



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Διερευνητική παρέμβαση για μεταβολή των εναλλακτικών ιδεών και  
καλλιέργεια της κριτικής σκέψης φοιτητών σε εργαστήρια  
Αναλυτικής Χημείας**

**Δρ. Θεόδωρος Χατζημητάκος**

**Χημικός**

Ιωάννινα 2022



## Περίληψη

Η Χημεία είναι μια επιστήμη συνυφασμένη με τη διεξαγωγή του εργαστηρίου. Η ενασχόληση με το εργαστήριο ενισχύει την εκμάθηση της επιστημονικής γνώσης, την κριτική σκέψη και προσφέρει πολλαπλά οφέλη στους εκπαιδευόμενους. Βέβαια το ΕΣ ή δεν υποστηρίζει τη διεξαγωγή του εργαστηρίου (ΔΕ) ή η διεξαγωγή του εργαστηρίου πραγματοποιείται με τέτοιο τρόπο («εκτέλεση συνταγών μαγειρικής» στην τριτοβάθμια εκπαίδευση) ώστε οι εκπαιδευόμενοι να μην μπορούν να αποκομίσουν όλα τα δυνατά οφέλη. Η αδυναμία του εκπαιδευτικού συστήματος φαίνεται από τις εναλλακτικές ιδέες που έχουν μαθητές/φοιτητές, την έλλειψη κριτικής σκέψης και τη μειωμένη ικανότητα στη λήψη αποφάσεων. Η διεξαγωγή των εργαστηρίων με βάση τη διερεύνηση δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές/φοιτητές να οικοδομήσουν την κατανόηση των εννοιών μέσα από πράξεις, να επαληθεύουν, να συμπεραίνουν, να γενικεύουν μέσα από μια λογική ακολουθία βημάτων και να ενισχύουν την κριτική τους σκέψη.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, διεξήχθη μια διδακτική παρέμβαση στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας του ΤΕΤΔ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κατά την οποία, χρησιμοποιήθηκε η διερευνητική μέθοδο μάθησης στα δύο τελευταία εργαστήρια του εξαμήνου. Οι φοιτητές απάντησαν σε ερωτήσεις που αφορούσαν την ογκομέτρηση και σχετίζονταν με πραγματικά προβλήματα και έπειτα διεξήγαγαν πειράματα με σκοπό να ανακαλύψουν πιθανά λάθη και να άρουν λανθασμένες αντιλήψεις που μπορεί να έχουν για τη διαδικασία. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι μετά τη διδακτική παρέμβαση οι βαθμολογίες των σωστών απαντήσεων των φοιτητών αυξήθηκαν σε μεγάλο βαθμό και αυξήθηκε και η αυτοπεποίθηση με την οποία απαντούσαν οι φοιτητές. Η διεξαγωγή της διδακτικής παρέμβασης αξιολογήθηκε θετικά από τους φοιτητές, οι οποίοι σημείωσαν ότι αυξήθηκε η αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες τους σχετικά με το εργαστήριο και ένιωσαν πιο ικανοί να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν το τρέχον εξάμηνο.

Επιπλέον, οι απαντήσεις των φοιτητών πριν την παρέμβαση συγκρίθηκαν με αυτές των φοιτητών του Εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και βρέθηκε ότι αν και οι δεύτεροι έχουν καλύτερη αντίληψη για την οξυμετρία-αλκαλιμετρία, οι απαντήσεις τους δεν διέφεραν σημαντικά για περισσότερες από τις μισές ερωτήσεις, ενώ οι φοιτητές που απάντησαν λάθος είχαν μεγαλύτερη σιγουριά καταδεικνύοντας τις εναλλακτικές τους ιδέες. Η αδυναμία του

εκπαιδευτικού συστήματος να προάγει την κριτική σκέψη υπογραμμίστηκε από τις υψηλές βαθμολογίες των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στη Χημεία κατά τη διεξαγωγή των πανελλαδικών εξετάσεων, οι οποίες δεν συνάδουν με τη βαθμολογία τους στο ερωτηματολόγιο.

## Abstract

Chemistry is a science that can be taught via laboratory experience. Engaging in laboratory activities enhances the learning of scientific knowledge, critical thinking and offers multiple benefits to learners. Of course, the educational system either does not support the conduct of laboratory activities (e.g., secondary education) or the laboratory activities are carried out in such a way ("execution of cooking recipes" in universities) that students cannot reap all the benefits. The weakness of the educational system is highlighted by the alternative ideas that the students have, the lack of critical thinking and the reduced ability to take decisions. Conducting inquiry-based laboratory activities makes feasible for students to understand concepts through activities, by verifying, by drawing conclusions, by generalizing through a logical sequence of steps and ultimately, enhance their critical thinking.

In this thesis, a didactic intervention was carried out in the Analytical Chemistry laboratory of the Department of Food and Nutrition Science of the University of Thessaly, in which the inquiry-based learning method was used in the last two courses of the semester. Students answered questions about titration, related to real-world problems and then conducted experiments to discover potential errors and to dispel misconceptions that they may have. The results showed that after the didactic intervention the students' scores increased to a great extent and the confidence with which the students answered also increased. The didactic intervention was positively evaluated by the students, who noted that their confidence in their abilities regarding the laboratory increased and they felt more able to apply the knowledge they had acquired in the current semester.

In addition, the student scores before the intervention were compared with those of the students of the Analytical Chemistry Laboratory of the Chemistry Department of the University of Ioannina and it was found that although the latter have a better understanding of oximetry-alkalimetry, their answers did not differ significantly, for the majority of the questions, while students who answered incorrectly were more confident, demonstrating their alternative ideas. The failure of the education system to promote critical thinking was highlighted by the high scores of Department of Chemistry students in Chemistry in the national examinations, which were inconsistent with their scores in the questionnaire.

## Ευχαριστίες

Δοθείσης της ευκαιρίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε ανθρώπους οι οποίοι με βοήθησαν, ο καθένας με τον δικό του ξεχωριστό τρόπο, όχι μόνο να ολοκληρώσω την παρούσα έρευνα αλλά να είναι και ιδιαίτερα εποικοδομητική.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Κωνσταντίνο Κώτση, για τη καθοδήγηση και επίβλεψή του κατά την εκπόνηση της παρούσας έρευνας. Τον ευχαριστώ θερμά για όλες τις εποικοδομητικές συζητήσεις που είχαμε, τόσο για ζητήματα που σχετίζονται με τη παρούσα έρευνα, όσο και για γενικότερα επιστημονικά θέματα.

Εν συνεχεία, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Γεώργιο Στύλο, ΕΔΙΠ του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, για όλο τον προσωπικό χρόνο και κόπο που αφιέρωσε, καθώς και για την αδιάκοπη αρωγή και υποστήριξή του σε επιστημονικά θέματα που άπτονται της παρούσας έρευνας.

Έπειτα θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κ. Κασούνη Αθανασία, χωρίς τη βοήθεια της οποίας η αποπεράτωση της παρούσας εργασίας θα ήταν πιο δύσκολη και χρονοβόρα. Επιπλέον, την ευχαριστώ για όλη της την υποστήριξη, τόσο για το επιστημονικό κομμάτι, όσο για τα υπόλοιπα ζητήματα που προέκυψαν κατά την διάρκεια εκπόνησης της έρευνας.

**αἰὲν ἀριστεύειν καὶ ὑπείροχον ἔμμεναι ἄλλων**  
**«Πάντα να εἶσαι πρῶτος καὶ ἀνώτερος ἀπὸ τοὺς ἄλλους»**  
**Ομήρου Ἰλιάδα, ραψωδία Ζ, στ. 208**





## Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	3
Abstract.....	5
Ευχαριστίες.....	6
Πίνακας συντομογραφιών.....	8
Πίνακας Περιεχομένων.....	9
Κατάλογος Γραφημάτων.....	11
Κατάλογος Πινάκων.....	16
1. Εισαγωγή.....	21
1.1 Η διδασκαλία της Χημείας.....	21
1.1.2 Δυσκολίες στη διδασκαλία της Χημείας.....	22
1.1.2.1 Εκπαιδευτικό σύστημα (ΕΣ).....	22
1.1.2.2 Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών.....	23
1.1.2.3 Η αξία του εργαστηρίου στη διδασκαλία της Χημείας.....	29
1.1.2.3.1 Το εργαστήριο στο Ελληνικό Σχολείο.....	29
1.2 Μέθοδοι διδασκαλίας.....	31
1.2.1 Μέθοδοι διδασκαλίας στο εργαστήριο.....	32
1.2.2 Διδασκαλία με διερεύνηση-Διερευνητική μέθοδος (Inquiry).....	33
1.3 Πρόγραμμα σπουδών.....	34
1.4 Η διδασκαλία του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας.....	36
1.4.1 Κριτική σκέψη.....	37
1.4.2 Διερευνητική μάθηση στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας.....	38
2. Σκοπός της εργασίας- Ερευνητικά ερωτήματα.....	40
3. Μεθοδολογία διερευνητικής παρέμβασης.....	41
3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός.....	41
3.2 Ερωτηματολόγια.....	43
3.2.1 Κύριο ερωτηματολόγιο.....	43
3.2.2 Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης διδακτικής παρέμβασης.....	50
3.3 Δείγμα.....	52
3.4 Διεξαγωγή διδακτικής παρέμβασης.....	52
3.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	52
4. Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	54
4.1 Ποσοστά απαντήσεων φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση.....	54
4.2 Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ.....	79

4.3 Ποσοστά απαντήσεων φοιτητών Τμήματος Χημείας .....	83
4.4 Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας.....	96
4.5 Επιδόσεις φοιτητών στις πανελλαδικές εξετάσεις .....	97
4.6 Αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης.....	99
5. Συμπεράσματα.....	103
Παράρτημα 1 .....	105
Δοκιμασία Sign και Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση .....	105
Παράρτημα 2 .....	117
Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ.....	117
Παράρτημα 3 .....	148
Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας .....	148
Βιβλιογραφία .....	164

## Πίνακας συντομογραφιών

Certainty Response Index ή αλλιώς δείκτης βεβαιότητας: CRI

Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση: ΔΕ

Εκπαιδευτικό Σύστημα: ΕΣ

Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής: ΤΕΤΔ

Φυσικών Επιστημών: ΦΕ



Γράφημα 25: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 8.....	89
Γράφημα 26: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 9.....	89
Γράφημα 27: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 10.....	91
Γράφημα 28: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 11.....	91
Γράφημα 29: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 12.....	92
Γράφημα 30: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 13.....	93
Γράφημα 31: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 14.....	93
Γράφημα 32: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 15.....	94
Γράφημα 33: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 16.....	95
Γράφημα 34: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 17.....	97
Γράφημα 35: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 17.....	98
Γράφημα 36: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Ο τρόπος διεξαγωγής των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας με βοήθησε να μάθω περισσότερα πράγματα μόνος μου ή και με τους συμμαθητές μου».....	99
Γράφημα 37: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας ένιωσα μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες μου σχετικά με το εργαστήριο». ....	100
Γράφημα 38: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας νιώθω πιο ικανός να εφαρμόσω τις γνώσεις που απέκτησα το τρέχον εξάμηνο, σε πραγματικά ερωτήματα». ....	100
Γράφημα 39: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Θα προτιμούσα ο τρόπος διεξαγωγής του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας να μου δίνει τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου».....	101
Γράφημα 40: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Θα προτιμούσα και άλλα εργαστήρια να μου δίνουν τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου».....	101
Γράφημα 41: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας είδα τη σύνδεση μεταξύ εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικής ζωής». ....	102
Γράφημα 42: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Η σύνδεση μεταξύ των εργαστηριακών πειραμάτων και της πραγματικής ζωής βελτίωσε το κίνητρο για την υλοποίηση των πειραμάτων».....	102
Γράφημα 43: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 1, πριν και μετά την παρέμβαση. .	117
Γράφημα 44: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 2, πριν και μετά την παρέμβαση. .	119
Γράφημα 45: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 3, πριν και μετά την παρέμβαση. .	121



Γράφημα 70: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11.....	158
Γράφημα 71: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12.....	159
Γράφημα 72: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13.....	160
Γράφημα 73: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14.....	161
Γράφημα 74: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15.....	162
Γράφημα 75: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16.....	163

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Διδακτικές ώρες ανά εβδομάδα για το μάθημα της Χημείας για κάθε τάξη.....	23
Πίνακας 2: Εναλλακτικές ιδέες μαθητών-φοιτητών στη χημεία και οι κατηγορίες στις οποίες υπάγονται.....	25
Πίνακας 3: Εναλλακτικές ιδέες φοιτητών για την ογκομέτρηση.....	28
Πίνακας 4: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση.....	54
Πίνακας 5: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση.....	57
Πίνακας 6: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση.....	59
Πίνακας 7: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση.....	60
Πίνακας 8: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση.....	63
Πίνακας 9: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση.....	64
Πίνακας 10: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση.....	65
Πίνακας 11: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση.....	67
Πίνακας 12: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση.....	68
Πίνακας 13: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση.....	69
Πίνακας 14: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση.....	70
Πίνακας 15: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση.....	72
Πίνακας 16: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση.....	73
Πίνακας 17: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση.....	74
Πίνακας 18: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση.....	76
Πίνακας 19: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση.....	77
Πίνακας 20: Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις πριν την παρέμβαση καθώς και τα υπολογισμένα CRI.....	81
Πίνακας 21 :Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις μετά την παρέμβαση καθώς και τα υπολογισμένα CRI.....	82
Πίνακας 22: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 1.....	84
Πίνακας 23: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 2.....	84
Πίνακας 24: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 3.....	85
Πίνακας 25: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 4.....	86









Πίνακας 98: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 10.....	157
Πίνακας 99: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11.....	158
Πίνακας 100: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12.....	159
Πίνακας 101: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13.....	160
Πίνακας 102: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14.....	161
Πίνακας 103: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15.....	162
Πίνακας 104: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16.....	163

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Η διδασκαλία της Χημείας

Η Χημεία είναι μια θεμελιώδης επιστήμη των Φυσικών Επιστημών (ΦΕ) στην οποία στηρίζονται αρκετοί κλάδοι, όπως αυτός της Βιολογίας και Βοτανολογίας, της Οικολογίας, της Φαρμακευτικής και της Υγείας, της Αστρονομίας, της Γεωλογίας, της Εγκληματολογίας κ.α. Η Επιστήμη της Χημείας έχει ως βάση τη μελέτη των χημικών στοιχείων και των χημικών ενώσεων, την ανάλυση των ατόμων, μορίων και ιόντων (δομή, ιδιότητες, συμπεριφορά), τη μελέτη των χημικών δεσμών που δημιουργούνται μεταξύ τους, καθώς και τη σύνθεση των στοιχείων και των ενώσεων όπως προκύπτει από τις χημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν. Χαρακτηρίζεται από τρεις συνιστώσες τη (1) μακροσκοπική (στερεά, υγρά, μέταλλα, οξέα, βάσεις, καύσιμα κ.ο.κ.), τη (2) συμβολική-αναπαραστατική (χημικά σύμβολα, χημικοί τύποι, χημικές εξισώσεις) και τη (3) μικροσκοπική (μόρια, άτομα, ηλεκτρόνια). Η κατανόηση των εννοιών της Χημείας μπορεί να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν καλύτερα το περιβάλλον τους και παράλληλα να προωθήσει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους.

Αν και η εισαγωγή στο μάθημα της Χημείας γίνεται από πολύ νωρίς (δημοτικό) οι μαθητές φαίνεται να σχηματίζουν μια «κακή εικόνα» για την επιστήμη αυτή, εξαιτίας της δυσκολίας της αντίληψης των αφηρημένων εννοιών που περιέχει, όπως αυτές της ατομικής και μοριακής δομής. Αυτή η προκατάληψη των μαθητών για τη «δύσκολη» επιστήμη της Χημείας κάποιες φορές τους συντροφεύει μέχρι το Πανεπιστήμιο και τότε είναι εξαιρετικά δύσκολο να αναιρεθεί.

Η Χημεία ανήκει στις Επιστήμες που στηρίζονται στον πειραματισμό και την πρακτική εξάσκηση. Έτσι το εργαστήριο από την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση μέχρι και το Πανεπιστήμιο αποτελεί και πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Η πρακτική εξάσκηση των μαθητών/φοιτητών που λαμβάνει χώρα κατά τη διάρκεια ενός εργαστηρίου περιλαμβάνει την ενεργό συμμετοχή τους (Hodson, 1990). Πιο συγκεκριμένα κατά τη διεξαγωγή μιας εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές/φοιτητές αρχικά παρατηρούν υλικά και αντικείμενα ή παρακολουθούν το πείραμα επίδειξης από τον καθηγητή τους και στη συνέχεια χρησιμοποιούν ή χειρίζονται υλικά και εργαλεία του πειράματος. Το εργαστήριο αποτελεί για τους εκπαιδευόμενους μια ευκαιρία να γνωρίσουν τις χημικές ουσίες και κατ' επέκταση και τη Χημεία σαν επιστήμη. Με τη διεξαγωγή του εργαστηρίου είναι δυνατόν οι μαθητές/φοιτητές να παρακινηθούν, να αυξηθεί το

ενδιαφέρον τους για τη Χημεία, να ενισχυθεί η εκμάθηση της επιστημονικής γνώσης, να αναπτυχθεί μια επιστημονική στάση από τους μαθητές/φοιτητές και να ενισχυθεί η κριτική τους σκέψη (Hodson, 1990).

### 1.1.2 Δυσκολίες στη διδασκαλία της Χημείας

#### 1.1.2.1 Εκπαιδευτικό σύστημα (ΕΣ)

Τα τελευταία χρόνια γίνεται λόγος για το μάθημα της Χημείας, το πως υλοποιείται και τις τροποποιήσεις που ενδεχομένως θα το έκαναν πιο αποτελεσματικό. Η αγωνία των καθηγητών της ΔΕ για το γνωστικό επίπεδο των μαθητών στη Χημεία ξεκινάει από τις ώρες διδασκαλίας τους μαθήματος οι οποίες δεν είναι επαρκείς για την ύλη που πρέπει να διδαχθεί. Το μάθημα γίνεται δίνοντας βάση στην μαθηματική επίλυση των ασκήσεων και όχι στην κατανόηση των φαινομένων με αποτέλεσμα την υποβάθμιση του. Το πρόγραμμα σπουδών της ΔΕ είναι βασισμένο στο σύστημα εισαγωγής στα πανεπιστήμια με τους καθηγητές να πιέζονται να «βγάλουν την απαραίτητη ύλη» που θα βοηθήσει τους μαθητές να εισαχθούν στα πανεπιστήμια, παραμερίζοντας την παροχή ολοκληρωμένης παιδείας. Έτσι το πρόγραμμα σπουδών αποτελεί τροχοπέδη στην κατανόηση της Χημείας μη επιτρέποντας την εμβάθυνση και την ουσιαστική κατανόηση των βασικών εννοιών της Χημείας (Σπυρέλλης, 2007). Βέβαια, αυτό είναι αρκετά αντιφατικό με την έννοια της ΔΕ η οποία αποτελεί βασική και γενική εκπαίδευση για την προετοιμασία των πολιτών (*Εκπαιδευτικό Σύστημα*). Η Ένωση Ελλήνων Χημικών αναφέρει επανειλημμένα το πρόβλημα που δημιουργεί το μονόωρο μάθημα της Χημείας (πίνακας 1), η σχέση των μαθητών με τη Χημεία, η οποία διακόπτεται στην α' Γυμνασίου και η αδυναμία του εκπαιδευτικού συστήματος (για το μάθημα της Χημείας) να καλλιεργήσει στους μαθητές την αντίληψη του Φυσικού Κόσμου και να καταφέρει οι μαθητές να αναπτύξουν κριτική σκέψη, θετική στάση απέναντι στην επιστήμη και συνείδηση όπως οφείλει ένας σύγχρονος πολίτης (*Χημικά Χρονικά: Τεύχος Μαρτίου 2022*).

Προφανώς η δυσχέρεια στην κατανόηση της Χημείας δεν σταματά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση (ΔΕ) αλλά εντείνεται ακόμα περισσότερο στην τριτοβάθμια εκπαίδευση όπου έκπληκτοι οι καθηγητές που διδάσκουν μαθήματα χημείας αναγνωρίζουν «άριστους» αλλά χημικά αναλφάβητους φοιτητές. Οι καθηγητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης σημειώνουν πως οι χαμηλές βάσεις εισαγωγής και η πρόσβαση των μαθητών σε σχολές θετικών επιστημών μέσω της Τεχνολογικής Κατεύθυνσης ανήκουν στα θέματα τα οποία δυσχεραίνουν την κατάσταση που επικρατεί στα πανεπιστήμια Χημείας. Τέλος, το ΕΣ είναι έτσι δομημένο που μέχρι και πτυχιούχοι Χημείας έχουν

ελλείψεις βασικών εννοιών ακόμα και όταν καλούνται εκείνοι να διδάξουν μαθήματα Χημείας ή ενώ έχουν τις απαραίτητες γνώσεις λείπει ο κατάλληλος τρόπος να τις μεταλαμπαδεύσουν στους εκπαιδευόμενους, τοποθετώντας ένα ακόμα λιθαράκι στις δυσκολίες της διδασκαλίας της Χημείας (Σπυρέλλης, 2007).

Πίνακας 1: Διδακτικές ώρες ανά εβδομάδα για το μάθημα της Χημείας για κάθε τάξη

Τάξη	Διδακτικές ώρες ανά εβδομάδα
B' Γυμνασίου	1
Γ' Γυμνασίου	1
A' Λυκείου	2
B' Λυκείου	2
Γ' Λυκείου	6

#### 1.1.2.2 Εναλλακτικές ιδέες των μαθητών

Η μάθηση πραγματοποιείται όταν οι νέες γνώσεις συμφωνούν με τις υφιστάμενες (Piaget, Jean, 1972). Όταν οι νέες γνώσεις δεν είναι συμβατές με τις αρχικές τότε ξεκινούν οι δυσκολίες στη μάθηση της Χημείας, οι οποίες μεγαλώνουν αν αναλογιστεί κανείς τις ατέλειες του ΕΣ που αναφέρθηκαν στην ενότητα 1.1.2.1 (von Glasersfeld, 1983).

Η Χημεία είναι μια επιστήμη που σχετίζεται με το περιβάλλον, την καθημερινότητα και με υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται. Γίνεται αντιληπτό ότι οι μαθητές πολλές φορές δεν ακούν για πρώτη φορά κάτι μέσα στην τάξη αλλά το έχουν συναντήσει νωρίτερα και έχουν δημιουργήσει μια άποψη για αυτό, είτε από μόνοι τους, είτε μέσω της αλληλεπίδρασής τους με το περιβάλλον τους, είτε ως απόρροια της εκπαίδευσής τους από τους γονείς τους (Stylos et al., 2021). Οι αντιλήψεις των μαθητών διακρίνονται σε (Κώτσης, 2006):

- πρώιμες αντιλήψεις (preconceptions), τις οποίες σχηματίζουν οι μαθητές σε μικρή ηλικία για ένα φαινόμενο για παράδειγμα, πριν να διδαχτούν το φαινόμενο από τον εκπαιδευτικό και
- εσφαλμένες αντιλήψεις (misconceptions) ή εναλλακτικές ιδέες (alternative ideas), που είναι οι αντιλήψεις που αποκτούν αργότερα οι μαθητές και δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Οι εναλλακτικές ιδέες των μαθητών μπορεί να δημιουργηθούν ή και να ενισχυθούν και κατά τη διάρκεια του μαθήματος (Gilbert et al., 1982).

Χαρακτηριστικά των εναλλακτικών ιδεών είναι (Taber, 2002):

- Τροποποιούνται δύσκολα και μπορούν να συνυπάρχουν στο μυαλό των μαθητών μαζί με τις επιστημονικές γνώσεις που αποκτούν χωρίς να συγκρούονται.
- Είναι βιωματικές και στηρίζονται κυρίως σε αισθητήριες αντιλήψεις.
- Είναι κοινές σε όλο τον κόσμο ανεξαρτήτου του φύλου, της χώρας και των κοινωνικό-οικονομικών τάξεων.
- Προκύπτουν συνήθως όταν οι αλλαγές του φαινομένου είναι ορατές εξαιτίας της ανάγκης των μαθητών να εξηγήσουν το φαινόμενο.
- Φαίνονται λογικές και με συνοχή γι'αυτό δύσκολα οι μαθητές τις εγκαταλείπουν.
- Μπορεί να αλλάζουν ανάλογα με το αν τα παιδιά βρίσκονται στην τάξη ή όχι.
- Προέρχονται και από την υπεραπλούστευση ή μηχανιστική μάθηση των εννοιών.
- Στηρίζονται σε προϋπάρχουσες έννοιες π.χ. τα υλικά σώματα γίνονται ελαφρύτερα όταν καίγονται, η ταχύτητα αντίδρασης αυξάνεται καθώς η αντίδραση προχωράει κτλ.
- Επικάλυψη όμοιων όρων (πύκνωση-πυκνότητα).



Πίνακας 2: Εναλλακτικές ιδέες μαθητών-φοιτητών στη χημεία και οι κατηγορίες στις οποίες υπάγονται.

<b>Κατηγορία</b>	<b>Εναλλακτική ιδέα</b>
Σωματιδιακή σύσταση της ύλης	«Τα άτομα / μόρια έχουν τέτοιο μέγεθος, που μπορούμε να τα δούμε στο μικροσκόπιο» (Barke et al., 2009; Barker, 2000)
Σωματιδιακή σύσταση της ύλης	«Τα άτομα έχουν χρώμα, λάμψη και φυσική κατάσταση» (Lee et al., 1993)
Σωματιδιακή σύσταση της ύλης	το νερό αποτελείται από μόρια που είναι διαφορετικά μεταξύ τους (Nakhleh & Samarapungavan, 1999)
Χημικές ουσίες	«Τα αέρια έχουν δεν μάζα και βάρος» (Çalik & Ayas, 2005)
Χημικές ουσίες	«Οι χημικές ουσίες αλλάζουν ιδιότητες αλλά κρατούν την ταυτότητά τους» (Solomonidou & Stavridou, 2000)
Χημική ένωση– μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Το νερό είναι ένα χημικό στοιχείο» (Dindar et al., 2010; Using Particulate Drawings To Study 13-17 Year Olds ' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter As Well As, 2000; Stains & Talanquer, 2007)
Χημική ένωση– μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Η καθαρή ουσία είναι ομογενές μίγμα» (Using Particulate Drawings To Study 13-17 Year Olds ' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter As Well As, 2000; Sanger, 2000)
Χημική ένωση – μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Όλα τα μίγματα είναι ετερογενή» (Using Particulate Drawings To Study 13-17 Year Olds ' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter As Well As, 2000; Sanger, 2000)
Χημική ένωση – μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Αν δύο χημικά στοιχεία έρχονται κοντά, τότε σχηματίζεται χημική ένωση» (Barker, 2000)

---

Χημική ένωση – μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Αν περισσότερα από δύο χημικά στοιχεία έρχονται κοντά τότε σχηματίζεται μίγμα» (Barker, 2000)
Χημική ένωση – μίγμα – χημικό στοιχείο (δυσκολία διαχωρισμού της ένωσης από το χημικό στοιχείο και το μίγμα)	«Το νερό είναι μίγμα υδρογόνου και οξυγόνου» (Awan et al., 2011)
Χημική αντίδραση (η καύση θεωρείται φυσική μεταβολή)	«Η καύση είναι ένα φυσικό φαινόμενο» (Ahtee & Varjola, 1998)
Χημική αντίδραση (η καύση θεωρείται φυσική μεταβολή)	«Η σκουριά αποτελεί «απλό μετασχηματισμό» δηλαδή φυσική μεταβολή του σιδήρου και ο σίδηρος συνεχίζει να είναι σίδηρος και μετά τη δημιουργία σκουριάς» (Valanides et al., 2003)
Χημική αντίδραση (η καύση θεωρείται φυσική μεταβολή)	«Το ψήσιμο του κέικ είναι φυσικό φαινόμενο δηλαδή μετατροπή υγρού σε στερεό. Η γεύση δεν αλλάζει» (Eilks et al., 2007)
Χημική αντίδραση (οι φυσικές μεταβολές εκλαμβάνονται ως χημικές μεταβολές)	«Το νερό όταν βράζει διασπάται σε αέρια υδρογόνο και οξυγόνο» (Azure, 2008)
Χημική αντίδραση (οι φυσικές μεταβολές εκλαμβάνονται ως χημικές μεταβολές)	«Η διαλυτοποίηση ενός στερεού σε υγρό είναι μια χημική μεταβολή (δημιουργία νέας ουσίας)» (Çalik & Ayas, 2005)
Χημική αντίδραση (φυσικές-χημικές μεταβολές)	«Τα φυσικά φαινόμενα θεωρούνται αντιστρεπτά ενώ τα χημικά φαινόμενα όχι» (Çalik & Ayas, 2005)
Χημική αντίδραση (φυσικές-χημικές μεταβολές)	«Τα αυθόρμητα φαινόμενα είναι φυσικά και συμβαίνουν στη φύση ενώ χημικά (τεχνητά) είναι αυτά που γίνονται στο εργαστήριο» (Tsaparlis, 2003)
Χημική αντίδραση (διατήρηση της μάζας)	«Αν κατά την αντίδραση παράγεται στερεό (ίζημα) η συνολική μάζα αυξάνεται (το στερεό είναι πιο βαρύ)» (Barker, 2000)
Χημική ισορροπία	«Οι συγκεντρώσεις σχετίζονται όπως οι στοιχειομετρικοί συντελεστές» (Barke et al., 2009)
Χημική ισορροπία	«Η χημική ισορροπία είναι στατική» (Barke et al., 2009)

---

---

Χημική ισορροπία	«Η ταχύτητα της αντίδρασης προς μια κατεύθυνση αυξάνεται όταν η αντίδραση «προχωρά» (Barke et al., 2009)
Χημική ισορροπία	«Η αντίδραση προς μια κατεύθυνση συμπληρώνεται πριν η αντίστροφη αντίδραση αρχίσει» (Mahaffy, 2006; Talanquer, 2006)
Χημική ισορροπία	«Η Κ αλλάζει όταν αλλάζει η συγκέντρωση ενός συστατικού ή όταν μεταβληθεί ο όγκος του αέριου συστήματος σε σύστημα ισορροπίας» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Ένα οξύ περιέχει ιόντα υδρογόνου και έχει πικρή γεύση» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Όλα τα οξέα είναι ισχυρά» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Όλα τα οξέα είναι δηλητήρια» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Οξύ είναι κάτι που φθείρει τα υλικά και μπορεί να σε κάψει» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Η εξουδετέρωση είναι η διάσπαση του οξέος ή η μεταβολή του» (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Κατά την αντίδραση υδροχλωρικού οξέος και υδροξειδίου του νατρίου παράγεται στερεό NaCl και όχι Na <sup>+</sup> , Cl <sup>-</sup> » (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Όταν προσθέτουμε σε ένα οξύ μια βάση προκύπτει πάντα ουδέτερο διάλυμα, ανεξάρτητα με τις ποσότητες και το είδος του οξέος και της βάσης» (Talanquer, 2006)
Οξέα-βάσεις	«Ένα ουδέτερο διάλυμα δεν περιέχει H <sup>+</sup> αλλά ούτε OH <sup>-</sup> » (Barke et al., 2009)
Οξέα-βάσεις	«Μόρια που έχουν στον χημικό τους τύπο υδρογόνο είναι οξέα και αυτά που έχουν υδροξύλια είναι βάσεις» (Elham et al., 1396)

---

Πίνακας 3: Εναλλακτικές ιδέες φοιτητών για την ογκομέτρηση.

Κατηγορία	Εναλλακτική ιδέα
Γενικά για την ογκομέτρηση	Επιλογή εξοπλισμού, διαδικασία ογκομέτρησης, πλύσιμο και ξέπλυμα Erlenmeyer, προσθήκη προτύπου διαλύματος κατά τη διάρκεια της ογκομέτρησης, μέτρηση όγκου προχοίδας (H. R. Widarti et al., 2017; Hayuni Retno Widarti et al., 2021).
Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης	Εναλλακτικές ιδέες σε έννοιες που αφορούν τα είδη των μορίων που περιέχονται στο διάλυμα κατά την ογκομέτρηση, στους υπολογισμούς των συγκεντρώσεων διαφόρων μορίων, στην επιλογή του κατάλληλου δείκτη σε ογκομετρήσης ασθενούς οξέος ή ασθενούς βάσης, στην αναγραφή των χημικών εξισώσεων, στη μεταβολή του pH που λαμβάνει χώρα, στην επιλογή του κατάλληλου δείκτη, στη ποσότητα του δείκτη που χρησιμοποιούν, για το εάν η αραίωση ενός δείγματος επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα και στο σε ποιο στάδιο της ογκομέτρησης πραγματοποιείται η εξουδετέρωση (Supatmi et al., 2019b; H. R. Widarti et al., 2016).
Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής	Εναλλακτικές ιδέες για τα δυναμικά οξειδοαναγωγής, για το ποια ένωση είναι οξειδωτικό και ποια ένωση είναι αναγωγικό, για τη χρήση ή μη δεικτών κατά την ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής, για τη μέτρηση του όγκου της προχοίδας, για τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, για τους υπολογισμούς των συγκεντρώσεων, για την ισοστάθμιση των αντιδράσεων οξειδοαναγωγής, για το εάν η αραίωση ενός δείγματος επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα (Masykuri et al., 2019; H. R. Widarti et al., 2016; Hayuni Retno Widarti et al., 2021).
Ογκομέτρηση καταβύθισης	Εναλλακτικές ιδέες για την εμφάνιση ενός μίγματος και την ύπαρξη ή μη δυσδιάλυτων αλάτων, για τη δημιουργία αλάτων, για τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα, για τη χρήση της τιμής $K_{sp}$ για την επιλογή κατάλληλης

	αντίδρασης καταβύθισης, για τον τρόπο με τον οποίο θα εκπλένονται τα σκεύη, για το εάν η αραίωση ενός δείγματος επηρεάζει το τελικό αποτέλεσμα (Hayuni Retno Widarti et al., 2021).
Ογκομέτρηση συμπλοκοποίησης	Εναλλακτικές ιδέες σχετικά με τα αντιδραστήρια συμπλοκοποίησης, ότι οι αντιδράσεις συμπλοκοποίησης είναι ίδιες με τις αντιδράσεις καταβύθισης (Hayuni Retno Widarti et al., 2021).

### *1.1.2.3 Η αξία του εργαστηρίου στη διδασκαλία της Χημείας*

Το εργαστήριο μπορεί να θεωρηθεί αναπόσπαστο κομμάτι της διδασκαλίας της Χημείας ειδικότερα και των ΦΕ γενικότερα, σε όλες τις βαθμίδες εκπαίδευσης. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη συμμετοχή των μαθητών/φοιτητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες είναι πολλά (Hofstein, 2004). Οι εκπαιδευόμενοι μέσω του εργαστηρίου μαθαίνουν να κάνουν υποθέσεις, να οργανώνουν και να σχεδιάζουν τα πειράματα, μαθαίνουν να χρησιμοποιούν όργανα και σκεύη, να ακολουθούν οδηγίες (γραπτές ή και προφορικές) με ακρίβεια, εξάγουν συμπεράσματα, αναπτύσσουν ικανότητες επίλυσης προβλημάτων, εξοικειώνονται με την ορολογία της Χημείας και την κατανοούν σε βάθος, γνωρίζουν τις πρακτικές εφαρμογές και τη συμβολή της Χημείας στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου, γνωρίζουν τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η Χημεία στη ζωή του ανθρώπου και στο περιβάλλον, συνεργάζονται και επικοινωνούν (Bortnik et al., 2017; Reynders et al., 2019; Shultz & Li, 2016; YazZ & Yerlikaya, 2021). Επίσης μέσα από την επαφή τους με το εργαστήριο, οι εκπαιδευόμενοι είναι δυνατόν να καλλιεργήσουν μια θετική στάση απέναντι στην επιστήμη και την έρευνα και αναγνωρίζουν τη σχέση της επιστήμης με την τεχνολογία και την κοινωνία καθώς και τον ρόλο των επιστημόνων στην κοινωνία κ.α. (Alsharif et al., 2016; Irwanto et al., 2018).

