιπή κατανόηση των σημαντικών ορισμών (διαλυμένη ουσία, διαλύτης) που εμπλέκονται στους υπολογισμούς της περιεκτικότητας σε αντιδιαστολή με τους μαθητές της σχολικής μονάδας Γ που παρατηρείται μεγαλύτερο ποσοστό κατανόησης και υπολογισμούς ως προς την περιεκτικότητα των διαλυμάτων.

10.3 6.3 Ταξινόμηση αποτελεσμάτων ανά φύλο

Μια ακόμη ταξινόμηση αποτελεσμάτων στην παρούσα έρευνα, αφορά στη σύγκριση των απαντήσεων που δόθηκαν από αγόρια και κορίτσια. Οι περισσότερες μελέτες που αφορούν διαφοροποίηση στην επίδοση ανάλογα με το φύλο των μαθητών, έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα, ότι από τη νηπιακή έως την σχολική ηλικία, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα όσον αφορά τη συνολική νοητική και κινητική τους ανάπτυξη ή την ανάπτυξη συγκεκριμένων ικανοτήτων. Έχει διαπιστωθεί από ψυχολόγους πως, κατά τη διάρκεια του σχολείου αλλά και πέρα απ' αυτό, δεν υπάρχουν διαφορές όσον αφορά στη γενική νοημοσύνη των αγοριών και των κοριτσιών στα σταθμισμένα τεστ. Πρόκειται για τεστ τα οποία έχουν σχεδιαστεί και σταθμιστεί έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα. Παρόλα ταύτα, η βαθμολογία σε κάποια τεστ τα οποία διερευνούν συγκεκριμένες ικανότητες, υποδεικνύουν ότι υπάρχουν διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα. Για παράδειγμα, από το δημοτικό σχολείο έως το λύκειο, τα κορίτσια έχουν υψηλότερους βαθμούς από τα αγόρια στα τεστ ανάγνωσης και γραφής, ενώ λιγότερα κορίτσια χρειάζονται επιπλέον μαθήματα στην ανάγνωση. Από την άλλη, στα τεστ μαθηματικής επίτευξης για προχωρημένους τα αγόρια παρουσιάζουν μεγαλύτερη επίδοση.

Οι βασικές αιτίες γι' αυτές τις διαφορές μπορούν να εντοπιστούν στην έλλειψη ενδιαφέροντος εκ μέρους των κοριτσιών για τα μαθήματα και στη μικρότερη αυτοαντίληψή τους σχετικά με τους τομείς των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών. Έπειτα, σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, οι άνδρες έχουν πιο ανεπτυγμένες αυτές τις δεξιότητες, ενώ άλλοι συνδέουν αυτές τις δεξιότητες με τα πιο δραστήρια παιχνίδια των αγοριών και με το γεγονός ότι ασχολούνται περισσότερο με τα αθλήματα (Μπαρπάτση Μ. 2007).

Το παρακάτω διάγραμμα απεικονίζει την κατανομή της αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων της παρούσας έρευνας, αγοριών και κοριτσιών.



Σχήμα 5. Κατανομή αθροιστικής βαθμολογίας των ερωτηματολογίων, για τα αγόρια (Α) και τα κορίτσια (Κ) συνολικά.

Η κατανομή που παρατηρείται από τη βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων είναι παρόμοια για αγόρια και κορίτσια, ενώ δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφοροποιήσεις στα ποσοστά των ερωτηματολογίων που βαθμολογήθηκαν με βαθμό < 5.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα ποσοστά των απαντήσεων σε κάθε ερώτημα, καθώς και οι απαντήσεις που δόθηκαν στα ερωτήματα πολλαπλής επιλογής, από αγόρια και κορίτσια. Εκείνο που μπορεί να ειπωθεί με σχετική βεβαιότητα είναι ότι τα κορίτσια φαίνεται να είναι περισσότερο σίγουρα για τον εαυτό τους, με βάση το γεγονός ότι σε κάθε περίπτωση το

ποσοστό τους που αποφεύγει να απαντήσει σε ένα ερώτημα είναι μικρότερο από αυτό των αγοριών.

Πίνακας 4. Ταξινόμηση απαντήσεων ανά ερώτημα ανά φύλο. Οι απαντήσεις δίνονται ως επί τοις εκατό ποσοστά ως σωστές (Σ), λάθος (Λ), ενώ σημειώνεται και το ποσοστό εκείνο που δεν απάντησε σε κάθε ερώτημα (δ/α).

Ερώτημα	<i>Αγόρια</i>			<i>Κορίτσια</i>		
	Σ %	Λ %	δ/α %	Σ %	Λ %	δ/α %
1	62,1	34,0	3,9	64,7	32,4	2,9
2	66,0	29,1	4,9	65,7	31,4	2,9
3α	34,9	44,7	20,4	46,7	32,4	20,9
3β	24,3	42,7	33,0	32,4	38,1	29,5
4	48,5	35,0	16,5	45,7	39,1	15,2
5	57,3	38,8	3,9	54,3	40,0	5,7
6	66,0	30,1	3,9	69,5	24,8	5,7
7	38,8	40,8	20,4	29,5	55,2	15,3
8	30,1	22,3	47,6	37,2	35,2	27,6
9	22,3	18,5	59,2	21,9	40,0	38,1

Πίνακας 5. Ποσοστά απαντήσεων στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής ανά φύλο.

