ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ ΣΧΟΛΗ
ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ

(ΔιΧηΝΕΤ)

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΚΥΝΗΓΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ Α.Π.Θ.

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2012

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ
ΔΙΧΗΝΕΤ

Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΤΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΚΥΝΗΓΟΠΟΥΛΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗ
ΧΗΜΙΚΟΣ
Α.Μ. 281217

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ Α. ΒΑΡΕΛΛΑ

ΜΕΛΗ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ

ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Α.Π.Θ. : ΒΑΡΕΛΛΑ Α.ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ

ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ. : ΓΙΑΝΝΑΚΟΥΔΑΚΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΝΑΠΛ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ. : ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ …….……..3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ….....5

Ι. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ……...…….6

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ……...…… ……..…...……7
2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ……..…….……9
3. ΜΑΘΗΣΗ & ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ……...……13
4. ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ…….....18
5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ…….…….22
6. ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ……...….31
7. ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ……...35
8. ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ
ΤΟ 3^{Ο} ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΤΟΥ Α.Π.Θ……37

ΙΙ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ……..……39

9. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ……..…….…...…41
10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ……46
11. ΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ……66

ΠΕΡΙΛΗΨΗ……..68
ABSTRACT…….……69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ……..70

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης κατά το ακαδημαϊκό έτος 2009-2010, στο πλαίσιο του Διαπανεπιστημιακού Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών « Διδακτική της Χημείας – Νέες Εκπαιδευτικές Τεχνολογίες », με αφορμή το τρίτο θερινό σχολείο που διοργανώθηκε από το Δίκτυο Ευρωμεσογειακής Συνεργασίας για τη διάσωση και διατήρηση της υλικής πολιτιστικής κληρονομιάς του Μεσογειακού χώρου και έλαβε χώρα στο τμήμα Χημείας του ΑΠΘ, από τις 19 έως τις 31 Ιουλίου 2009. Έλαβαν μέρος 72 μεταπτυχιακοί φοιτητές και 36 διδάσκοντες πανεπιστημίων από 21 χώρες της ΕΕ, του αραβικού και μεσογειακού χώρου, των δυτικών Βαλκανίων και της πρώην Σοβιετικής Ενωσης. Η κύρια γλώσσα του προγράμματος ήταν η αγγλική λόγω του ότι οι φοιτητές προέρχονταν από διάφορες ευρωπαϊκές και μη χώρες.

Το αντικείμενο των σπουδών είχε τίτλο «Χημεία και Πολιτισμός - Διάσωση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς», κατά τη διάρκεια των οποίων οι φοιτητές πραγματοποίησαν μαθήματα εξειδίκευσης σε συγκεκριμένες έρευνες γύρω από αρχιτεκτονικά μνημεία, έργα τέχνης ή αντικείμενα που φυλάσσονται σε μουσεία.

Στο πλαίσιο των μαθημάτων πραγματοποιήθηκε πρακτική εφαρμογή σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία της Μακεδονίας (Βυζαντινό και Αρχαιολογικό της Θεσσαλονίκης, στην Αιανή και τη Βεργίνα).

Για την πραγματοποίηση του στόχου μου μοιράστηκαν ερωτηματολόγια ανοιχτού τύπου στους φοιτητές. Στη συνέχεια, αυτά τα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν και καταχωρήθηκαν για περαιτέρω έρευνα. Με τη χρήση στατιστικών συναρτήσεων βγήκαν τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών για την κάθε μια ερώτηση του ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του Excel βγήκαν τα αντίστοιχα γραφήματα, συγκεκριμένα γραφήματα πίτας και στήλης, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα συχνοτήτων. Στο τέλος, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία βγήκανε τα συμπεράσματα για τη στάση των φοιτητών έναντι των εργαστηριακών δραστηριοτήτων, σε σύχρονες μορφές διαθεματικών εντατικών προγραμμάτων εκπαίδευσης.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στους ανθρώπους, που χωρίς την καθοριστική τους συμβολή, δεν θα ήταν δυνατή η επιτυχής ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Επίκουρη Καθηγήτρια κα Βαρέλλα Ευαγγελία, για τη συνεχή και πολύτιμη συνεργασία της κατά τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας αυτής.