#### *1.1.2.3.1 Το εργαστήριο στο Ελληνικό Σχολείο*

Αν και τα οφέλη της χρήσης του εργαστηρίου είναι πολλά, το εργαστήριο δεν φαίνεται να χρησιμοποιείται σε μεγάλο βαθμό κατά τη διδασκαλία της Χημείας στο ελληνικό σχολείο. Μερικοί από τους λόγους για τους οποίους οι σημερινοί φοιτητές έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή με το εργαστήριο στο Πανεπιστήμιο είναι οι εξής:

- Ο χώρος του εργαστηρίου χρησιμοποιείται ως αίθουσα διδασκαλίας επειδή δεν επαρκούν οι αίθουσες.
- Ελλείψεις σκευών εργαστηρίου. Σε μια σχολική μονάδα ο προϋπολογισμός της δεν καλύπτει έξοδα για συσκευές οπότε αν μια συσκευή καταστραφεί αυτό πιθανότατα σημαίνει πως δεν θα μπορεί να διεξαχθεί πάλι το πείραμα που εξαρτιόταν από αυτή.
- Ελλείψεις αντιδραστηρίων εργαστηρίου. Για τους ίδιους λόγους ως επι το πλείστον τα εργαστήρια στα σχολεία διεξάγονται με υλικά καθημερινής χρήσης.
- Χρόνος εργαστηρίου. Το μάθημα της Χημείας στις τάξεις του γυμνασίου είναι μιας ώρας με αποτέλεσμα πειράματα τα οποία είναι χρονοβόρα να μη μπορούν να διεξαχθούν.
- Ασφάλεια μαθητών. Η ταυτόχρονη εκτέλεση των πειραμάτων από 25- 30 μαθητές που υπάρχουν σε μια σχολική τάξη εγκυμονεί κινδύνους.
- Οι περισσότερες εργαστηριακές ασκήσεις εκτελούνται ως πείραμα επίδειξης από τον διδάσκοντα (πείραμα επίδειξης). Το κόστος των εργαστηριακών ασκήσεων επηρεάζει και τον τρόπο με τον οποίο διεξάγονται τα πειράματα με αποτέλεσμα οι μαθητές να είναι παθητικοί και κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου, χωρίς να μπορούν να αποκομίσουν τα οφέλη της εκτέλεσης του πειράματος που αναφέρθηκαν παραπάνω.
- Μη κατάλληλος σχεδιασμός πειραμάτων από τον διδάσκοντα. Ο σχεδιασμός των πειραμάτων πρέπει να βασίζεται στην απόκτηση γνώσεων από τους μαθητές και όχι στον εντυπωσιασμό τους. Ο εκπαιδευτικός κατά τον σχεδιασμό του πειράματος θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν του το επίπεδο των μαθητών, την εργαστηριακή υποδομή και τα διαθέσιμα υλικά και μέσα, τον αριθμό των μαθητών, τους στόχους του πειράματος καθώς και την κατάλληλη διδακτική μέθοδο.
- Απροθυμία διεξαγωγής πειραμάτων από τους διδάσκοντες. Τις περισσότερες φορές το μάθημα της Χημείας ειδικά στο γυμνάσιο (στο δημοτικό είναι δεδομένο ότι ο διδάσκων δεν είναι χημικός) μπορεί να διεξάγεται από εκπαιδευτικούς που δεν είναι Χημικοί (Βιολόγοι, Φυσικοί, Γεωπόνους) και δεν είναι εξοικειωμένοι με τα πειράματα Χημείας, ενώ κάποιες φορές ακόμη και

Χημικοί, στερούνται εμπειρίας στην εκτέλεση πειραμάτων. Αυτό πέρα από το γεγονός ότι δυσκολεύει τους εκπαιδευτικούς να υλοποιήσουν τις εργαστηριακές ασκήσεις τους προσθέτει έναν επιπλέον φόβο για την επικινδυνότητα του πειράματος και τον τραυματισμό των μαθητών.

## 1.2 Μέθοδοι διδασκαλίας

Σήμερα υπάρχουν αρκετές μέθοδοι διδασκαλίας για την καλύτερη δυνατή αλληλεπίδραση εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων με σκοπό την αποτελεσματική μάθηση. Έτσι η διδασκαλία σήμερα μπορεί να επιτευχθεί με (Larsen et al., 2019):

- **Διάλεξη από τον εκπαιδευτικό είτε επαγωγικά είτε παραγωγικά.** Κατά τη διάλεξη ο εκπαιδευτικός αναφέρει, αφηγείται ή εκθέτει παραδείγματα.
- **Άμεση ή κατευθυνόμενη διδασκαλία (direct instruction).** Κατά τη διδασκαλία με άμεση ή κατευθυνόμενη διδασκαλία ο εκπαιδευτικός έχοντας τον ρόλο του κυρίαρχου κατευθύνει, σχεδιάζει και διδάσκει το γνωστικό αντικείμενο. Είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη διδασκαλία με υψηλή αποτελεσματικότητα (Good & Brophy, 2007), ωστόσο οι μαθητές στο μάθημα είναι παθητικοί χωρίς να τους δίνεται η δυνατότητα για ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων.
- **Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία.** Κατά την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία οι μαθητές χωρίζονται σε μικρές ομάδες συνεργάζονται και μαθαίνουν βοηθώντας ο ένας τον άλλον. Η μέθοδος αυτή ανήκει στις μαθητοκεντρικές μορφές διδασκαλίας στις οποίες ο μαθητής συμμετέχει ενεργά. Μέσα από την ομαδοσυνεργατική διδασκαλία ενισχύεται η κριτική σκέψη των μαθητών και αποκτούν κοινωνικές δεξιότητες.
- **Μέθοδος Project.** Η μέθοδος Project ανήκει στις μεθόδους της ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας. Κατά τη μέθοδο αυτή οι μαθητές εξετάζουν κάποιο θέμα το οποίο συνήθως το επιλέγουν οι ίδιοι, διαμορφώνουν ένα σχέδιο δράσης και το υλοποιούν. Μέσα από αυτές τις διαδικασίες καλλιεργείται η δημιουργικότητα, η κριτική σκέψη και η ομαδική εργασία.
- **Διδασκαλία με διερεύνηση-Διερευνητική μέθοδος (Inquiry).**  
Στη διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας οι μαθητές ανακαλύπτουν το επιστημονικό περιεχόμενο διερευνώντας το. Υποβάλλουν και απαντούν ερωτήματα. Η διερευνητική μέθοδος εφαρμόζεται κυρίως στις ΦΕ. Κατά τη

διδασκαλία με βάση τη διερεύνηση οι μαθητές επαληθεύουν, συμπεραίνουν και γενικεύουν μέσα από μια λογική ακολουθία βημάτων. Η προσέγγιση αυτή χρησιμοποιείται για να αναπτύξουν οι μαθητές τις ερευνητικές δεξιότητες τους και να κατανοήσουν σε βάθος το περιεχόμενο. Η καθοδήγηση των μαθητών για την επίτευξη του επιθυμητού αποτελέσματος μπορεί να είναι καθοριστική γ'αυτό και η διερευνητική μέθοδος χωρίζεται σε μη καθοδηγούμενη (ανακαλυπτική) ή καθοδηγούμενη (Ibanez et al., 2015).

### 1.2.1 Μέθοδοι διδασκαλίας στο εργαστήριο

Το πείραμα είναι συνυφασμένο με τη διδασκαλία των ΦΕ και συγκεκριμένα της Χημείας (Mauskopf & Golinski, 1993). Η αξία του πειράματος ως μέρος της εκπαιδευτικής διαδικασίας είναι μια ευκαιρία που δίνεται στους μαθητές/φοιτητές, να κατανοήσουν το φαινόμενο και τις έννοιες που μελετώνται. Ωστόσο αρκετές είναι οι έρευνες που επισημαίνουν σημαντικά προβλήματα γύρω από την αποτελεσματική διεξαγωγή των εργαστηριακών μαθημάτων, η οποία τις περισσότερες φορές εξαρτάται από τρόπο με τον οποίο διεξάγεται το εργαστηριακό μάθημα και πιο συγκεκριμένα από τον τύπο διδασκαλίας που έχει επιλέξει ο εκπαιδευτικός (Hofstein, 2004). Αν και ο τύπος διδασκαλίας μπορεί να διαφέρει ανάλογα με την προσέγγιση που θα χρησιμοποιήσει κάθε εκπαιδευτικός, οι τύποι διδασκαλίας μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κύριες μορφές την περιγραφική (expository) και την βασισμένη σε προβλήματα (problem-based), οι οποίες ακολουθούν μια παραγωγική προσέγγιση και τη διερεύνηση (inquiry) με την ανακαλυπτική (discovery) που είναι επαγωγικές μέθοδοι (Domin, 1999).

Ο πιο συνηθισμένος τύπος εργαστηριακής διδασκαλίας μέχρι σήμερα είναι η περιγραφική διδασκαλία, η οποία ανήκει στις δασκαλοκεντρικές μεθόδους διδασκαλίας, όπου ο μαθητής/φοιτητής ακολουθεί τις οδηγίες του εκπαιδευτικού ή ακολουθεί τη διαδικασία που διαβάζει στο εγχειρίδιο. Εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο διεξάγεται η πειραματική διαδικασία, τα πειράματα αυτά αποκαλούνται «πειράματα βιβλίων μαγειρικής» (cookbook experiments). Οι μαθητές κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου εκτελούν οδηγίες για να φτάσουν σε ένα προκαθορισμένο αποτέλεσμα, το οποίο μπορεί να τους είναι γνωστό εκ των προτέρων και συχνά ξεχνούν κατά τη διάρκεια του «πειράματος» τον σκοπό των δραστηριοτήτων και παρακολουθούν τα βήματα μηχανικά χωρίς εις βάθος προβληματισμό ή πραγματική συμμετοχή. Η μέθοδος αυτή κρίνεται αναποτελεσματική για την ανάπτυξη δεξιοτήτων



των μαθητών όπως είναι η διεξαγωγή συμπερασμάτων και η κριτική σκέψη, στην αλλαγή των αντιλήψεων των μαθητών (εναλλακτικές ιδέες) και τη μεταγνώση (Feyzioğlu, 2009; Simon, 2000; Ural, 2016; Zulfiani & Herlanti, 2018). Ωστόσο συνεχίζει να χρησιμοποιείται λόγω της ελαχιστοποίησης των πόρων του χρόνου, του εξοπλισμού και του χώρου (Luckie et al., 2013).

Αντίθετα οι δραστηριότητες διερευνητικής μάθησης δίνουν τη δυνατότητα στους μαθητές/φοιτητές να οικοδομήσουν την κατανόηση των εννοιών μέσα από πράξεις. Βέβαια για να είναι αποτελεσματική η διερευνητική μάθηση θα πρέπει οι εκπαιδευτικοί να είναι ικανοί να καθοδηγήσουν με τέτοιο τρόπο την έρευνα ώστε οι μαθητές/φοιτητές να φτάσουν στα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα. Τις περισσότερες φορές οι εκπαιδευτικοί δεν είναι ενημερωμένοι για τα νέα μοντέλα μάθησης όπως το διερευνητικό και το ανακαλυπτικό μοντέλο μάθησης ή αν και ενημερώνονται εξακολουθούν να προτιμούν τις συμβατικές μεθόδους διδασκαλίας, κυρίως από ανασφάλεια ή λόγω του παραπάνω φόρτου εργασίας που αναγνωρίζουν στις νέες μεθόδους διδασκαλίας (Hofstein & Lunetta, 2004). Ως εκ τούτου, η ανάπτυξη και η εφαρμογή σχεδίων μαθημάτων που βασίζονται στην έρευνα θα πρέπει να συμπεριληφθούν στα προγράμματα εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών.

### 1.2.2 Διδασκαλία με διερεύνηση-Διερευνητική μέθοδος (Inquiry)

Η μάθηση των ΦΕ άρα και της Χημείας σύμφωνα με τα Εθνικά Πρότυπα Εκπαίδευσης (National Science Education Standards) πραγματοποιείται μέσα από: (1) τη μάθηση για τη φύση της επιστήμης και τις σπουδές των επιστημόνων (2) τη μάθηση «κάνοντας» επιστήμη και όχι ακούγοντας παθητικά τον εκπαιδευτικό (δηλαδή, ανάπτυξη των ικανοτήτων σχεδιασμού και διεξαγωγής επιστημονικών ερευνών) και (3) κατανόηση των επιστημονικών εννοιών και αρχών. Η διερευνητική μάθηση υλοποιεί και τους τρεις αυτούς στόχους και θεωρείται η πλέον κατάλληλη για την εκμάθηση των ΦΕ από το Εθνικό Συμβούλιο Έρευνας (NRC)(Council, 1996). Η διερευνητική μάθηση περιλαμβάνει ένα σύνολο όπως την υποβολή ερωτήσεων, το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή ερευνών από τους μαθητές, τη συλλογή και τη διεξαγωγή συμπερασμάτων, με τους εκπαιδευτικούς να διαδραματίζουν καίριο ρόλο στη διεξαγωγή των δραστηριοτήτων. Στις δραστηριότητες διερεύνησης ο μαθητής/φοιτητής έχει ενεργό ρόλο με μεγαλύτερη ευθύνη για την επιλογή του τρόπου εργασίας του και λιγότερη καθοδήγηση από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές διατυπώνουν το πρόβλημα, συνδέουν την έρευνα με προηγούμενες μελέτες και κάνουν υποθέσεις, σχεδιάζουν και διεξάγουν

μια πειραματική έρευνα με στόχο να φτάσουν σε ένα συμπέρασμα. Έρευνες σε εργαστήρια Χημείας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση κατά τη διεξαγωγή των οποίων χρησιμοποιούν τη διερευνητική μάθηση δείχνουν πως οι φοιτητές ανέπτυξαν κριτική ικανότητα μέσα από τον σχεδιασμό και την εκτέλεση των πειραμάτων, ενισχύθηκε η αυτοπεποίθησή τους και οι δεξιότητές τους στη χρήση των οργάνων, υιοθέτησαν θετικότερη στάση προς το εργαστήριο, τη Χημεία, την έρευνα και τους επιστήμονες, ενισχύθηκε το ενδιαφέρον τους και ανέπτυξαν ικανότητες συγγραφής των αποτελεσμάτων (Boyd-Kimball & Miller, 2018; Imaduddin & Hidayah, 2019; Juniar et al., 2020; Ural, 2016). Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι ότι η μέθοδος αυτή είναι δαπανηρή, χρονοβόρα και χρειάζεται αρκετή προετοιμασία από τους εκπαιδευτικούς με αποτέλεσμα να μην χρησιμοποιείται ούτε στα σχολεία, ούτε στα πανεπιστήμια (Boyd-Kimball & Miller, 2018; Trumbull et al., 2006; Wallace & Kang, 2004).

### 1.3 Πρόγραμμα σπουδών

Η διαμόρφωση ενός αναλυτικού προγράμματος για το μάθημα της Αναλυτικής Χημείας, ξεκινά προσδιορίζοντας τους τομείς που σκοπεύουν να καλύψουν οι εκπαιδευτικοί, χωρίς να αποκλίνουν από αυτά που διδάχθηκαν οι ίδιοι στο Πανεπιστήμιο ή από τη μορφή του περιεχομένου των σχολικών βιβλίων. Ωστόσο η σύγχρονη Αναλυτική Χημεία εμπλουτίζεται με νέες τεχνικές και νέες εφαρμογές, οι οποίες είναι αδύνατο να καλυφθούν σε προπτυχιακό επίπεδο. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σχετικά με το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών της American Chemical Society, οι καθηγητές Αναλυτικής Χημείας αναφέρουν ότι δυσκολεύονται να αποφασίσουν τα θέματα που θα συμπεριλάβουν στα μαθήματά τους, κυρίως λόγω του περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου των μαθημάτων αλλά και των νέων τεχνικών που αναπτύσσονται (Wenzel et al., 2022), όπως οι βιοαναλυτικές μέθοδοι και η νανοτεχνολογία. Η δημιουργία ενός κατάλληλου προγράμματος σπουδών βαραίνει τους καθηγητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι πρέπει να είναι ενημερωμένοι και αρκετά προσεκτικοί στην επιλογή του περιεχομένου του μαθήματός τους.

Στόχος του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας πέρα από την επιστημονική γνώση είναι η ομαδική εργασία, ο σχεδιασμός και η εκτέλεση πειραμάτων, η ανάλυση δεδομένων χρησιμοποιώντας κατάλληλες στατιστικές μεθόδους, η κατανόηση αβεβαιοτήτων στα πειράματα, η ηθική λήψη αποφάσεων και η επίλυση προβλημάτων. Το αναλυτικό πρόγραμμα προπτυχιακών σπουδών του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μετά τη διεξαγωγή του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας, αναφέρει ότι ο

φοιτητής θα είναι σε θέση να «κατανοεί τις βασικές αρχές τις Αναλυτικής Χημείας και τις εφαρμογές της, θα έχει κατακτήσει γνώση και ορθή κατανόηση των βασικών εννοιών, αρχών και θεωριών που σχετίζονται με τη χημική ανάλυση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, γνώση και κατανόηση των εφαρμογών της Αναλυτικής Χημείας στην ανάλυση πολύπλοκων υποστρωμάτων, γνώση στη συνδυαστική χρήση αναλυτικών τεχνικών και μεθόδων, γνώση στη χρήση και αναζήτηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, δεξιότητες στην ορθή επεξεργασία των πρωτογενών αποτελεσμάτων και την επίλυση αναλυτικών προβλημάτων, δεξιότητες στον προσδιορισμό πληροφοριών σχετικών με τη σύσταση της ύλης, ικανότητες εφαρμογής της γνώσης στην αντιμετώπιση προβλημάτων που άπτονται θεμάτων της βασικής στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων και της ανάλυσης ανόργανων και οργανικών ενώσεων, ικανότητες αναγνώρισης και εφαρμογής των βασικών σταδίων της Αναλυτικής Χημείας (αναζήτηση μεθόδου, επαλήθευση/επικύρωση μεθόδου, δειγματοληψία, βαθμονόμηση μεθόδου, προκατεργασία δείγματος, ανάλυση, συμπεράσματα), ικανότητες ανάλυσης των βιβλιογραφικών πηγών και αξιοποίησης της κατάλληλης μεθόδου με βάση τις υποδομές και τα διαθέσιμα αντιδραστήρια ενός χημικού εργαστηρίου, ικανότητες αλληλεπίδρασης με άλλους φοιτητές ή ερευνητές σε θέματα χημικής ανάλυσης, ικανότητα να επιλέγει και να εφαρμόζει τις πλέον κατάλληλες μεθοδολογίες για την επίλυση ενός συγκεκριμένου ερευνητικού προβλήματος, ικανότητα ομαδικής εργασίας αλλά και αυτοτελούς εργασίας και δυνατότητες εργασίας σε διεθνές περιβάλλον» (*Περιγράμματα Μαθημάτων | Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων*). Το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών του τμήματος Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας αναφέρει ότι ο φοιτητής μετά την ολοκλήρωση του εργαστηριακού μαθήματος θα πρέπει να: «κατανοεί τις βασικές αρχές τις Αναλυτικής Χημείας και τις εφαρμογές της, έχει γνώσεις για τις βασικές έννοιες, αρχές και θεωρίες που σχετίζονται με τη χημική ανάλυση και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων, κατανοεί και να αξιολογεί τις μεθόδους της Αναλυτικής Χημείας και να τις χρησιμοποιεί για την ανάλυση δειγμάτων, επιλέγει την πλέον δόκιμη μεθοδολογία για τη διεξαγωγή μιας ανάλυσης, χειρίζεται με σωστό και ασφαλή τρόπο συσκευές και διατάξεις εντός του εργαστηριακού χώρου, επεξεργάζεται στατιστικά τα αποτελέσματα που εξάγει από την πειραματική διαδικασία και να εξάγει συμπεράσματα, αντιλαμβάνεται τον αντίκτυπο της επεξεργασίας δεδομένων στην αξιοπιστία και εγκυρότητα των αποτελεσμάτων,

κατανοεί την εφαρμογή μεθόδων ανόργανης ανάλυσης στον προσδιορισμό της σύστασης τροφίμων» (*Οδηγός Σπουδών - Food.Uth.Gr*).

Τα παραπάνω προγράμματα σπουδών αποτελούν παραδείγματα προγραμμάτων σπουδών στην Ελλάδα. Βέβαια για να επιτευχθεί η ουσιαστική ανάπτυξη αυτών των δεξιοτήτων τα μαθήματα θα πρέπει να έχουν διαφορετική δομή από τα συμβατικά. Θα πρέπει να δίνεται στους φοιτητές μεγαλύτερη ευχέρια στη λήψη των αποφάσεων, στο σχεδιασμό και την εκτέλεση εργαστηριακών πειραμάτων. Η αποτελεσματικότητα της ενεργητικής μάθησης εξαρτάται από την ποιότητα των εργαστηριακών ασκήσεων καθώς και από την αποτελεσματικότητα της καθοδήγησης-διευκόλυνσης από τον εκπαιδευτικό (Bretz, 2019; Wenzel et al., 2022).

#### 1.4 Η διδασκαλία του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας

Το εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας αποτελεί έναν χώρο προετοιμασίας των μελλοντικών χημικών στον οποίο αναπτύσσονται και ενισχύονται αρκετές δεξιότητες. Κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου οι φοιτητές εισάγονται στα όργανα τα οποία είτε μαθαίνουν να τα χρησιμοποιούν επιφανειακά είτε αποκτούν εμπειρία σε κάποια από αυτά ανάλογα με την επιλογή των εργαστηριακών ασκήσεων που κάνουν οι διδάσκοντες. Συνήθως οι φοιτητές χωρίζονται σε ομάδες των 2-5 ατόμων εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των φοιτητών ανά εργαστήριο, καταλήγοντας κάποιοι να υλοποιούν την πειραματική διαδικασία και να κάνουν μετρήσεις και κάποιοι να είναι απλώς παρατηρητές. Βέβαια η εργασία σε ομάδες έχει και θετικό αντίκτυπο στους φοιτητές αφού μέσω αυτής της διαδικασίας μαθαίνουν να επικοινωνούν, να συνεργάζονται και να αναλαμβάνουν και να μοιράζουν αρμοδιότητες.

Η σημαντικότητα του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας για την κατανόηση του γνωστικού αντικειμένου του μαθήματος είναι γνωστή. Ωστόσο ο τρόπος διεξαγωγής των εργαστηρίων σε πολλές χώρες δεν είναι κατάλληλος με αποτέλεσμα, το εργαστήριο να συμβάλει ελάχιστα μόνο στην εκμάθηση της επιστήμης. Ο παραδοσιακός τρόπος διεξαγωγής των εργαστηρίων μοιάζει με «εκτέλεση συνταγής» αφού οι φοιτητές ακολουθούν τις οδηγίες του εργαστηριακού οδηγού βήμα προς βήμα μηχανικά, συγκεντρωμένοι στο «πως» να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα χωρίς να σκέφτονται «γιατί» να προχωρήσουν στο επόμενο βήμα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να στηρίζονται στην μνήμη τους και να μαθαίνουν τυποποιημένα διαδικασίες και χρήσεις αντιδραστηρίων χωρίς κριτική σκέψη (Ibrahim et al., 2014). Ένα παράδειγμα μιας

τέτοιας τυποποιημένης γνώσης είναι η χρήση του δείκτη φαινολοφθαλείνης στο κρασί. Ο δείκτης φαινολοφθαλείνη είναι ο πιο συνηθισμένος δείκτης σε ογκομετρήσεις οξέος-βάσης, ο οποίος από άχρωμος μετατρέπεται σε ροζ-κόκκινο όταν το pH είναι πάνω από το 7. Έτσι οι φοιτητές έχοντας διδαχθεί την ογκομέτρηση εξουδετέρωσης (οξέος-βάσης) κατά την οποία χρησιμοποιείται ο δείκτης φαινολοφθαλείνη για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου της ογκομέτρησης (εμφάνιση ροζ χρώματος) είτε σε τεχνητά δείγματα οξικού οξέος είτε σε αραιωμένα δείγματα ξιδιού, λανθασμένα επιλέγουν για την ανάλυση οποιουδήποτε δείγματος τον ίδιο δείκτη. Οι φοιτητές σε αυτή την περίπτωση μαθαίνουν τη χρήση του δείκτη για τον προσδιορισμό του τελικού σημείου μη λαμβάνοντας υπόψιν ότι το ροζ χρώμα δεν είναι δυνατό να παρατηρηθεί από τον αναλυτή όταν το δείγμα είναι έγχρωμο όπως το κρασί, το παντζάρι κ.α. Η παθητική εκτέλεση της «συνταγής» κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου περιορίζει επιστημονικές δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η φαντασία και η δημιουργικότητα και είναι ανεπαρκής έτσι ώστε να βοηθήσει τους φοιτητές να φιλτράρουν και χτίσουν τις επιστημονικές τους γνώσεις (Boyd-Kimball & Miller, 2018; Zulfiani & Herlanti, 2018). Επίσης, προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι η παραδοσιακή διδασκαλία δεν είναι αποτελεσματική στην άρση των εναλλακτικών ιδεών των φοιτητών (Ural, 2016). Αντίθετα, η παραδοσιακή διδασκαλία μπορεί να είναι αρκετά αποτελεσματική στην εκμάθηση γεγονότων, κανόνων και διαδικασιών ενός συγκεκριμένου επιστημονικού τομέα (Zulfiani & Herlanti, 2018).

#### 1.4.1 Κριτική σκέψη

Ο 21ος αιώνας χαρακτηρίζεται από την αυξανόμενη πολυπλοκότητα των προβλημάτων και των προκλήσεων της ζωής και τη σημαντική συσσώρευση πληροφοριών. Η ικανότητα κριτικής και δημιουργικής σκέψης είναι απαραίτητη σήμερα (Che, 2002). Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, ικανότητες όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η συνεργατικότητα και η επικοινωνία (4Cs- critical, creative, collaborative, and communicative) πρέπει να αποτελούν βασικούς πυλώνες με απώτερο σκοπό την προετοιμασία των φοιτητών για τα μελλοντικά τους επαγγέλματα και γενικά για τη ζωή τους (Sang et al., 2018).

Αν και η Χημεία είναι μια επιστήμη που χαρακτηρίζεται από κριτική σκέψη, έρευνες δείχνουν πως οι δεξιότητες κριτικής σκέψης των φοιτητών είναι μη επαρκείς (Farah & Ayoubi, 2020; Rusmansyah et al., 2019). Οι εκπαιδευτικοί διαδραματίζουν ουσιαστικό ρόλο στην ανάπτυξη και την ενίσχυση των δεξιοτήτων κριτικής σκέψης των φοιτητών

καθώς θα πρέπει να καθοδηγούν τους φοιτητές να αναπτύξουν δεξιότητες κριτικής, αναλυτικής, δημιουργικής και πρακτικής σκέψης. Η διδασκαλία και η εκμάθηση της Χημείας θα πρέπει να διεξάγονται με μοντέλα ή προσεγγίσεις που μπορούν να διευκολύνουν τους φοιτητές ώστε να μπορούν να σκέφτονται σε υψηλότερο επίπεδο και οι ερωτήσεις στα τεστ θα πρέπει επίσης να υποστηρίζουν την ανάπτυξη των παραπάνω ικανοτήτων (Fensham & Bellocchi, 2013). Η Χημεία είναι συνυφασμένη με τη ζωή των φοιτητών και περιλαμβάνει γνώση περιεχομένου και διαδικασιών που μπορούν να μελετηθούν μέσω στρατηγικών μάθησης που βασίζονται στην έρευνα. Οι εκπαιδευτικοί είναι απαραίτητο να βελτιώσουν την οργάνωση της μάθησης και να εφοδιαστούν με δεξιότητες διδασκαλίας μέσω της οποίας οι φοιτητές θα αντιμετωπίσουν καλύτερα τις προκλήσεις του 21ου αιώνα (Rahayu S., 2017). Την τελευταία δεκαετία, γίνεται προσπάθεια για να μειωθεί το χάσμα μεταξύ της προτεινόμενης διδασκαλίας και της αναμενόμενης μάθησης.

#### 1.4.2 Διερευνητική μάθηση στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας

Η ακρίβεια είναι από τα πιο σημαντικά στοιχεία του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας. Οι φοιτητές κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου μαθαίνουν τη διαφορά μεταξύ τυχαίου και συστηματικού σφάλματος, επεξεργάζονται τα αποτελέσματα και μαθαίνουν πότε οι μετρήσεις τους διαφέρουν σημαντικά (Gao & Lloyd, 2020). Επειδή στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας χρησιμοποιούνται δεδομένα που εξάγουν οι φοιτητές καθώς και παρατηρήσεις τους, η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας κρίνεται καταλληλότερη σε σχέση με τα παραδοσιακά «πειράματα βιβλίων μαγειρικής» που καθοδηγούν τους φοιτητές να επιβεβαιώσουν αυτά που έμαθαν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας (απλή εφαρμογή της γνώσης) (Wenzel, 2003). Έρευνες έχουν δείξει ότι η διεξαγωγή των εργαστηρίων Αναλυτικής Χημείας με βάση τη διερεύνηση είναι μια αποτελεσματική μέθοδος μάθησης για τους φοιτητές, αφού πέρα από το γνωστικό περιεχόμενο του μαθήματος αποκτούν και δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων (Roller et al., 2021). Οι φοιτητές κατά τη διερευνητική μάθηση θα πρέπει να ερμηνεύσουν και να παρουσιάσουν τα τελικά τους αποτελέσματα αποκτώντας μια ρεαλιστική εμπειρία εργασίας ως αναλυτικοί χημικοί (Mandler et al., 2014; Matilainen et al., 2017). Αντιμετωπίζουν απρόβλεπτα προβλήματα κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων και εκτιμούν τη σημασία της οργάνωσης, του καλού σχεδιασμού των πειραμάτων και της παρασκευής των προτύπων-αντιδραστηρίων. Αντιλαμβάνονται τη δυσκολία πραγματοποίησης αναλύσεων με ακρίβεια, τον χρόνο που μπορεί να χαθεί εξαιτίας της

κακής οργάνωσης της πειραματικής διαδικασίας και αυξάνεται η ανεξαρτησία και η αυτοπεποίθηση που νιώθουν (Wenzel, 2003). Η διερευνητική μάθηση στο προπτυχιακό εργαστήριο που μερικές φορές αναφέρεται και ως ανακαλυπτική μέθοδος είναι μια μορφή μάθησης που έχει ενσωματωθεί σε όλα τα επίπεδα και τους τομείς διδασκαλίας της Χημείας και σε πολλούς άλλους τομείς, όπως φαρμακευτική, ξένες γλώσσες, επιστήμη υπολογιστών και οικονομικές επιστήμες (Boyd-Kimball & Miller, 2018).

## 2. Σκοπός της εργασίας- Ερευνητικά ερωτήματα

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η χρήση της διερευνητικής προσέγγισης σε εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας για την ενίσχυση της κριτικής σκέψης των φοιτητών και την άρση των εναλλακτικών τους ιδεών και της έλλειψης κατανόησης που είναι πιθανόν να έχουν από τα μαθητικά τους χρόνια, γύρω από την ογκομέτρηση.

Με τη διδακτική παρέμβαση γίνεται μια προσπάθεια μετάβασης από τη διεξαγωγή πειραμάτων εκτέλεσης συνταγής (cookbook), σε μια νέα μεθοδολογία που εμπεριέχει την ενεργό συμμετοχή του φοιτητή, τη λήψη αποφάσεων και την ανάπτυξη κριτικής σκέψης κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων προάγοντας τη βαθιά και σταθερή γνώση. Επίσης με την παρούσα διδακτική παρέμβαση αναδεικνύεται η σημασία των συνδέσεων των εργαστηριακών πειραμάτων του μαθήματος με ζητήματα τα οποία θα αντιμετωπίσουν στη ζωή τους οι φοιτητές, καθώς και ο αντίκτυπος αυτού στα κίνητρα και τη δραστηριότητά τους.

### **Ερευνητικά ερωτήματα**

- Είναι δυνατόν να ενισχυθεί η κριτική σκέψη των φοιτητών με διεξαγωγή της διερευνητικής διαδικασίας μάθησης στα εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας;
- Είναι δυνατόν να γίνει άρση των εναλλακτικών ιδεών των φοιτητών για τη διαδικασία της ογκομέτρησης με διεξαγωγή της διερευνητικής διαδικασίας μάθησης στα εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας;
- Είναι δυνατόν οι φοιτητές να κατανοήσουν καλύτερα τη διαδικασία της ογκομέτρησης όταν η διδασκαλία του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας γίνεται με καθοδηγούμενη διερεύνηση;



### 3. Μεθοδολογία διερευνητικής παρέμβασης

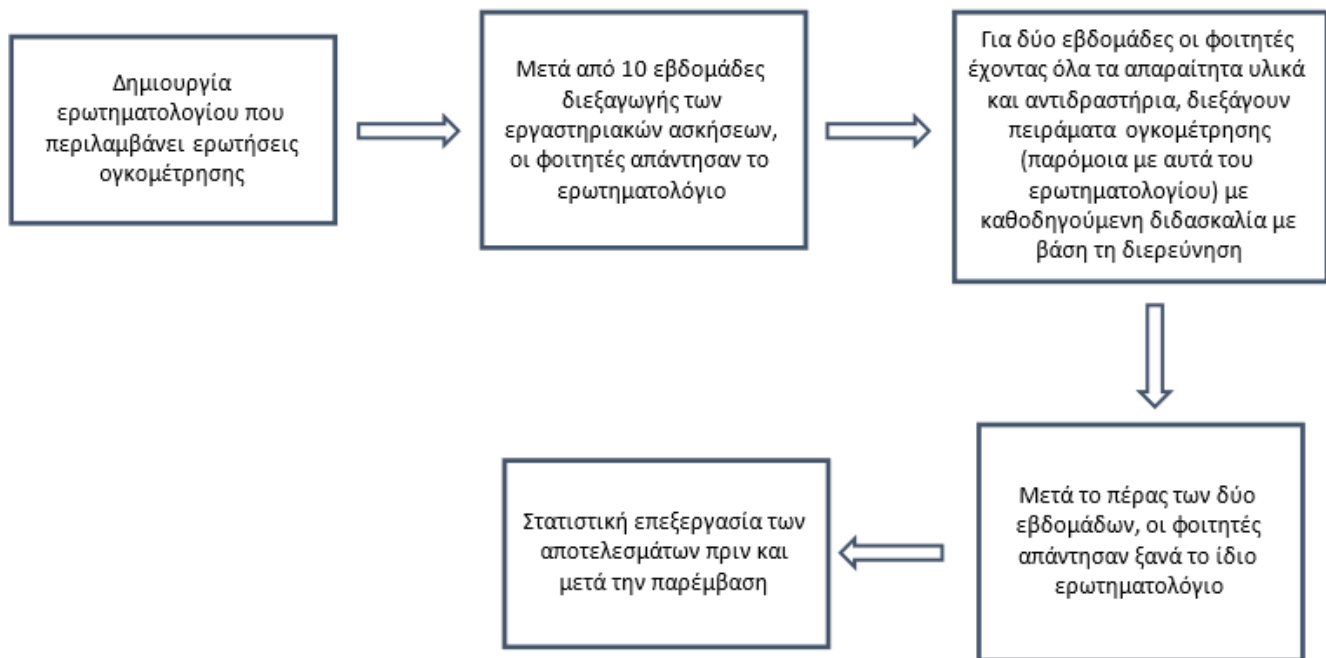
#### 3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός

Σε αυτή τη διδακτική παρέμβαση οι Φοιτητές κλήθηκαν να αναπτύξουν την κριτική τους σκέψη μέσα από τις πειραματικές μεθόδους που πραγματοποιούν στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας και να αναιρέσουν τις εσφαλμένες αντιλήψεις που μπορεί να έχουν για την ογκομέτρηση.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας ήταν αναγκαίο να γίνει ο κατάλληλος σχεδιασμός. Πρώτο μέλημα κατά τον σχεδιασμό των πειραμάτων, τα οποία πραγματοποιήθηκαν με βάση τη διερεύνηση ήταν αυτά να σχετίζονται με καταστάσεις που θα αντιμετωπίσουν κατά τη διάρκεια της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας και να προωθούν την κριτική σκέψη. Κατά τον σχεδιασμό των πειραμάτων λήφθηκαν υπόψιν ο απαιτούμενος χρόνος διεξαγωγής των πειραμάτων και το γνωστικό υπόβαθρο των φοιτητών. Τα πειράματα σχεδιάστηκαν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι σύντομα και απλά, να εκπαιδεύουν τους φοιτητές σε ορισμένες θεμελιώδεις δεξιότητες, να μπορούν να υλοποιηθούν από τους δευτεροετείς φοιτητές του τμήματος μιας και έχουν διδαχθεί τις απαραίτητες πληροφορίες εκ των προτέρων και να σχετίζονται με πειράματα-ερωτήματα της πραγματικής ζωής με τα οποία θα έρθουν αντιμέτωποι μετά τη λήψη του πτυχίου τους.

Η διδακτική παρέμβαση υλοποιήθηκε στο τέλος του εξαμήνου, σε δύο εργαστηριακά μαθήματα που αποτελούνταν από 6 ώρες το καθένα. Οι φοιτητές καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου εκπαιδεύτηκαν να χρησιμοποιούν αναλυτικές μεθόδους και όργανα, με τα εργαστηριακά πειράματα. Μέσα από αυτή τη διαδικασία οι φοιτητές αποκτούν εμπειρία στο εργαστήριο και εκπαιδεύονται σταδιακά στις αναλυτικές μεθόδους και τη λήψη αποφάσεων. Ο διδάσκων καθ' όλη τη διάρκεια του εξαμήνου παρακινούσε τους φοιτητές να σκέφτονται πρακτικά και τους έκανε ερωτήσεις σχετικά με τις αναλυτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνταν. Επίσης για τις απαιτήσεις των εργαστηριακών ασκήσεων ο διδάσκων είχε προετοιμάσει τα απαραίτητα δείγματα, πρότυπα, όργανα και υλικά για τη διευκόλυνση των φοιτητών και τη συντόμευση της διαδικασίας.

Οι φοιτητές πριν από την παρέμβαση απάντησαν το ερωτηματολόγιο το οποίο απαρτιζόταν από 17 ερωτήσεις που σχετίζονταν με την ογκομέτρηση. Στη συνέχεια για δυο εβδομάδες διεξήγαγαν 5 πειράματα στο εργαστήριο με καθοδηγούμενη διερεύνηση, παρόμοια με αυτά του ερωτηματολογίου.



Εικόνα 1: Πορεία διεξαγόμενης έρευνας.