Απάντηση	Αγόρια				Κορίτσια			
	1	2	5	6	1	2	5	6
α	26.2	1.9	57.3	66	26.7	1.9	53.3	69.5
β	5.8	4.9	23.3	5.8	1.9	4.8	19	6.7
γ	62.1	23.3	15.5	13.6	65.7	27.6	15.2	11.4
δ	2.9	66	1.9	11.7	4.7	65.7	5.7	6.7

Ερώτημα 1:

Για το ερώτημα 1 τα ποσοστά ορθών απαντήσεων είναι ~62 και 65% για τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα. Η δεύτερη σε ποσοστό απάντηση που επιλέχθηκε από τους μαθητές ήταν η επιλογή α . Το ποσοστό των μαθητών που επέλεξε την απάντηση α ήταν ~26% και για τα δύο φύλα, το οποίο είναι αρκετά υψηλό. Η επιλογή αυτή των μαθητών, όπως σχολιάστηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, υποδεικνύει μη κατανόηση του ορισμού της περιεκτικότητας. Με βάση τα ποσοστά που δόθηκαν παραπάνω, η μη κατανόηση αυτή της περιεκτικότητας δε διακρίνεται μεμονωμένα σε κάποιο φύλο, αντίθετα παρουσιάζει παρόμοια τάση.

Ερώτημα 2:

Στο ερώτημα 2, επίσης δε παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο φύλων. Τα ποσοστά ορθών απαντήσεων σε αυτή την περίπτωση ήταν ~66%, για αγόρια και κορίτσια. Δεύτερη επιλογή αποτέλεσε η απάντηση γ , με παρόμοια ποσοστά, 23% και 28% για αγόρια και κορίτσια αντίστοιχα. Η επιλογή αυτή των μαθητών σχολιάστηκε επίσης στην προηγούμενη παράγραφο, και υποδεικνύει τη λανθασμένη απομνημόνευση του μαθητικού τύπου που δίνεται στο σχολικό εγχειρίδιο για τη μετατροπή μεταξύ των περιεκτικότητων. Όπως και στο προηγούμενο ερώτημα, έτσι και σε αυτό δε παρατηρείται σημαντική διαφοροποίηση στις απαντήσεις των μαθητών, ανάλογα με το φύλο.

Ερώτημα 3:

Η τάση που παρατηρείται στα ερωτήματα 3α και 3β για τα δύο φύλα, είναι επίσης παρόμοια. Τα ποσοστά ορθών απαντήσεων και στα δύο ερωτήματα ήταν εξαιρετικά χαμηλά και για τα δύο φύλα και υπολογίστηκαν ως 35% για το 3α και 24% για το 3β στα αγόρια, ενώ στα κορίτσια ήταν 47% και 32%, αντίστοιχα. Τα ποσοστά των μαθητών που δεν επιχείρησαν να δώσουν κάποια απάντηση στα δύο ερωτήματα ήταν υψηλό και στις δύο περιπτώσεις και κυμάνθηκε από 20 έως 33%, ανάλογα με το ερώτημα και το φύλο. Στο ερώτημα αυτό είναι εμφανής η μη κατανόηση σε πρακτικό επίπεδο, της μετατροπής της περιεκτικότητας από τη μία μορφή στην άλλη, και για τα δύο φύλλα.

Ερώτημα 4:

Για το ερώτημα 4, δεν υπήρξε κάποια σημαντική διαφορά των ορθών απαντήσεων ανάμεσα στα δύο φύλλα. Στην περίπτωση των αγοριών το ποσοστό ορθών απαντήσεων που δόθηκε ήταν 49%, και για τα κορίτσια 46%. Η μικρή διαφορά αυτή, δεν υποδεικνύει πιθανή καλύτερη κατανόηση από μεριάς των αγοριών ή κοριτσιών την έννοια της αραίωσης ενός διαλύματος.

Ερώτημα 5:

Το ερώτημα 5, όπως αναφέρθηκε ήδη, τέθηκε ως πολλαπλής επιλογής. Τα ποσοστά ορθών απαντήσεων σε αυτή την περίπτωση ήταν 57% και 55%, από τα αγόρια και τα κορίτσια αντίστοιχα. Οι επιλογές β και γ ήταν επίσης υψηλές για τους μαθητές, μη παρουσιάζοντας σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των δύο φύλλων.

Ερώτημα 6:

Στο ερώτημα 6, οι ορθές απαντήσεις που δόθηκαν ξεπέρασαν το 50% και στα δύο φύλα, χωρίς σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Οι λανθασμένες επιλογές των μαθητών, δε παρουσίασαν σημαντική επαναληψιμότητα, γεγονός που τις καθιστά τυχαίες, και στα δύο φύλα.

Ερώτημα 7:

Για το ερώτημα 7, το οποίο ήταν ανάπτυξης το ποσοστό και για τα αγόρια καθώς και για τα κορίτσια δεν ήταν σχετικά υψηλό σε σχέση με τα προηγούμενα ερωτήματα. Οι ορθές απαντήσεις των αγοριών ήταν 39% και για τα κορίτσια 30%. Η διαφορά μεταξύ των δύο φύλων δε μπορεί να χαρακτηριστεί σημαντική σε αυτήν την περίπτωση και η τάση που παρατηρείται είναι μάλλον παρόμοια.

Ερωτήματα 8 και 9:

Στα δύο τελευταία ερωτήματα, τα οποία όπως αναφέρθηκε ήδη είναι αλληλένδετα και ανάπτυξης, τα ποσοστά των μαθητών που κατάφεραν να δώσουν σωστή απάντηση στα ερωτήματα 8 και 9 ήταν 30% και 22% για τα αγόρια, και για τα κορίτσια 37% και 22%, αντίστοιχα. Καθώς, τα ποσοστά αυτά είναι παραπλήσια για αγόρια και κορίτσια, δε θα μπορούσε να υποθεθεί πως ίσως το ένα φύλο κατανοεί περισσότερο σε σχέση με το άλλο φύλο την έννοια της διαλυμένης ουσίας και της περιεκτικότητας ενός διαλύματος.