Ευχαριστώ τον κ. Κοζάρη Ιωάννη για τη συνεργασία, υποστήριξη και μετάδοση γνώσεων που μου προσέφερε όλο αυτόν τον καιρό.

Επίσης, ευχαριστώ την αδερφή μου Κυνηγοπούλου Νικολέτα για τη βοήθεια και την ηθική της υποστήριξη.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στον Αναπλ. Καθηγητή κ. Γιαννακουδάκη Παναγιώτη και στον Αναπλ. Καθηγητή κ. Παπαδόπουλο Νικόλαο για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή και την αξιολόγηση της παρούσης εργασίας.

Θεσσαλονίκη, 2012

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εργασία που ακολουθεί γίνεται αποτίμηση του ρόλου της εργαστηριακής δραστηριότητας, σε σύχρονες μορφές διαθεματικών εντατικών προγραμμάτων εκπαίδευσης.

Μελετάται η διαθεματική εφαρμογή της Χημείας, καθώς και ιδιαίτερες μορφές εκπαίδευσης σε σχέση με τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας.

Ειδικοτερα, διερευνάται η άποψη των φοιτητών όσον αφορά την βαρύτητα της εργαστηριακής άσκησης στην εννοιολογικη κατανόηση.

Ένας από τους σημαντικότερους στόχους της εργασίας ήταν η μελέτη της ποιότητας εκπαιδευσης που προσδίδει στους σπουδαστές ο διαδραστικός χαρακτήρας της εργαστηριακής συμμετοχής.

Τέλος, έγινε προσπάθεια διερεύνησης του βαθμού συνεργασίας των σπουδαστών στα διακρατικά διαθεματικα εντατικά προγράμματα εκπαίδευσης.

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος έγινε για πολλούς λόγους. Πρώτα απ’όλα, για το ενδιαφέρον που παρουσιάζει η «δια βίου εκπαίδευση», καθώς και το ενδιαφέρον του θέματος στα πλαίσια της διακρατικής εκπαίδευσης.

Στην πρωτοτυπία του θέματος συντελεί το γεγονός ότι τα διεπιστημονικά εντατικά προγράμματα εκπαίδευσης αποτελούν ένα από τα εργαλεία της υβριδικής μορφής εκπαίδευσης, τα οποία όμως αρκετές φορές αμφισβητήθηκαν και αμφισβητούνται, καθώς κατά τη διάρκειά τους προσφέρεται πληθώρα πληροφοριών, οι οποίες ξεχνιούνται εύκολα.

Τέλος, το στάδιο της έρευνας σχετικά με τα διεπιστημονικά διακρατικά εντατικά προγράμματα σπουδών σε διεθνές επίπεδο, κρίνεται εμβρυϊκό.

Ι. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η εισαγωγή της εργαστηριακής εκπαίδευσης στην τυπική εκπαίδευση είναι συγκριτικά πρόσφατη. Μπορεί να θεωρηθεί ως κομμάτι της βιομηχανικής επανάστασης, γι'αυτο τόσο τα αίτια όσο και τα αποτελέσματα ανάμεσα στην ανάπτυξη, εργοστασιακών εφαρμογών και των εργαστηριακών μονάδων, χώρων δηλαδή που γίνοντα πειράματα, βρίσκονται σε στενό παραλληλισμό.