## 3.2 Ερωτηματολόγια

### 3.2.1 Κύριο ερωτηματολόγιο

Όνοματεπώνυμο:

Απαντήστε σε **ΟΛΕΣ** τις παρακάτω ερωτήσεις. Αιτιολογήστε πλήρως τις απαντήσεις σας.

Δίπλα από κάθε ερώτηση, στο τετράγωνο συμπληρώστε έναν αριθμό από το 0 έως το 5 για να δηλώσετε πόσο σίγουροι είστε για την απάντησή σας (0: Εντελώς τυχαία απάντηση, 1: σχεδόν τυχαία απάντηση, 2: δεν είμαι σίγουρος/η, 3: Είμαι σίγουρος/η, 4: Είμαι αρκετά σίγουρος/η, 5: Είμαι απόλυτα σίγουρος/η).

#### Ερώτηση 1

Θέλετε να πραγματοποιήσετε μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση. Ποιους από τους παρακάτω δείκτες θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Μπλε της Βρωμοφαινόλης (  $\text{pH} < 3 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 5 \rightarrow$  μπλε)
- Μπλε της Βρωμοθυμόλης (  $\text{pH} < 6 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 8 \rightarrow$  μπλε)
- Κόκκινο της Κρεσόλης (  $\text{pH} < 6.5 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 8.5 \rightarrow$  κόκκινο)
- Πορτοκαλί του Μεθυλίου (  $\text{pH} < 3.5 \rightarrow$  κόκκινο  $\text{pH} > 5.5 \rightarrow$  κίτρινο)
- Μπλε της Θυμόλης (  $\text{pH} < 2 \rightarrow$  κόκκινο,  $\text{pH} > 3 \rightarrow$  κίτρινο,  $\text{pH} > 9 \rightarrow$  μπλε)
- Φαινολοφθαλεΐνη (  $\text{pH} < 8 \rightarrow$  άχρωμη  $\text{pH} > 10 \rightarrow$  κόκκινο)
- Κίτρινο της Αλιζαρίνης (  $\text{pH} < 9 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 12 \rightarrow$  κόκκινο)
- Κανένα από τα παραπάνω

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

#### Ερώτηση 2

Θέλετε να πραγματοποιήσετε μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης για να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση του ταρταρικού οξέος σε δείγματα κόκκινου κρασιού. Ποιον ή ποιους από τους παρακάτω δείκτες θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Μπλε της Βρωμοφαινόλης (  $\text{pH} < 3 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 5 \rightarrow$  μπλε)
- Μπλε της Βρωμοθυμόλης (  $\text{pH} < 6 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 8 \rightarrow$  μπλε)
- Κόκκινο της Κρεσόλης (  $\text{pH} < 6.5 \rightarrow$  κίτρινο  $\text{pH} > 8.5 \rightarrow$  κόκκινο)
- Πορτοκαλί του Μεθυλίου (  $\text{pH} < 3.5 \rightarrow$  κόκκινο  $\text{pH} > 5.5 \rightarrow$  κίτρινο)
- Μπλε της Θυμόλης (  $\text{pH} < 2 \rightarrow$  κόκκινο,  $\text{pH} > 3 \rightarrow$  κίτρινο,  $\text{pH} > 9 \rightarrow$  μπλε)

- Φαινολοφθαλεΐνη ( pH < 8 -> άχρωμη pH > 10 -> κόκκινο)
- Κίτρινο της Αλιζαρίνης ( pH < 9 -> κίτρινο pH > 12 -> κόκκινο)
- Κανένα από τα παραπάνω

.....

.....

.....

.....

.....

### Ερώτηση 3

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του οξικού οξέος σε ξύδι. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;

- Οξυμετρία
- Αλκαλιμετρία

.....

.....

.....

.....

.....

### Ερώτηση 4

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του τυριού σε αμμωνία. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;

- Οξυμετρία
- Αλκαλιμετρία

.....

.....

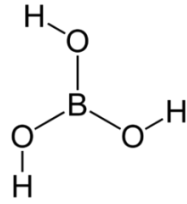
.....

.....

.....

### Ερώτηση 5

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα παναρισμένων φιλέτων ψαριού στην παρακάτω ένωση. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;



- Οξυμετρία  
 Αλκαλιμετρία

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

### Ερώτηση 6

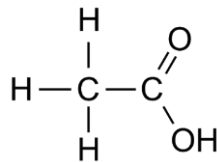
Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του βορικού οξέος σε παναρισμένα φιλέτα ψαριού. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;

- Οξυμετρία  
 Αλκαλιμετρία

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

### Ερώτηση 7

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα παναρισμένων φιλέτων ψαριού στην παρακάτω ένωση. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;



- Οξυμετρία  
 Αλκαλιμετρία

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

### Ερώτηση 8

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του χυμού σε ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C). Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

### Ερώτηση 9

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα δείγματος συμπληρώματος διατροφής με σίδηρο και βιταμίνη C σε ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C). Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

### Ερώτηση 10

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του νερού σε δισθενή σίδηρο. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

.....  
.....

### Ερώτηση 11

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα συμπληρώματος διατροφής με σίδηρο και βιταμίνη C σε δισθενή σίδηρο. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί; (μπορείτε να επιλέξετε παραπάνω από μία επιλογές)

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

### Ερώτηση 12

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα του νερού σε ιόντα χλωρίου. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

### Ερώτηση 13

Θέλετε να προσδιορίσετε την περιεκτικότητα αλμυρών ξηρών καρπών σε αλάτι. Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους θα εφαρμόσετε και γιατί;

- Ογκομέτρηση εξουδετέρωσης
- Ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής
- Ογκομέτρηση καταβύθισης
- Ογκομέτρηση δημιουργίας συμπλόκου

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

.....  
.....

### Ερώτηση 14

Σε ογκομέτρηση για τον προσδιορισμό του φορμικού οξέος στο τυρί (αναμενόμενη συγκέντρωση  $1 \times 10^{-6}$  έως  $1 \times 10^{-5}$  M) η ποσότητα του δείκτη που θα προσθέσουμε επηρεάζει ή όχι το τελικό αποτέλεσμα και γιατί;

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

### Ερώτηση 15

Θέλετε να προσδιορίσετε τη συγκέντρωση της βάσης σε δείγμα αντιόξινου σκευάσματος (χρησιμοποιείται για την θεραπεία της καούρας στο στομάχι). Ποια ή ποιες από τις παρακάτω μεθόδους ογκομετρήσεως εξουδετέρωσης μπορείτε να χρησιμοποιήσετε και γιατί;

- Αλκαλιμετρία
- Οξυμετρία
- Οπισθοογκομέτρηση με οξυμετρία
- Οπισθοογκομέτρηση με αλκαλιμετρία
- Καμία
- Όλες

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

### Ερώτηση 16

Σε μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης όπου προστίθεται δ/μα βάσης από τη προχοΐδα, πότε ξεκινάει η εξουδετέρωση και γιατί;

- Με το που ξεκινάει η προσθήκη βάσης στο δείγμα
- Όσο προστίθεται η βάση στο δείγμα και πριν αλλάξει χρώμα ο δείκτης
- Τη στιγμή που αλλάζει χρώμα ο δείκτης
- Αφού αλλάξει χρώμα ο δείκτης
- Στο ισοδύναμο σημείο ( $\text{pH}=7$ )
- Στο τελικό σημείο
- Καμία από αυτές τις περιπτώσεις



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

**Ερώτηση 17**

Εξεταστήκατε στη Χημεία στις Πανελλαδικές εξετάσεις, και αν Ναι, τι βαθμό γράψατε στη Χημεία;

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

### 3.2.2 Ερωτηματολόγιο αξιολόγησης διδακτικής παρέμβασης

Απαντήστε με X σύμφωνα με το πόσο διαφωνείτε ή συμφωνείτε με τις παρακάτω θέσεις.

<b>1) Ο τρόπος διεξαγωγής των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας με βοήθησε να μάθω περισσότερα πράγματα μόνος μου ή και με τους συμφοιτητές μου</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>2) Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας ένιωσα μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες μου σχετικά με το εργαστήριο.</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>3) Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας νιώθω πιο ικανός να εφαρμόσω τις γνώσεις που απέκτησα το τρέχον εξάμηνο, σε πραγματικά ερωτήματα.</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>4) Θα προτιμούσα ο τρόπος διεξαγωγής του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας να μου δίνει τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου.</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>5) Θα προτιμούσα και άλλα εργαστήρια να μου δίνουν τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>6) Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας είδα τη σύνδεση μεταξύ εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικής ζωής</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

<b>7) Η σύνδεση μεταξύ των εργαστηριακών πειραμάτων και της πραγματικής ζωής βελτίωσε το κίνητρο για την υλοποίηση των πειραμάτων.</b>				
Διαφωνώ πολύ	Διαφωνώ	Ουδέτερος/η	Συμφωνώ	Συμφωνώ πολύ

### 3.3 Δείγμα

Η έρευνα διεξήχθη στο Τμήμα Επιστήμης Τροφίμων και Διατροφής (ΤΕΤΔ) του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 73 δευτεροετείς Φοιτητές του Τμήματος κατά τη διάρκεια διεξαγωγής του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας. Παράλληλα το ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε για την παρέμβαση δόθηκε και σε 75 προπτυχιακούς φοιτητές του Τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με το πέρας της τελευταίας εργαστηριακής άσκησης στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας.

### 3.4 Διεξαγωγή διδακτικής παρέμβασης

Μετά το πέρας των εργαστηριακών ασκήσεων που κράτησαν 10 εβδομάδες δόθηκε στους φοιτητές το ερωτηματολόγιο το οποίο αποτελούταν από 17 ερωτήσεις. Τις επόμενες εβδομάδες δόθηκε στους φοιτητές η δυνατότητα να πραγματοποιήσουν πειράματα ογκομέτρησης σε αντικείμενο συναφές με αυτό των ερωτήσεων του ερωτηματολογίου. Για να γίνει αυτό στους πάγκους υπήρχαν όλα τα απαραίτητα υλικά και αντιδραστήρια. Για παράδειγμα για τις ερωτήσεις 1 και 2 υπήρχαν στον πάγκο όλοι οι δείκτες, η προχοΐδα, η κωνική φιάλη και εμπορικά διαθέσιμα αναφυκτικά. Οι φοιτητές είχαν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν πρακτικά τους δείκτες που απάντησαν θεωρητικά ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την ογκομέτρηση οξέος-βάσης. Άλλο ενδεικτικό πείραμα ήταν ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας μαγνησίου σε τεχνητό συμπλήρωμα διατροφής και σε νερό. Για να απαντήσουν στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου οι φοιτητές πραγματοποιούν ογκομετρήσεις εξουδετέρωσης, οξειδοαναγωγής, καταβύθισης και δημιουργίας συμπλόκου ανάλογα με την ερώτηση. Μετά το πέρας των δύο τελευταίων εβδομάδων στις οποίες και πραγματοποιήθηκε η διδακτική παρέμβαση, οι φοιτητές απάντησαν στο ίδιο ερωτηματολόγιο και στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης.

### 3.5 Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

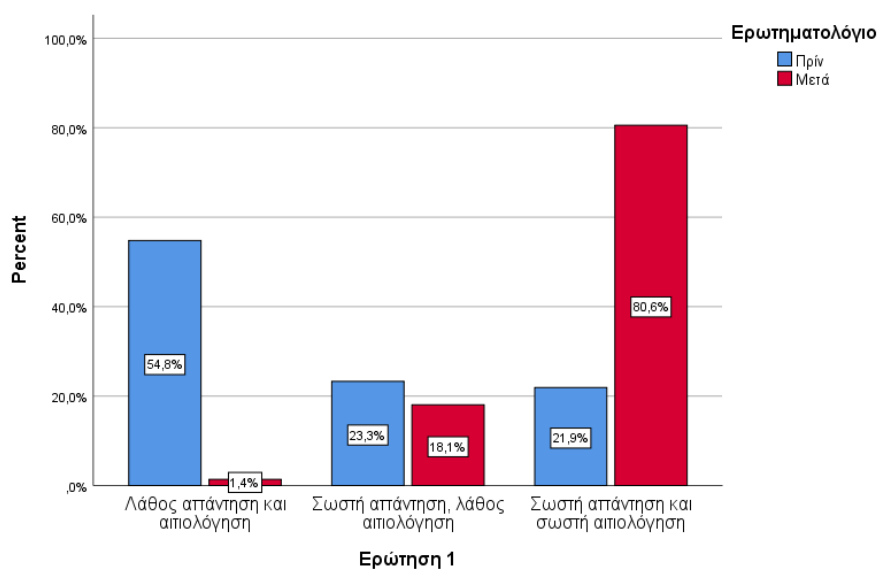
Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το στατιστικό πρόγραμμα SPSS με τον έλεγχο Wilcoxon και Sing Rank Test. Οι φοιτητές που δεν απαντούσαν ή απαντούσαν λάθος σε ερώτηση και αιτιολόγηση βαθμολογούνταν με 0, οι φοιτητές που είχαν σωστή απάντηση αλλά είχαν λάθος αιτιολόγηση ή καθόλου αιτιολόγηση βαθμολογούνταν με 1 και οι φοιτητές που είχαν σωστή απάντηση και αιτιολόγηση βαθμολογούνταν με 2. Το Certainty Response Index (CRI) ή αλλιώς δείκτης βεβαιότητας απαντήσεων υπολογίστηκε αθροίζοντας τα σκορ

των απαντήσεων (σωστών ή λάθος), όσον αφορά την αυτοπεποίθησή τους, και διαιρώντας τον αριθμό που προκύπτει με τον πληθυσμό των φοιτητών που έδωσαν τις απαντήσεις.

## 4. Αποτελέσματα – Συζήτηση

4.1 Ποσοστά απαντήσεων φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση  
Για όλες τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ βρέθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά για  $p < 0,001$  πριν και μετά την παρέμβαση. Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τη δοκιμασία Sign και Wilcoxon. Τα αποτελέσματα φαίνεται στους πίνακες 40 έως 73 που βρίσκονται Παράρτημα 1. Παρακάτω περιγράφονται τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ για κάθε ερώτηση πριν και μετά την παρέμβαση.

Στην ερώτηση 1 το 54,8% απάντησε λάθος ή δεν γνώριζε την απάντηση, το 23,3% απάντησε σωστά αλλά δεν κατάφερε να αιτιολογήσει την απάντησή του ή έδωσε λάθος αιτιολόγηση και μόνο το 21,9% γνώριζε την απάντηση και έδωσε και σωστή αιτιολόγηση πριν από την παρέμβαση. Μετά από τη δραστηριότητα των φοιτητών στο εργαστήριο, λάθος απάντηση έδωσε μόνο το 1,4% (το ποσοστό μειώθηκε από το 54,8% στο 1,4%), σωστή απάντηση χωρίς σωστή αιτιολόγηση έδωσε το 18,1%, ενώ το 80,6% απάντησε σωστά στην ερώτηση (σωστή απάντηση και αιτιολόγηση). Δηλαδή το ποσοστό των σωστών απαντήσεων μετά τη διεξαγωγή της παρέμβασης αυξήθηκε κατά 300%.



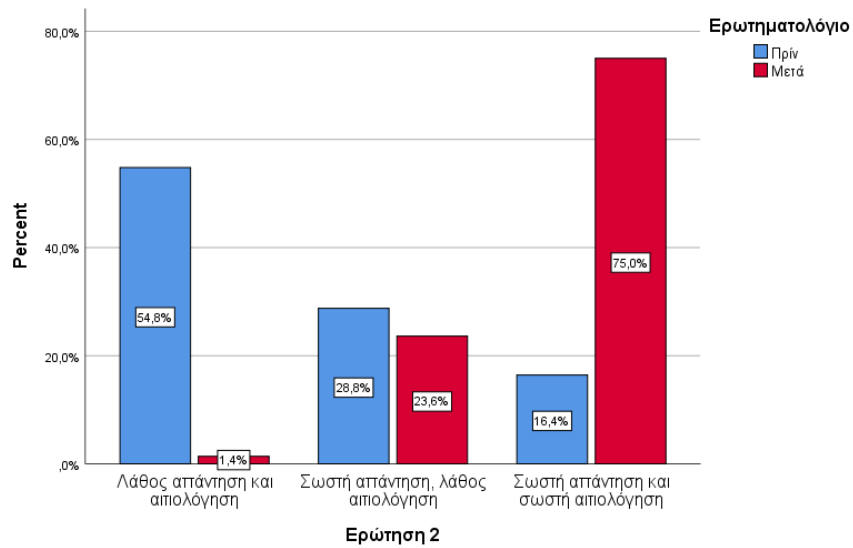
Γράφημα 1: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 4: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 1 πριν και μετά την παρέμβαση.

			Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Count			40	1	41
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση			97,6%	2,4%	100,0%
% within Ερώτηση 1					
% within ερωτηματολόγιο			54,8%	1,4%	28,3%
Count			17	13	30
Ερώτηση 1	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 1	56,7%	43,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	23,3%	18,1%	20,7%
Count			16	58	74
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση			21,6%	78,4%	100,0%
% within Ερώτηση 1					
% within ερωτηματολόγιο			21,9%	80,6%	51,0%
Count			73	72	145
Total	% within Ερώτηση 1		50,3%	49,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο		100,0%	100,0%	100,0%

Παρόμοια ήταν και τα αποτελέσματα της ερώτησης 2 μιας και οι δύο ερωτήσεις σχετιζόνταν. Οι φοιτητές σε αυτές τις ερωτήσεις έπρεπε να διαλέξουν ένα σύνολο δεικτών τους οποίους θα χρησιμοποιούσαν για την ογκομέτρηση εξουδετέρωσης ασθενούς οξέος με ισχυρή βάση (ερώτηση 1) και για την ογκομέτρηση εξουδετέρωσης για να προσδιορίσουν τη συγκέντρωση του ταρταρικού οξέος σε δείγματα κόκκινου κρασιού (ερώτηση 2). Στην ερώτηση 1 οι φοιτητές έπρεπε να διαλέξουν δείκτες που να αλλάζουν χρώμα κοντά στο pH 7, ενώ στην ερώτηση 2 θα έπρεπε από αυτούς να αποκλείσουν τους δείκτες εκείνους που έχουν κόκκινο χρώμα διότι όπως διαπίστωσαν πραγματοποιώντας το πείραμα η αλλαγή χρώματος του δείκτη σε κόκκινο δεν ήταν δυνατόν να παρατηρηθεί στο κρασί. Με αυτό το ερώτημα οι φοιτητές σχετίζουν τη θεωρία με την πράξη και αναγνωρίζουν ότι αυτό που μαθαίνουν από τη θεωρία στην

πράξη συμβαίνει υπό προϋποθέσεις (επιλογή του συγκεκριμένου δείκτη αν το δείγμα μας δεν είναι κόκκινο).



Γράφημα 2: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση.

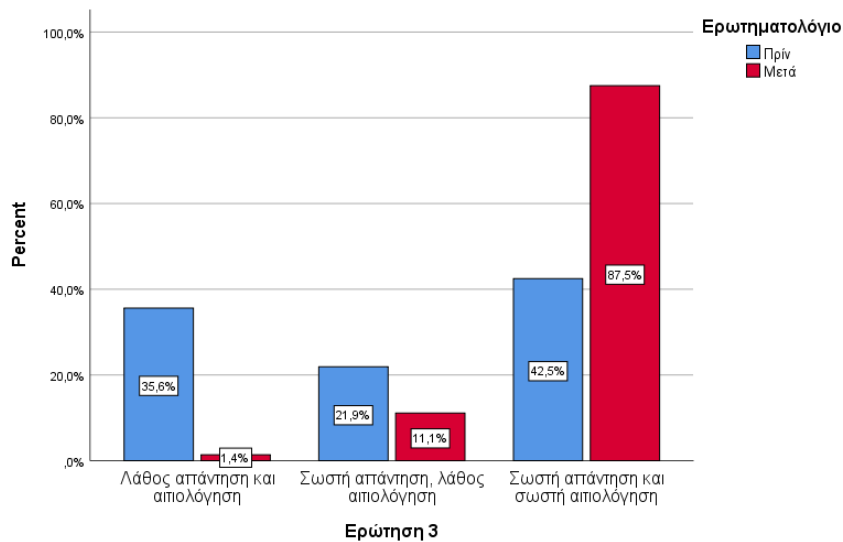


Πίνακας 5: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 2 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 2	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	40	1	41
		% within Ερώτηση 2	97,6%	2,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	54,8%	1,4%	28,3%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	21	17	38
		% within Ερώτηση 2	55,3%	44,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	28,8%	23,6%	26,2%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	12	54	66
		% within Ερώτηση 2	18,2%	81,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	16,4%	75,0%	45,5%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 2	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

Στην ερώτηση 3 οι φοιτητές κλήθηκαν να επιλέξουν ποια μέθοδο θα χρησιμοποιήσουν (αλκαλιμετρία ή οξύμετρία) για να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα του οξικού οξέος στο ξίδι. Αυτό που έπρεπε να γνωρίζουν είναι ότι το δείγμα τοποθετείται στην κωνική μαζί με τον δείκτη και ότι στην προχοίδα τοποθετούμε βάση όταν θέλουμε να προσδιορίσουμε το οξύ. Το 35,6%, πριν την παρέμβαση, δεν έδωσε καμία απάντηση και αιτιολόγηση ή αυτό που απάντησε ήταν λάθος. Σωστή απάντηση και λάθος ή ελλιπή αιτιολόγηση έδωσε το 21,9%, ενώ λιγότεροι από τους μισούς φοιτητές (42,5%) απάντησαν σωστά πριν την παρέμβαση. Μετά την παρέμβαση κατά την οποία οι φοιτητές πραγματοποίησαν την ογκομέτρηση μόνο ένας φοιτητής από τους 77 συνέχισε να δίνει λάθος απάντηση, ενώ αυξήθηκαν κατά 50%, οι σωστές απαντήσεις κατά την αιτιολόγηση. Είναι αξιοσημείωτο ότι μετά την παρέμβαση το 87,5% των

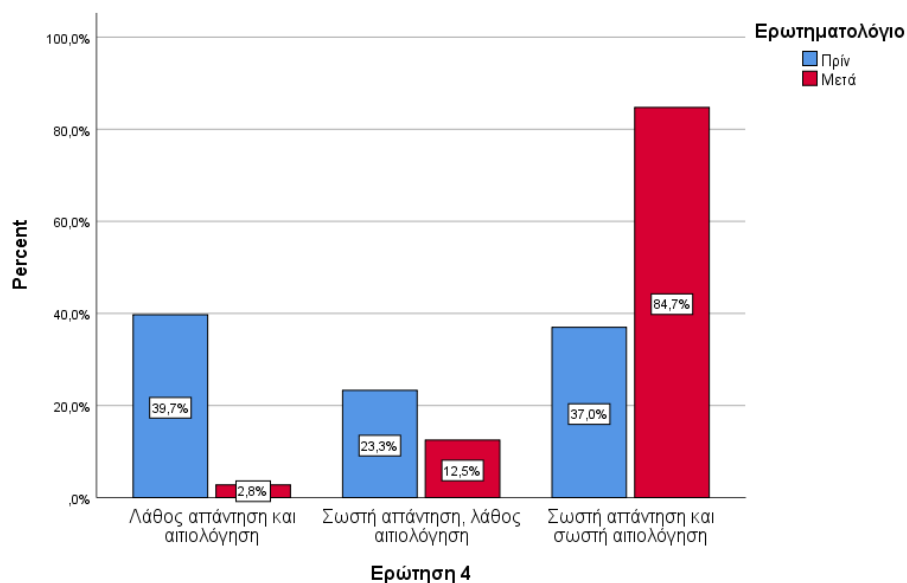
φοιτητών απάντησε σωστά στην ερώτηση, ποσοστό διπλάσιο σε σχέση με αυτό που απάντησαν σωστά πριν την παρέμβαση. Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν από τις απαντήσεις των φοιτητών και για την ερώτηση 4 που αφορούσε τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας του τυριού σε αμμωνία.



Γράφημα 3: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 6: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 3 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 3	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	26	1	27
		% within Ερώτηση 3	96,3%	3,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	35,6%	1,4%	18,6%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	16	8	24
		% within Ερώτηση 3	66,7%	33,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	21,9%	11,1%	16,6%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	31	63	94
		% within Ερώτηση 3	33,0%	67,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	42,5%	87,5%	64,8%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 3	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	



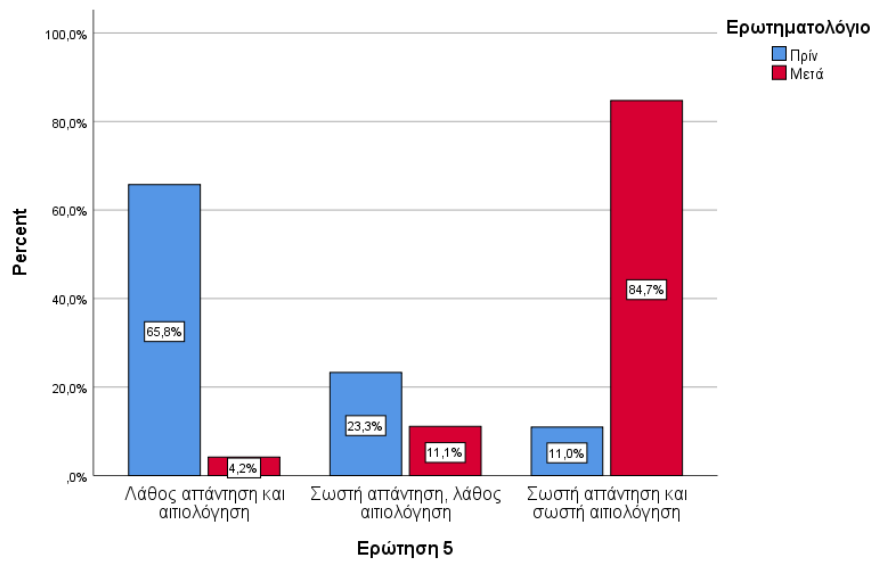
Γράφημα 4: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 7: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 4 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 4	Λάθος απάντηση και λάθος αιπολόγηση	Count	29	2	31
		% within Ερώτηση 4	93,5%	6,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	39,7%	2,8%	21,4%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιπολόγηση	Count	17	9	26
		% within Ερώτηση 4	65,4%	34,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	23,3%	12,5%	17,9%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιπολόγηση	Count	27	61	88
		% within Ερώτηση 4	30,7%	69,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	37,0%	84,7%	60,7%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 4	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

Ενδιαφέροντα αποτελέσματα προέκυψαν και από τις ερωτήσεις 5 και 6, όπου ζητούταν από τους φοιτητές να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα παναρισμένων φιλέτων ψαριού σε βορικό οξύ με τη διαφορά ότι στην ερώτηση 5, το βορικό οξύ δόθηκε με τον

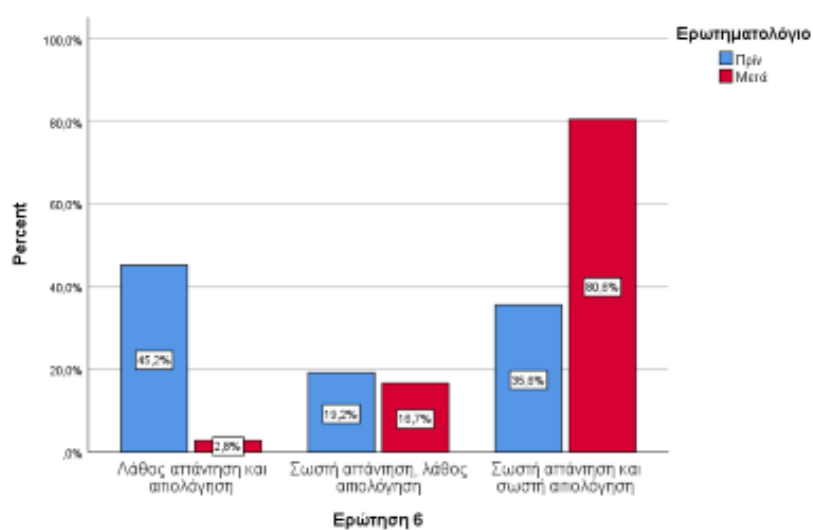
χημικό του τύπου. Αρκετοί φοιτητές μπέρδεψαν το βορικό οξύ με βάση εξαιτίας της παρουσίας των υδροξυλίων. Έτσι στην ερώτηση 5, πριν την παρέμβαση, βλέποντας τα υδροξύλια το 65,8% απάντησε λάθος, ενώ στην ερώτηση 6 που αναφερόταν το βορικό οξύ το ποσοστό των λάθος απαντήσεων μειώθηκε στο 45,2%. Επίσης οι σωστές απαντήσεις αυξήθηκαν από το 11% στην ερώτηση 5 στο 35,6% στην ερώτηση 6. Αυτά τα αποτελέσματα αναδεικνύουν την εναλλακτική ιδέα που έχουν οι φοιτητές ότι τα οξέα δεν περιέχουν υδροξύλια. Κατά την παρέμβαση οι φοιτητές διαπιστώνουν ότι η ένωση που είχαν στα χέρια τους είναι ένα οξύ και οι λάθος απαντήσεις από το 65,8% μειώθηκαν στο 4,2%. Τελικά το 84,7% απάντησε σωστά μετά την παρέμβαση, ποσοστό μεγαλύτερο κατά 74% σε σχέση με αυτό πριν την παρέμβαση (11%). Στην ερώτηση 7, οι φοιτητές κλήθηκαν να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα παναρισμένων φιλέτων ψαριού, αυτή τη φορά δίνοντάς τους τον χημικό τύπο μιας ένωσης η οποία έχει μια καρβοξυλομάδα. Αν και πάνω από τους μισούς γνώριζαν τη σωστή απάντηση, από αυτούς μόνο το 23,3% γνώριζε και τη σωστή αιτιολόγηση πριν από την παρέμβαση. Μετά την παρέμβαση το ποσοστό των σωστών απαντήσεων άγγιξε το 87,5%.



Γράφημα 5: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 8: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 5 πριν και μετά την παρέμβαση.

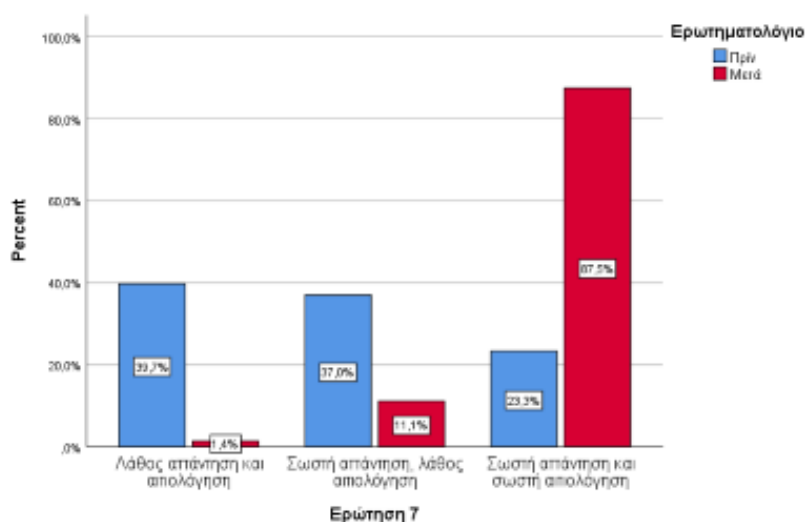
		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 5	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	48	3	51
		% within Ερώτηση 5	94,1%	5,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	65,8%	4,2%	35,2%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	17	8	25
		% within Ερώτηση 5	68,0%	32,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	23,3%	11,1%	17,2%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	8	61	69
		% within Ερώτηση 5	11,6%	88,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	11,0%	84,7%	47,6%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 5	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	



Γράφημα 6: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 9: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 6 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 6	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	33	2	35
		% within Ερώτηση 6	94,3%	5,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	45,2%	2,8%	24,1%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	14	12	26
		% within Ερώτηση 6	53,8%	46,2%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	19,2%	16,7%	17,9%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	26	58	84
		% within Ερώτηση 6	31,0%	69,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	35,6%	80,6%	57,9%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 6	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	



Γράφημα 7: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση.

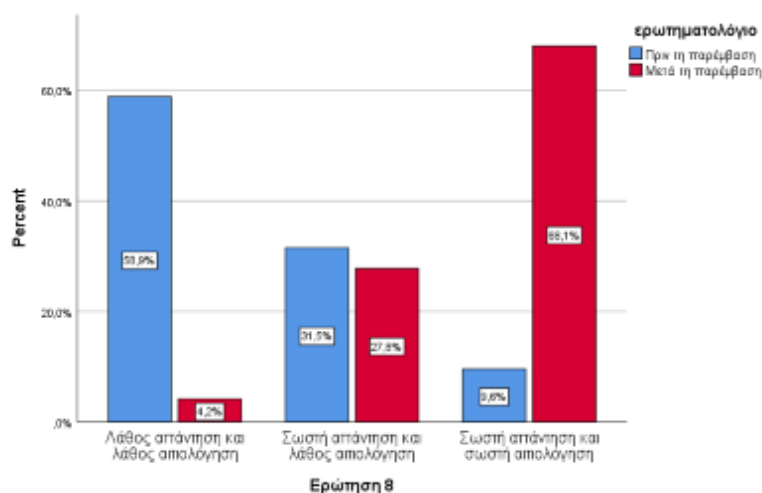


Πίνακας 10: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 7 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 7	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	29	1	30
		% within Ερώτηση 7	96,7%	3,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	39,7%	1,4%	20,7%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	27	8	35
		% within Ερώτηση 7	77,1%	22,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	37,0%	11,1%	24,1%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	17	63	80
		% within Ερώτηση 7	21,3%	78,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	23,3%	87,5%	55,2%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 7	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

Στις ερωτήσεις 8 και 9 οι φοιτητές έπρεπε να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα του ασκορβικού οξέος (βιταμίνη C) στον χυμό και σε ένα δείγμα συμπληρώματος διατροφής με σίδηρο και βιταμίνη C, αντίστοιχα. Οι ερωτήσεις δημιουργήθηκαν για να καταλάβουν οι φοιτητές ότι για τον προσδιορισμό του ίδιου συστατικού (βιταμίνη C) χρειάζεται διαφορετικός τύπος ογκομέτρησης ανάλογα με το δείγμα εξαιτίας των παρεμποδίσεων. Με την ίδια λογική δημιουργήθηκαν και οι ερωτήσεις 10 και 11 στις οποίες οι φοιτητές έπρεπε να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα του νερού και των συμπληρωμάτων διατροφής με σίδηρο και βιταμίνη C σε δισθενή σίδηρο.

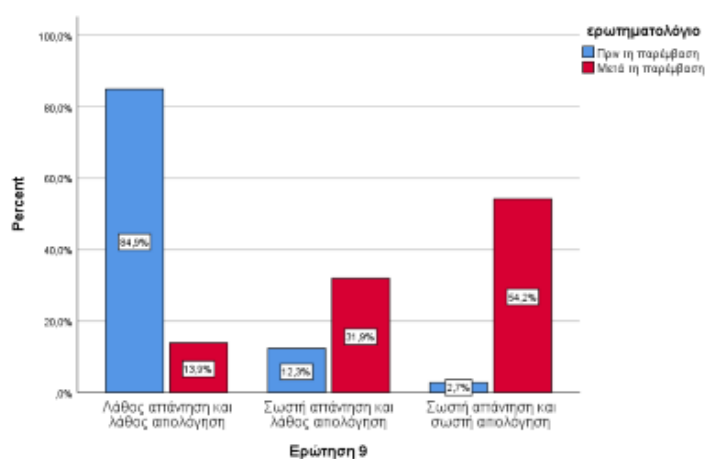
Στην ερώτηση 8 απάντησε σωστά μόνο το 9,6% πριν την παρέμβαση, το 31,5% γνώριζε την απάντηση αλλά δεν κατάφερε να δώσει κάποια σωστή αιτιολόγηση για αυτό, ενώ το 58,9% έδωσε λάθος απάντηση. Από την άλλη στην ερώτηση 9 το ποσοστό των σωστών απαντήσεων ήταν μόλις 2,7% (2 φοιτητές στους 77), και λάθος απάντηση έδωσε το 84,9%. Μετά την παρέμβαση το 68,1% και 54,2 έδωσε σωστή απάντηση και αιτιολόγηση, ενώ οι λάθος απαντήσεις μειώθηκαν στο 4,2% και 13,9%, για τις ερωτήσεις 8 και 9 αντίστοιχα.



Γράφημα 8: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 11: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 8 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 8	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	43	3	46
		% within Ερώτηση 8	93,5%	6,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	58,9%	4,2%	31,7%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	23	20	43
		% within Ερώτηση 8	53,5%	46,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	31,5%	27,8%	29,7%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	7	49	56
		% within Ερώτηση 8	12,5%	87,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	9,6%	68,1%	38,6%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 8	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

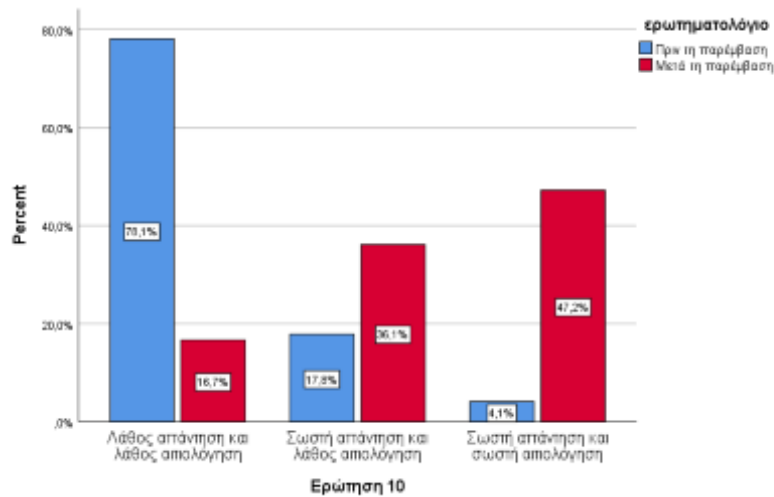


Γράφημα 9: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 12: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 9 πριν και μετά την παρέμβαση.

			Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Ερώτηση 9	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	62	10	72
		% within Ερώτηση 9	86,1%	13,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	84,9%	13,9%	49,7%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	9	23	32
		% within Ερώτηση 9	28,1%	71,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	12,3%	31,9%	22,1%
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	2	39	41	
	% within Ερώτηση 9	4,9%	95,1%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	2,7%	54,2%	28,3%	
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 9	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

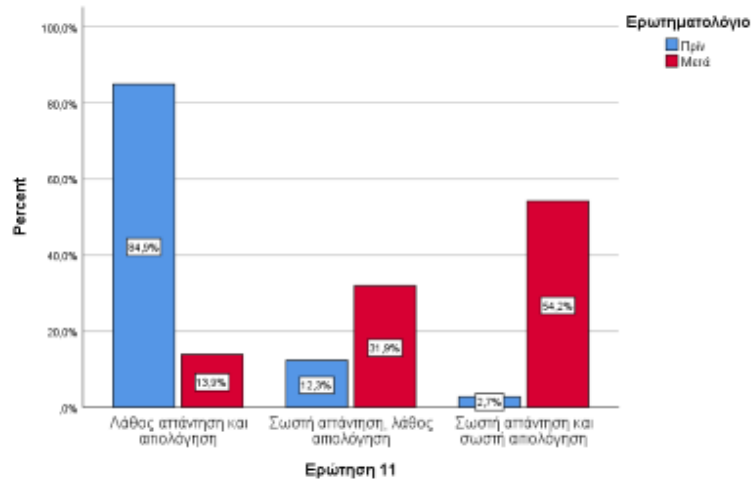
Στην ερώτηση 10 σωστή απάντηση και αιτιολόγηση έδωσε μόλις το 4,1% των φοιτητών, ενώ στην ερώτηση 11 δεν απάντησε κανείς σωστά (0%). Λίγοι ήταν οι φοιτητές που ενώ έδωσαν σωστές απαντήσεις δεν γνώριζαν την αιτιολόγηση ή η αιτιολόγηση που έδιναν ήταν λάθος. Το ποσοστό αυτό ήταν 17,8% για την ερώτηση 10 και 15,1% για την ερώτηση 11. Μετά την παρέμβαση πάνω από το 40% των φοιτητών απάντησε σωστά, ενώ αυξήθηκε και το ποσοστό των φοιτητών που απάντησαν σωστά χωρίς όμως να δίνουν σωστή αιτιολόγηση, για την ερώτηση 10 έφτασε 36,1% και για την 11 το 41,7%.



Γράφημα 10: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 13: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 10 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 10	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	56	12	68
		% within Ερώτηση 10	82,4%	17,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	76,7%	16,7%	46,9%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	13	26	39
		% within Ερώτηση 10	33,3%	66,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	17,8%	36,1%	26,9%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	4	34	38
		% within Ερώτηση 10	10,5%	89,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	5,5%	47,2%	26,2%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 10	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

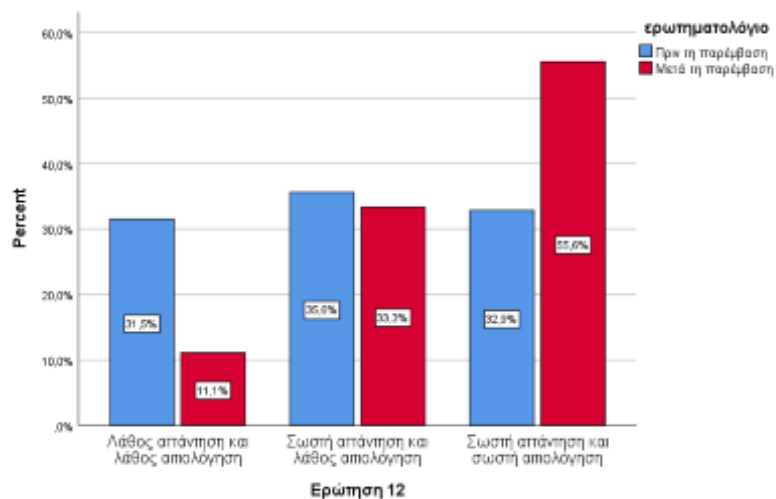


Γράφημα 11: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 14: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 11 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 11	Count	62	13	75	
	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 11	82,7%	17,3%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	84,9%	18,1%	51,7%	
	Count	11	30	41	
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 11	26,8%	73,2%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	15,1%	41,7%	28,3%	
	Count	0	29	29	
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 11	0,0%	100,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	0,0%	40,3%	20,0%	
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 11	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

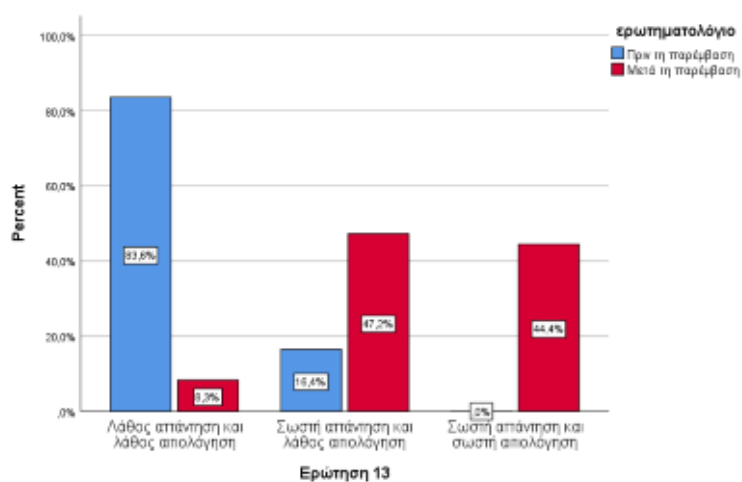
Στην ερώτηση 12 ζητήθηκε από τους φοιτητές να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα του νερού σε ιόντα χλωρίου και στη 13 την περιεκτικότητα των αλμυρών ξηρών καρπών σε αλάτι. Ο προσδιορισμός του χλωρίου στο νερό αποτελούσε εργαστηριακή άσκηση την οποία οι φοιτητές υλοποίησαν κατά τη διάρκεια του εξαμήνου. Σε αυτή την ερώτηση σχεδόν το 70% των φοιτητών απάντησε σωστά, με τους μισούς φοιτητές από αυτούς να δίνουν και σωστή αιτιολόγηση (32,9%), πριν την παρέμβαση. Όταν οι φοιτητές ήρθαν αντιμέτωποι με την ερώτηση 13 στην οποία επίσης έπρεπε να προσδιορίσουν το αλάτι στους ξηρούς καρπούς (άρα έμμεσα τα ιόντα χλωρίου) απάντησε σωστά μόνο το 16,4% χωρίς να μπορεί να αιτιολογήσει την επιλογή του, ενώ κανείς δεν κατάφερε να απαντήσει σωστά και να το αιτιολογήσει. Αυτό δείχνει πως οι φοιτητές είναι σε θέση να απαντήσουν αυτό που έχουν διδαχθεί, δυσκολεύονται όμως να σκεφτούν και να εφαρμόσουν αυτό που έμαθαν. Κατά τη δραστηριότητά τους στο εργαστήριο αφού ήρθαν αντιμέτωποι με το πρόβλημα το 44,4% κατάφερε να απαντήσει σωστά στην ερώτηση και να το αιτιολογήσει, ενώ το 47,2 % απάντησε σωστά χωρίς σωστή αιτιολόγηση.



Γράφημα 12: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 15: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 12 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 12	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	23	8	31
		% within Ερώτηση 12	74,2%	25,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	31,5%	11,1%	21,4%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	26	24	50
		% within Ερώτηση 12	52,0%	48,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	35,6%	33,3%	34,5%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	24	40	64
		% within Ερώτηση 12	37,5%	62,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	32,9%	55,6%	44,1%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 12	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	



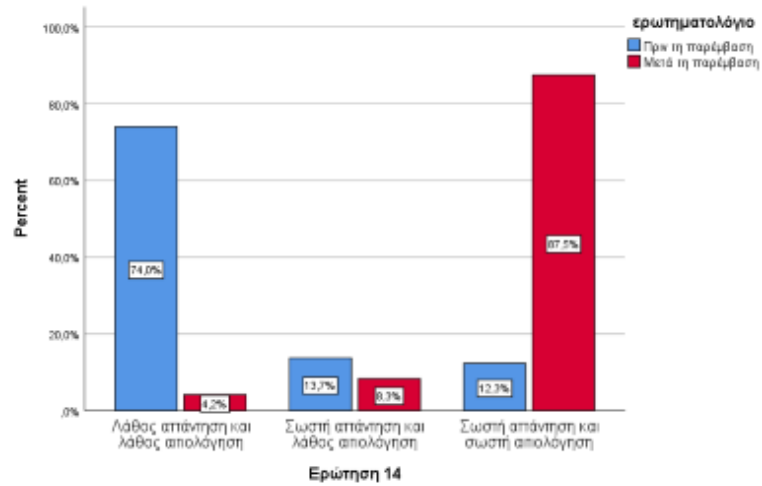
Γράφημα 13: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση.



Πίνακας 16: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 13 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 13	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	61	6	67
		% within Ερώτηση 13	91,0%	9,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	83,6%	8,3%	46,2%
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	Count	12	34	46
		% within Ερώτηση 13	26,1%	73,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	16,4%	47,2%	31,7%
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	Count	0	32	32
		% within Ερώτηση 13	0,0%	100,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	0,0%	44,4%	22,1%
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 13	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

Στην ερώτηση 14 οι φοιτητές έπρεπε να απαντήσουν αν η ποσότητα του δείκτη μπορεί να επηρεάσει το αποτέλεσμα όταν η αναμενόμενη συγκέντρωση του οξέος είναι  $1 \times 10^{-6}$  έως  $1 \times 10^{-5}$  M. Οι φοιτητές μαθαίνουν από τα πρώτα μαθήματα ότι η προσθήκη δεικτών σε χαμηλή συγκέντρωση δείκτη (μικρότερη από αυτή του προς ανάλυση συστατικού) δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα. Σε αυτή την ερώτηση ελέγχεται η κριτική τους σκέψη αφού οι συγκεντρώσεις που τους δίνονται είναι τόσο μικρές που ακόμα και η ελάχιστη συγκέντρωση του δείκτη που θα προστεθεί θα επηρεάσει το αποτέλεσμα. Πριν την παρέμβαση το 74% απάντησε λάθος και μόνο το 12,3 % απάντησε σωστά αιτιολογώντας σωστά την απάντησή του. Ωστόσο μετά την παρέμβαση το 87,5 των φοιτητών απάντησε σωστά αιτιολογώντας μάλιστα και την απάντησή του, ενώ μόνο 3 φοιτητές συνέχισαν να απαντάνε λάθος.

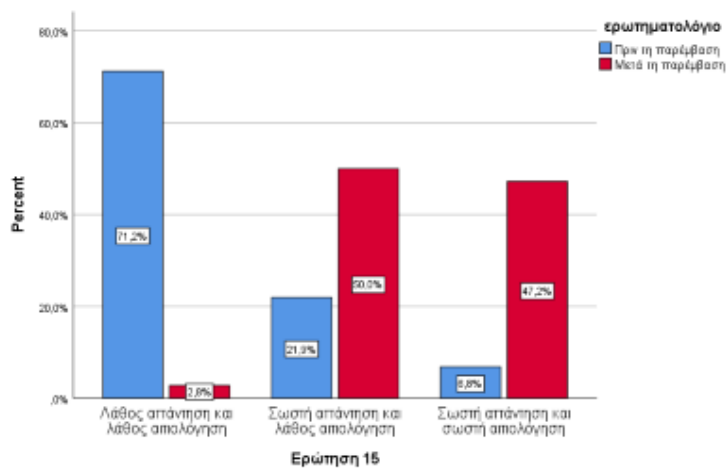


Γράφημα 14: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 17: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 14 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Ερώτηση 14	Count	54	3	57	
	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 14	94,7%	5,3%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	74,0%	4,2%	39,3%	
	Count	10	6	16	
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 14	62,5%	37,5%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	13,7%	8,3%	11,0%	
	Count	9	63	72	
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 14	12,5%	87,5%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	12,3%	87,5%	49,7%	
Total	Count	73	72	145	
	% within Ερώτηση 14	50,3%	49,7%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%	

Η ερώτηση 15 αποτελεί εργαστηριακή άσκηση την οποία οι φοιτητές διδάχθηκαν κατά τη διάρκεια του εξαμήνου με οπισθοογκομέτρηση με αλκαλιμετρία. Ωστόσο η ογκομέτρηση μπορεί να γίνει και με οξυμετρία. Πριν από την παρέμβαση το 71,2 % απάντησε λάθος με το 68,5 % να επιλέγει μόνο την απάντηση οπισθοογκομέτρηση με αλκαλιμετρία, αυτό που είχαν διδαχθεί δηλαδή. Μετά την παρέμβαση μόνο το 2,8% (2 φοιτητές στους 73) συνέχισε να απαντάει λάθος, αναδεικνύοντας την πρακτική που ακολουθήθηκε κατά την παρέμβαση ως μια μεθοδολογία που προωθεί την κριτική σκέψη των φοιτητών.



Γράφημα 15: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση.

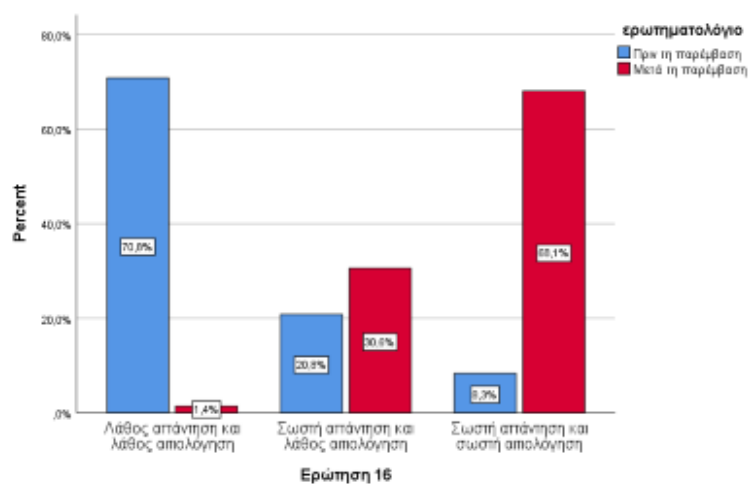
Πίνακας 18: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 15 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Ερώτηση 15	Count	52	2	54
	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 15 96,3%	3,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	71,2%	2,8%	37,2%
	Count	16	36	52
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 15 30,8%	69,2%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	21,9%	50,0%	35,9%
	Count	5	34	39
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	% within Ερώτηση 15 12,8%	87,2%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	6,8%	47,2%	26,9%
Total	Count	73	72	145
	% within Ερώτηση 15	50,3%	49,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

Αφού οι φοιτητές πραγματοποίησαν αρκετές ογκομετρήσεις ρωτήθηκαν πότε ξεκινάει η εξουδετέρωση σε μια ογκομέτρηση εξουδετέρωσης όπου προστίθεται δ/μα βάσης από την προχοΐδα. Πριν την παρέμβαση περισσότεροι από τους μισούς φοιτητές απάντησαν εσφαλμένα ότι η εξουδετέρωση ξεκινάει όταν το pH γίνεται 7. Σωστή απάντηση έδωσε περίπου το 30% με μόνο το 8,3% να μπορεί να αιτιολογήσει σωστά αυτή την απάντηση. Μετά την παρέμβαση μόνο ένας φοιτητής συνέχισε να απαντάει λάθος, ενώ το 68,1 % έδινε και σωστή αιτιολόγηση (Γράφημα 16).

Στο γράφημα 17 αποτυπώνονται οι συνολικές βαθμολογίες που συγκέντρωσαν οι φοιτητές πριν και μετά την παρέμβαση με μέγιστη βαθμολογία το 32 (2 για κάθε απάντηση). Όπως φαίνεται και από το γράφημα οι βαθμολογίες των φοιτητών πριν την παρέμβαση κυμαίνονταν από 2 έως 23, ενώ μετά την παρέμβαση από 11 έως 32. Επίσης

το μεγαλύτερο πλήθος των απαντήσεων πριν την παρέμβαση κυμαινόταν από 3 έως 12, ενώ μετά την παρέμβαση από 24 έως 31. Είναι φανερό λοιπόν ότι η παρέμβαση βοήθησε τους φοιτητές να καταλάβουν καλύτερα τις μεθόδους που χρησιμοποίησαν.

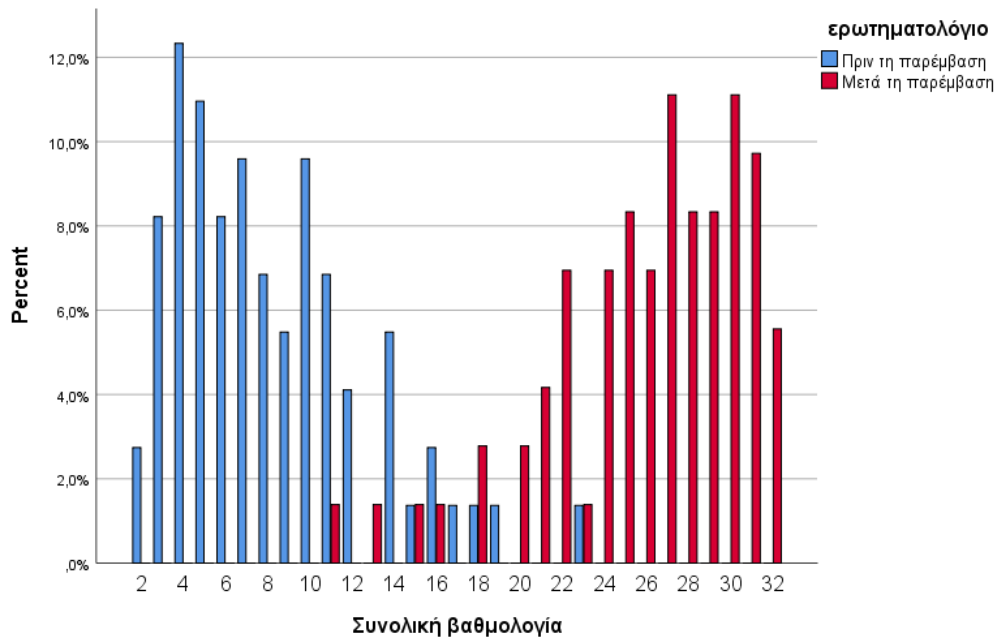


Γράφημα 16: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 19: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων στην ερώτηση 16 πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Ερώτηση 16	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	51	1	52
	% within Ερώτηση 16	98,1%	1,9%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	70,8%	1,4%	36,1%
Ερώτηση 16	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	15	22	37
	% within Ερώτηση 16	40,5%	59,5%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	20,8%	30,6%	25,7%
Ερώτηση 16	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	6	49	55
	% within Ερώτηση 16	10,9%	89,1%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	8,3%	68,1%	38,2%

Total	Count	72	72	144
	% within Ερώτηση 16	50,0%	50,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



Γράφημα 17: Το συνολικό ποσοστό των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση.

#### 4.2 Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του TETA

Στο ερωτηματολόγιο οι φοιτητές σημείωναν επιπλέον, πόσο σίγουροι είναι για την απάντηση που δίνουν (0: Εντελώς τυχαία απάντηση, 1: σχεδόν τυχαία απάντηση, 2: δεν είμαι σίγουρος/η, 3: Είμαι σίγουρος/η, 4: Είμαι αρκετά σίγουρος/η, 5: Είμαι απόλυτα σίγουρος/η). Από το πόσο σίγουροι ή όχι ήταν για τις απαντήσεις τους διεξήχθησαν κάποια συμπεράσματα.

Όπως προαναφέρθηκε το CRI υπολογίστηκε αθροίζοντας τις βαθμολογίες των απαντήσεων (σωστών ή λάθος), όσον αφορά τη σιγουριά τους, και διαιρώντας τον αριθμό που προκύπτει με τον πληθυσμό των φοιτητών που έδωσαν τις απαντήσεις. Οι απαντήσεις με CRI μικρότερο του 2,5 θεωρήθηκαν χαμηλής βεβαιότητας, ενώ αυτές που ήταν πάνω από 2,5 υψηλής βεβαιότητας. Επίσης οι σωστές απαντήσεις με CRI μικρότερο του 2,5 θεωρούνται τυχαίες και οι λάθος απαντήσεις με CRI μικρότερο του 2,5 δείχνουν έλλειψη γνώσης. Οι σωστές απαντήσεις με CRI μεγαλύτερο του 2,5 δίνονται από φοιτητές που έχουν καλή γνώση. Αντίθετα λάθος απαντήσεις με CRI μεγαλύτερο του 2,5 αποτελεί ένδειξη της ύπαρξης εσφαλμένων αντιλήψεων ή αλλιώς εναλλακτικών ιδεών (Hasan et al., 1999). Προηγούμενες μελέτες δείχνουν ότι η ογκομέτρηση είναι μια μέθοδος γύρω από την οποία είναι συνηθισμένο να υπάρχουν εναλλακτικές ιδέες σε φοιτητές και αποφοίτους (Harizal, 2012; Supatmi et al., 2019a; H. R. Widarti et al., 2016, 2017; Hayuni Retno Widarti et al., 2017, 2021)

Στους πίνακες 2 και 3 φαίνεται ο αριθμός των φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις, καθώς και τα CRI πριν και μετά την παρέμβαση αντίστοιχα. Από τον πίνακα 2 βλέπουμε ότι στις ερωτήσεις 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 14 και 16 μεγάλος αριθμός φοιτητών απάντησε λάθος ενώ ήταν πολύ σίγουρος για την επιλογή του. Πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση 1 όπου οι φοιτητές έπρεπε να διαλέξουν κάποιους δείκτες, 40 φοιτητές από τους 73 απάντησαν λάθος με CRI=3,1 αναδεικνύοντας τις εσφαλμένες αντιλήψεις που έχουν οι φοιτητές για τους δείκτες. Στην ερώτηση 5, 48 φοιτητές απάντησαν λάθος με CRI=4 δείχνοντας πολύ μεγάλη σιγουριά για την απάντησή τους. Η εναλλακτική ιδέα που έχουν οι φοιτητές εδώ είναι ότι οι ενώσεις που έχουν υδροξύλια είναι βάσεις και όχι οξέα. Στην προκειμένη περίπτωση στους φοιτητές δόθηκε ο χημικός τύπος του βορικού οξέος το οποίο αν και αποτελείται από 3 υδροξύλια είναι οξύ. Με εξίσου μεγάλη σιγουριά (4,1) 43 φοιτητές απάντησαν λάθος στην ερώτηση 8. Εδώ οι περισσότεροι φοιτητές επέλεξαν ότι μπορούν να προσδιορίσουν την περιεκτικότητα του χυμού σε ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C) με ογκομέτρηση εξουδετέρωσης μιας και έχουν μάθει ότι τα οξέα προσδιορίζονται με

τέτοιου τύπου ογκομέτρηση. Στην πραγματικότητα όμως το ασκορβικό οξύ δεν μπορεί να προσδιοριστεί έτσι στον χυμό, διότι ο χυμός περιέχει και κιτρικό οξύ το οποίο βρίσκεται μάλιστα σε μεγάλες ποσότητες. Στην ερώτηση 14, 54 φοιτητές απάντησαν λάθος με CRI=4,1. Και σε αυτή την ερώτηση οι φοιτητές έδειξαν την εσφαλμένη αντίληψη που έχουν για το εάν η ποσότητα του δείκτη που θα προσθέσουμε επηρεάζει ή όχι το τελικό αποτέλεσμα. Κατά τη διάρκεια των μαθητικών τους χρόνων έχουν μάθει ότι οι δείκτες δεν επηρεάζουν το αποτέλεσμα, όμως αυτό δεν ισχύει όταν η συγκέντρωση του οξέος που θέλουμε να προσδιορίσουμε είναι αρκετά μικρή, όπως στην συγκεκριμένη ερώτηση ( $1 \times 10^{-6}$  έως  $1 \times 10^{-5}$  M). Τέλος, 52 φοιτητές απάντησαν λάθος στην ερώτηση 16 με CRI=4,2. Οι περισσότεροι από τους φοιτητές έχουν την εσφαλμένη αντίληψη ότι η εξουδετέρωση ξεκινάει όταν το pH του διαλύματος γίνεται ίσο με 7.

Στον πίνακα 3 φαίνεται ο αριθμός των φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις μετά την παρέμβαση καθώς και τα υπολογισμένα CRI. Από τα CRI των φοιτητών συμπεραίνουμε ότι οι φοιτητές μετά την παρέμβαση απαντούν σωστά με σιγουριά μεγαλύτερη από 4. Η αρκετά μεγάλη σιγουριά με την οποία απαντούν οι φοιτητές είναι δείγμα αυξημένης αυτοπεποίθησης για τις γνώσεις τους κάτι που απορρέει από την ανεξαρτησία που απέκτησαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης. Είναι αξιοσημείωτο ότι πριν από την παρέμβαση τα CRI των σωστών απαντήσεων κυμαίνονταν από 2,4 έως 3,6, ενώ μετά την παρέμβαση τα CRI κυμαίνονταν από 4,1 έως 4,7.

Επίσης μετά την παρέμβαση το CRI των λανθασμένων απαντήσεων φαίνεται μειωμένο. Πιο συγκεκριμένα μόνο σε τρεις ερωτήσεις το CRI είναι πάνω από 2,5. Ωστόσο ο αριθμός των φοιτητών που έχουν απαντήσει λάθος στις συγκεκριμένες ερωτήσεις είναι πολύ μικρός. Ένας φοιτητής απάντησε λάθος με CRI =3 στις δύο πρώτες ερωτήσεις και δύο φοιτητές με CRI=3,5 στην άλλη ερώτηση.



Πίνακας 20: Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις πριν την παρέμβαση καθώς και τα υπολογισμένα CRI.

Ερώτηση	Αριθμός φοιτητών		Αριθμός	
	που έδωσαν σωστές απαντήσεις	CRI	φοιτητών που έδωσαν λάθος απαντήσεις	CRI
1	33	2,6	40	<b>3,1</b>
2	33	2,6	40	<b>2,6</b>
3	47	3,2	26	<b>2,7</b>
4	44	3,3	29	<b>2,7</b>
5	25	2,8	48	<b>4</b>
6	40	3,2	33	2,5
7	44	2,5	29	2,5
8	30	2,9	43	<b>4,1</b>
9	11	2,5	62	2,5
10	16	2,5	57	<b>2,6</b>
11	11	2,5	62	2,5
12	50	2,5	23	2,5
13	12	2,4	61	2,5
14	19	2,9	54	<b>4,1</b>
15	21	2,7	52	2,5
16	21	3,6	52	<b>4,2</b>

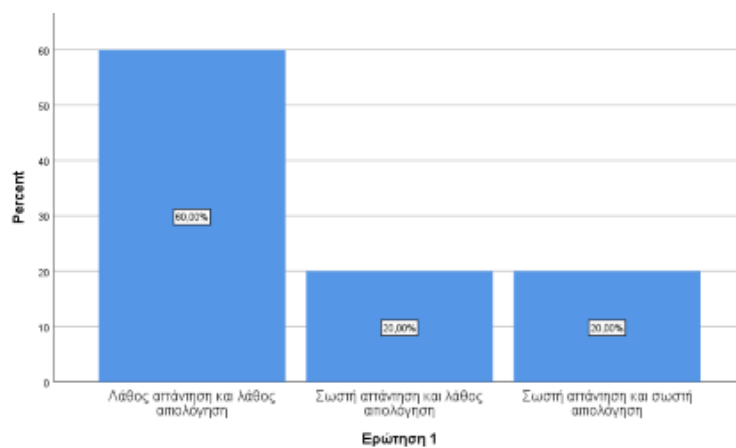
Πίνακας 21 :Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις μετά την παρέμβαση καθώς και τα υπολογισμένα CRI.

Ερώτηση	Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις		Αριθμός φοιτητών που έδωσαν λάθος απαντήσεις	
	Αριθμός φοιτητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις	CRI	Αριθμός φοιτητών που έδωσαν λάθος απαντήσεις	CRI
1	72	4,4	1	2
2	71	4,4	1	<b>3</b>
3	72	4,7	1	<b>3</b>
4	71	4,6	2	2
5	70	4,6	3	2,3
6	71	4,6	2	<b>3,5</b>
7	72	4,6	1	2
8	70	4,4	3	2,5
9	63	4,3	10	2,2
10	61	4,1	12	2,4
11	60	4,2	13	2,2
12	64	4,3	9	2,5
13	67	4,4	6	2,5
14	70	4,6	3	1,3
15	71	4,5	2	1,5
16	72	4,6	1	2

### 4.3 Ποσοστά απαντήσεων φοιτητών Τμήματος Χημείας

Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από προπτυχιακούς φοιτητές του τμήματος Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων με σκοπό αφενός τη διεξαγωγή συμπερασμάτων ως προς τις γνώσεις και ενδεχομένως τις εναλλακτικές ιδέες που μπορεί να έχουν και αφετέρου τη σύγκριση των φοιτητών αυτών με τους φοιτητές του ΤΕΤΔ. Επίσης οι φοιτητές και των δυο τμημάτων σημείωσαν τον βαθμό επίδοσής τους στις πανελλαδικές εξετάσεις και τα αποτελέσματα θα συζητηθούν στην υποενότητα 4.5.

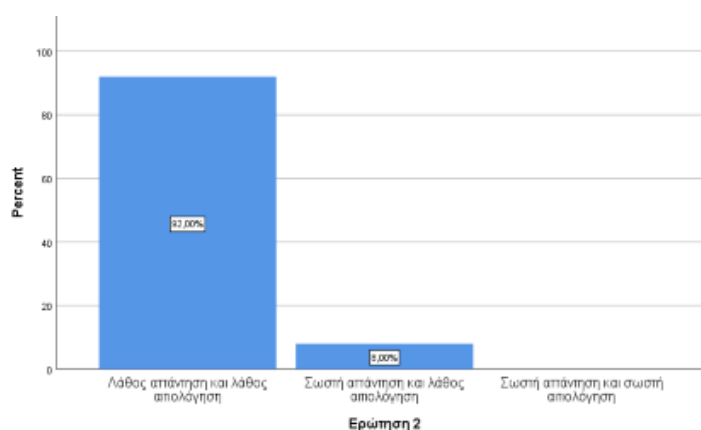
Στην ερώτηση 1 το 40% των φοιτητών επέλεξε σωστά τους δείκτες που μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την ογκομέτρηση εξουδετέρωσης. Από αυτούς μόνο οι μισοί κατάφεραν να δώσουν σωστή αιτιολόγηση για την επιλογή τους. Όταν όμως οι φοιτητές κλήθηκαν να επιλέξουν από τους ίδιους δείκτες στην ερώτηση 2 σε πραγματική ογκομέτρηση εξουδετέρωσης (προσδιορισμός ταρταρικού οξέος στο κρασί), μόνο το 8% απάντησε σωστά, ενώ κανείς από αυτούς δεν κατάφερε να δώσει σωστή αιτιολόγηση.



Γράφημα 18: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 1.

Πίνακας 22: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 1.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	45	60,0	60,0	60,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	15	20,0	20,0	80,0
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	15	20,0	20,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



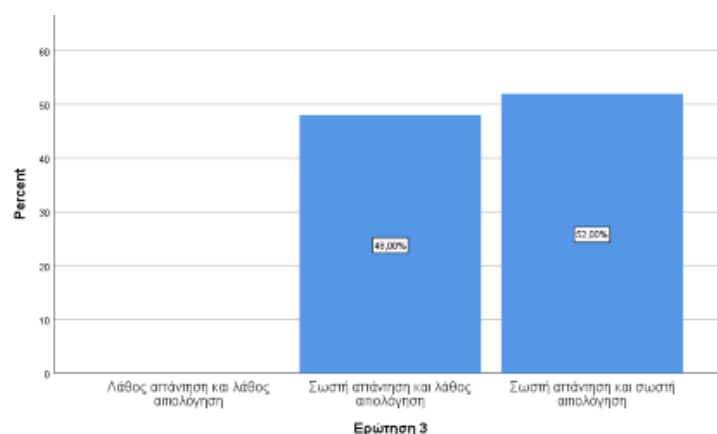
Γράφημα 19: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 2.

Πίνακας 23: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 2.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	69	92,0	92,0	92,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	6	8,0	8,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	

Στις ερωτήσεις 3 και 4 όλοι οι φοιτητές απάντησαν σωστά δείχνοντας ότι έχουν γνώσεις γύρω από την οξυμετρία και την αλκαλιμετρία και πολύ καλύτερη αντίληψη

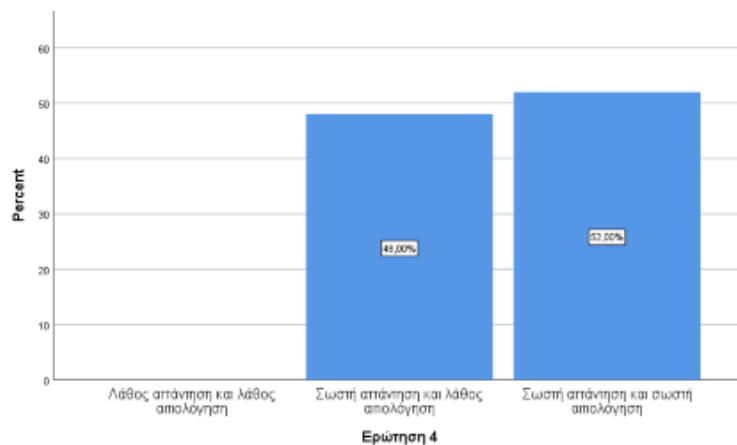
σε σχέση με τους φοιτητές του ΤΕΤΔ, οι οποίοι απάντησαν λάθος με ποσοστά πάνω από 36%. Παρά την καλή γνώση γύρω από την οξυμετρία-αλκαλιμετρία το 44% των φοιτητών απάντησε ότι στην ερώτηση 5 θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί οξυμετρία ενώ η σωστή απάντηση ήταν αλκαλιμετρία. Στην ερώτηση 5 δόθηκε ο χημικός τύπος του βορικού οξέος, χωρίς να αναφέρεται κάπου ότι ο χημικός τύπος ανήκει σε οξύ. Οι λάθος απαντήσεις είναι πιθανό να σχετίζονται με την λανθασμένη αντίληψη που έχουν πολλοί φοιτητές, ότι μια ένωση με υδροξύλια είναι βάση. Οι καλές γνώσεις των φοιτητών για την ογκομέτρηση φάνηκε και στις ερωτήσεις 6 με 7 όπου μόνο το 12% απάντησε λάθος.



Γράφημα 20: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 3.

Πίνακας 24: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 3.

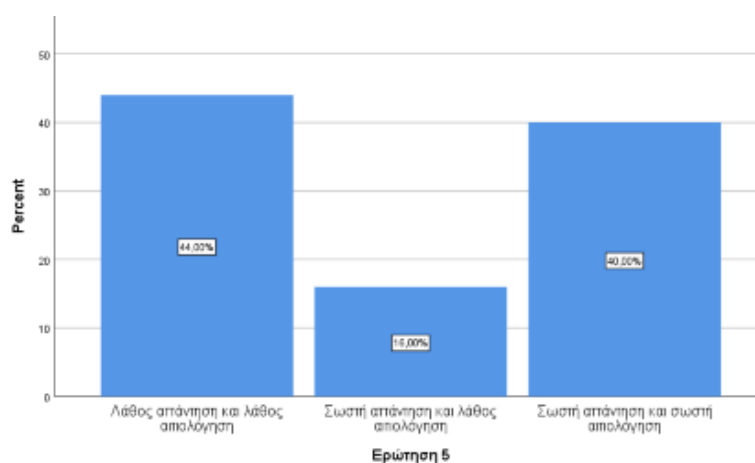
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	36	48,0	48,0	48,0
Valid Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	39	52,0	52,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 21: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 4.

Πίνακας 25: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 4.

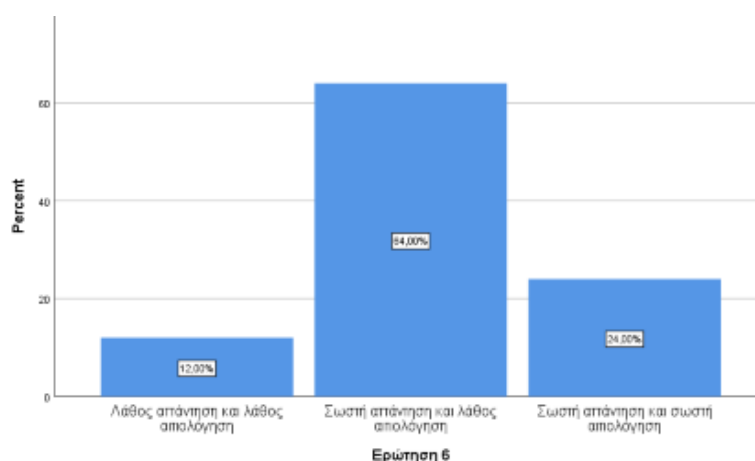
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	36	48,0	48,0	48,0
Valid Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	39	52,0	52,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 22: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 5.