Κεφάλαιο 7 - Συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη διερευνήθηκε η αφομοίωση της ύλης του Γυμνασίου που αφορά στις περιεκτικότητες, καθώς και οι παρανοήσεις των μαθητών στη διδακτέα αυτή ύλη. Η μελέτη πραγματοποιήθηκε με τη διανομή ερωτηματολογίων σε μαθητές της Α' Τάξης του Ενιαίου Λυκείου. Επιλέχθηκαν τρία σχολεία. Το ένα σχολείο (σχολείο Β) ανήκει σε αστική περιοχή όπου πραγματοποιήθηκαν ορισμένα πειράματα, το δεύτερο σε μη αστική περιοχή (σχολείο Α) που δεν πραγματοποιήθηκαν πειράματα και το τρίτο σχολείο (Γ) μη αστικής περιοχής που έχουν πραγματοποιηθεί στοχευμένη πειραματική παρουσίαση των εννοιών σχετικά με τη διαλυτότητα και την περιεκτικότητα διαλυμάτων. Όλες οι ερωτήσεις του ερωτηματολογίου μπορούν να θεωρηθούν αξιόπιστες, με βάση το συντελεστή αξιοπιστίας r , καθώς εκτιμάται ότι οι λεγόμενοι «καλοί» μαθητές, δηλαδή αυτοί που έχουν ενσωματώσει σε μεγαλύτερο βαθμό τις σχετικές έννοιες θα απαντήσουν, ενώ αναμένεται να μην απαντήσουν εκείνοι για τους οποίους δεν ισχύει η παραπάνω υπόθεση (Πίνακας 6). Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο μπορεί να θεωρηθεί ως μέτριας δυσκολίας, αφού για το σύνολο των μαθητών που έλαβαν συμμετοχή στη μελέτη η μέση ευκολία του ερωτηματολογίου υπολογίστηκε 0,56.

Ένα από τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτει από την παραπάνω μελέτη είναι πως συνολικά οι αξιολογήσεις που επιτεύχθηκαν είναι πολύ χαμηλές. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει πως οι γνώσεις της Χημείας Γυμνασίου δεν μεταδόθηκαν αποτελεσματικά. Ένας από τους κύριους λόγους που εξηγεί το φαινόμενο αυτό που παρατηρήθηκε είναι οι συνολικά λίγες ώρες που αφιερώνονται στο μάθημα της Χημείας. Στο Γυμνάσιο, η Χημεία είναι ένα από τα μαθήματα που διδάσκονται μόνο μία ώρα την εβδομάδα. Το φαινόμενο που περιγράφηκε παραπάνω έχει παρατηρηθεί και για άλλες παρόμοιες μελέτες πάνω στις παρανοήσεις μαθητών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης στη Χημεία, όπου επιτευχθήκαν ποσοστά επιτυχίας που κυμάνθηκαν στο 30-35% (Papaphotis and Tsaparlis, 2008, Tsaparlis and Papaphotis, 2009).

Ένα επιπλέον συμπέρασμα που προκύπτει από τη μελέτη είναι πως οι μαθητές είχαν καλύτερη επίδοση ανάλογα με ενασχόληση τους και τη σύνδεση των εννοιών με την πειραματική διαδικασία. Παρατηρούμε επομένως ότι την καλύτερη επίδοση είχαν οι μαθητές του σχολείου (Γ) όπου πραγματοποιήθηκαν εργαστηριακές ασκήσεις και επιπλέον δεν καθόρισαν οι κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες το τελικό αποτέλεσμα. Την αμέσως

καλύτερη επίδοση είχαν οι μαθητές του σχολείου (B), της αστικής περιοχής που πραγματοποιήθηκαν ορισμένες εργαστηριακές ασκήσεις και την χειρότερη επίδοση είχαν οι μαθητές του σχολείου (A) όπου δεν υπάρχουν οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις για την υλοποίηση πειραματικών ασκήσεων. Η δυνατότητα παρακολούθησης «στην πράξη», της θεωρίας, είναι πολύ πιθανό να επιδρά θετικά στην κατανόηση των διδασκόμενων εννοιών.

Έπειτα, από τα ερωτηματολόγια που συλλέχθηκαν μπορούμε να συμπεράνουμε πως η κατανομή που παρατηρείται από τη βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων είναι παρόμοια για αγόρια και κορίτσια. Επομένως, δε παρατηρείται κάποια «κλίση» του ενός φύλου προς την επιστήμη της Χημείας.

Πίνακας 6. Δείκτες αξιολόγησης της γραπτής δοκιμασίας που χρησιμοποιήθηκε. Δίνονται οι τιμές των δεικτών ευκολίας (P) και αξιοπιστίας (r) για κάθε ερώτημα ανά σχολείο και ανά φύλο.

Ερώτηση	Σχολείο A		Σχολείο B		Σχολείο Γ		Αγόρια		Κορίτσια	
	P	r	P	r	P	r	P	r	P	r
1	0,34	0,53	0,73	0,34	0,99	0,34	0,65	0,64	0,67	0,75
2	0,37	0,38	0,81	0,45	0,96	0,07	0,69	0,59	0,68	0,66
3a	0,26	0,75	0,25	0,12	0,86	0,29	0,44	0,76	0,59	0,83
3b	0,16	0,74	0,11	0,29	0,71	0,42	0,36	0,79	0,46	0,79
4	0,10	0,04	0,83	0,27	0,84	0,59	0,58	0,71	0,54	0,94
5	0,29	0,29	0,69	0,37	0,87	0,22	0,60	0,58	0,60	0,78
6	0,46	0,48	0,78	0,23	0,97	0,82	0,69	0,60	0,75	0,86
7	0,52	0,54	0,86	0,61	0,03	0,29	0,49	0,00	0,35	0,06
8	0,11	0,52	0,52	1,18	0,84	0,84	0,57	1,22	0,51	1,04
9	0,11	0,72	0,50	1,37	0,60	0,81	0,55	1,26	0,35	0,92

Η παρούσα μελέτη δε θα μπορούσε να θεωρηθεί καθοριστική όσον αφορά τις διαδικασίες που οδηγούν σε παρερμηνείες ή παρερμηνείες που κατέχουν οι μαθητές λυκείου. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται σε αυτή τη μελέτη αναφέρονται κυρίως στα

θέματα που σχετίζονται με την περιεκτικότητα των διαλυμάτων. Σε γενικές γραμμές οι παρανοήσεις από τους μαθητές που εντοπίστηκαν αφορούν στον ορισμό της περιεκτικότητας, τη μετατροπή από τη μία μορφή περιεκτικότητας στην άλλη, καθώς και στην αραίωση των διαλυμάτων.