Η ανάπτυξη των πρώτων εργαστηρίων έγινε στη Γερμανία ως μέρος της επιστημονικής αναγέννησης μετά από τους Ναπολεόντειους πολέμους. Το πρώτο εργαστήριο της χημείας δημιουργήθηκε από τον Justus von Liebig στο Giessen το 1824. Αυτή η κίνηση ακολουθήθηκε από τη δημιουργία παρόμοιων εργαστηρίων σε Göttingen από τον Wöhler το 1836, σε Marburg με τον Bunsen το 1840, και στη Λειψία από τον Erdmann το 1843. Το πρώτο αγγλικό εργαστήριο ήταν το College of Chemistry, τώρα τμήμα του Imperial College of Science and Technology of the University of London, το οποίο ιδρύθηκε το 1845 από τον von Hoffmann, που έφερε από τη Γερμανία ο πρίγκηπας Αλβέρτος. Ο Benjamin Silliman ίδρυσε στο πανεπιστήμιο Yale το πρώτο αμερικανικό εργαστήριο με αποκλειστικό στόχο τη διδασκαλία της χημείας.

Το εργαστήριο του Liebig ήταν το πρώτο εργαστήριο ινστιτούτου στο οποίο οι σπουδαστές εκπαιδεύθηκαν σκόπιμα, με τη βοήθεια συστηματικών ερευνητικών πειραμάτων για την απόκτηση της ιδιότητα μέλους ενός ιδιαίτερα αποτελεσματικού ερευνητικού σχολείου (Morrell, 1969, 1972). Παρόλο που στα εργαστήρια του Liebig οι ασκήσεις γίνονταν με την μορφή επίδειξης στην εκπαίδευση των φοιτητών υπήρχε πάντα και ένα θέμα «μαθαίνοντας μέσα από την πράξη». Στη συνέχεια η εργαστηριακή εκπαίδευση αναπτύχθηκε βαθμιαία κατά τη διάρκεια των επόμενων πενήντα ετών μέχρι που τελικά, το 1899 θεωρήθηκε απαραίτητο να συμμετέχουν ενεργά οι σπουδαστές πραγματοποιώντας οι ίδιοι τις πειραματικές ασκήσεις. Στο μεταξύ τα περισσότερα εκπαιδευτικά ιδρύματα στην Αγγλία είχαν υιοθετήσει ήδη αυτόν τον τρόπο και θεωρήθηκε ότι η πρακτική εργασία είναι ουσιαστική απαίτηση για την

διδασκαλία των Θετικών επιστημών (Gee και Clackson, 1992). Κατά συνέπεια, η εργαστηριακή εκπαίδευση στη χημεία υιοθετήθηκε από όλα τα πανεπιστήμια πέρα από την Ευρώπη και τη Βόρεια Αμερική. Ο Charles Elliot καθηγητής της ορυκτολογίας στο πανεπιστήμιο του Harvard έγραψε το 1867 ένα εγχειρίδιο, το οποίο αποτέλεσε το καθιερωμένο εγχειρίδιο εργαστηρίων και περιείχε 260 πειράματα που θα μπορούσαν να γίνουν είτε με τη μορφή επιδείξεων είτε σαν εργαστηριακά πειράματα. Η εργαστηριακή εκπαίδευση αφιερώθηκε ουσιαστικά στη διδασκαλία δεξιοτήτων που ήταν απαραίτητες στην βιομηχανία και την έρευνα (Johnstone και Letton, 1990).

Η εργαστηριακή άσκηση έχει απολαύσει μακροχρόνιους κύκλους δημοτικότητας, και έπειτα περιόδους παραμέλησης. Τα πρώτα έτη του 20ου αιώνα, η εργαστηριακή εκπαίδευση αντιμετωπιζόταν ως σημαντική επέκταση της εκμάθησης μέσα από την πράξη και η ύπαρξη της υπερασπίστηκε από προοδευτικά εκπαιδευτικά ρεύματα. Αλλά στη δεκαετία του '20 και 30 " υπήρξε (Morrel 1972) έντονη διαμάχη μεταξύ των συνηγόρων της εργαστηριακής άσκησης και εκείνων που θεωρούσαν ότι οι «επιδείξεις» ήταν καλύτερος τρόπος εκπαίδευσης (Siebring 1977). Οι «επιδείξεις» ήταν πειράματα διάλεξεις στο οποίο ο εκπαιδευτικός θα συνέλλεγε τα στοιχεία για λογαριασμό των εκπαιδευόμενων οι οποίοι στη συνέχεια θα τα ανέλυαν.