Πίνακας 26: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 5.

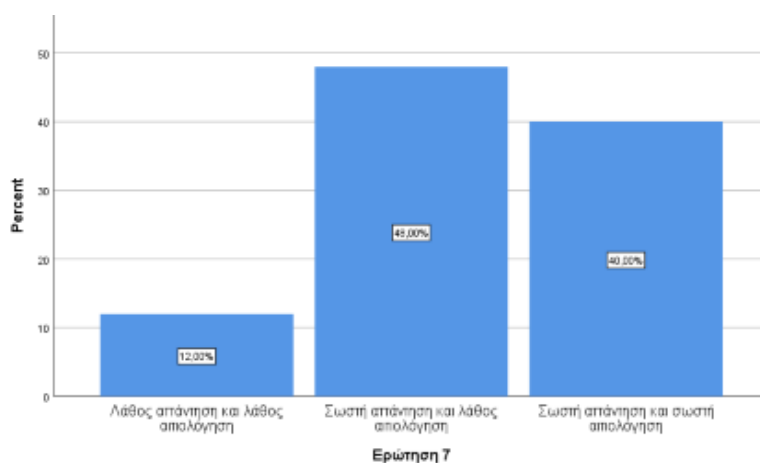
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	33	44,0	44,0	44,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	12	16,0	16,0	60,0
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	30	40,0	40,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 23: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 6.

Πίνακας 27: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 6.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	9	12,0	12,0	12,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	48	64,0	64,0	76,0
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	18	24,0	24,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



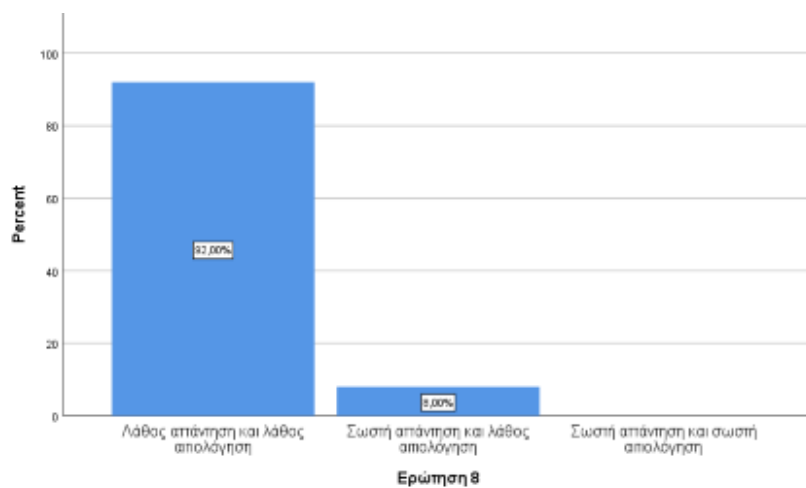
Γράφημα 24: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 7.

Πίνακας 28: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 7.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	9	12,0	12,0	12,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	36	48,0	48,0	60,0
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	30	40,0	40,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	

Στην ερώτηση 8 όπου οι φοιτητές έπρεπε να επιλέξουν ανάμεσα σε 4 διαφορετικούς τύπους ογκομέτρησης για να προσδιορίσουν το ασκορβικό οξύ στον χυμό, μόνο το 8% απάντησε σωστά χωρίς όμως να μπορεί να το αιτιολογήσει. Στην ερώτηση 9, η οποία ήταν ίδια με την 8 με τη διαφορά ότι ο προσδιορισμός του οξέος έπρεπε να γίνει σε συμπλήρωμα διατροφής κανένας φοιτητής δεν απάντησε σωστά.

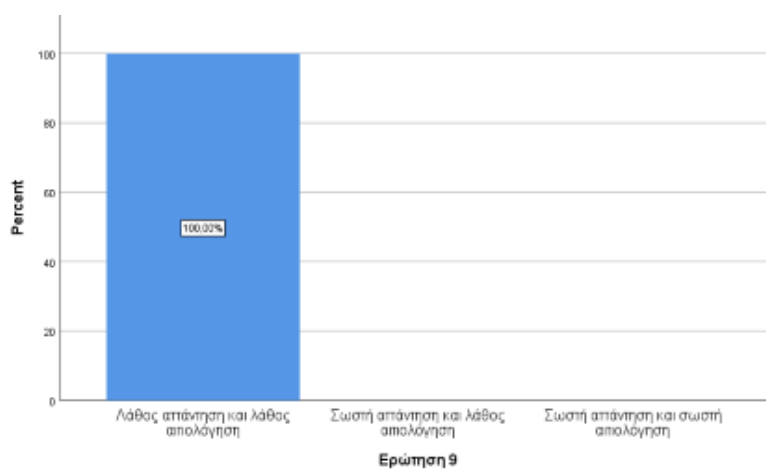




Γράφημα 25: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 8.

Πίνακας 29: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 8.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Λάθος απάντηση και λάθος αιολόγηση	69	92,0	92,0	92,0
Valid Σωστή απάντηση και λάθος αιολόγηση	6	8,0	8,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



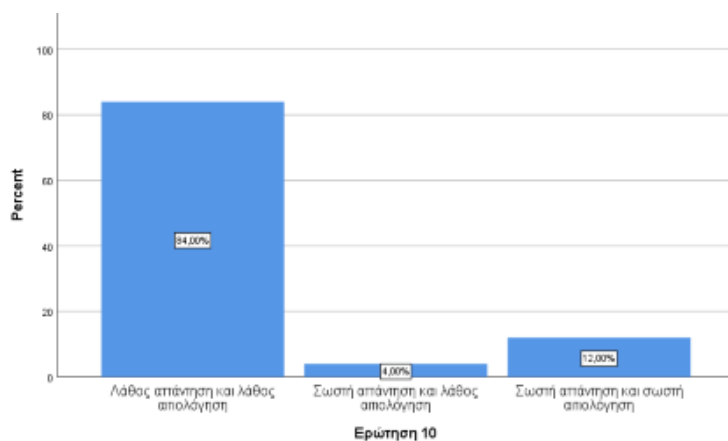
Γράφημα 26: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 9.

Πίνακας 30: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 9.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	75	100,0	100,0	100,0

Στις ερωτήσεις 10 και 11 που αφορούν τον προσδιορισμό του δισθενή σιδήρου σε νερό και συμπλήρωμα διατροφής αντίστοιχα ελάχιστοι φοιτητές απάντησαν σωστά. Πιο συγκεκριμένα στην ερώτηση 10 μόνο το 16% απάντησε σωστά με μόλις το 12% να δικαιολογεί σωστά την απάντησή του και στην ερώτηση 10 σωστά απάντησε μόνο το 8% αλλά χωρίς σωστή αιτιολόγηση. Ανάλογα ήταν και τα ποσοστά των απαντήσεων στις ερωτήσεις 12 και 13. Στην ερώτηση 12 το 64% των φοιτητών απάντησε λάθος με το υπόλοιπο ποσοστό να απαντά σωστά χωρίς σωστή αιτιολόγηση. Στην ερώτηση 13 όλοι οι φοιτητές απάντησαν λάθος. Στην ερώτηση 14 αρκετοί φοιτητές απάντησαν σωστά (72%) με το 32% να δίνει και σωστή αιτιολόγηση, ενώ στην ερώτηση 15 μόνο το 24% απάντησε σωστά χωρίς όμως σωστή αιτιολόγηση. Αρκετοί φοιτητές απάντησαν σωστά στην ερώτηση 16 με μόνο το 20% να δίνει λάθος απάντηση.

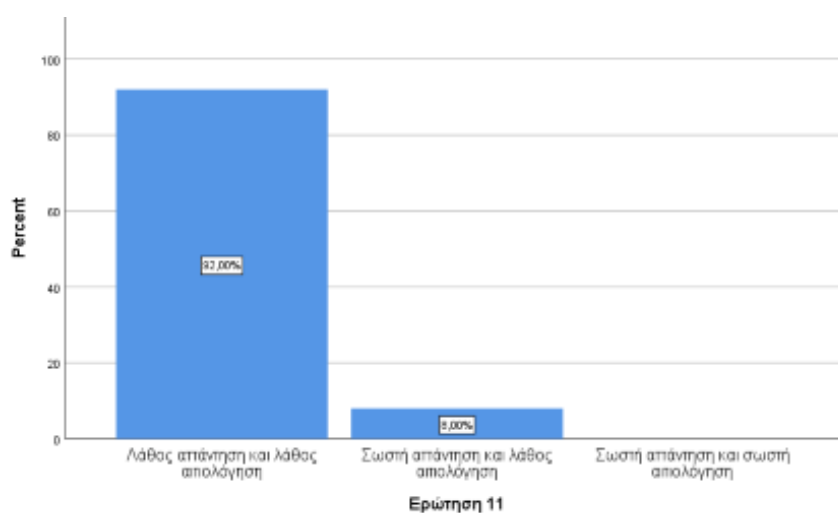
Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι αν και οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας είχαν καλύτερη γνώση για τις ογκομετρικές τεχνικές, σε σχέση με τους φοιτητές του ΤΕΤΔ, ωστόσο στις ερωτήσεις 9-14 δεν φάνηκε σημαντική διαφορά στις απαντήσεις των φοιτητών. Αυτό οφείλεται πιθανότητα στην έλλειψη της κριτικής τους ικανότητας και στην εφαρμογή της γνώσης που απέκτησαν σε προβλήματα που άπτονται σε αναλύσεις πραγματικών δειγμάτων. Η καλύτερη αντίληψη των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σε θέματα Χημείας φάνηκε και από τις απαντήσεις τους στις ερωτήσεις 14 και 15.



Γράφημα 27: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 10.

Πίνακας 31: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 10.

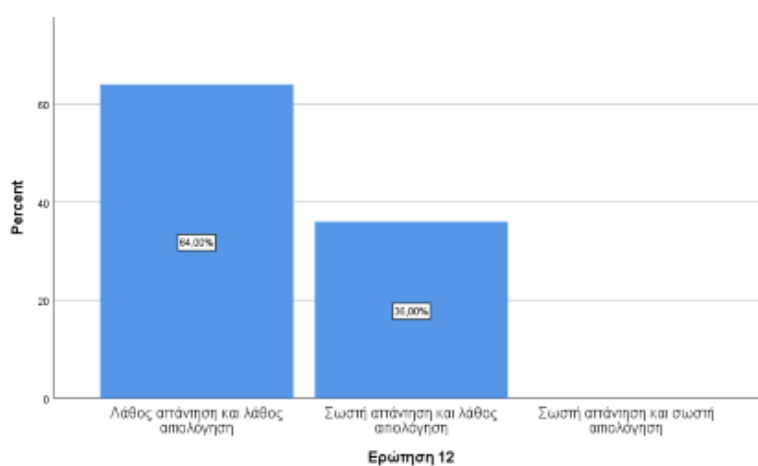
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid				
Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	63	84,0	84,0	84,0
Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	3	4,0	4,0	88,0
Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	9	12,0	12,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 28: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 11.

Πίνακας 32: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 11.

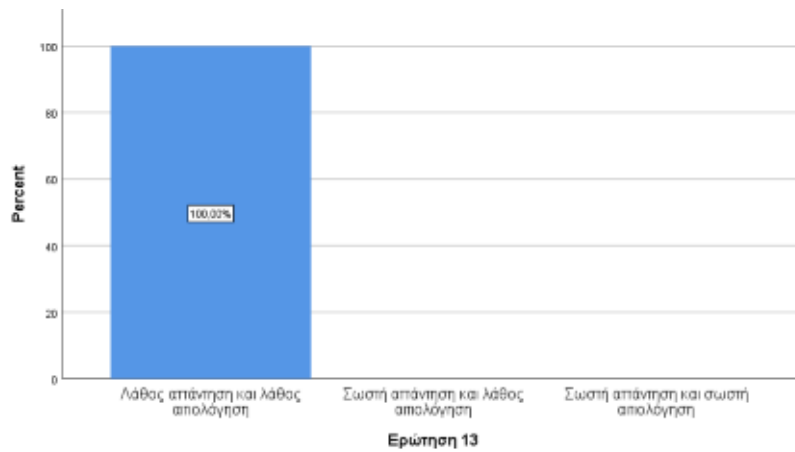
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	69	92,0	92,0	92,0
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	6	8,0	8,0	100,0
Total		75	100,0	100,0	



Γράφημα 29: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 12.

Πίνακας 33: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 12.

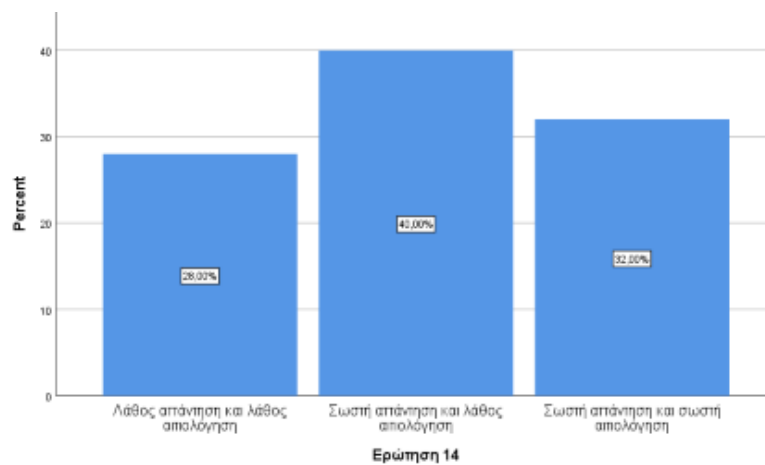
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	48	64,0	64,0	64,0
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	27	36,0	36,0	100,0
Total		75	100,0	100,0	



Γράφημα 30: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 13.

Πίνακας 34: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 13.

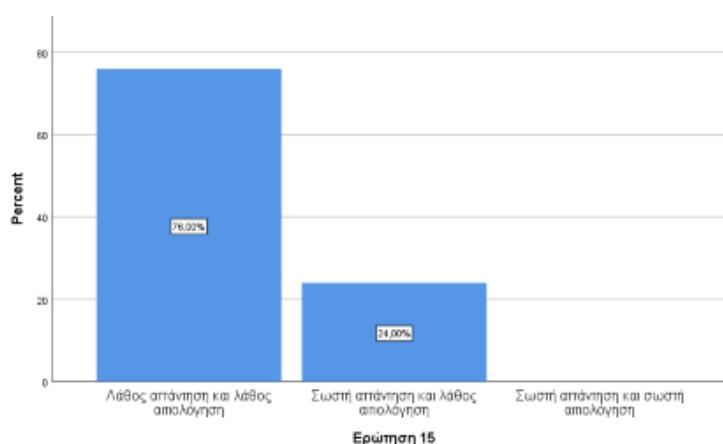
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	75	100,0	100,0	100,0



Γράφημα 31: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 14.

Πίνακας 35: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 14.

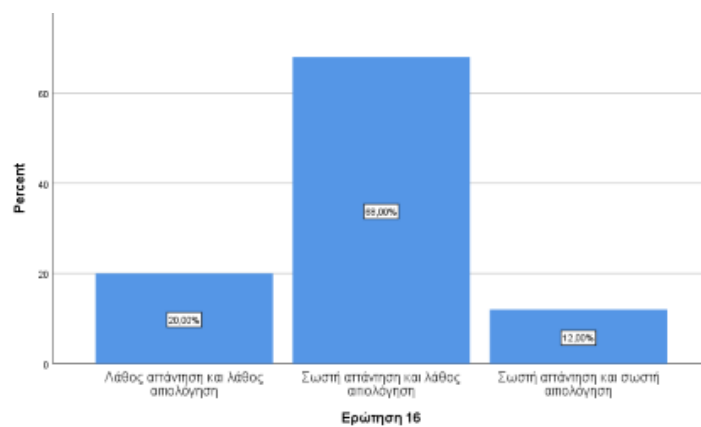
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	21	28,0	28,0	28,0
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	30	40,0	40,0	68,0
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	24	32,0	32,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 32: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 15.

Πίνακας 36: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 15.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	57	76,0	76,0	76,0
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	18	24,0	24,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 33: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 16.

Πίνακας 37: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 16.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Λάθος απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	15	20,0	20,0	20,0
	Σωστή απάντηση και λάθος αιτιολόγηση	51	68,0	68,0	88,0
	Σωστή απάντηση και σωστή αιτιολόγηση	9	12,0	12,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	

4.4 Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας  
 Παρά το γεγονός ότι μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών του Τμήματος Χημείας έδωσε σωστές απαντήσεις σε σχέση με τους φοιτητές του ΤΕΤΔ, από τα αποτελέσματα μέτρησης του CRI φαίνεται ότι οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας έχουν περισσότερες εσφαλμένες αντιλήψεις. Σε όλες τις λανθασμένες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας το CRI ήταν μεγαλύτερο από 2,5 και στις ερωτήσεις 1, 5, 6, 8, 10, 11, 13 και 16 το CRI ήταν μεγαλύτερο από 3. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας είναι πιο σίγουροι για τις λάθος απαντήσεις τους, γεγονός που καταδεικνύει τις εσφαλμένες τους ιδέες και την έλλειψη κατανόησης.

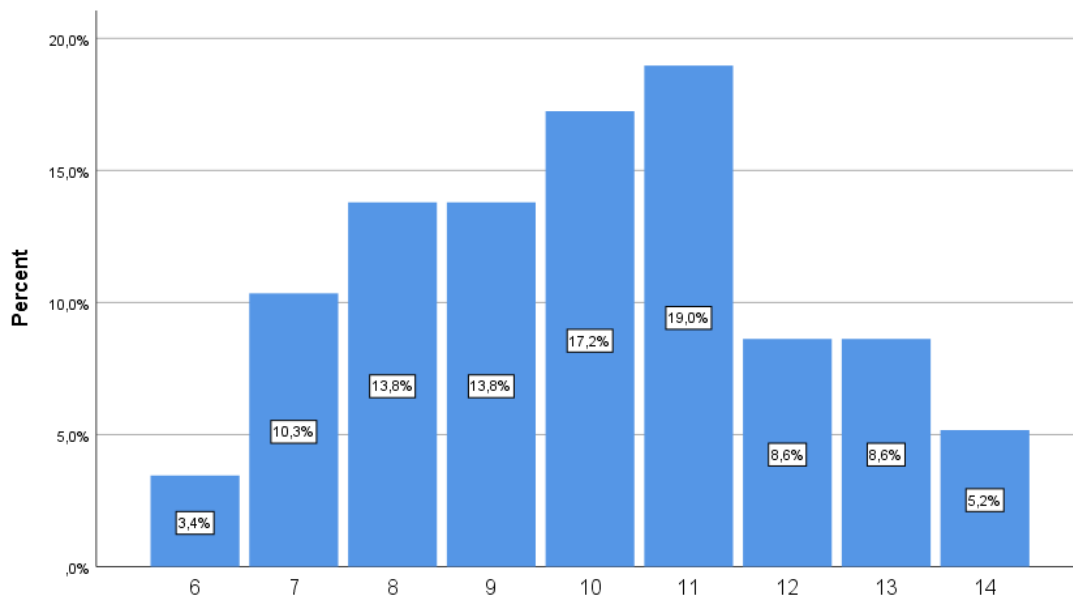
Πίνακας 38: Αριθμός φοιτητών του Τμήματος Χημείας που έδωσαν σωστές και λάθος απαντήσεις και τα υπολογισμένα CRI.

Ερώτηση	Αριθμός		Αριθμός	
	φοιτητών που έδωσαν σωστές απαντήσεις	CRI	φοιτητών που έδωσαν λάθος απαντήσεις	CRI
1	30	4	45	<b>3,9</b>
2	6	3,5	69	<b>2,9</b>
3	75	4,1	0	-
4	75	4,2	0	-
5	42	3,9	33	<b>3,8</b>
6	66	3,8	9	<b>3,8</b>
7	66	4,5	9	<b>3</b>
8	6	2,5	69	<b>3,5</b>
9	0	-	75	<b>2,6</b>
10	12	3	63	<b>3,2</b>
11	6	2	69	<b>3</b>
12	26	3,8	48	<b>2,6</b>
13	0	-	75	<b>3,5</b>
14	54	3,4	21	<b>2,6</b>
15	18	2,3	57	<b>2,6</b>
16	60	3,7	15	<b>3</b>

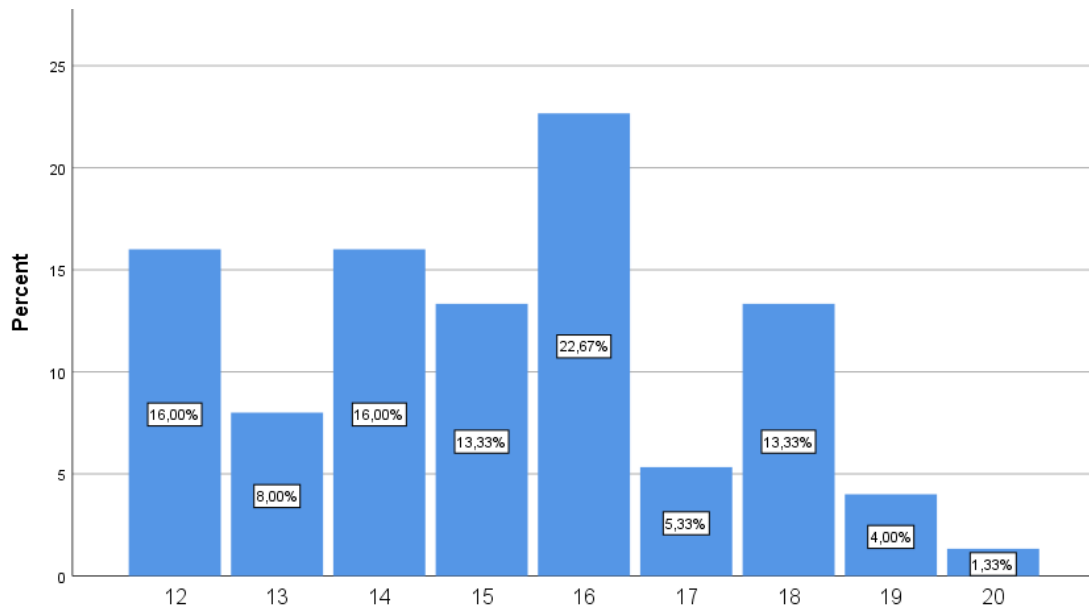


#### 4.5 Επιδόσεις φοιτητών στις πανελλαδικές εξετάσεις

Οι φοιτητές και των δύο τμημάτων απάντησαν στην ερώτηση «Εξεταστήκατε στη Χημεία στις Πανελλαδικές εξετάσεις, και αν Ναι, τι βαθμό γράψατε στη Χημεία;». Από τις απαντήσεις τους φαίνεται ότι οι βαθμολογίες των φοιτητών του ΤΕΤΔ κυμαίνεται από 6 έως 14 με τους περισσότερους φοιτητές να απαντούν ότι έγραψαν μεταξύ 8 και 11. Από την άλλη πλευρά για τους φοιτητές του Τμήματος Χημείας οι απαντήσεις κυμάνθηκαν από 12 έως 20 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο γράφημα 68. Φαίνεται πως οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας εισήλθαν στο πανεπιστήμιο και στο εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας με υψηλότερο γνωστικό επίπεδο με βάση της επίδοσης τους στις εξετάσεις σε σχέση με τους φοιτητές του ΤΕΤΔ, ωστόσο έδωσαν λανθασμένες απαντήσεις με μεγαλύτερη σιγουριά αναδεικνύοντας τις εναλλακτικές τους ιδέες οι οποίες μπορούν να τους συντροφεύουν παρά τις υψηλές βαθμολογίες που κατάφεραν στις πανελλαδικές εξετάσεις. Τα αποτελέσματα αποτελούν μια επιπλέον ένδειξη των ελλείψεων της ΔΕ, η οποία προάγει τη στείρα αποστήθιση και όχι την καλλιέργεια της κριτικής σκέψης.



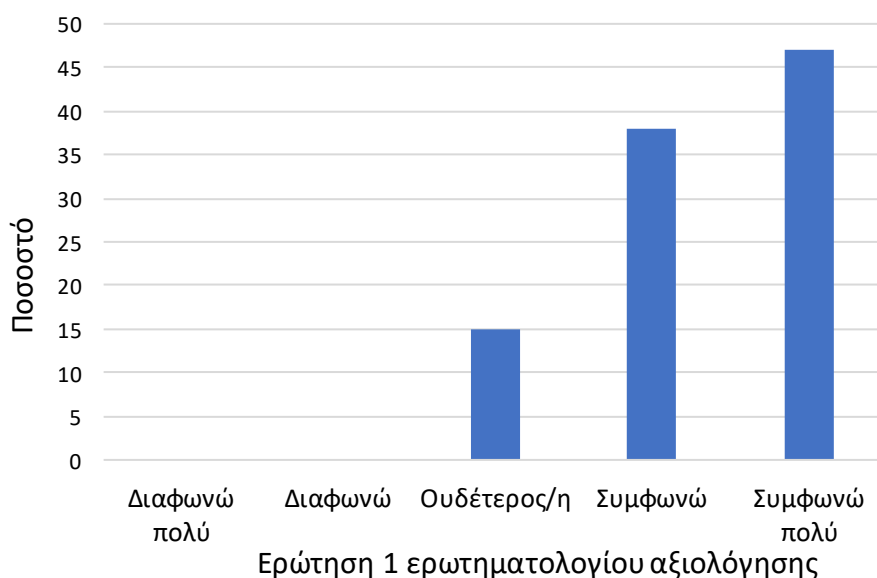
Γράφημα 34: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση 17.



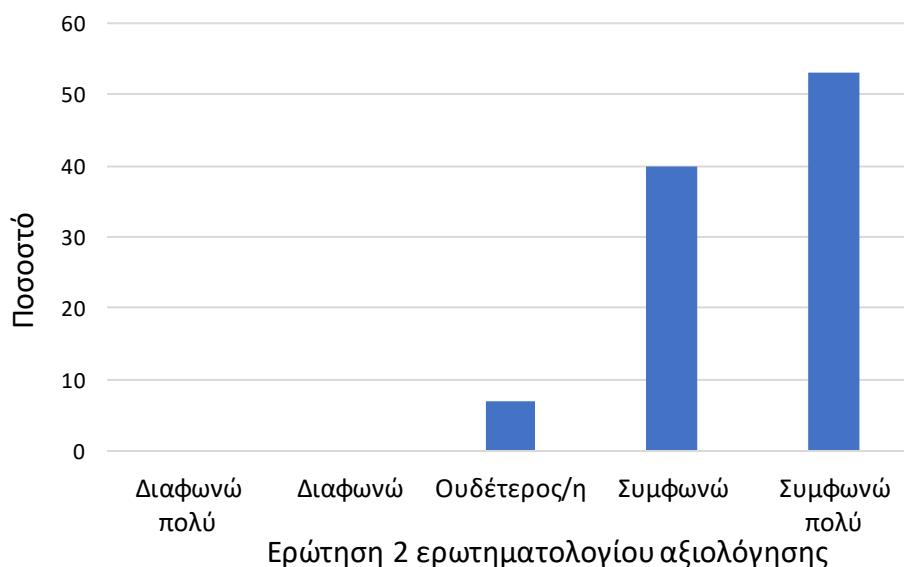
Γράφημα 35: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας στην ερώτηση 17.

#### 4.6 Αξιολόγηση διδακτικής παρέμβασης

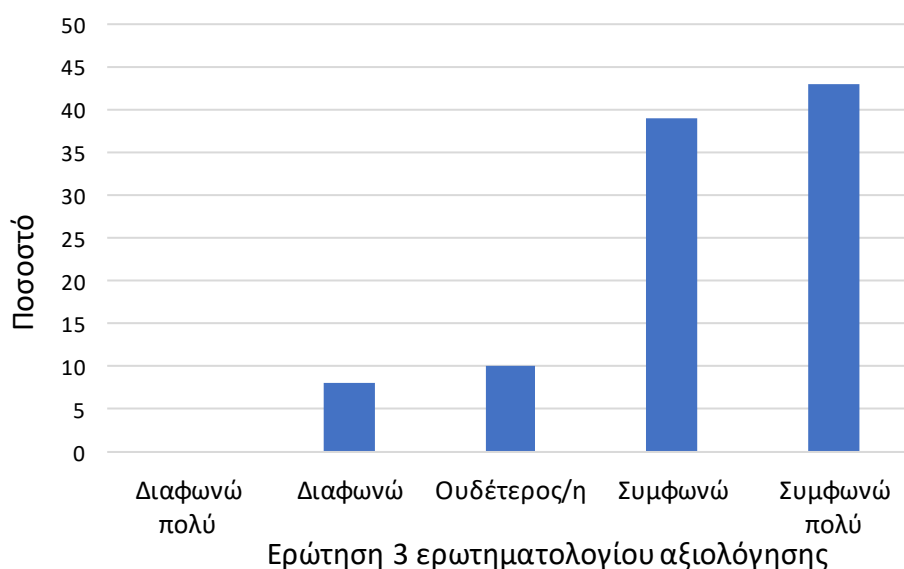
Στα γραφήματα 69-75 αποτυπώνονται οι απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ για την αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης. Πάνω από το 75% των φοιτητών απάντησαν θετικά σε όλες τις ερωτήσεις. Πιο συγκεκριμένα οι φοιτητές δήλωσαν πως το εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας τους βοήθησε να μάθουν περισσότερα πράγματα μόνοι τους, ένιωσαν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες τους σχετικά με το εργαστήριο και πιο ικανοί να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν το τρέχον εξάμηνο, σε πραγματικά ερωτήματα, ανακάλυψαν τη σύνδεση μεταξύ εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικής ζωής και βελτιώθηκε το κίνητρο τους για την υλοποίηση των πειραμάτων. Δήλωσαν επίσης ότι ο τρόπος διεξαγωγής του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας τους έδωσε τη δυνατότητα να πειραματιστούν και να ανακαλύψουν μόνοι τους τα λάθη τους και ότι θα ήθελαν να μπορεί αυτό να γίνει και σε άλλα μαθήματα.



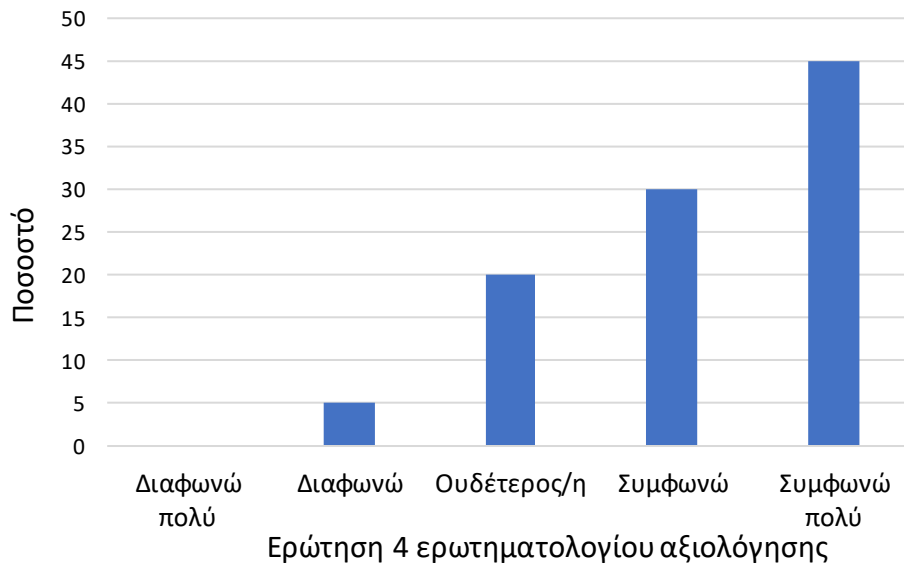
Γράφημα 36: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Ο τρόπος διεξαγωγής των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας με βοήθησε να μάθω περισσότερα πράγματα μόνος μου ή και με τους συμφοιτητές μου».



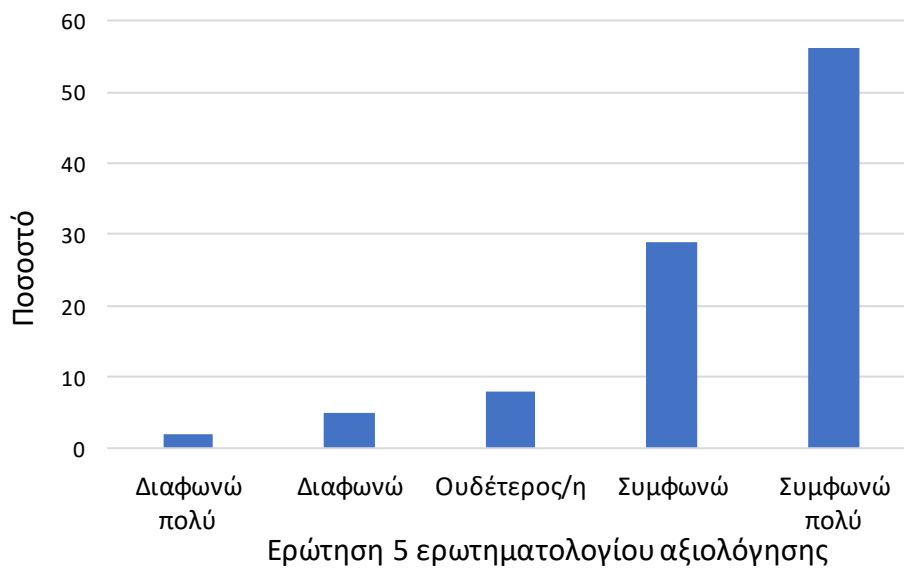
Γράφημα 37: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας ένιωσα μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητές μου σχετικά με το εργαστήριο».



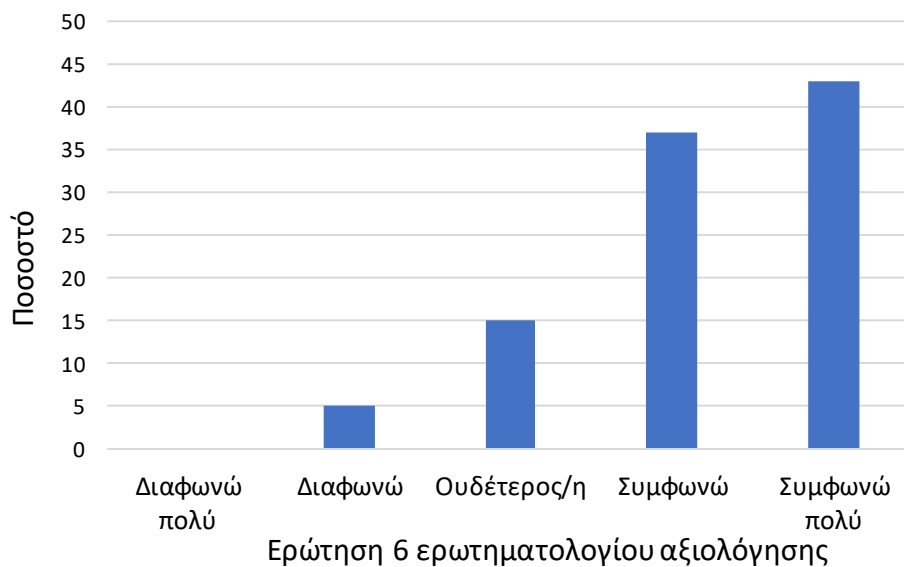
Γράφημα 38: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας νιώθω πιο ικανός να εφαρμόσω τις γνώσεις που απέκτησα το τρέχον εξάμηνο, σε πραγματικά ερωτήματα».



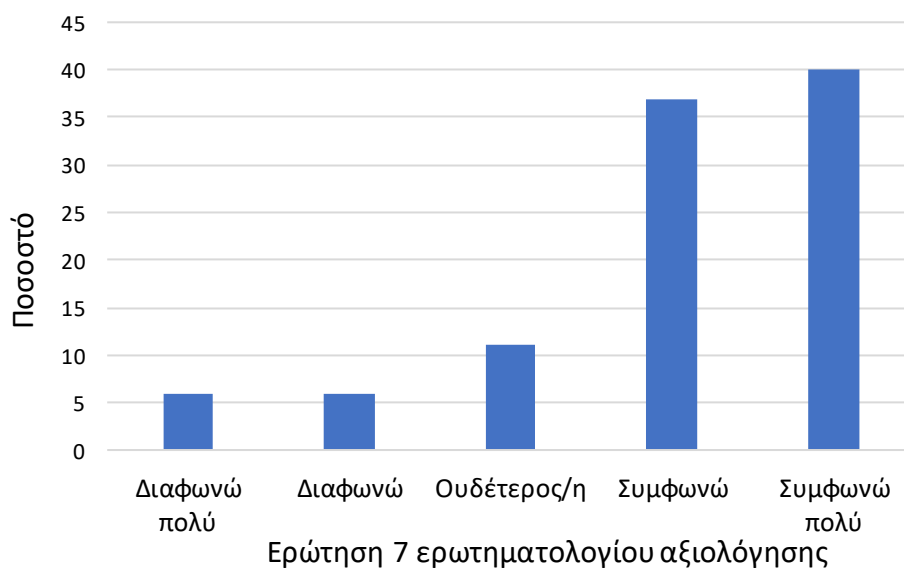
Γράφημα 39: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Θα προτιμούσα ο τρόπος διεξαγωγής του εργαστήριου Αναλυτικής Χημείας να μου δίνει τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου»



Γράφημα 40: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Θα προτιμούσα και άλλα εργαστήρια να μου δίνουν τη δυνατότητα να πειραματιστώ και να ανακαλύψω μόνος μου τα λάθη μου».