Κεφάλαιο 8 - Προτάσεις

Με στόχο την καλύτερη κατανόηση των εννοιών με τις οποίες πραγματεύεται το παρών ερωτηματολόγιο δίνονται παρακάτω κάποιες προτάσεις. Από όσα έχουν διαπιστωθεί και στην παρούσα μελέτη καθίσταται σαφές πως η χημεία είναι ένα μάθημα το οποίο πρέπει να συνδυάζει τη θεωρία με την πράξη. Παρατηρήθηκε ότι ανάμεσα στα τρία σχολεία, την καλύτερη επίδοση είχε το σχολείο (σχολείο Γ) όπου πραγματοποιήθηκαν οι περισσότερες εργαστηριακές ασκήσεις, επαρχιακής περιοχής, στην συνέχεια το σχολείο της αστικής περιοχής (σχολείο Β) όπου πραγματοποιήθηκαν ορισμένες εργαστηριακές ασκήσεις και τέλος το πρώτο σχολείο (σχολείο Α) όπου δεν πραγματοποιήθηκαν καθόλου εργαστηριακές ασκήσεις.

Ένας εύκολος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν στην διάρκεια του μαθήματος εικόνες και παραδείγματα της καθημερινής ζωής ώστε να καταδεικνύεται η σύνδεση της Χημείας με την καθημερινή ζωή και τις εφαρμογές της καθώς και να συνδεθεί με την εκάστοτε ενότητα που διδάσκεται ο μαθητής. Για παράδειγμα, για να διακρίνουν οι μαθητές την %w/w περιεκτικότητα διαλύματος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η εικόνα ενός γιαουρτιού του εμπορίου και για την %w/v, η εικόνα συσκευασμένου γάλακτος όπου αναγράφονται τα λιπαρά. Ως ερώτηση εξάσκησης θα μπορούσε να τεθεί η πρόσληψη των θερμίδων που αντιστοιχούν καταναλώνοντας μέρος ή όλης της συσκευασμένης ποσότητας. Αν δίνεται επίσης η πυκνότητα θα μπορούσε να γίνει μετατροπή της μιας έκφρασης περιεκτικότητας στην άλλη.

Επιπλέον, για να διακρίνουν οι μαθητές την έννοια της πυκνότητας, που πολλοί άνθρωποι και στην ενήλικη ζωή συγχέουν, ίσως και εξαιτίας του γεγονότος ότι το νερό με πυκνότητα 1gr/ml τελικά έχει ίση μάζα με όγκο και τελικά γενικεύουν το φαινόμενο σε όλα τα υλικά, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα ένα μικρό μπουκάλι εμφιαλωμένου νερού με νερό και με λάδι στην ίδια στάθμη (όγκο) και με έναν απλά ζυγό οικιακής κουζίνας να μετρηθεί η μάζα και να υπολογιστεί η πυκνότητα κάθε υλικού. Τα απλά αυτά παραδείγματα δεν απαιτούν εργαστηριακό εξοπλισμό και είναι εύκολο να πραγματοποιηθούν στα πλαίσια μιας διδακτικής ώρας. Με το παραπάνω παράδειγμα θα μπορούσε ίσως να γίνει κατανοητό πως μπορούμε με απλά όργανα να μετρήσουμε μάζα (ζυγό) και όγκο (μπουκάλι). Τέλος ένας εύκολος τρόπος για να κατανοήσουν οι μαθητές την έννοια της αραιώσης είναι να διαλυθεί κάποια ποσότητα έστω 5 gr μιας ακίνδυνης ουσίας π.χ ζάχαρης σε ένα μικρό εμφιαλωμένο μπουκάλι νερού και στην συνέχεια να

μεταφερθεί σε ένα μπουκάλι μεγαλύτερου όγκου ώστε να καταδειχθεί το φαινόμενο της αραίωσης, της αλλαγής της περιεκτικότητας αλλά και διατήρησης της αρχικής ποσότητας της διαλυμένης ουσίας. Αυτές είναι κάποιες προτάσεις στα πλαίσια της ενότητας του ερωτηματολογίου που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν σε όλα τα σχολεία χωρίς να είναι απαραίτητος κάποιος εργαστηριακός εξοπλισμός, παρά μόνο απλά υλικά της καθημερινής ζωής.

Όσον αφορά το αναλυτικό πρόγραμμα μία προφανής πρόταση θα ήταν να αυξηθούν οι ώρες διδασκαλίας του μαθήματος Χημείας από μία σε δύο ώρες εβδομαδιαίως στη Β' και Γ' Γυμνασίου ώστε να δίνεται η δυνατότητα παρουσίασης εργαστηριακών ασκήσεων, με στόχο την βέλτιστη σύνδεση της θεωρίας με την πράξη. Η μία ώρα διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας στο Γυμνάσιο συνεπάγεται 18 ώρες διδασκαλίας κατά τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς, στα οποία περιλαμβάνεται γνωριμία με τους μαθητές, διαγωνίσματα (τουλάχιστον 2) στην διάρκεια των τριμήνων και ένα μάθημα τελικής επανάληψης. Είναι δε συχνό φαινόμενο να γίνεται σε κάποια τμήματα μάθημα 2 ή 1 μόνο φορά το μήνα. Μια τέτοια συχνότητα δεν είναι ικανοποιητική για την εμπέδωση και κατανόηση των εννοιών του μαθήματος της Χημείας.

Τέλος θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών και ειδικά στο μάθημα της Χημείας στο ελληνικό Γυμνάσιο που υπολείπεται σε σχέση με τα υπόλοιπα, με στόχο την ενασχόληση περισσότερων μαθητών με τις Φυσικές Επιστήμες και τις εφαρμογές τους στην καθημερινή ζωή στην τεχνολογία και στην ανάπτυξη.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας Π1. Δεδομένα ερωτηματολογίων σχολικής μονάδας Α.