Η δεκαετία του '50 και η δεκαετία του '60 ήταν μια εποχή όπου άνθισε η εργαστηριακή εκπαίδευση και οδήγησε στην διόγκωση των εργαστηριακών μαθημάτων, με όλα τα συνοδευτικά προβλήματα. Εντούτοις, αρχίζοντας η δεκαετία του ΄70, οι εργαστηριακές απαιτήσεις άρχισαν να μειώνονται, και η κοινότητα της χημικής εκπαίδευσης άρχισε να χάνει το ενδιαφέρον της για την εργαστηριακή εκπαίδευση. Όπως αναφέρει ο Pikering ο Westheimer διατύπωσε αυτή την κατάσταση λέγοντας :

« Η πτώση της εργαστηριακής εκπαίδευσης είναι μια αδήλωτη συνωμοσία μεταξύ των σπουδαστών που δεν επιθυμούν να την λάβουν και της εκπαιδευτικής κοινότητας που δεν επιθυμεί να τη διδάξει ».

2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η εργαστηριακή άσκηση αποτελεί καθιερωμένο μέρος του προγράμματος σπουδών της Χημείας στην τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Οι αρχικοί λόγοι για την υιοθέτηση των εργαστηριακών ασκήσεων βρίσκονται τόσο στην ανάγκη να παραχθούν εξειδικευμένοι επιστήμονες για τη βιομηχανία όπως και περισσότερο ικανοί επιστήμονες για τα ερευνητικά εργαστήρια (Morrell 1699,1972). Αυτό είχε σα συνέπεια η εργαστηριακή εκπαίδευση να είναι αφιερωμένη στη διδασκαλία δεξιοτήτων που άμεσα χρησιμοποιούν στη βιομηχανία και την έρευνα (Letton 1987; Johnstone και Letton 1989; Khan 1996). Η εργαστηριακή άσκηση έπαιζε το ρόλο της επιβεβαίωσης της θεωρίας, η οποία είχε διδαχθεί στην αίθουσα με τη μορφή διάλεξης.

Σήμερα οι στόχοι μπορεί να είναι διαφορετικοί, δεδομένου ότι πολλοί πτυχιούχοι δεν απασχολούνται πλέον σαν Χημικοί εργαστηρίων της βιομηχανίας (Duckett et all 1999; Statistics of chemistry education, 2006). Επίσης οι ανάγκες της έρευνας έχουν γίνει αναπόφευκτα πιο εξειδικευμένες δεδομένου ότι η Χημική γνώση έχει επεκταθεί με συνέπεια να απαιτείται περισσότερο εξειδικευμένη εργαστηριακή άσκηση .

Οι εργαστηριακές ασκήσεις είναι ένα από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της εκπαίδευσης των επιστημών σε όλα τα επίπεδα. Θα ήταν σπάνιο να βρεθεί οποιαδήποτε σειρά μαθημάτων θετικών επιστημών, σε οποιοδήποτε ίδρυμα εκπαίδευσης, χωρίς ουσιαστικό συστατικό εργαστηριακής δραστηριότητας. Εντούτοις, πολύ λίγη αιτιολόγηση δίνεται για την παρουσία τους σήμερα. Υποτίθεται ότι είναι απαραίτητα και σημαντικά. Λαμβάνεται ως δεδομένο ότι η πειραματική άσκηση είναι θεμελιώδες μέρος οποιασδήποτε προγράμματος σπουδών θετικών επιστημών και αυτό ισχύει ιδιαίτερα για τα προγράμματα σπουδών της χημείας. Πολύ συχνά διατυπώνεται ότι η χημεία από τη φύση της είναι ένα πρακτικό αντικείμενο και αυτό υποτίθεται ότι, κατά κάποιο τρόπο, πρόσφερε την επαρκή αιτιολόγηση για την παρουσία της εργαστηριακής εκπαίδευσης. Κατά συνέπεια, μια συχνά προτεινόμενη αιτιολόγηση είναι η ανάπτυξη των πειραματικών δεξιοτήτων των σπουδαστών. Εν τούτοις, αυτό το