Γράφημα 41: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Μετά τη διεξαγωγή των δύο τελευταίων μαθημάτων του εργαστηρίου Αναλυτικής Χημείας είδα τη σύνδεση μεταξύ εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικής ζωής».



Γράφημα 42: Ποσοστά απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ στην ερώτηση «Η σύνδεση μεταξύ των εργαστηριακών πειραμάτων και της πραγματικής ζωής βελτίωσε το κίνητρο για την υλοποίηση των πειραμάτων».

## 5. Συμπεράσματα

Οι φοιτητές του ΤΕΤΔ αν και διδάχθηκαν κατά τη διάρκεια όλου του εξαμήνου πειράματα με ογκομέτρηση δεν φάνηκε να έχουν αποκτήσει τις απαιτούμενες γνώσεις και κατανοήσεις αφού σε ερωτήσεις που απέκλιναν από τις διδαχθείσες εργαστηριακές ασκήσεις και σχετίζονταν με πραγματικά προβλήματα οι περισσότερες απαντήσεις τους πριν από την παρέμβαση κυμαίνονταν σε βαθμολογία μεταξύ 2 και 14 με άριστα το 32. Μετά την παρέμβαση οι φοιτητές αύξησαν τις επιδόσεις τους σημειώνοντας κατά κύριο λόγο βαθμολογίες μεταξύ 21 και 32. Επιπλέον αυξήθηκε και η αυτοπεποίθηση με την οποία έδιναν τις σωστές απαντήσεις, υποδεικνύοντας ότι η παρέμβαση τους βοήθησε να αποκτήσουν πιο βαθιά γνώση. Από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου και την αυτοπεποίθηση με την οποία οι φοιτητές απαντούσαν λάθος ανέκυψαν εσφαλμένες αντιλήψεις οι οποίες σχετίζονταν με τον ορισμό του οξέος, τους δείκτες και τη διαδικασία της ογκομέτρησης. Μετά την παρέμβαση το μεγαλύτερο ποσοστό των λάθος απαντήσεων μετατράπηκε σε σωστές απαντήσεις, ενώ ο αριθμός των φοιτητών που συνέχισαν να δίνουν τη λάθος απάντηση ήταν τόσο μικρός που δεν μπορούν να ανακύψουν συμπεράσματα για τις εναλλακτικές τους ιδέες (το CRI ήταν μεγαλύτερο του 2,5 σε 4 φοιτητές οι οποίοι απάντησαν σε 3 ερωτήσεις διαφορετικές από αυτές όπου είχε εντοπιστεί αρχικά η εναλλακτική ιδέα).

Τα αποτελέσματα των φοιτητών του ΤΕΤΔ συγκρίθηκαν με αυτά των φοιτητών του Τμήματος Χημείας. Οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας φάνηκε να έχουν καλύτερη αντίληψη της οξυμετρίας-αλκαλιμετρίας, του χρόνου στον οποίο πραγματοποιείται η εξουδετέρωση και του ρόλου των δεικτών όταν πρέπει να προσδιορίσουμε οξέα σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση. Ωστόσο δυσκολεύτηκαν και εκείνοι να επιλέξουν τους κατάλληλους δείκτες σε πραγματικές συνθήκες και δεν είχαν την ικανότητα να σκεφτούν κρητικά και να ξεχωρίσουν πότε πρέπει να χρησιμοποιούνται η ογκομέτρηση οξειδοαναγωγής, εξουδετέρωσης, καταβύθισης και δημιουργίας συμπλόκου. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας που έδιναν λάθος απαντήσεις είχαν μεγάλη αυτοπεποίθηση ( $CRI > 2,5$ ) σε όλες τις ερωτήσεις. Δηλαδή οι εναλλακτικές ιδέες που έχουν οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας είναι περισσότερες από αυτές που έχουν οι φοιτητές του ΤΕΤΔ. Παρά τις υψηλότερες επιδόσεις τους στο μάθημα της Χημείας κατά τη διεξαγωγή των πανελλαδικών εξετάσεων που κυμαίνονταν από 12 έως 20 σε σχέση με αυτές των φοιτητών του ΤΕΤΔ που κυμαίνονταν από 6 έως 14, οι φοιτητές του Τμήματος Χημείας δεν διαφοροποιήθηκαν σημαντικά σε πάνω από τις

μισές ερωτήσεις και φάνηκε να έχουν και περισσότερες εναλλακτικές ιδέες. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν τα κενά του εκπαιδευτικού συστήματος τα οποία ξεκινούν από τη ΔΕ, αν όχι και πιο νωρίς, η οποία φαίνεται να προάγει τη στείρα αποστήθιση και όχι τη σταθερή γνώση που βασίζεται στην κριτική σκέψη.

Η διδακτική παρέμβαση φαίνεται να βοήθησε τους φοιτητές να καταλάβουν καλύτερα την ογκομέτρηση και τους μηχανισμούς-νόμους γύρω από αυτή, να αυξήσουν την αυτοπεποίθησή τους, να αναλάβουν πρωτοβουλίες και να πάρουν αποφάσεις και να εξαλείψουν τις εναλλακτικές τους ιδέες. Όπως δήλωσαν και οι ίδιοι στο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης της διδακτικής παρέμβασης, το εργαστήριο Αναλυτικής Χημείας τους βοήθησε να μάθουν περισσότερα πράγματα μόνοι τους, ένιωσαν μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση για τις ικανότητες τους σχετικά με το εργαστήριο και πιο ικανοί να εφαρμόσουν τις γνώσεις που απέκτησαν το τρέχον εξάμηνο, σε πραγματικά ερωτήματα, ανακάλυψαν τη σύνδεση μεταξύ εργαστηριακών πειραμάτων και πραγματικής ζωής και βελτιώθηκε το κίνητρο τους για την υλοποίηση των πειραμάτων.

Η διερευνητική μέθοδος η οποία χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα παρέμβαση είναι μια μέθοδος με πολλαπλά οφέλη που έχει θέση στα εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας. Υπάρχει μεγάλη ανάγκη να αλλάξει ο τρόπος διεξαγωγής των εργαστηρίων και οι φοιτητές να περάσουν από την «απλή εκτέλεση της συνταγής» σε μια πειραματική διαδικασία στην οποία κύριο ρόλο θα διαδραματίζουν οι γνώσεις και η κριτική σκέψη των φοιτητών, ενώ παράλληλα θα ενισχύονται εργαστηριακές δεξιότητες και δεξιότητες όπως η λήψη αποφάσεων κ.α.

Μελλοντικά θα μπορούσε να ερευνηθεί η υιοθέτηση της παρούσας διερευνητικής μεθόδου διδασκαλίας καθ'όλη τη διάρκεια του εξαμήνου και να εξεταστεί αν η αποτελεσματικότητα της μεθόδου είναι μεγαλύτερη. Επιπλέον, θα μπορούσε να εφαρμοστεί στα Εργαστήρια Αναλυτικής Χημείας που διεξάγονται σε άλλα Τμήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης προκειμένου να ερευνηθεί η αποτελεσματικότητά της και σε άλλους φοιτητές με διαφορετικό υπόβαθρο γνώσεων. Επιπροσθέτως, θα μπορούσε να ερευνηθεί η αποτελεσματικότητα της παρούσας μεθόδου και σε άλλα εργαστήρια που άπτονται στην Αναλυτική Χημεία, όπως ποιοτικής Αναλυτικής Χημείας ή ενόργανης ανάλυσης ή και σε άλλα εργαστήρια χημείας όπως εργαστήρια οργανικής χημείας, φυσικοχημείας κ.α.



## Παράρτημα 1

Δοκιμασία Sign και Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση

Πίνακας 39: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 1.

Total N	72
Test Statistic	51,000
Standard Error	3,674
Standardized Test Statistic	6,396
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Πίνακας 40: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 1.

Total N	72
Test Statistic	1450,500
Standard Error	112,185
Standardized Test Statistic	6,311
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Πίνακας 41: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 2.

Total N	72
Test Statistic	54,000
Standard Error	3,742
Standardized Test Statistic	6,815
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

Πίνακας 42: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 2.

Total N	72
Test Statistic	1541,000
Standard Error	118,750
Standardized Test Statistic	6,257
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 43: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 3.

Total N	72
Test Statistic	37,000
Standard Error	3,041
Standardized Test Statistic	5,918
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 44: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 3.

Total N	72
Test Statistic	703,000
Standard Error	64,230
Standardized Test Statistic	5,473
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 45: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 4.

Total N	72
Test Statistic	40,000
Standard Error	3,162
Standardized Test Statistic	6,166
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 46: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 4.

Total N	72
Test Statistic	820,000
Standard Error	72,111
Standardized Test Statistic	5,686
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 47: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 5.

Total N	72
Test Statistic	60,000
Standard Error	3,937
Standardized Test Statistic	7,239
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 48: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 5.

Total N	72
Test Statistic	1929,000
Standard Error	137,316
Standardized Test Statistic	6,937
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 49: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 6.

Total N	72
Test Statistic	40,000
Standard Error	3,279
Standardized Test Statistic	5,490
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 50: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 6.

Total N	72
Test Statistic	917,500
Standard Error	80,077
Standardized Test Statistic	5,551
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 51: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 7.

Total N	72
Test Statistic	50,000
Standard Error	3,536
Standardized Test Statistic	6,930
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 52: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 7.

Total N	72
Test Statistic	1275,000
Standard Error	100,390
Standardized Test Statistic	6,350
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 53: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 8.

Total N	72
Test Statistic	56,000
Standard Error	3,873
Standardized Test Statistic	6,584
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 54: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 8.

Total N	72
Test Statistic	1768,000
Standard Error	131,639
Standardized Test Statistic	6,480
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 55: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 9.

Total N	72
Test Statistic	59,000
Standard Error	3,873
Standardized Test Statistic	7,359
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 56: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 9.

Total N	72
Test Statistic	1786,000
Standard Error	131,510
Standardized Test Statistic	6,623
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 57: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 10.

Total N	72
Test Statistic	54,000
Standard Error	3,775
Standardized Test Statistic	6,623
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 58: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 10.

Total N	72
Test Statistic	1603,500
Standard Error	121,796
Standardized Test Statistic	6,380
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 59: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 11.

Total N	72
Test Statistic	53,000
Standard Error	3,708
Standardized Test Statistic	6,742
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 60: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 11.

Total N	72
Test Statistic	1511,000
Standard Error	115,667
Standardized Test Statistic	6,406
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 61: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 12.

Total N	72
Test Statistic	57,000
Standard Error	3,808
Standardized Test Statistic	7,222
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 62: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 12.

Total N	72
Test Statistic	1694,000
Standard Error	124,937
Standardized Test Statistic	6,711
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000



Πίνακας 63: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 13.

Total N	72
Test Statistic	63,000
Standard Error	4,000
Standardized Test Statistic	7,625
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 64: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 13.

Total N	72
Test Statistic	2059,500
Standard Error	144,014
Standardized Test Statistic	7,079
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 65: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 14.

Total N	72
Test Statistic	60,000
Standard Error	3,873
Standardized Test Statistic	7,617
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 66: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 14.

Total N	72
Test Statistic	1830,000
Standard Error	128,817
Standardized Test Statistic	7,103
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 67: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 15.

Total N	72
Test Statistic	59,000
Standard Error	3,905
Standardized Test Statistic	7,170
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 68: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 15.

Total N	72
Test Statistic	1851,000
Standard Error	133,889
Standardized Test Statistic	6,763
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 69: Δοκιμασία Sign για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 16.

Total N	71
Test Statistic	58,000
Standard Error	3,873
Standardized Test Statistic	7,100
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 70: Δοκιμασία Wilcoxon για τις απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση στην ερώτηση 16.

Total N	71
Test Statistic	1804,000
Standard Error	131,282
Standardized Test Statistic	6,772
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 71: Δοκιμασία Sign για τη συνολική βαθμολογία των φοιτητών των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση.

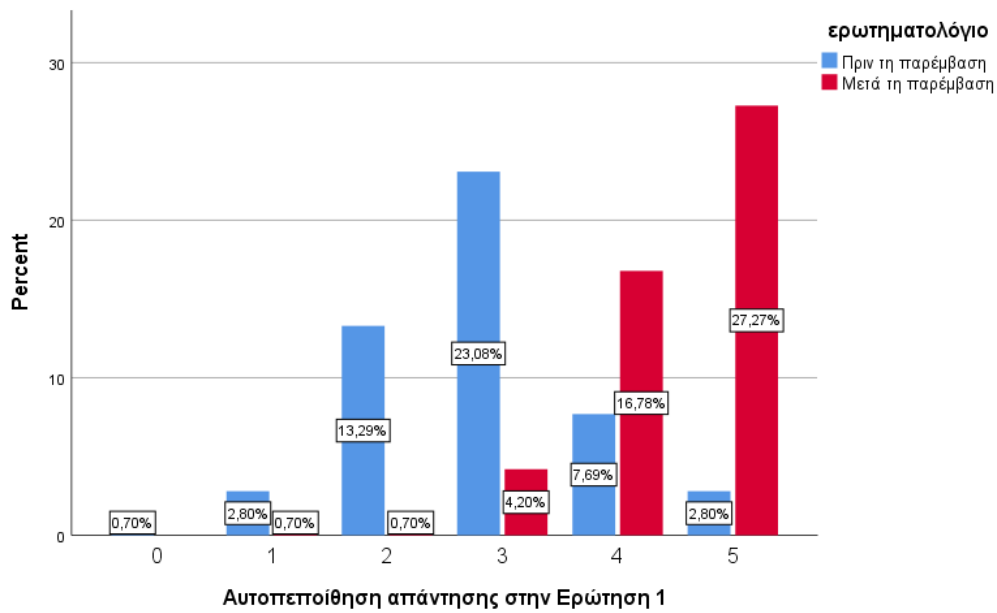
Total N	73
Test Statistic	72,000
Standard Error	4,272
Standardized Test Statistic	8,193
Asymptotic Sig.(2-sided test)	,000

Πίνακας 72: Δοκιμασία Wilcoxon για τη συνολική βαθμολογία των φοιτητών των φοιτητών του ΤΕΤΔ πριν και μετά την παρέμβαση

Total N	73
Test Statistic	2694,500
Standard Error	181,755
Standardized Test Statistic	7,395
Asymptotic Sig. (2-sided test)	,000

## Παράρτημα 2

### Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ

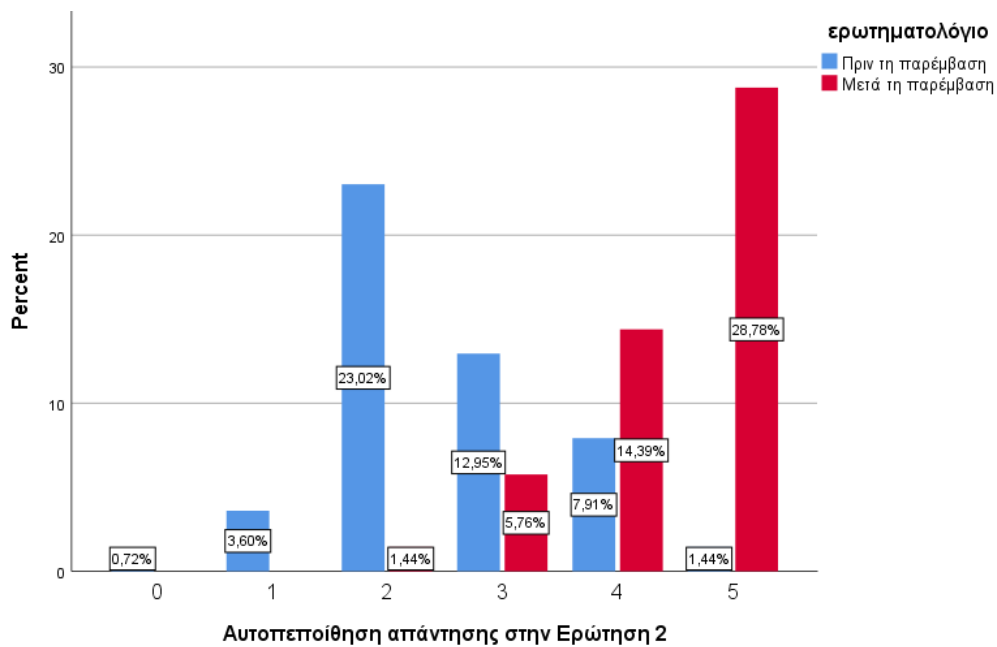


Γράφημα 43: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 1, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 73: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 1, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	0	Count	1	0	1
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
	1	Count	4	1	5
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	80,0%	20,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	5,6%	1,4%	3,5%
2	Count	19	1	20	

	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	95,0%	5,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	26,4%	1,4%	14,0%
	Count	33	6	39
3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	84,6%	15,4%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	45,8%	8,5%	27,3%
	Count	11	24	35
4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	31,4%	68,6%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	15,3%	33,8%	24,5%
	Count	4	39	43
5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	9,3%	90,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	5,6%	54,9%	30,1%
	Count	72	71	143
Total	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 1	50,3%	49,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



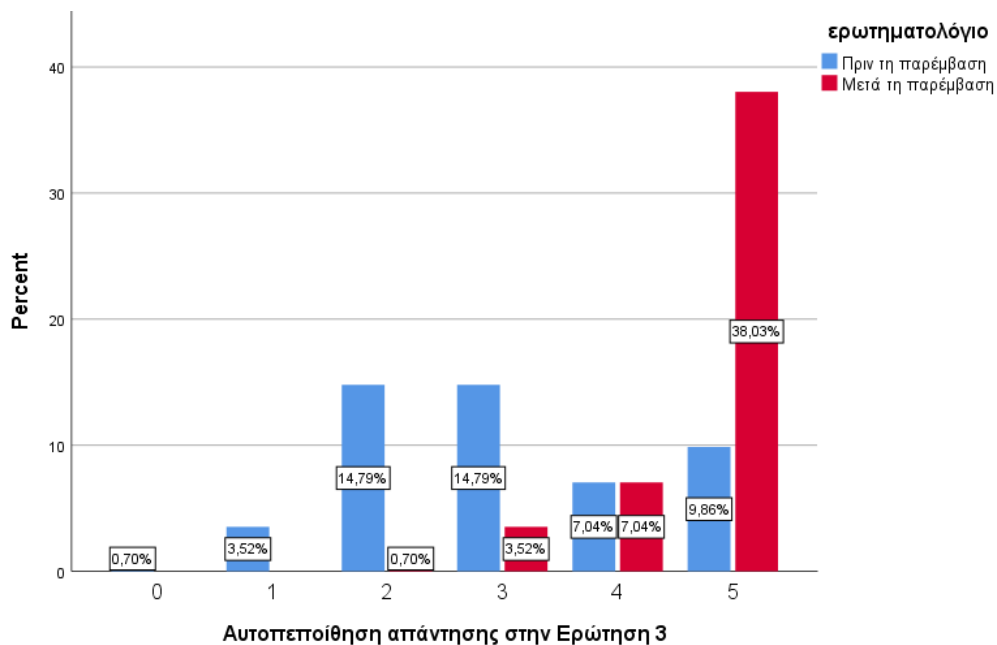
Γράφημα 44: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 2, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 74: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 2, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	0	Count	1	0	1
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
	1	Count	5	0	5
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	7,2%	0,0%	3,6%
	2	Count	32	2	34
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	94,1%	5,9%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	46,4%	2,9%	24,5%
		Count	18	8	26
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	69,2%	30,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	26,1%	11,4%	18,7%
		Count	11	20	31
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	35,5%	64,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	15,9%	28,6%	22,3%
		Count	2	40	42
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	4,8%	95,2%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	2,9%	57,1%	30,2%
		Count	69	70	139
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2	49,6%	50,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



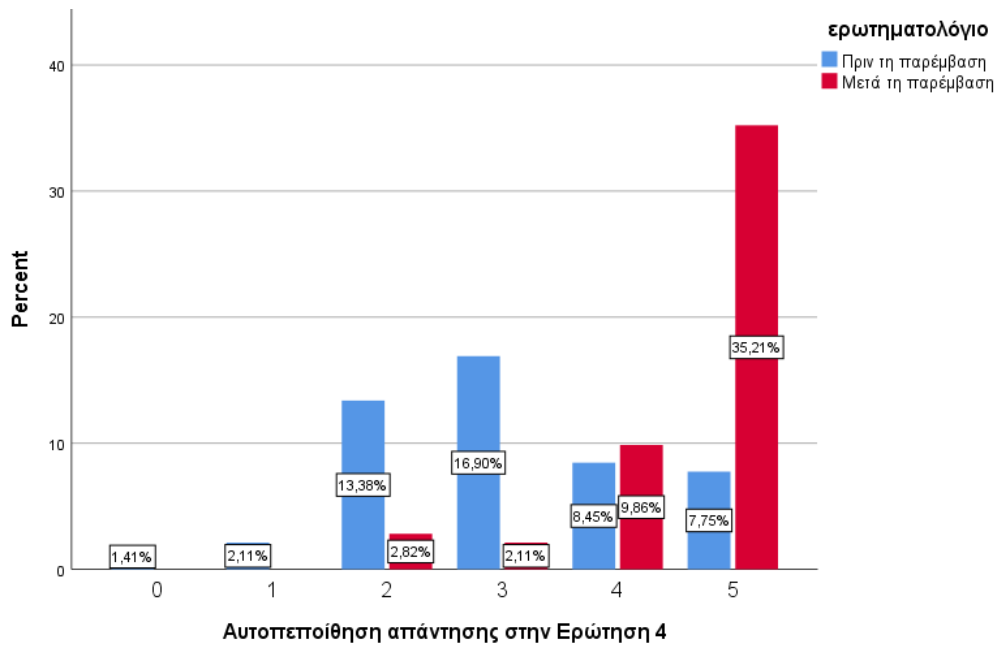


Γράφημα 45: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 3, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 75: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 3, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	0	Count	1	0	1
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
	1	Count	5	0	5
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	6,9%	0,0%	3,5%
	2	Count	21	1	22
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	95,5%	4,5%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	29,2%	1,4%	15,5%
		Count	21	5	26
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	80,8%	19,2%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	29,2%	7,1%	18,3%
		Count	10	10	20
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	50,0%	50,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	13,9%	14,3%	14,1%
		Count	14	54	68
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	20,6%	79,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	19,4%	77,1%	47,9%
		Count	72	70	142
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 3	50,7%	49,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%
Total					

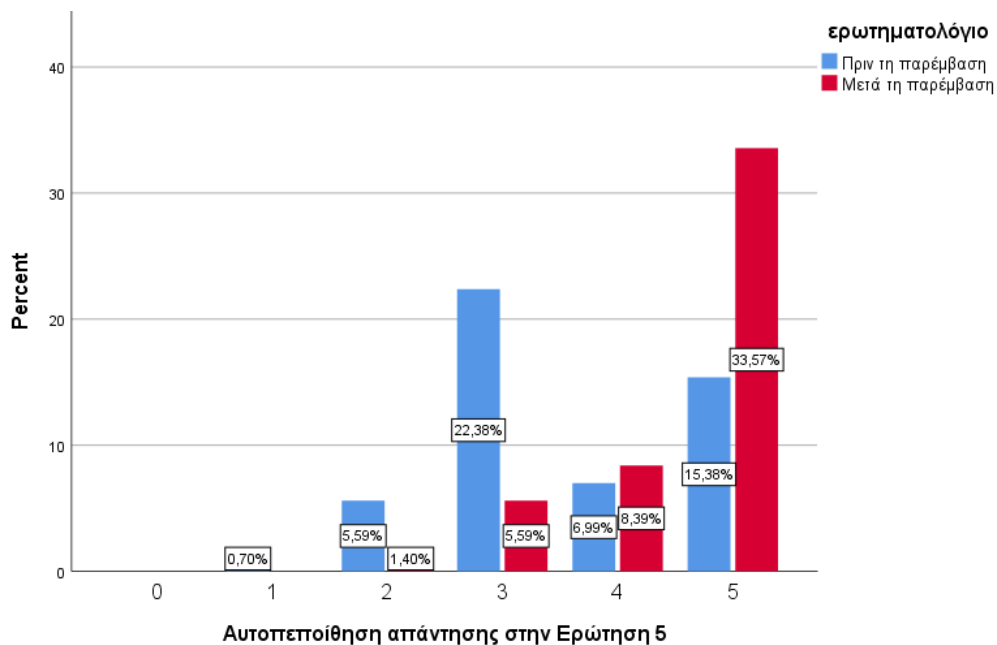


Γράφημα 46: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 4, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 76: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 4, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	0	Count	2	0	2
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	2,8%	0,0%	1,4%
	1	Count	3	0	3
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	4,2%	0,0%	2,1%
	2	Count	19	4	23
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	82,6%	17,4%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	26,8%	5,6%	16,2%
		Count	24	3	27
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	88,9%	11,1%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	33,8%	4,2%	19,0%
		Count	12	14	26
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	46,2%	53,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	16,9%	19,7%	18,3%
		Count	11	50	61
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	18,0%	82,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	15,5%	70,4%	43,0%
		Count	71	71	142
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4	50,0%	50,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%
Total					

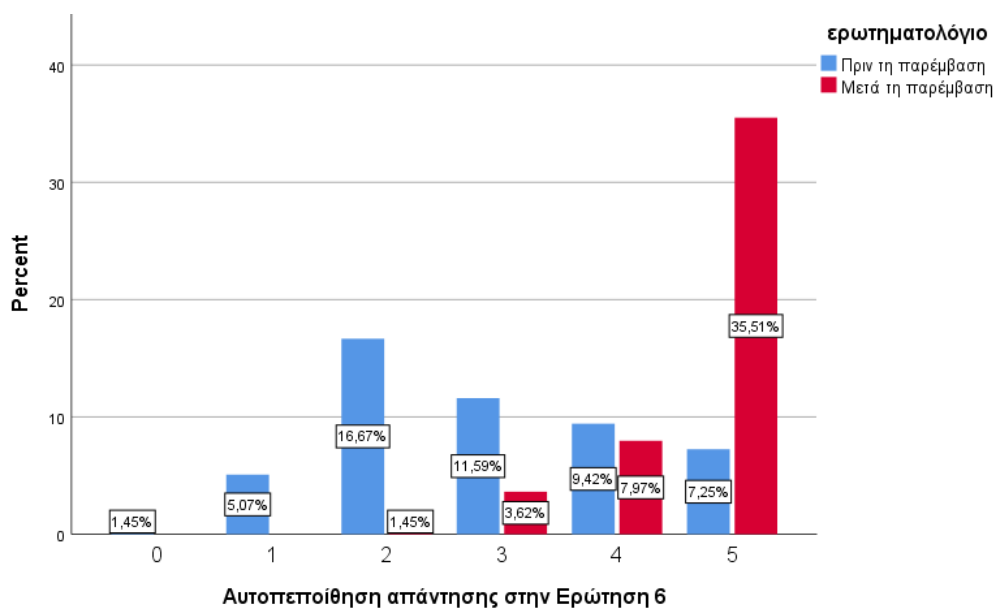


Γράφημα 47: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 5, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 77: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 5, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	Count	1	0	1
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	100,0%	0,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
	Count	8	2	10
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	80,0%	20,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	11,0%	2,9%	7,0%
	Count	32	8	40
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	80,0%	20,0%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	43,8%	11,4%	28,0%
		Count	10	12	22
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	45,5%	54,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	13,7%	17,1%	15,4%
		Count	22	48	70
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	31,4%	68,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	30,1%	68,6%	49,0%
Total		Count	73	70	143
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5	51,0%	49,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

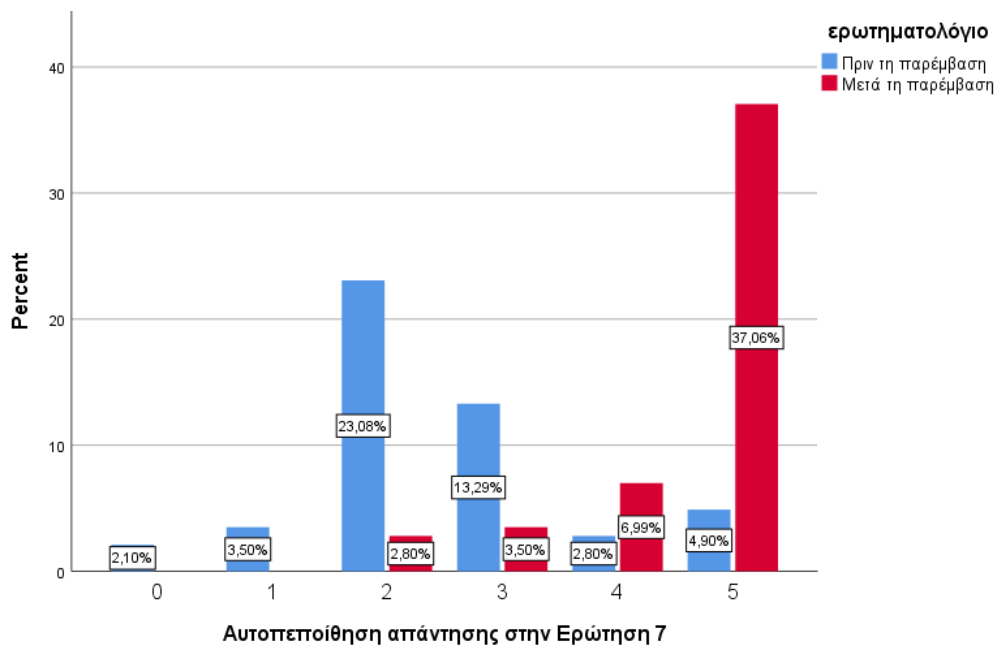


Γράφημα 48: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 6, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 78: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 6, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	0	Count	2	0	2
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	2,8%	0,0%	1,4%
	1	Count	7	0	7
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	9,9%	0,0%	5,1%
	2	Count	23	2	25
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	92,0%	8,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	32,4%	3,0%	18,1%
	3	Count	16	5	21
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	76,2%	23,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	22,5%	7,5%	15,2%
4	Count	13	11	24	
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	54,2%	45,8%	100,0%	
	% within ερωτηματολόγιο	18,3%	16,4%	17,4%	

		Count	10	49	59
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	16,9%	83,1%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	14,1%	73,1%	42,8%
Total		Count	71	67	138
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6	51,4%	48,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



Γράφημα 49: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 7, πριν και μετά την παρέμβαση.

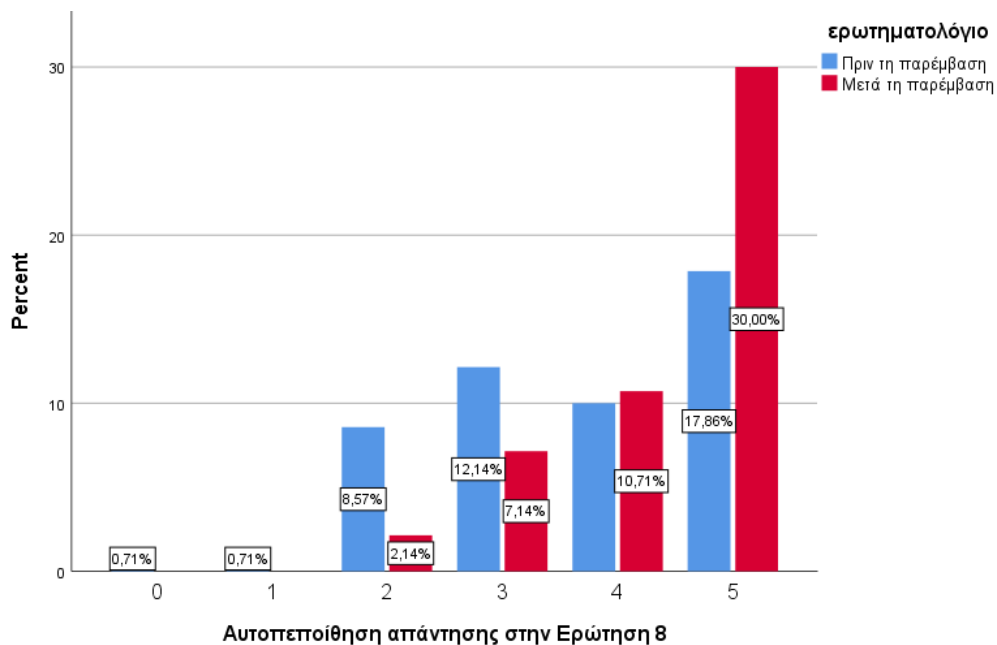
Πίνακας 79: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 7, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
0	Count	3	0	3



Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	100,0%	0,0%	100,0%	
		% within ερωτηματολόγιο	4,2%	0,0%	2,1%	
		Count	5	0	5	
	1		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	100,0%	0,0%	100,0%
			% within ερωτηματολόγιο	7,0%	0,0%	3,5%
			Count	33	4	37
	2		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	89,2%	10,8%	100,0%
			% within ερωτηματολόγιο	46,5%	5,6%	25,9%
			Count	19	5	24
	3		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	79,2%	20,8%	100,0%
			% within ερωτηματολόγιο	26,8%	6,9%	16,8%
			Count	4	10	14
	4		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	28,6%	71,4%	100,0%
			% within ερωτηματολόγιο	5,6%	13,9%	9,8%
			Count	7	53	60
	5		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	11,7%	88,3%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	9,9%	73,6%	42,0%
		Count	71	72	143
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7	49,7%	50,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



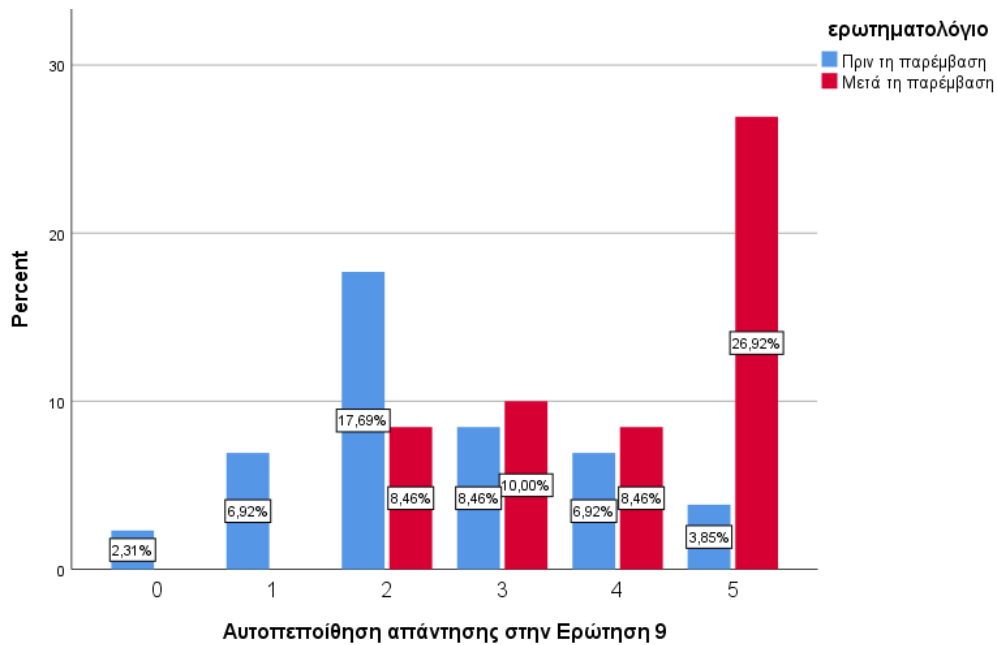
Γράφημα 50: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 8, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 80: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 8, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
		Count	1	0	1
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	0	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%

		Count	1	0	1
	1	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
		Count	12	3	15
	2	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	80,0%	20,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	17,1%	4,3%	10,7%
		Count	17	10	27
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	63,0%	37,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	24,3%	14,3%	19,3%
		Count	14	15	29
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	48,3%	51,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	20,0%	21,4%	20,7%
		Count	25	42	67
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	37,3%	62,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	35,7%	60,0%	47,9%
Total		Count	70	70	140

% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8	50,0%	50,0%	100,0%
% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

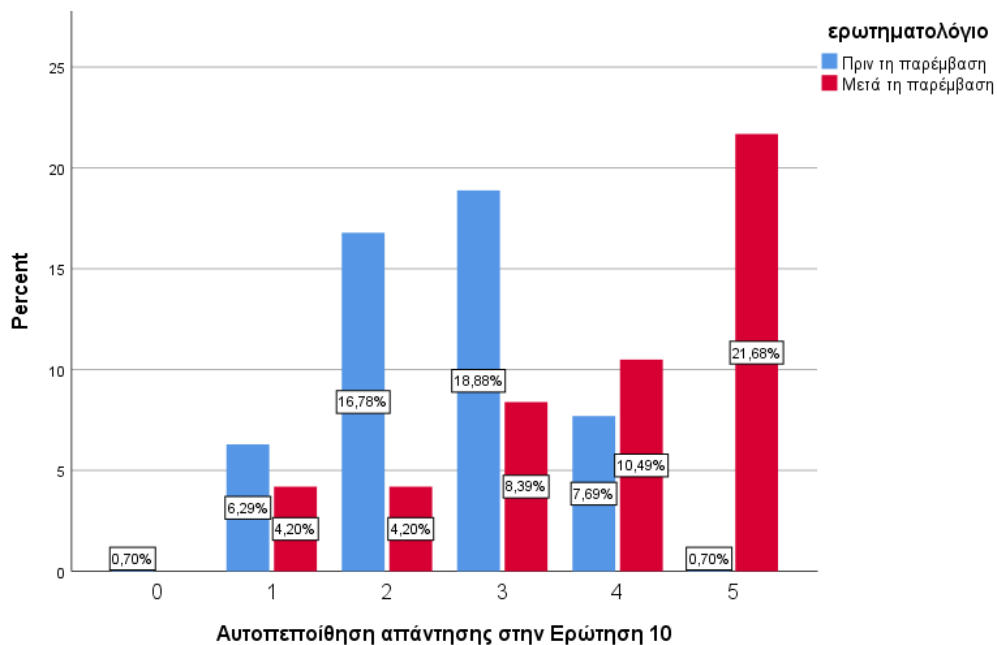


Γράφημα 51: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 9, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 81: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 9, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	Count	3	0	3
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	100,0%	0,0%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	5,0%	0,0%	2,3%
	Count	9	0	9
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	100,0%	0,0%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	15,0%	0,0%	6,9%
		Count	23	11	34
	2	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	67,6%	32,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	38,3%	15,7%	26,2%
		Count	11	13	24
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	45,8%	54,2%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	18,3%	18,6%	18,5%
		Count	9	11	20
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	45,0%	55,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	15,0%	15,7%	15,4%
		Count	5	35	40
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	12,5%	87,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	8,3%	50,0%	30,8%
		Count	60	70	130
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 9	46,2%	53,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