Α/Α	Φύλλο	Ερώτημα										Βαθμολογία
		1	2	3α	3β	4	5	6	7	8	9	
1	Θήλυ	γ	γ	Λ	δ/α	Λ	α	α	δ/α	Λ	Λ	4
2	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	Λ	γ	γ	Σ	δ/α	δ/α	1
3	Άρρεν	α	β	Λ	Λ	Λ	α	δ	Σ	Λ	Λ	2
4	Θήλυ	γ	α	Σ	Σ	Λ	β	δ	Λ	Λ	δ/α	3
5	Άρρεν	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	α	δ	Λ	Λ	Λ	2
6	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	β	β	δ/α	δ/α	δ/α	0
7	Άρρεν	γ	γ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Λ	Λ	Λ	2
8	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	α	δ	Λ	δ/α	δ/α	1
9	Άρρεν	δ	δ	Λ	Λ	Λ	β	δ	Σ	Λ	Λ	2
10	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Λ	β	δ	Σ	Λ	Λ	2
11	Θήλυ	α	γ	Λ	Λ	Λ	γ	γ	Σ	Λ	Λ	1
12	Άρρεν	α	δ	δ/α	δ/α	Λ	β	γ	Σ	Λ	Λ	2
13	Θήλυ	α	β	Λ	Λ	Λ	β	δ	Σ	Λ	Λ	1
14	Θήλυ	α	β	δ/α	δ/α	δ/α	δ	β	δ/α	δ/α	δ/α	0
15	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Λ	α	β	Λ	Σ	Σ	7
16	Θήλυ	α	γ	Σ	Λ	Λ	β	α	Λ	Λ	Λ	2
17	Θήλυ	γ	γ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Λ	Λ	Λ	2
18	Θήλυ	γ	β	Λ	Λ	Λ	γ	γ	Λ	δ/α	δ/α	1
19	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Λ	α	γ	Λ	Λ	Λ	2
20	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Λ	γ	γ	Σ	Λ	Λ	4

21	Άρρεν	α	δ	Σ	Λ	Λ	γ	α	Λ	Λ	δ/α	3
22	Άρρεν	γ	γ	Λ	Λ	Λ	γ	γ	Λ	δ/α	δ/α	1
23	Θήλυ	δ	δ	Λ	Λ	Λ	β	β	Λ	Λ	Λ	1
24	Θήλυ	γ	γ	Σ	Λ	Λ	α	γ	Σ	Λ	Λ	4
25	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Λ	γ	γ	Σ	Λ	Λ	4
26	Άρρεν	γ	γ	Λ	Λ	Λ	δ	α	Σ	Λ	δ/α	3
27	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Λ	δ	α	Σ	Σ	Σ	6
28	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Λ	δ/α	δ/α	2
29	Άρρεν	α	γ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Σ	δ/α	δ/α	2
30	Άρρεν	α	γ	Λ	Λ	δ/α	β	α	δ/α	δ/α	δ/α	1
31	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Λ	γ	γ	Σ	Λ	Σ	4
32	Άρρεν	β	δ	δ/α	δ/α	δ/α	β	γ	δ/α	δ/α	δ/α	1
33	Άρρεν	β	β	δ/α	δ/α	δ/α	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	1
34	Θήλυ	α	γ	Λ	Λ	Λ	δ	β	Λ	Λ	Λ	0
35	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Λ	α	α	Σ	Λ	Λ	6
36	Θήλυ	γ	γ	Λ	Λ	Λ	δ	α	Λ	Λ	Λ	2
37	Θήλυ	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	γ	δ	Σ	Λ	δ/α	2
38	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	δ/α	γ	γ	Σ	δ/α	δ/α	3
39	Θήλυ	γ	δ	Λ	δ/α	Λ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	4
40	Θήλυ	α	γ	Λ	Λ	Λ	β	β	Λ	Λ	δ/α	0
41	Άρρεν	α	γ	δ/α	δ/α	Λ	α	δ	Σ	δ/α	δ/α	2
42	Άρρεν	α	γ	Σ	Λ	Λ	α	β	Σ	δ/α	Λ	3
43	Θήλυ	γ	γ	Λ	Λ	Λ	α	α	Λ	Λ	Λ	3
44	Θήλυ	δ	γ	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	0
45	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Λ	α	α	Σ	Λ	Λ	6

46	Άρρεν	δ	γ	Λ	δ/α	δ/α	β	γ	δ/α	δ/α	δ/α	0
47	Θήλυ	α	γ	Λ	Λ	Λ	β	β	Σ	Λ	Λ	1
48	Άρρεν	α	γ	δ/α	δ/α	Λ	α	δ	Λ	Λ	δ/α	1
49	Θήλυ	α	δ	Λ	Λ	Λ	β	α	Σ	Λ	δ/α	3
50	Θήλυ	δ	γ	δ/α	δ/α	Λ	α	α	Λ	Λ	δ/α	2
51	Θήλυ	γ	γ	δ/α	δ/α	Λ	δ	α	Σ	Λ	δ/α	3
52	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Λ	β	α	δ/α	δ/α	δ/α	4
53	Άρρεν	α	β	Λ	Λ	Λ	γ	α	Σ	Λ	δ/α	2
54	Θήλυ	α	δ	Σ	Σ	Λ	γ	α	Σ	Λ	Λ	5
55	Άρρεν	α	γ	δ/α	δ/α	Λ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	2
56	Άρρεν	β	δ	δ/α	Λ	δ/α	β	α	Σ	δ/α	δ/α	3
57	Άρρεν	α	γ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Λ	Λ	δ/α	1
58	Άρρεν	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	γ	α	δ/α	δ/α	δ/α	2
59	Άρρεν	α	γ	Λ	δ/α	δ/α	γ	γ	δ/α	δ/α	δ/α	0
60	Άρρεν	α	δ	δ/α	δ/α	Λ	γ	γ	Σ	Λ	Λ	2
61	Άρρεν	γ	γ	δ/α	δ/α	Λ	γ	γ	δ/α	δ/α	δ/α	0
62	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Λ	Λ	Λ	3
63	Άρρεν	α	β	δ/α	Λ	Λ	γ	α	Λ	δ/α	δ/α	1
64	Άρρεν	α	γ	Λ	Λ	Λ	γ	γ	δ/α	δ/α	δ/α	0
65	Θήλυ	δ	γ	Λ	Λ	Λ	γ	γ	Λ	Λ	Λ	0
66	Θήλυ	α	δ	δ/α	Λ	Λ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	4
67	Θήλυ	α	δ	Σ	Λ	Λ	δ	α	Σ	δ/α	δ/α	4
68	Άρρεν	β	γ	δ/α	Λ	Λ	α	γ	Λ	Λ	Λ	1
69	Θήλυ	γ	δ	δ/α	δ/α	Λ	γ	γ	Λ	δ/α	Λ	2
70	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Λ	γ	α	Σ	Σ	Σ	4