επιχείρημα πρέπει να εξεταστεί για να δικαιολογήσει τη θέση ή το ρόλο του εργαστηρίου στον τομέα της χημικής εκπαίδευσης.

Ένας από τους κύριους λόγους που δικαιολογούν την έρευνα για τη θέση της εργαστηριακής εκπαίδευσης είναι ότι τα εργαστηριακά προγράμματα είναι πολύ ακριβά, τόσο από άποψη εγκαταστάσεων όσο και υλικών, αλλά και το πιο σημαντικό, από άποψη χρόνου που καταναλώνει το προσωπικό των ιδρυμάτων (Carnduff και Reid, 2003). Οι αντιδράσεις των πανεπιστημιακών σπουδαστών στην εργαστηριακή εκπαίδευση είναι συχνά αρνητικές και αυτό μπορεί να απεικονίσει την αντίληψη των σπουδαστών ότι υπάρχει έλλειψη οποιουδήποτε σαφούς σκοπού για τα πειράματα. Έτσι περνούν από το πείραμα χωρίς επαρκή υποκίνηση (δείτε παραδείγματος χάριν, Johnstone και Letton, το 1988 και το 1990).

Είναι σημαντικό να σκεφτούμε τους σκοπούς στα πλαίσια της εργαστηριακής άσκησης. Η εργαστηριακή άσκηση χρησιμοποιείται με σκοπό την περιγραφή πρακτικών δραστηριοτήτων, που οι σπουδαστές αναλαμβάνουν, για τη χρησιμοποίηση των χημικών ουσιών και του εξοπλισμού σε ένα εργαστήριο χημείας καθώς και την επιβεβαίωση της θεωρίας που έχουν διδαχθεί στις διαλέξεις.

Πριν από πολλά χρόνια στο σχολικό πλαίσιο, οι Rose και Seyse (1974) έθεσαν μια σημαντική ερώτηση: ‘Θα μπορούσαν πολλοί σημαντικοί στόχοι να επιτευχθούν ακόμα κι αν η εργαστηριακή άσκηση καταργηθεί’; Διατύπωσαν στη συνέχεια ότι αυτό εξαρτάται εν μέρει από την άποψη μας για την επιστήμη.

Μια παρόμοια ερώτηση μπορεί να τεθεί και για τη χημεία στην τριτοβάθμια εκπαίδευση: ‘Τι θα χανόταν εάν η εργαστηριακή εκπαίδευση εξαφανιζόταν από τα προγράμματα σπουδών’; Είναι πιθανό ότι οι σπουδαστές θα εξακολουθούσαν να περνούν τις εξετάσεις, των μαθημάτων που βασίζονταν στη διάλεξη, με ελάχιστη ή καμία αλλαγή. Εντούτοις, οι σπουδαστές θα είχαν οποιαδήποτε «αίσθηση» για τη χημεία, για τις χημικές ουσίες, για την οργανολογία ή για τον τρόπο που ο πειραματική διαδικασία πραγματοποιείται;

Ο Hawkes (2004) έχει αμφισβητήσει τη θέση των εργαστηρίων σε πολλές σειρές μαθημάτων χημείας της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Υποστήριξε ότι τα στοιχεία δεν δικαιολογούν την ιδέα ότι το εργαστήριο βοηθά στην επίτευξη πολλών από τους στόχους για τις σειρές μαθημάτων χημείας. Σημείωσε ότι, «οι τεράστιες δαπάνες σε χρόνο και χρήματα, σε συνδυασμό με την απέχθεια των σπουδαστών για τα εργαστήρια, απαιτεί ουσιαστικά στοιχεία για την αξία τους, ίσου μέτρου με το κόστος που απαιτούν και με την απώλεια διδακτικών αντικειμένων που πρέπει να παραλειφθούν, για να βρεθεί χρόνος ώστε να πραγματοποιηθούν αυτές οι ασκήσεις.»