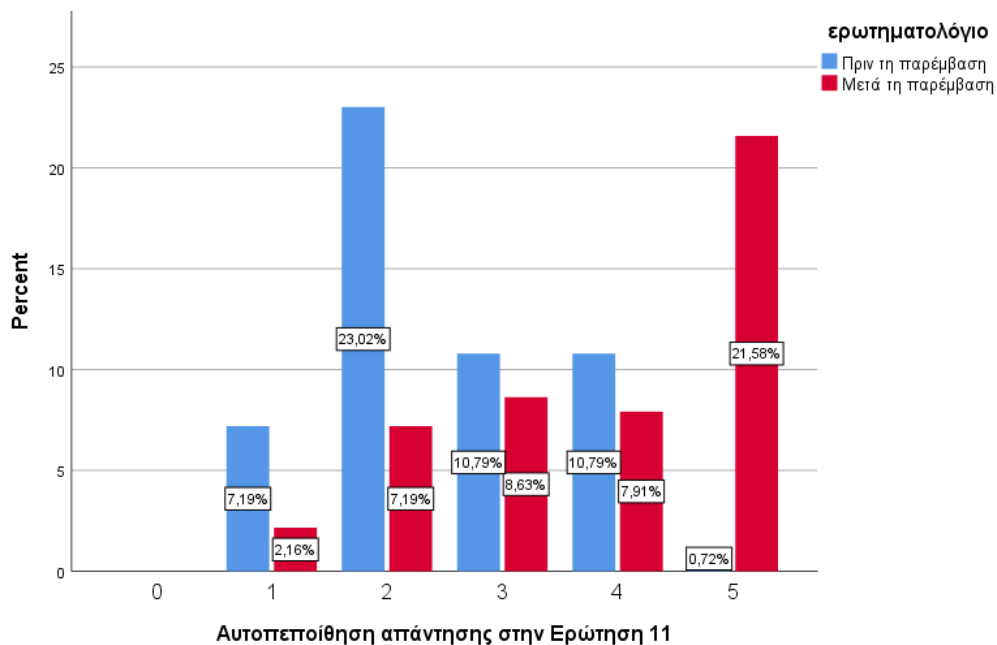


Γράφημα 52: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 10, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 82: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 10, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	0	Count	1	0	1
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	0,0%	0,7%
	1	Count	9	6	15
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	60,0%	40,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	12,3%	8,6%	10,5%
	2	Count	24	6	30
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	80,0%	20,0%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	32,9%	8,6%	21,0%
		Count	27	12	39
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	69,2%	30,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	37,0%	17,1%	27,3%
		Count	11	15	26
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	42,3%	57,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	15,1%	21,4%	18,2%
		Count	1	31	32
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	3,1%	96,9%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	44,3%	22,4%
		Count	73	70	143
	Total	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10	51,0%	49,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



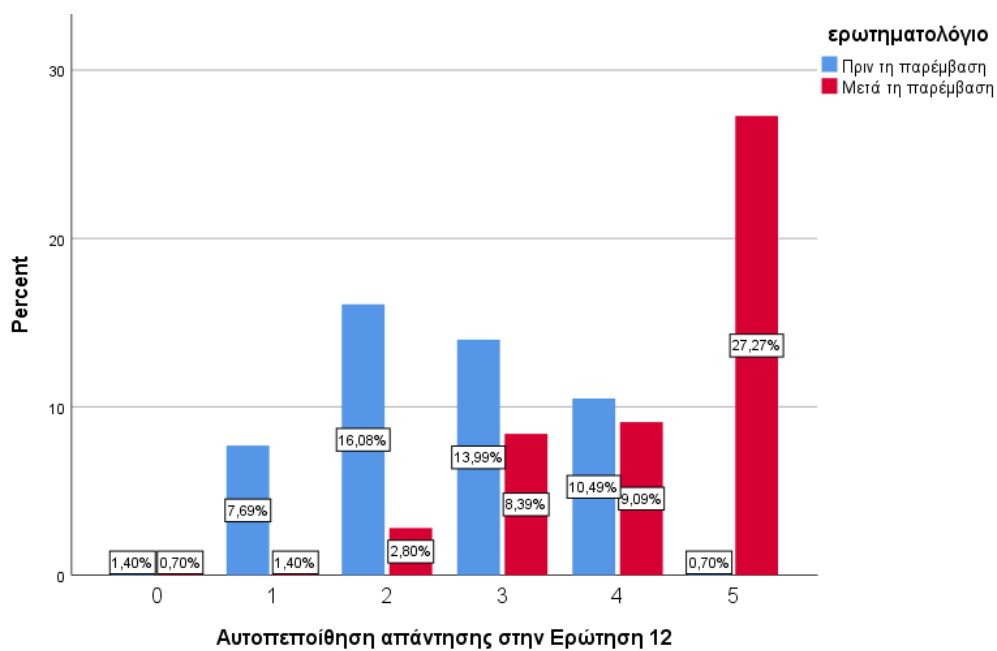
Γράφημα 53: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 83: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	1	Count	10	3	13
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	76,9%	23,1%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	13,7%	4,5%	9,4%
	2	Count	32	10	42
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	76,2%	23,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	43,8%	15,2%	30,2%
	3	Count	15	12	27
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	55,6%	44,4%	100,0%



		% within ερωτηματολόγιο	20,5%	18,2%	19,4%
		Count	15	11	26
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	57,7%	42,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	20,5%	16,7%	18,7%
		Count	1	30	31
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	3,2%	96,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	45,5%	22,3%
		Count	73	66	139
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 11	52,5%	47,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

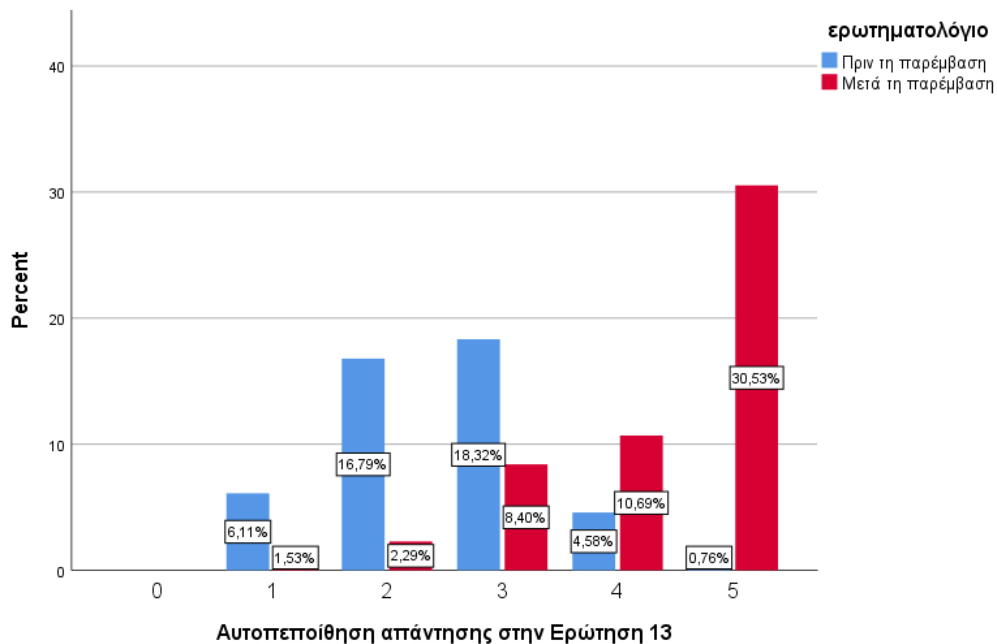


Γράφημα 54: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 84: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	0	Count	2	1	3
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	66,7%	33,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	2,8%	1,4%	2,1%
	1	Count	11	2	13
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	84,6%	15,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	15,3%	2,8%	9,1%
	2	Count	23	4	27
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	85,2%	14,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	31,9%	5,6%	18,9%
	3	Count	20	12	32
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	62,5%	37,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	27,8%	16,9%	22,4%
4	Count	15	13	28	
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	53,6%	46,4%	100,0%	

		% within ερωτηματολόγιο	20,8%	18,3%	19,6%
		Count	1	39	40
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	2,5%	97,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,4%	54,9%	28,0%
		Count	72	71	143
	Total	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 12	50,3%	49,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

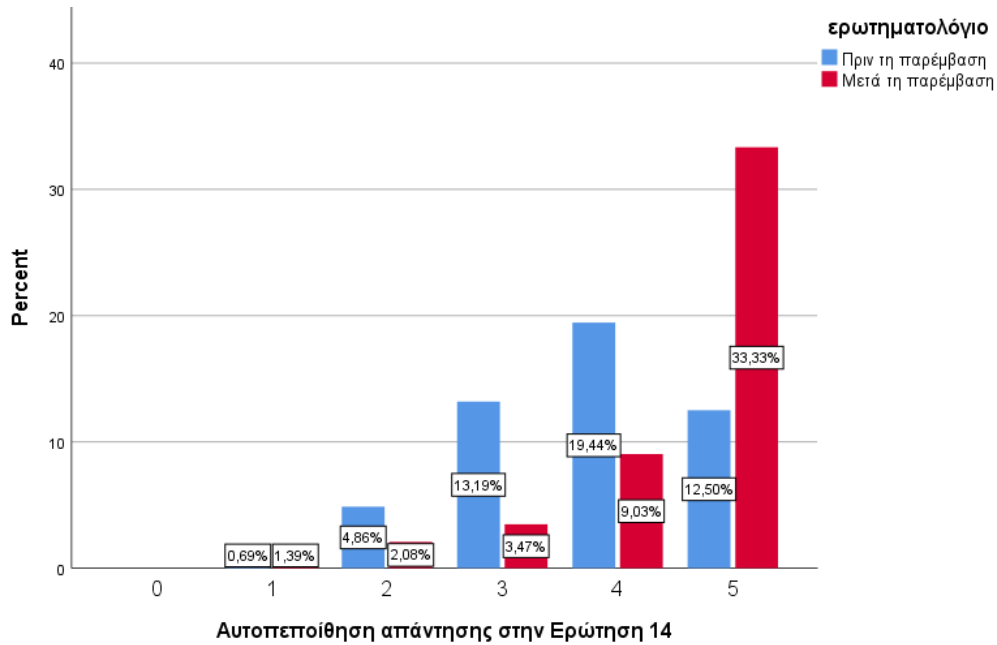


Γράφημα 55: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 85: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	1	Count	8	2	10
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	80,0%	20,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	13,1%	2,9%	7,6%
	2	Count	22	3	25
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	88,0%	12,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	36,1%	4,3%	19,1%
	3	Count	24	11	35
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	68,6%	31,4%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	39,3%	15,7%	26,7%
	4	Count	6	14	20
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	30,0%	70,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	9,8%	20,0%	15,3%
	5	Count	1	40	41
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	2,4%	97,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	1,6%	57,1%	31,3%

Total	Count	61	70	131
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13	46,6%	53,4%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%

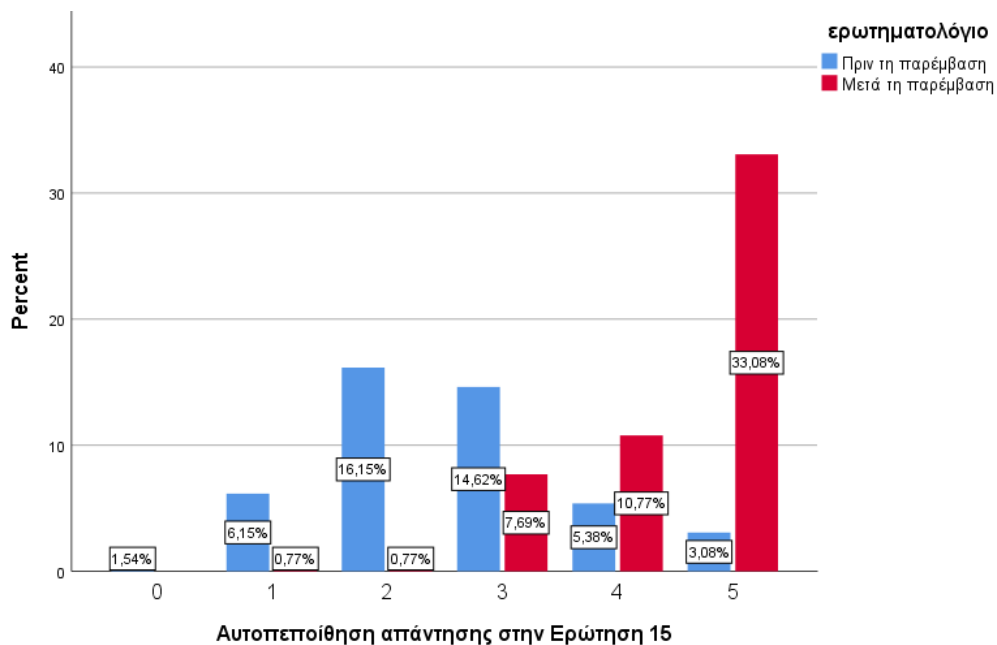


Γράφημα 56: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 86: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	Count	1	2	3
	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	33,3%	66,7%	100,0%
	% within ερωτηματολόγιο	1,4%	2,8%	2,1%
	Count	7	3	10

		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	70,0%	30,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	9,6%	4,2%	6,9%
		Count	19	5	24
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	79,2%	20,8%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	26,0%	7,0%	16,7%
		Count	28	13	41
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	68,3%	31,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	38,4%	18,3%	28,5%
		Count	18	48	66
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	27,3%	72,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	24,7%	67,6%	45,8%
		Count	73	71	144
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 14	50,7%	49,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



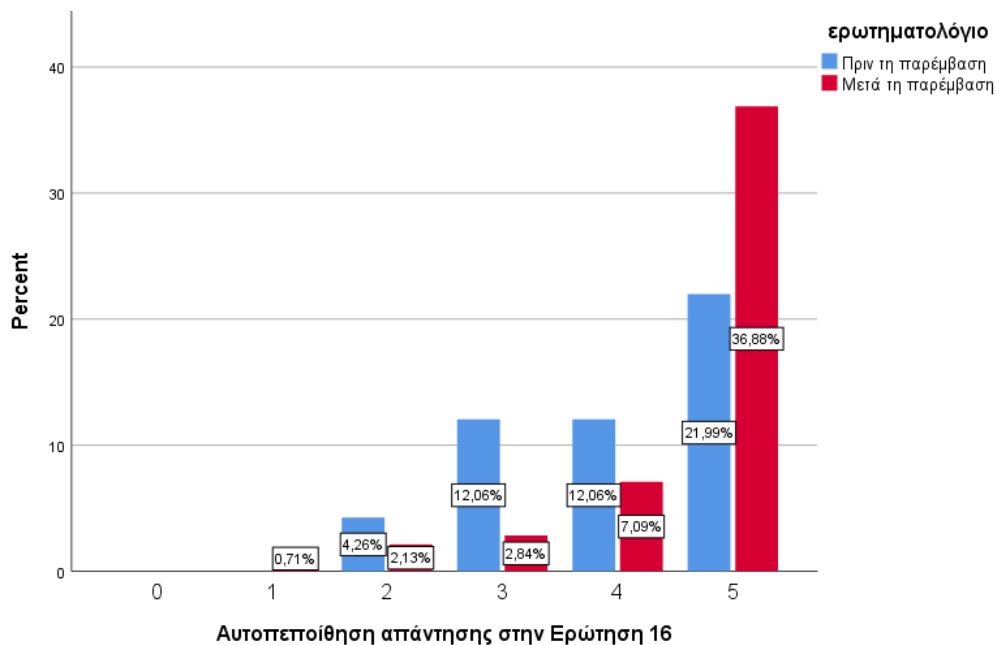
Γράφημα 57: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 87: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	0	Count	2	0	2
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	100,0%	0,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	3,3%	0,0%	1,5%
	1	Count	8	1	9
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	88,9%	11,1%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	13,1%	1,4%	6,9%
	2	Count	21	1	22
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	95,5%	4,5%	100,0%

		% within ερωτηματολόγιο	34,4%	1,4%	16,9%
		Count	19	10	29
	3	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	65,5%	34,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	31,1%	14,5%	22,3%
		Count	7	14	21
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	33,3%	66,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	11,5%	20,3%	16,2%
		Count	4	43	47
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	8,5%	91,5%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	6,6%	62,3%	36,2%
		Count	61	69	130
	Total	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15	46,9%	53,1%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



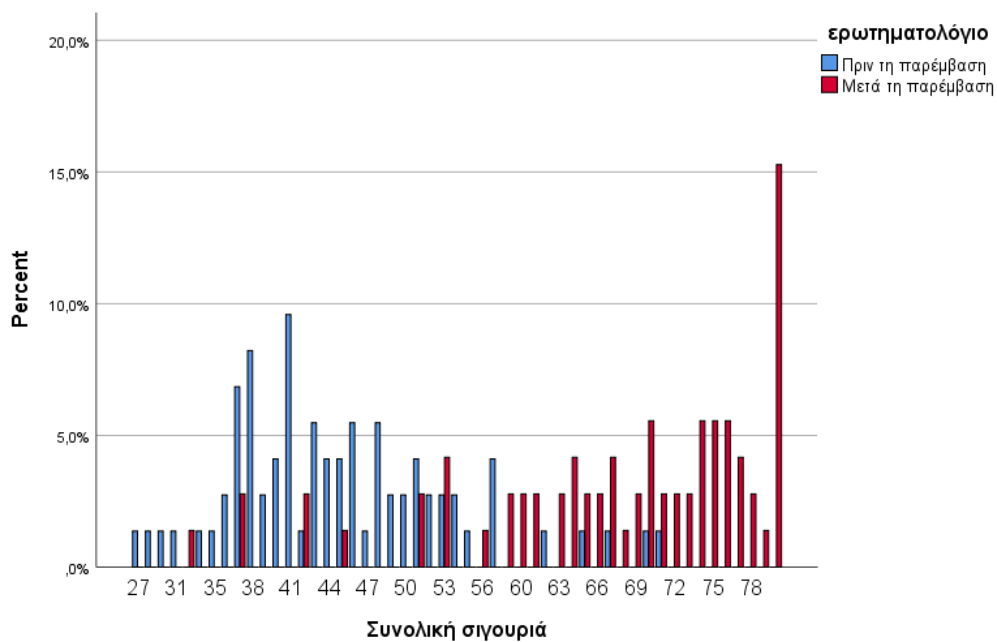


Γράφημα 58: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16, πριν και μετά την παρέμβαση.

Πίνακας 88: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16, πριν και μετά την παρέμβαση.

		Πριν τη παρέμβαση	Μετά τη παρέμβαση	Total	
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	1	Count	0	1	
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	0,0%	100,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	0,0%	1,4%	0,7%
	2	Count	6	3	9
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	66,7%	33,3%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	8,5%	4,3%	6,4%
	3	Count	17	4	21
		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	81,0%	19,0%	100,0%

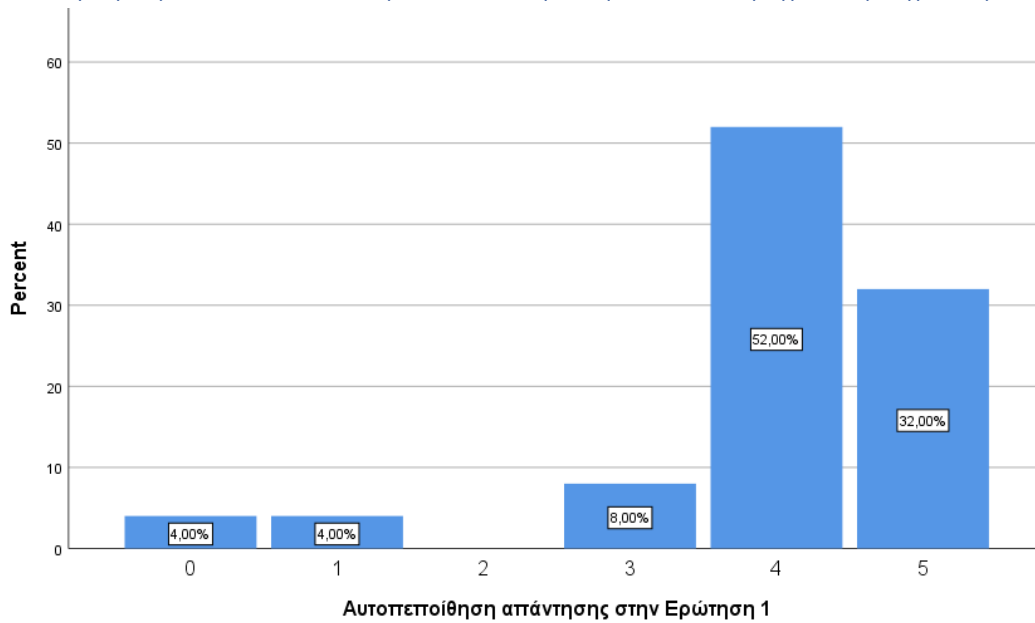
		% within ερωτηματολόγιο	23,9%	5,7%	14,9%
		Count	17	10	27
	4	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	63,0%	37,0%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	23,9%	14,3%	19,1%
		Count	31	52	83
	5	% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	37,3%	62,7%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	43,7%	74,3%	58,9%
		Count	71	70	141
Total		% within Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16	50,4%	49,6%	100,0%
		% within ερωτηματολόγιο	100,0%	100,0%	100,0%



Γράφημα 59: Σύνολο ποσοσטיαίων απαντήσεων των φοιτητών του ΤΕΤΔ σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στις ερωτήσεις, πριν και μετά την παρέμβαση.

### Παράρτημα 3

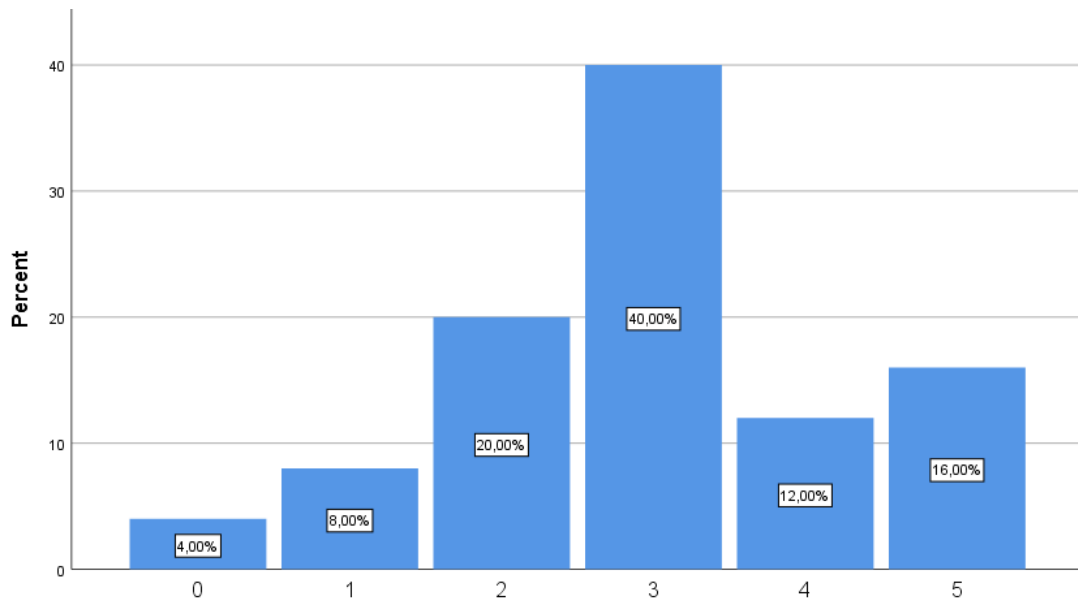
#### Υπολογισμός CRI των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας



Γράφημα 60: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 1.

Πίνακας 89: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 1.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	4,0	4,0
	1	3	4,0	8,0
	3	6	8,0	16,0
	4	39	52,0	68,0
	5	24	32,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0

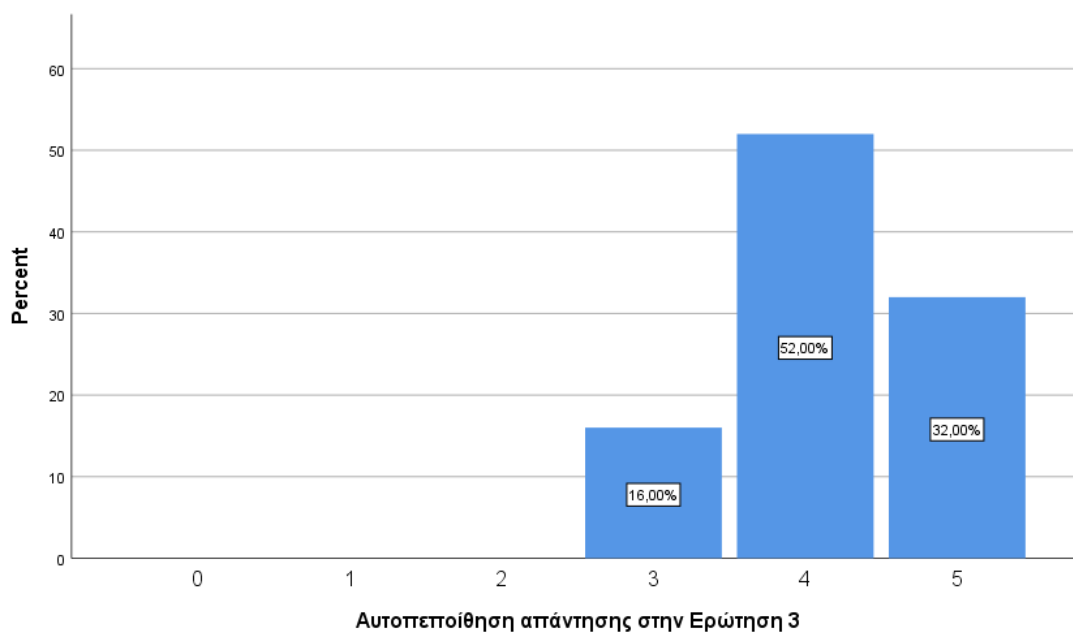


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 2

Γράφημα 61: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 2.

Πίνακας 90: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 2.

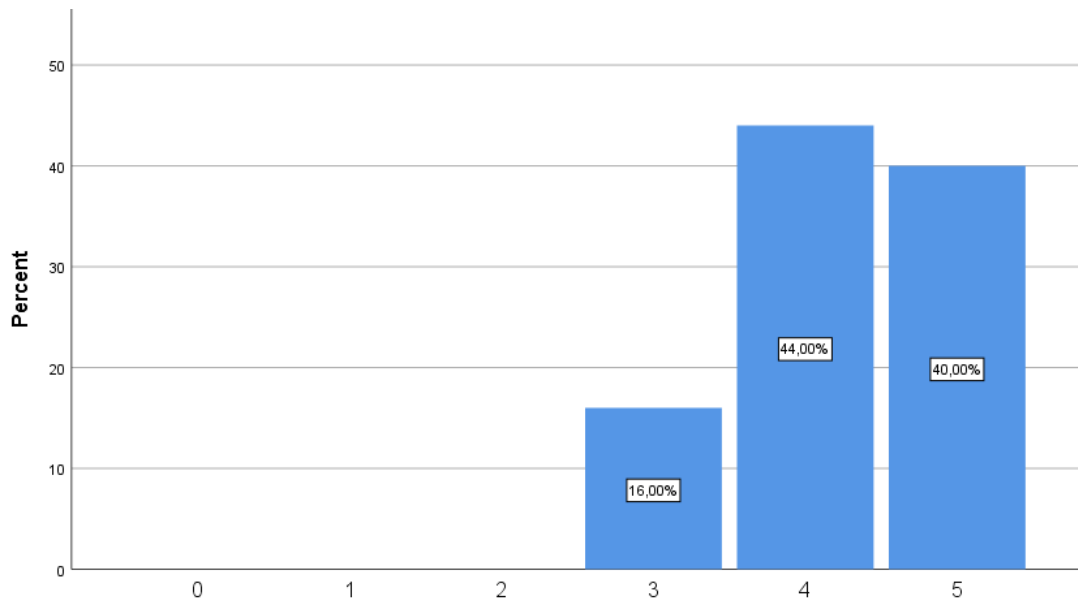
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	4,0	4,0
	1	6	8,0	12,0
	2	15	20,0	32,0
	3	30	40,0	72,0
	4	9	12,0	84,0
	5	12	16,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0



Γράφημα 62: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 3.

Πίνακας 91: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 3.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	12	16,0	16,0	16,0
	4	39	52,0	52,0	68,0
	5	24	32,0	32,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	

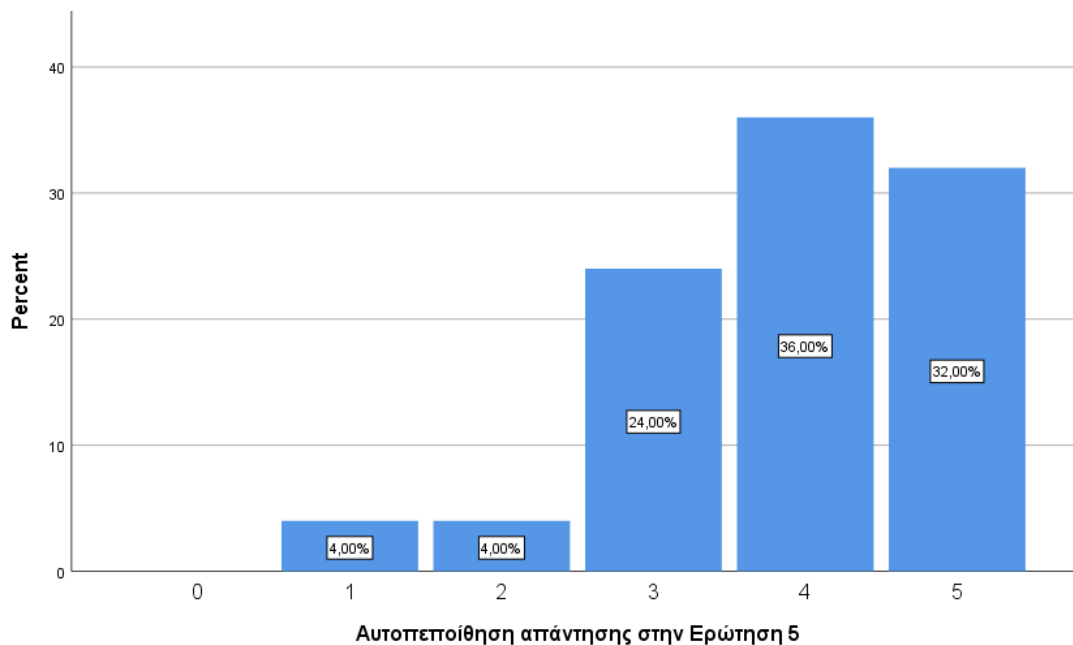


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 4

Γράφημα 63: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 4.

Πίνακας 92: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 4.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	12	16,0	16,0	16,0
	4	33	44,0	44,0	60,0
	5	30	40,0	40,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



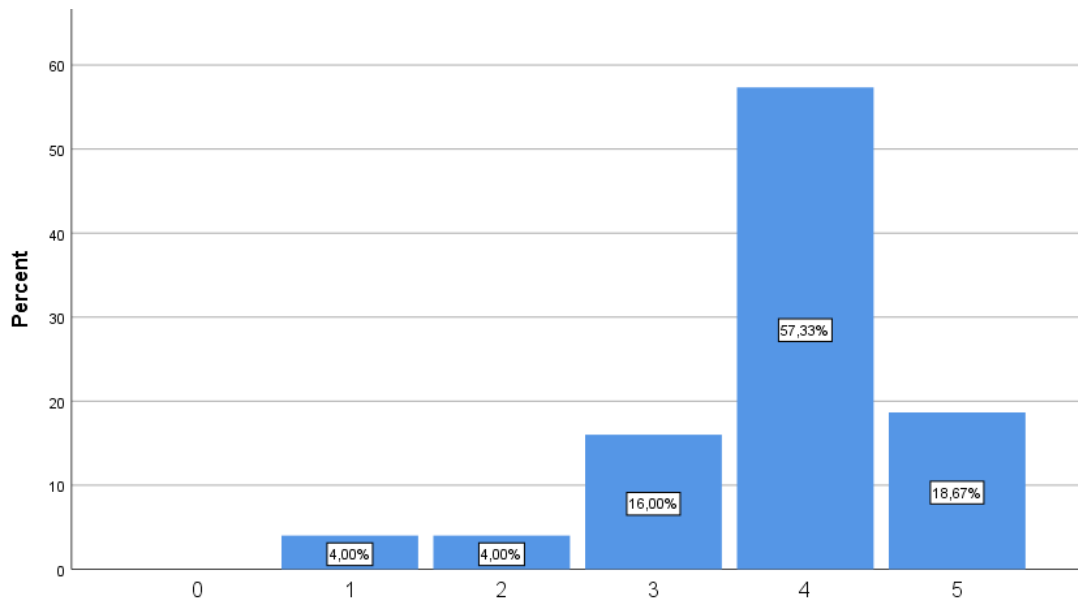
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 5

Γράφημα 64: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 5.

Πίνακας 93: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 5.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	4,0	4,0	4,0
	2	3	4,0	4,0	8,0
	3	18	24,0	24,0	32,0
	4	27	36,0	36,0	68,0
	5	24	32,0	32,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



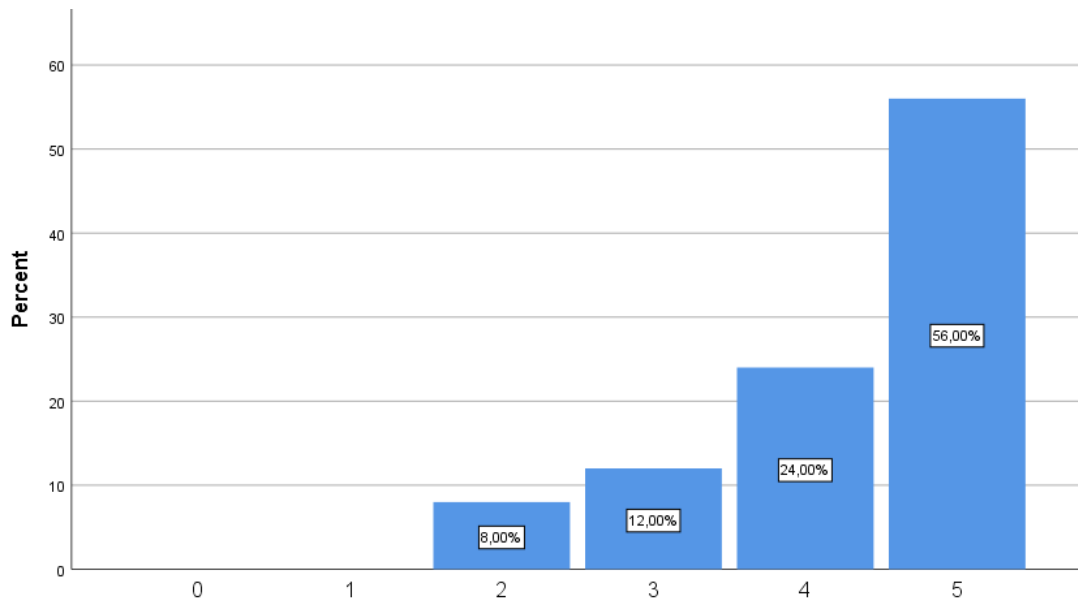


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 6

Γράφημα 65: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 6.