71	Θήλυ	α	δ	Λ	δ/α	Λ	δ/α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	1
72	Θήλυ	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	γ	α	δ/α	δ/α	δ/α	2
73	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	0
74	Θήλυ	α	β	δ/α	δ/α	δ/α	γ	δ	δ/α	δ/α	δ/α	0
75	Θήλυ	δ	α	Λ	δ/α	Λ	α	δ/α	δ/α	Λ	δ/α	1
76	Θήλυ	α	δ	Λ	Λ	Λ	β	α	δ/α	δ/α	δ/α	2
77	Θήλυ	γ	δ	δ/α	δ/α	Λ	α	α	Λ	δ/α	δ/α	4
78	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	γ	α	δ/α	δ/α	δ/α	1
79	Θήλυ	α	δ	Λ	δ/α	δ/α	γ	α	Λ	δ/α	δ/α	2
80	Άρρεν	γ	γ	Λ	δ/α	Λ	α	α	Λ	Λ	δ/α	3
81	Θήλυ	γ	β	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	Σ	δ/α	δ/α	2
82	Θήλυ	γ	γ	Λ	Λ	Λ	α	γ	Λ	Λ	δ/α	2
83	Άρρεν	γ	γ	Λ	Σ	Λ	α	α	Λ	δ/α	δ/α	4
84	Άρρεν	α	γ	Λ	δ/α	Λ	β	β	δ/α	δ/α	Λ	0
85	Θήλυ	α	γ	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	α	δ/α	Λ	Λ	1
86	Θήλυ	α	γ	Λ	Λ	Λ	α	β	Λ	Λ	Λ	1
87	Θήλυ	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	Σ	δ/α	δ/α	2

Πίνακας Π2. Δεδομένα ερωτηματολογίων σχολικής μονάδας Β.

		Ερώτημα										
A/A	Φύλλο	1	2	3α	3β	4	5	6	7	8	9	Βαθμολογία
1	Θήλυ	α	δ	Σ	δ/α	Σ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	5
2	Άρρεν	γ	δ	Σ	δ/α	Σ	β	δ	Λ	δ/α	δ/α	4

3	Θήλυ	γ	γ	Σ	δ/α	Σ	α	δ	Σ	Σ	Σ	7
4	Άρρεν	γ	δ	δ/α	δ/α	Σ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	5
5	Θήλυ	γ	δ	Σ	δ/α	δ/α	β	δ	Λ	δ/α	δ/α	3
6	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	Σ	β	δ	Λ	δ/α	δ/α	4
7	Άρρεν	γ	δ	δ/α	δ/α	Λ	α	α	Σ	Λ	δ/α	5
8	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Λ	α	α	Σ	Σ	Σ	7
9	Άρρεν	α	δ	Λ	δ/α	δ/α	β	γ	Λ	δ/α	δ/α	1
10	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	δ/α	α	γ	Σ	δ/α	δ/α	4
11	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Λ	Λ	6
12	Θήλυ	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	6
13	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	8
14	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Λ	δ/α	6
15	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Λ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	5
16	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Λ	7
17	Θήλυ	α	δ	Λ	Λ	Λ	α	α	Λ	Λ	Λ	3
18	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	δ/α	β	α	Σ	δ/α	δ/α	6
19	Άρρεν	γ	γ	Λ	Λ	Λ	β	α	δ/α	δ/α	δ/α	2
20	Άρρεν	γ	γ	δ/α	δ/α	Σ	α	δ	δ/α	δ/α	Λ	3
21	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Σ	Λ	Σ	9
22	Άρρεν	γ	α	Λ	Λ	Σ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	4
23	Θήλυ	β	δ	δ/α	δ/α	Σ	α	α	δ/α	δ/α	δ/α	4
24	Θήλυ	γ	δ	δ/α	δ/α	Σ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	6
25	Άρρεν	β	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	5
26	Άρρεν	β	α	Λ	Λ	Σ	α	α	δ/α	δ/α	δ/α	3
27	Άρρεν	α	β	Λ	Λ	Σ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	3
28	Άρρεν	δ	δ/α	Λ	Λ	Σ	β	γ	Σ	δ/α	δ/α	2

29	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Λ	Λ	5
30	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	7
31	Άρρεν	γ	γ	Λ	Λ	Λ	α	β	Σ	δ/α	δ/α	3
32	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Σ	β	β	Σ	δ/α	δ/α	4
33	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Σ	β	α	Σ	δ/α	δ/α	5
34	Θήλυ	α	δ	Σ	Λ	Σ	β	α	Σ	Λ	Λ	5
35	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	9
36	Άρρεν	γ	δ	Λ	Σ	Σ	β	α	Λ	Λ	Λ	5
37	Θήλυ	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	8
38	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	8
39	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	δ	δ/α	δ/α	δ/α	4
40	Άρρεν	δ/α	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	Σ	Λ	6
41	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	6
42	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Λ	7
43	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	Λ	Λ	6
44	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	α	Σ	Λ	Σ	7
45	Άρρεν	γ	δ	Λ	δ/α	Σ	α	δ	δ/α	Σ	δ/α	6
46	Άρρεν	α	δ	δ/α	δ/α	Σ	α	δ/α	δ/α	Λ	δ/α	3
47	Άρρεν	α	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	7
48	Άρρεν	γ	γ	Σ	δ/α	Λ	δ/α	α	Σ	δ/α	δ/α	4
49	Άρρεν	γ	γ	Σ	δ/α	Λ	α	α	Σ	δ/α	δ/α	5

Πίνακας Π3. Δεδομένα ερωτηματολογίων σχολικής μονάδας Γ.