Ο Wills (1974) αναφέρει τα αποτελέσματα έρευνας για τις απόψεις των σπουδαστών σχετικά με τη διδασκαλία πρακτικής βιοχημείας, ως τμήμα μιας ιατρικής σειράς μαθημάτων. Παρατήρησε ότι οι μισοί από τους σπουδαστές παρουσίασαν μικρό ενθουσιασμό για τις εργαστηριακές ασκήσεις. Το επίπεδο της αντίληψης τους ήταν σχετικά χαμηλό, ενώ οι σπουδαστές σημείωσαν ότι η θεωρητική κατανόηση επιτεύχθηκε σχετικά αργά μέσω της πρακτικής εργασίας, παρέχοντας μια φτωχή ανταμοιβή στη γνώση που αποκτήθηκε για τη μελλοντική ιατρική σταδιοδρομία τους. Αν και αυτά τα σχόλια γράφτηκαν πολύ καιρό πριν και σε ένα διαφορετικό πλαίσιο, πολλά ισχύουν ακόμα στη χημεία όπου οι σπουδαστές δεν αισθάνονται πάντα αυτό που κάνουν (Shah, 2004).

Τα εθνικά πρότυπα εκπαίδευσης των ΗΠΑ στις φυσικές επιστήμες (National Research Council, 1996) καθώς και άλλη βιβλιογραφία σχετική με την εργαστηριακή εκπαίδευση (Lunetta, το 1998, Bybee, το 2000, Hofstein & Lunetta, το 2004) υπογραμμίζουν τη σημασία της επανεξέτασης του ρόλου και της πρακτικής της εργαστηριακής εκπαίδευσης για την διδασκαλία των φυσικών επιστήμων τόσο γενικά όσο και ειδικότερα στα πλαίσια της εκπαίδευσης στη χημεία.

Η διδασκαλία του τρόπου που σχεδιάζουμε μια πειραματική διαδικασία μπορεί να είναι απίστευτα σημαντική, αλλά δεν θα επιτευχθεί εύκολα στο καθορισμένο είδος πειραμάτων που βλέπουμε συχνά στα πανεπιστημιακά εργαστηριακά εγχειρίδια. Οι εκπαιδευτές συχνά θεωρούν την εργαστηριακή άσκηση σαν προσάρτημα της θεωρητικής εκπαίδευσης καθορίζοντας ανάλογους στόχους. Οι στόχοι αυτοί σχετίζονται με την εικόνα ότι η εργαστηριακή άσκηση

υποτίθεται ότι παγιώνει την εννοιολογική κατανόηση όσων διδάσκονται στα μαθήματα της θεωρίας. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια οι καθηγητές ετοιμάζουν επιμελημένα εργαστηριακά εγχειρίδια που στοχεύουν στην καθοδήγηση των σπουδαστών βήμα βήμα, μέχρι τη λήψη του τελικού αποτελέσματος, συγκεκριμενοποιώντας τι έχουν μάθει στη θεωρία. Έτσι, το να δείξουμε πώς η θεωρία προκύπτει από τον πειραματισμό βρίσκεται σε αντίφαση με την ιδέα της επιβεβαίωσης της θεωρίας που διατυπώθηκε ως στόχος της εργαστηριακής εκπαίδευσης τόσο έντονα στο 19ο αιώνα και που υφίσταται ακόμα και σήμερα.