Πίνακας 94: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 6.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	4,0	4,0	4,0
	2	3	4,0	4,0	8,0
	3	12	16,0	16,0	24,0
	4	43	57,3	57,3	81,3
	5	14	18,7	18,7	100,0
	Total	75	100,0	100,0	

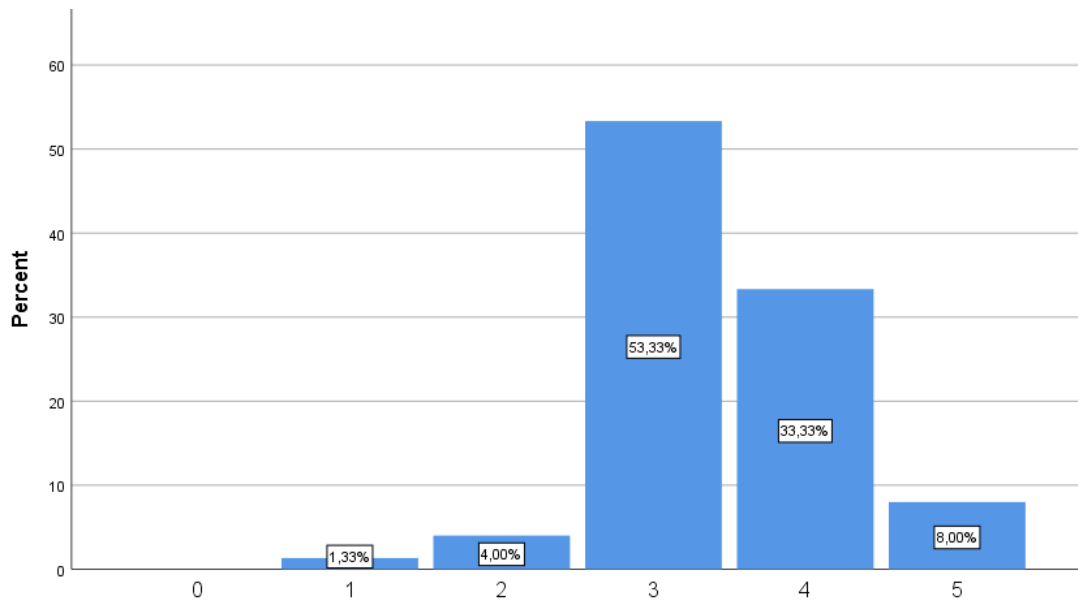


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 7

Γράφημα 66: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 7.

Πίνακας 95: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 7.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	6	8,0	8,0	8,0
	3	9	12,0	12,0	20,0
	4	18	24,0	24,0	44,0
	5	42	56,0	56,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	

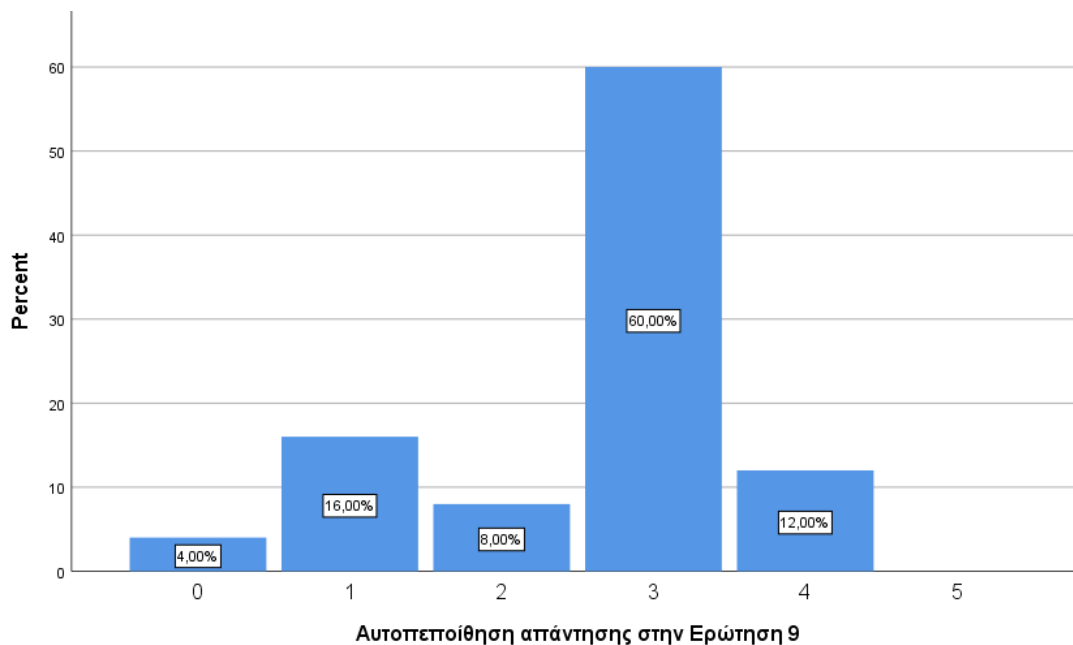


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 8

Γράφημα 67: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 8.

Πίνακας 96: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 8.

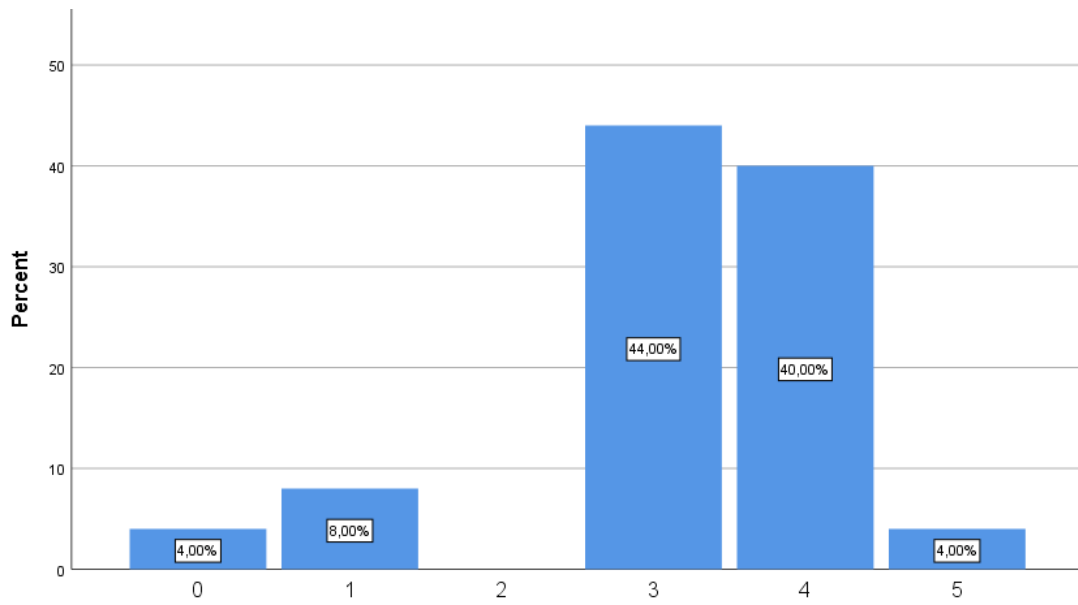
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	1	1,3	1,3	1,3
	2	3	4,0	4,0	5,3
	3	40	53,3	53,3	58,7
	4	25	33,3	33,3	92,0
	5	6	8,0	8,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 68: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 9.

Πίνακας 97: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 9.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	3	4,0	4,0	4,0
Valid 1	12	16,0	16,0	20,0
Valid 2	6	8,0	8,0	28,0
Valid 3	45	60,0	60,0	88,0
Valid 4	9	12,0	12,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	

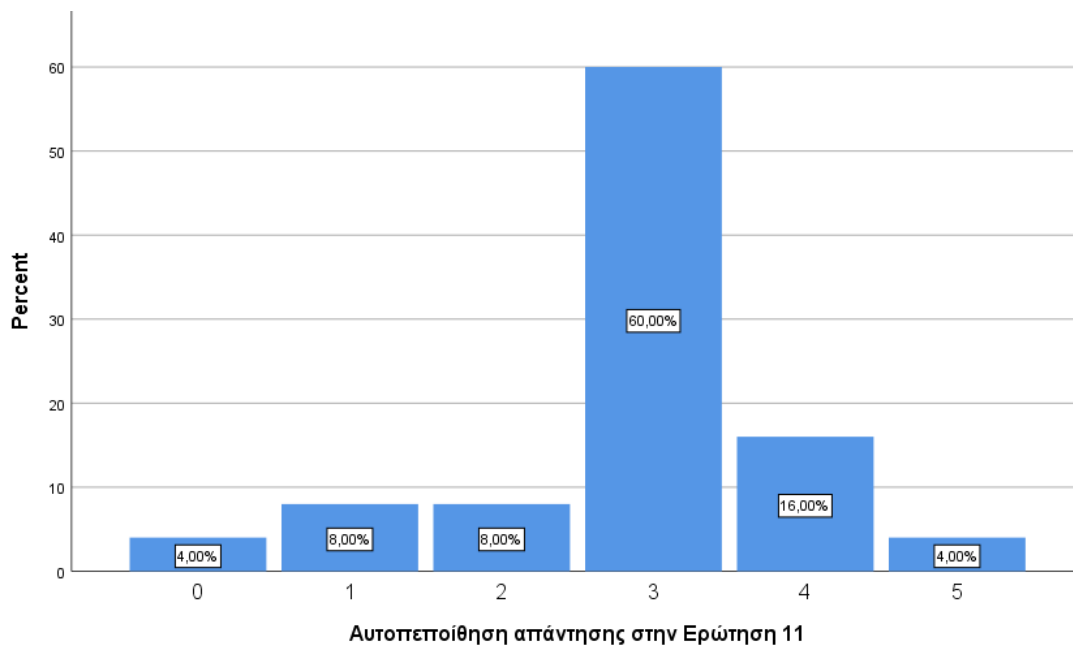


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 10

Γράφημα 69: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 10.

Πίνακας 98: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 10.

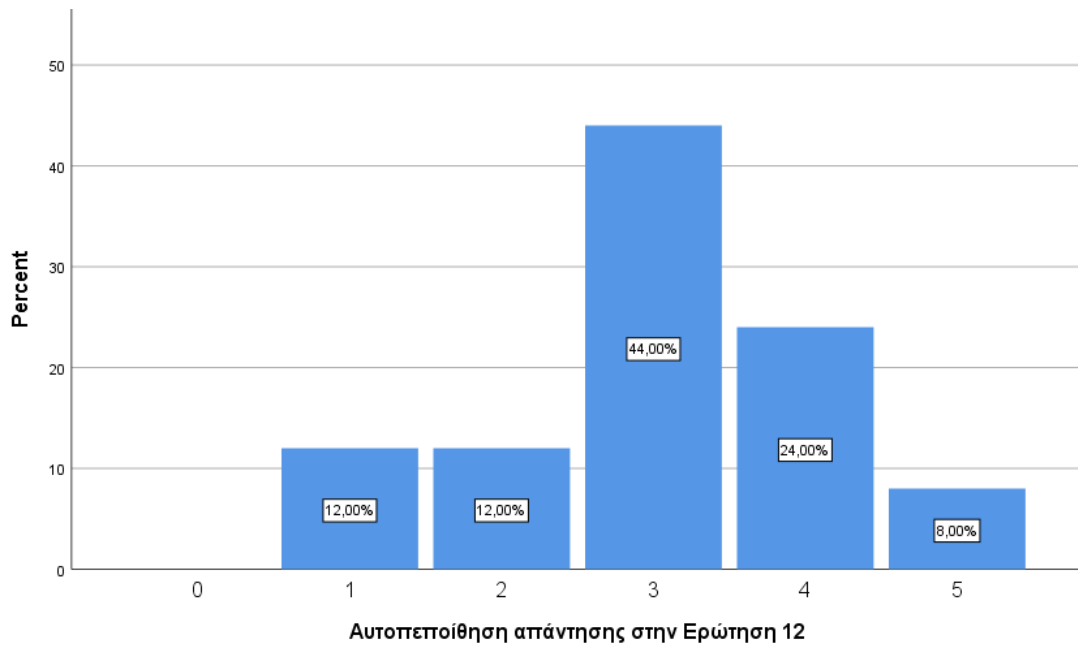
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	4,0	4,0	4,0
	1	6	8,0	8,0	12,0
	3	33	44,0	44,0	56,0
	4	30	40,0	40,0	96,0
	5	3	4,0	4,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 70: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11.

Πίνακας 99: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 11.

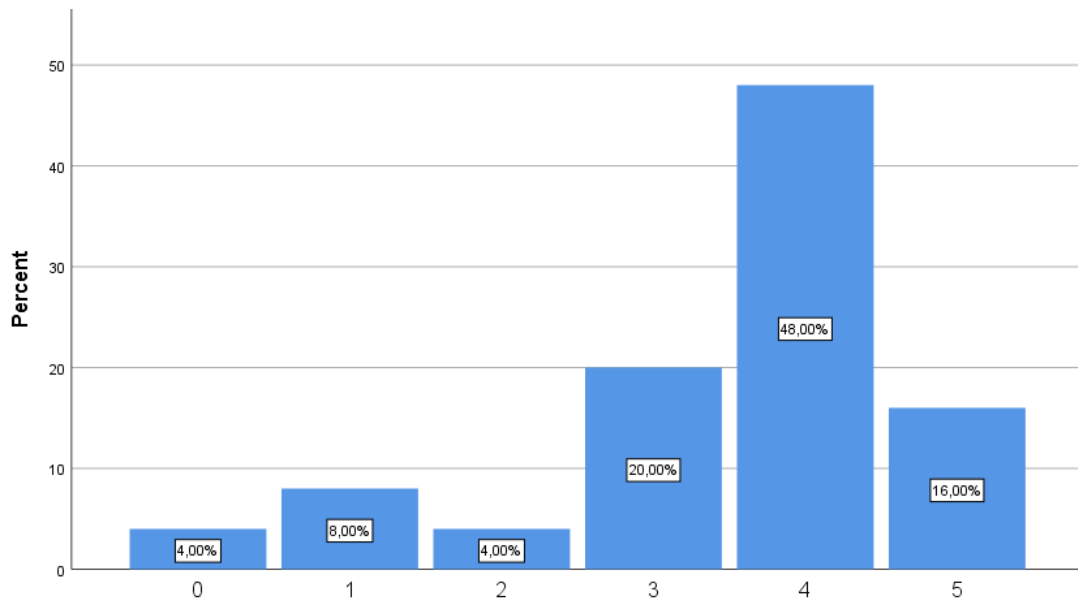
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	3	4,0	4,0	4,0
Valid 1	6	8,0	8,0	12,0
Valid 2	6	8,0	8,0	20,0
Valid 3	45	60,0	60,0	80,0
Valid 4	12	16,0	16,0	96,0
Valid 5	3	4,0	4,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	



Γράφημα 71: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12.

Πίνακας 100: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 12.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	9	12,0	12,0
	2	9	12,0	24,0
	3	33	44,0	44,0
	4	18	24,0	92,0
	5	6	8,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0



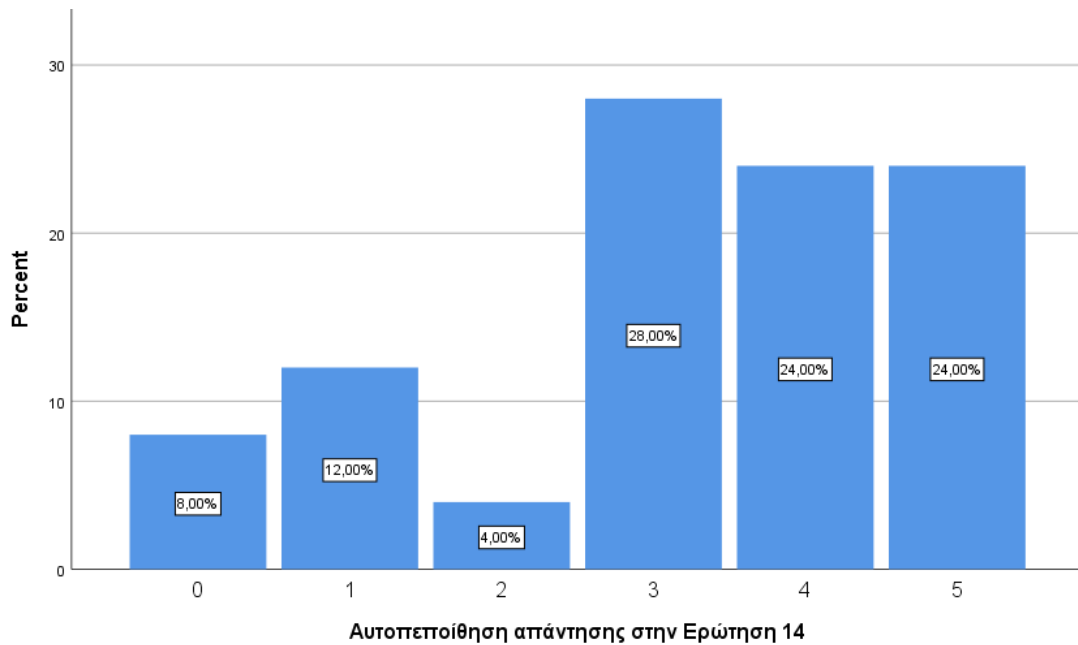
Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 13

Γράφημα 72: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13.

Πίνακας 101: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 13.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	4,0	4,0
	1	6	8,0	8,0
	2	3	4,0	4,0
	3	15	20,0	20,0
	4	36	48,0	48,0
	5	12	16,0	16,0
	Total	75	100,0	100,0

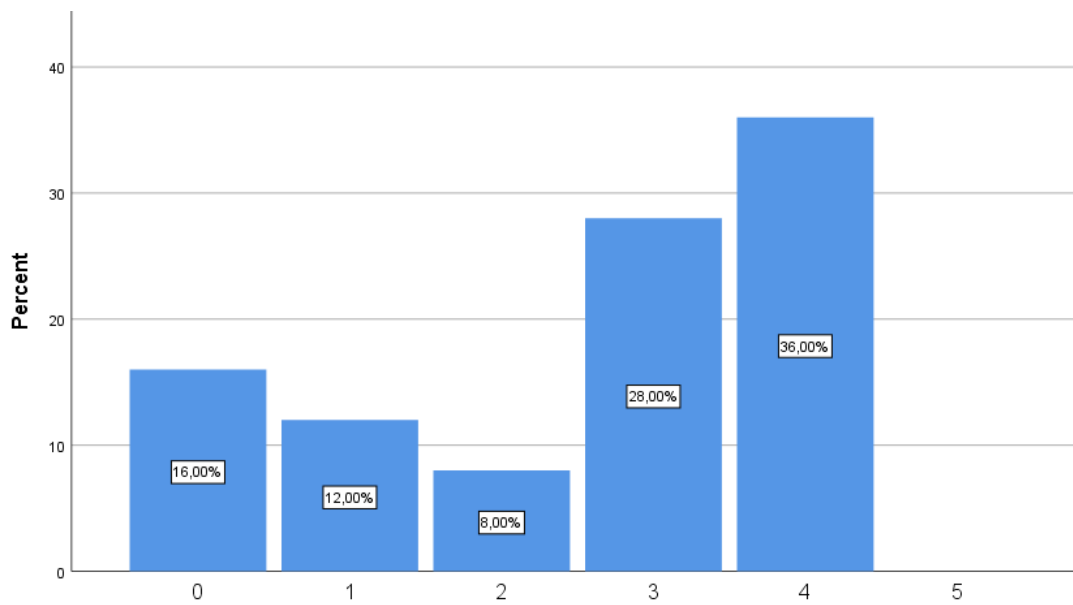




Γράφημα 73: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14.

Πίνακας 102: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 14.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 0	6	8,0	8,0	8,0
Valid 1	9	12,0	12,0	20,0
Valid 2	3	4,0	4,0	24,0
Valid 3	21	28,0	28,0	52,0
Valid 4	18	24,0	24,0	76,0
Valid 5	18	24,0	24,0	100,0
Total	75	100,0	100,0	

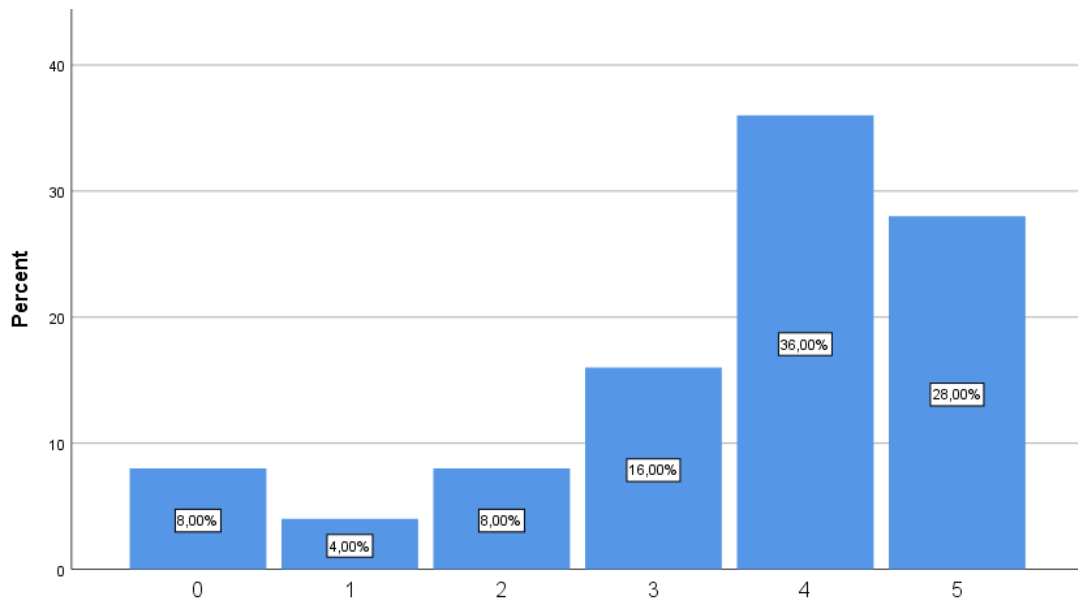


Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 15

Γράφημα 74: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15.

Πίνακας 103: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 15.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	12	16,0	16,0	16,0
	1	9	12,0	12,0	28,0
	2	6	8,0	8,0	36,0
	3	21	28,0	28,0	64,0
	4	27	36,0	36,0	100,0
	Total	75	100,0	100,0	



Αυτοπεποίθηση απάντησης στην Ερώτηση 16

Γράφημα 75: Ποσοστιαίες απαντήσεις των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16.

Πίνακας 104: Περιγραφική ανάλυση των απαντήσεων των φοιτητών του Τμήματος Χημείας σχετικά με την αυτοπεποίθηση με την οποία απάντησαν στην ερώτηση 16.

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	6	8,0	8,0
	1	3	4,0	4,0
	2	6	8,0	8,0
	3	12	16,0	16,0
	4	27	36,0	36,0
	5	21	28,0	28,0
	Total	75	100,0	100,0

## Βιβλιογραφία

- Ahte, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305–316. <https://doi.org/10.1080/0950069980200304>
- Alsharif, N. Z., Roche, V. F., & Qi, Y. (2016). Students' perception of self-efficacy following medicinal chemistry skills laboratory exercises. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 80(5). <https://doi.org/10.5688/ajpe80576>
- Awan, A. S., Khan, T. M., Mohsin, M. N., & Doger, A. H. (2011). *Students' Misconceptions in Learning Basic Concept 'Composition of Matter' in Chemistry*. International Journal of Applied Science and Technology.
- Azure, J. (2008). Junior Secondary School Students' Ideas of Chemical Change. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 5(1). <https://doi.org/10.4314/ajesms.v5i1.38617>
- Barke, H. D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education. In *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-70989-3>
- Barker, V. (2000). *Beyond appearances: students' misconceptions about basic chemical ideas: A report prepared for the Royal Chemical Society of Chemistry*.
- Bortnik, B., Stozhko, N., Pervukhina, I., Tchernysheva, A., & Belysheva, G. (2017). Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices. *Research in Learning Technology*, 25. <https://doi.org/10.25304/rlt.v25.1968>
- Boyd-Kimball, D., & Miller, K. R. (2018). From Cookbook to Research: Redesigning an Advanced Biochemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 95(1), 62–67. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00722>
- Bretz, S. L. (2019). Evidence for the Importance of Laboratory Courses. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 193–195. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00874>
- Çalik, M., & Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of eighth-grade students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 638–667. <https://doi.org/10.1002/tea.20076>
- Che, F. S. (2002). Teaching critical thinking skills in a Hong Kong secondary school. *Asia Pacific Education Review*, 3(1), 83–91. <https://doi.org/10.1007/bf03024923>
- Council, N. R. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Dindar, a, Bektaş, O., & ÇELİK, A. Y. (2010). What are the Pre-service Chemistry Teachers' Explanations on Chemistry Topics? *The International Journal of Research in Teacher Education*, 1(5), 32–41.
- Domin, D. S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(2–4), 543–547. <https://doi.org/10.1021/ed076p543>
- Eilks, I., Moellering, J., & Valanides, N. (2007). Seventh-grade students' understanding of chemical reactions: Reflections from an action research interview study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(4), 271–286. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75408>
- Farah, N., & Ayoubi, Z. (2020). Enhancing the Critical Thinking Skills of Grade 8 Chemistry Students Using an Inquiry and Reflection Teaching Method. *Journal of Education in Science, Environment and Health*. <https://doi.org/10.21891/jeseh.656872>

- Fensham, P. J., & Bellocchi, A. (2013). Higher order thinking in chemistry curriculum and its assessment. *Thinking Skills and Creativity*, *10*, 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2013.06.003>
- Feyzioğlu, B. (2009). An investigation of the relationship between science process skills with efficient laboratory use and science achievement in chemistry education. *Journal of Turkish Science Education*, *6*(3), 114–132.
- Gao, R., & Lloyd, J. (2020). Precision and Accuracy: Knowledge Transformation through Conceptual Learning and Inquiry-Based Practices in Introductory and Advanced Chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, *97*(2), 368–373. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00563>
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J., & Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, *66*(4), 623–633. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660412>
- Good, T. L., & Brophy, J. E. (2007). *Looking in Classrooms (10th Edition)*. 528. <http://www.amazon.com/Looking-Classrooms-10th-Edition-Thomas/dp/0205496784>
- Harizal, Z. M. (2012). Analyzing of Students' Misconceptions on Acid-Base Chemistry at Senior High Schools in Medan. *Journal of Education and Practice*, *3*(15), 65–74. <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEP/article/view/3445>
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, *34*(5), 294–299. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/34/5/304>
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science , Vol 70 (Number 256), pp 33-40.e. In *School Science Review* (Vol. 70, Issue 256). <https://eric.ed.gov/?id=EJ413966>
- Hofstein, A. (2004). the Laboratory in Chemistry Education: Thirty Years of Experience With Developments, Implementation, and Research. *Chem. Educ. Res. Pract.*, *5*(3), 247–264. <https://doi.org/10.1039/b4rp90027h>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, *88*(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Ibanez, M. B., Di-Serio, A., Villaran-Molina, D., & Delgado-Kloos, C. (2015). Augmented Reality-Based Simulators as Discovery Learning Tools: An Empirical Study. *IEEE Transactions on Education*, *58*(3), 208–213. <https://doi.org/10.1109/TE.2014.2379712>
- Ibrahim, N. H., Surif, J., Hui, K. P., & Yaakub, S. (2014). "Typical" Teaching Method Applied in Chemistry Experiment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *116*, 4946–4954. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1054>
- Imaduddin, M., & Hidayah, F. F. (2019). Redesigning laboratories for pre-service chemistry teachers: From cookbook experiments to inquiry-based science, environment, technology, and society approach. *Journal of Turkish Science Education*, *16*(4), 489–507. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.3>
- Irwanto, Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2018). The investigation of university students' science process skills and chemistry attitudes at the laboratory course. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, *19*(2).
- Juniar, A., Silalahi, A., & Suyanti, R. D. (2020). The effect of guided inquiry model on improving student's learning outcomes and science process skills in qualitative analytical chemistry practicum. *Universal Journal of Educational Research*, *8*(11),

5457–5462. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081149>

- Using Particulate Drawings To Study 13-17 Year Olds' Understanding of Physical and Chemical Composition of Matter As Well As, 1 Practice and Theory in Systems of Education 109 (2000).
- Larsen, C. M., Terkelsen, A. S., Carlsen, A. M. F., & Kristensen, H. K. (2019). Methods for teaching evidence-based practice: A scoping review. *BMC Medical Education*, 19(1), 259. <https://doi.org/10.1186/s12909-019-1681-0>
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D., & Blakeslee, T. D. (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249–270. <https://doi.org/10.1002/tea.3660300304>
- Luckie, D. B., Smith, J. J., Cheruvellil, K. S., Fata-Hartley, C., Murphy, C. A., & Urquhart, G. R. (2013). The “Anti-Cookbook Laboratory”: Converting “Canned” Introductory Biology Laboratories to Multi-week Independent Investigations. *Proceedings of the Association for Biology Laboratory Education*, 34(January), 196–213. <http://www.ableweb.org/volumes/vol-34/luckie/supplement.htm>
- Mahaffy, P. (2006). Moving chemistry education into 3D: A tetrahedral metaphor for understanding chemistry: Union carbide award for chemical education. *Journal of Chemical Education*, 83(1), 49–55. <https://doi.org/10.1021/ed083p49>
- Mandler, D., Blonder, R., Yayon, M., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2014). Developing and implementing inquiry-based, water quality laboratory experiments for high school students to explore real environmental issues using analytical chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(4), 492–496. <https://doi.org/10.1021/ed200586r>
- Masykuri, M., Afifa, F. N., & Ashadi. (2019). Students' misconceptions on basic concept of redox reaction. *AIP Conference Proceedings*, 2194(1), 20062. <https://doi.org/10.1063/1.5139794>
- Matilainen, R., Koliseva, A., Valto, P., & Väliisaari, J. (2017). Reconstruction of undergraduate analytical chemistry laboratory course. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 409(1), 3–10. <https://doi.org/10.1007/s00216-016-9953-6>
- Mauskopf, S. H., & Golinski, J. (1993). Science as Public Culture: Chemistry and Enlightenment in Britain, 1760-1820. *Technology and Culture*, 34(3), 679. <https://doi.org/10.2307/3106722>
- Nakhleh, M. B., & Samarapungavan, A. (1999). Elementary school children's beliefs about matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777–805. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199909\)36:7<777::AID-TEA4>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199909)36:7<777::AID-TEA4>3.0.CO;2-Z)
- Piaget, Jean, 1896-1980. (1972). *Επιστημολογία των επιστημών του ανθρώπου*. Εκδόσεις Ράππα.,
- Rahayu S. (2017). Mengoptimalkan Aspek Literasi Dalam Pembelajaran Kimia Abad 21 [Optimizing Literature Aspects on Chemistry Learning In 21st Century]. In *Prosiding Seminar Nasional Kimia UNY* (Issue October 2017).
- Reynders, G., Suh, E., Cole, R. S., & Sansom, R. L. (2019). Developing Student Process Skills in a General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 96(10), 2109–2119. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00441>
- Roller, R. M., Sumantakul, S., Tran, M., Van Wyk, A., Zinna, J., Donelson, D. A., Finnegan, S. G., Foley, G., Frechette, O. R., Gaetgens, J., Jiang, J., Rinaolo, K. C., Cole, R. S., Lieberman, M., Remcho, V. T., & Frederick, K. A. (2021). Inquiry-Based Laboratories Using Paper Microfluidic Devices. *Journal of Chemical Education*, 98(6), 1946–1953.

<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00214>

- Rusmansyah, Yuanita, L., Ibrahim, M., Isnawati, & Prahani, B. K. (2019). Innovative chemistry learning model: Improving the critical thinking skill and self-efficacy of pre-service chemistry teachers. *Journal of Technology and Science Education*, 9(1), 59–76. <https://doi.org/10.3926/jotse.555>
- Sang, G., Liang, J. C., Chai, C. S., Dong, Y., & Tsai, C. C. (2018). Teachers' actual and preferred perceptions of twenty-first century learning competencies: a Chinese perspective. *Asia Pacific Education Review*, 19(3), 307–317. <https://doi.org/10.1007/s12564-018-9522-0>
- Sanger, M. J. (2000). Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 762–766. <https://doi.org/10.1021/ed077p762>
- Shultz, G. V., & Li, Y. (2016). Student Development of Information Literacy Skills during Problem-Based Organic Chemistry Laboratory Experiments. *Journal of Chemical Education*, 93(3), 413–422. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00523>
- Simon, S. (2000). Students' attitudes towards science. *Good Practice In Science Teaching: What Research Has To Say: What Research Has to Say*, 104–119.
- Solomonidou, C., & Stavridou, H. (2000). From inert object to chemical substance: Students' initial conceptions and conceptual development during an introductory experimental chemistry sequence. *Science Education*, 84(3), 382–400. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<382::AID-SCE4>3.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<382::AID-SCE4>3.0.CO;2-D)
- Stains, M., & Talanquer, V. (2007). Classification of chemical substances using particulate representations of matter: An analysis of student thinking. *International Journal of Science Education*, 29(5), 643–661. <https://doi.org/10.1080/09500690600931129>
- Stylos, G., Sargioti, A., Mavridis, D., & Kotsis, K. T. (2021). Validation of the thermal concept evaluation test for Greek university students' misconceptions of thermal concepts. *International Journal of Science Education*, 43(2), 247–273. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1865587>
- Supatmi, S., Setiawan, A., Rahmawati, Y., Education, C., Program, S., & Jakarta, U. N. (2019a). Students' misconceptions of acid-base titration assessments using a two - tier multiple-choice diagnostic test. *African Journal of Chemical Education*, 9(1), 18–37.
- Supatmi, S., Setiawan, A., Rahmawati, Y., Education, C., Program, S., & Jakarta, U. N. (2019b). Students' misconceptions of acid-base titration assessments using a two - tier multiple-choice diagnostic test. *African Journal of Chemical Education*, 9(1), 18–37.
- Taber, K. (2002). Chemical Misconceptions : Prevention, diagnosis and care: Theoretical background. In *Chemical Misconceptions : Prevention, diagnosis and care: Theoretical background, Volume 1* (pp. 125–140).
- Talanquer, V. (2006). Commonsense chemistry: A model for understanding students' alternative conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83(5), 811–816. <https://doi.org/10.1021/ed083p811>
- Trumbull, D. J., Scarano, G., & Bonney, R. (2006). Relations among two teachers' practices and beliefs, conceptualizations of the nature of science, and their implementation of student independent inquiry projects. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1717–1750. <https://doi.org/10.1080/09500690600560928>
- Tsaparlis, G. (2003). Chemical Phenomena Versus Chemical Reactions: Do Students Make the Connection? *Chem. Educ. Res. Pract.*, 4(1), 31–43.

<https://doi.org/10.1039/b2rp90035a>

- Ural, E. (2016). The Effect of Guided-Inquiry Laboratory Experiments on Science Education Students' Chemistry Laboratory Attitudes, Anxiety and Achievement. *Journal of Education and Training Studies*, 4(4). <https://doi.org/10.11114/jets.v4i4.1395>
- Valanides, N., Nicolaidou, A., & Eilks, I. (2003). Twelfth grade students' understanding of oxidation and combustion: Using action research to improve teachers' practical knowledge and teaching practice. *Research in Science and Technological Education*, 21(2), 159–175. <https://doi.org/10.1080/0263514032000127211>
- von Glasersfeld, E. (1983). Knowledge as Environmental Fit. *Man-Environment Systems*, 13(5), 216–224. <http://vonglasersfeld.com/084>
- Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. In *Journal of Research in Science Teaching* (Vol. 41, Issue 9, pp. 936–960). <https://doi.org/10.1002/tea.20032>
- Wenzel, T. J. (2003). The Teaching/Learning Process in Analytical Chemistry. *Microchimica Acta*, 142(3), 161–166. <https://doi.org/10.1007/s00604-003-0011-7>
- Wenzel, T. J., Kovarik, M. L., & Robinson, J. K. (2022). Looking to the Future of Analytical Chemistry Education: A New Resource to Help Instructors. *ACS Measurement Science Au*, 2(2), 76–77. <https://doi.org/10.1021/acsmeasuresciau.2c00014>
- Widarti, H. R., Permanasari, A., & Mulyani, S. (2016). Student misconception on redox titration (A challenge on the course implementation through cognitive dissonance based on the multiple representations). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 56–62. <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i1.5790>
- Widarti, H. R., Permanasari, A., & Mulyani, S. (2017). Students' Misconceptions on Titration. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012016>
- Widarti, Hayuni Retno, Permanasari, A., & Mulyani, S. (2017). Undergraduate Students' Misconception on Acid-Base and Argentometric Titrations: a Challenge To Implement Multiple Representation Learning Model With Cognitive Dissonance Strategy. *International Journal of Education*, 9(2), 105. <https://doi.org/10.17509/ije.v9i2.5464>
- Widarti, Hayuni Retno, Permanasari, A., Mulyani, S., Rokhim, D. A., & Habiddin. (2021). Multiple Representation-Based Learning through Cognitive Dissonance Strategy to Reduce Student's Misconceptions in Volumetric Analysis. *TEM Journal*, 10(3), 1263–1273. <https://doi.org/10.18421/TEM103-33>
- YazZ, Ş., & Yerlikaya, Z. (2021). Investigation of Students' Hypothesis Skills In Chemistry Laboratory Applications. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 29(2), 284–292. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.941373>
- Zulfiani, Z., & Herlanti, Y. (2018). Scientific inquiry perception and ability of pre-service teachers. *Journal of Turkish Science Education*, 15(1), 128–140. <https://doi.org/10.12973/tused.10225a>
- Εκαπιδευτικό σύστημα.* (n.d.).
- Κώτσης, Κ. (2006). Η διαχρονική αναγκαιότητα επιστημονικής έρευνας των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών σε έννοιες των Φυσικών Επιστημών. *Επιστημονική Επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Δ.Ε.*, 19, 47–59.
- Οδηγός Σπουδών - [food.uth.gr](http://food.uth.gr).



*Περιγράμματα μαθημάτων | Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.*

Σπυρέλλης, Ν. (2007). Διδακτική φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση:  
Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου, Τεύχος Α', Το μάθημα της Χημείας:  
Δυσχέρειες και προοπτικές. *Το Μάθημα Της Χημείας: Δυσχέρειες Και Προοπτικές.*

*Χημικά Χρονικά: Τεύχος Μαρτίου 2022.*