		<i>Ερώτημα</i>										
<i>A/A</i>	<i>Φύλο</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3α</i>	<i>3β</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>Βαθμολογία</i>
1	Άρρεν	γ	δ	Σ	δ/α	Σ	α	α	Λ	δ/α	δ/α	6
2	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	δ/α	δ/α	7
3	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Σ	β	α	δ/α	δ/α	δ/α	4
4	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	δ/α	α	α	Λ	Σ	Σ	7
5	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
6	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
7	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
8	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Λ	α	α	Λ	Σ	Σ	6
9	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Λ	α	α	δ/α	Λ	Λ	6
10	Άρρεν	γ	δ/α	Σ	Λ	δ/α	α	α	Λ	Σ	Σ	7
11	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	3
12	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Σ	Σ	8
13	Άρρεν	γ	δ/α	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
14	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	β	Λ	δ/α	Σ	7
15	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	8
16	Άρρεν	γ	δ	Λ	Σ	Λ	α	α	Λ	Σ	Λ	6
17	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	6
18	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	8
19	Άρρεν	δ/α	δ/α	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	6
20	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	7
21	Άρρεν	γ	δ	δ/α	δ/α	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	6
22	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	8
23	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	δ/α	δ/α	7
24	Άρρεν	δ/α	δ	Σ	Λ	Λ	α	α	Λ	Σ	δ/α	5
25	Άρρεν	γ	γ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Λ	δ/α	6
26	Άρρεν	γ	δ	Λ	Λ	Λ	γ	δ	δ/α	δ/α	δ/α	2
27	Άρρεν	γ	δ	δ/α	δ/α	δ/α	α	δ/α	δ/α	δ/α	δ/α	3
28	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	7
29	Άρρεν	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
30	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Σ	Σ	8
31	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	δ/α	α	α	Λ	Σ	Σ	8

32	Άρρεν	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	δ/α	δ/α	δ/α	7
33	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	β	α	Λ	Λ	δ/α	4
34	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
35	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
36	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Λ	α	α	Λ	Λ	Λ	5
37	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
38	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Λ	α	α	Λ	Σ	Σ	7
39	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	λ	Σ	Σ	8
40	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Λ	Λ	7
41	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Λ	Λ	7
42	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Λ	Λ	7
43	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	7
44	Θήλυ	γ	δ	Λ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
45	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	8
46	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	9
47	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Σ	Σ	8
48	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Λ	β	α	Λ	Σ	Σ	7
49	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	δ/α	α	Λ	Σ	δ/α	7
50	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	δ/α	7
51	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	7
52	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
53	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Λ	α	δ/α	Λ	Σ	Λ	6
54	Θήλυ	γ	δ	Λ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	6
55	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Λ	α	α	Λ	Σ	Λ	7
56	Θήλυ	γ	γ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	7
57	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	8
58	Θήλυ	γ	δ	Λ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	7
59	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
60	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Λ	α	α	Λ	Λ	Λ	6
61	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
62	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Σ	Σ	8
63	Θήλυ	β	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
64	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	8
65	Θήλυ	γ	δ	Λ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8

66	Θήλυ	γ	δ	Σ	δ/α	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8
67	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Λ	Λ	6
68	Θήλυ	δ/α	δ	Σ	Σ	Σ	β	α	Λ	Λ	Λ	5
69	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Σ	Σ	Σ	10
70	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	9
71	Θήλυ	γ	δ	Σ	Σ	Σ	α	α	Λ	Σ	Λ	8
72	Θήλυ	γ	δ	Σ	Λ	Σ	α	α	Λ	Σ	Σ	8

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

14.1 Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

Armstrong, David Malet. *Belief, truth and knowledge*. CUP Archive, 1973.

Beall, Herbert. "Probing student misconceptions in thermodynamics with in-class writing." *Journal of Chemical Education* 71.12 (1994): 1056.

Birk, James P., and Martha J. Kurtz. "Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding." *Journal of Chemical education* 76.1 (1999): 124.

Bodner, George M. "I have found you an argument: The conceptual knowledge of beginning chemistry graduate students." *Journal of Chemical Education* 68.5 (1991): 385.

Bodner, George M. "Why changing the curriculum may not be enough." *Journal of Chemical Education* 69.3 (1992): 186.

Boo, Hong Kwen. "Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions." *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* 35.5 (1998): 569-581.

Çalýk, Muammer, Alipaşa Ayas, and Jazlin V. Ebenezer. "A review of solution chemistry studies: Insights into students' conceptions." *Journal of Science Education and Technology* 14.1 (2005): 29-50.

Clough, Elizabeth Engel, and Rosalind Driver. "Secondary Students' Conceptions of the Conduction of Heat: Bringing Together Scientific and Personal Views." *Physics Education* 20.4 (1985): 176-82.

Doran, Rodney L. *Basic Measurement and Evaluation of Science Instruction*. National Science Teachers Association, 1742 Connecticut Ave., NW, Washington, DC 20009, 1980.

Ebenezer, Jazlin V., and Gaalen L. Erickson. "Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography." *Science Education* 80.2 (1996): 181-201.

Hodson, Derek. "In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education." *International Journal of science education* 14.5 (1992): 541-562.

Horton, Christopher. "Student alternative conceptions in chemistry." *California Journal of Science Education* 7.2 (2007): 1-78.

Karageorgiou, Stefanos, Eirini Savvidou, Parthena Katikaridou, Pericles D. Akrivos, Hector Katsikis, "A chemistry teacher's drama in the geek high school with biology as the

protagonist" *Educational Alternatives* 13 (2015): 395

Krause, Stephen, and Amaneh Tasooji. "Diagnosing students' misconceptions on solubility and saturation for understanding of phase diagrams." *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. 2007.

Lewis, Eileen L., and Marcia C. Linn. "Heat energy and temperature concepts of adolescents, adults, and experts: Implications for curricular improvements." *Journal of Research in Science Teaching* 31.6 (1994): 657-677.

Lythcott, Jean. "Problem solving and requisite knowledge of chemistry." *Journal of Chemical Education* 67.3 (1990): 248.

Mulford, Douglas R., and William R. Robinson. "An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students." *Journal of chemical education* 79.6 (2002): 739.

Mulford, Douglas R., and William R. Robinson. "An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students." *Journal of chemical education* 79.6 (2002): 739.

Mulford, Douglas Robert. "An inventory for measuring college students' level of misconceptions in first semester chemistry." *Unpublished Master's Thesis, Purdue University, IN* (1996).

Nurrenbern, Susan C., and Miles Pickering. "Concept learning versus problem solving: Is there a difference?." *Journal of Chemical Education* 64.6 (1987): 508.

Osborne, Jonathan, and Sue Collins. "Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study." *International journal of science education* 23.5 (2001): 441-467.

Papaphotis, Georgios, and Georgios Tsaparlis. "Conceptual versus algorithmic learning in high school chemistry: the case of basic quantum chemical concepts. Part 2. Students' common errors, misconceptions and difficulties in understanding." *Chemistry Education Research and Practice* 9.4 (2008): 332-340.

Persson, J. R. "Evaluating the Force Concept Inventory for different student groups at the Norwegian University of Science and Technology." (2015).

Peterson, Raymond F., and David F. Treagust. "Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure." *Journal of chemical education* 66.6 (1989): 459.

Pinarbasi, Tacettin, and Nurtaç Canpolat. "Students' understanding of solution chemistry concepts." *Journal of Chemical Education* 80.11 (2003): 1328.

Taber, Keith S. "Towards a curricular model of the nature of science." *Science & Education* 17.2-3 (2008): 179-218.

Thomaz, Marilia F., et al. "An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature." *Physics Education* 30.1 (1995): 19.

Tsaparlis, Georgios, and Georgios Papaphotis. "High-school Students' Conceptual Difficulties and Attempts at Conceptual Change: The case of basic quantum chemical concepts." *International Journal of Science Education* 31.7 (2009): 895-930.

Turner, Tony. "The science curriculum: What is it for?." *Issues in science teaching*. Routledge, 2005. 19-30.

Voss, Kim. "Inequality by Design: Cracking the Bell Curve Myth." *Princeton: Princeton* (1996).

Wheeler, Alan E., and Heidi Kass. "Student Misconceptions in Chemical Equilibrium." *Science Education* 62.2 (1978): 223-32.

Wilson, Mark. *Constructing measures: An item response modeling approach*. Routledge, 2004.

Yarroch, William L. "Student understanding of chemical equation balancing." *Journal of Research in Science Teaching* 22.5 (1985): 449-459.

Zierer, Klaus, and Norbert M. Seel. "General Didactics and Instructional Design: eyes like twins A transatlantic dialogue about similarities and differences, about the past and the future of two sciences of learning and teaching." *SpringerPlus* 1.1 (2012): 15.

14.2 Ελληνική Βιβλιογραφία

Ακρίβος Π., Στοιχεία διδασκαλίας της Χημείας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2012

Βοσνιάδου Σ., Γνωσιακή Ψυχολογία, Gutenberg, Αθήνα 1998.

Γιούρη-Τσοχατζή Α., Μανουσάκης, Γ., Διδακτική της Χημείας, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 2000

Διαθεματικό ενιαίο πλαίσιο προγραμμάτων σπουδών φυσικής και Χημείας, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων,

[http://www.pischools.gr/lessons/chemistry/epps/25deppsaps FisikisXimias.pdf](http://www.pischools.gr/lessons/chemistry/epps/25deppsaps_FisikisXimias.pdf))

Ζέτου, Ε., Βερναδάκης, Ν., Πασπαλά, Ο., Κιουμουρτζόγλου, Ε. (2008). Έλεγχος της αξιοπιστίας και εγκυρότητας ενός εργαλείου αξιολόγησης των γνωστικών στοιχείων στην Πετοσφαίριση. Φυσική αγωγή - Αθλητισμός - Υγεία. Τεύχος 22-23, 109-129.

Μπαρπάτση Μ., (μτφ από Α. Woolfolk), Εκπαιδευτική Ψυχολογία, Εκδόσεις Έλλην, Αθήνα 2007.

Οδηγίες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις Α', Β' Ημερήσιου ΓΕΛ και Α', Β', Γ' Εσπερινού ΓΕΛ για το σχολ. έτος 2017 - 2018, Ελληνική Δημοκρατία, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, (https://www.minedu.gov.gr/publications/docs2017/05_10_17fysikes_epistimes.pdf)

Ραβάνης Κ., Εισαγωγή στη Διδακτική και στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα, 2016.

Σάλτα Κ., Διερεύνηση των Γνώσεων, Δεξιοτήτων και Στάσεων που Αποκτούν οι Μαθητές από το Μάθημα της Χημείας κατά την Εκπαίδευσή τους και του Ρόλου που Παίζουν Αυτές στην Καθημερινή τους Ζωή. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Χημείας, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 2007.

Σάλτα Κ., Θέματα Διδακτικής της Χημείας, Τμήμα Χημείας, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 2011, (http://www.epitropakisg.gr/grigorise/didactics_chemistry.pdf).