Συνοπτικά, αυτοί είναι μερικοί από τους λόγους ή τους στόχους που απαιτούν λίγο πολύ την παρουσία εργαστηριακής άσκησης στις σειρές μαθημάτων χημείας. Φυσικά, η εργαστηριακή εμπειρία δεν εξασφαλίζει ότι τέτοιοι στόχοι και σκοποί μπορούν να επιτευχθούν στην παρούσα κατάσταση.

Πολύ συχνά η έρευνα έχει αποτύχει να παρουσιάσει μια απλοποιημένη σχέση μεταξύ της εμπειρίας που παρέχεται στους σπουδαστές στην εργαστηριακή εκπαίδευση και την διδακτική των θετικών επιστημών.

Οι κατάλληλες εργαστηριακές δραστηριότητες μπορούν να είναι αποτελεσματικές βοηθώντας τους σπουδαστές, να δομήσουν τη γνώση τους, να αναπτύξουν λογικές και διερευνητικές δεξιότητες , καθώς επίσης και τις δυνατότητες επίλυσης προβλημάτων (Tobin,1990. Gunstone ,1991). Μπορούν, επίσης, να βοηθήσουν στην ανάπτυξη των ψυχοκινητικών δεξιοτήτων (δεξιότητες χειρισμού και παρατήρησης). Επιπλέον η εργαστηριακή εκπαίδευση είναι ένα μοναδικό μαθησιακό περιβάλλον για την προώθηση θετικών στάσεων και την παροχή στους σπουδαστές ευκαιρίων να αναπτύξουν δεξιότητες σχετικά με τη συνεργασία και την επικοινωνία. Κατά συνέπεια, έχει τη δυνατότητα να παρέχει στους καθηγητές θετικών επιστημών τις ευκαιρίες να ποικιλοποιούν τις εκπαιδευτικές τεχνικές τους ώστε να αποφευχθεί ένα μονότονο μαθησιακό περιβάλλον.

3. ΜΑΘΗΣΗ & ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Ο ρόλος της εκπαίδευσης στις φυσικές επιστήμες είναι η παροχή βοήθειας στους σπουδαστές για να κατανοήσουν το φυσικό κόσμο, τι περιέχει, πως λειτουργεί, και πως μπορούμε να εξηγήσουμε και να προβλέψουμε τη συμπεριφορά του.

Η American Chemical Society έχει ξεκινήσει μια μεγάλη προσπάθεια για την επανεξέταση της διαδικασίας της Χημικής εκπαίδευσης, τονίζοντας πως οποιαδήποτε αναμόρφωση του περιεχομένου δεν μπορεί να διαχωριστεί από την παιδαγωγική αναμόρφωση. Υποστηρίζει επίσης ότι το κρίσιμο σημείο της εκπαίδευσης βρίσκεται στους εκπαιδευτές. Οι Lazarowitz και Tamir (1995) στην έρευνα βιβλιογραφικής επισκόπησης αναφέρουν ότι πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τη μάθηση μέσα στο εργαστήρια, αλλά ο πιο σημαντικός παράγοντας είναι ο εκπαιδευτής. Πρέπει να κατέχει τόσο την μοντέρνα Χημεία όσο και παιδαγωγικές τεχνικές, για να εξασφαλισθεί ότι οι σπουδαστές εκτίθενται στο πιο αποτελεσματικό μαθησιακό περιβάλλον.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται ουσιαστικές θεωρίες της επιστήμης της εκπαίδευσης, οι οποίες έχουν σχέση με τη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος μέσα στο εργαστήριο.

Για τη γνωστική ψυχολογία η γνώση αποτελεί ένα σύνολο εσωτερικών καταστάσεων, που προκύπτουν από την επεξεργασία και διατήρηση πληροφοριών που προσφέρουν οι μηχανισμοί υποδοχής ερεθισμών. Κάθε μια από αυτές τις καταστάσεις μπορεί να είναι προϊόν επιλεκτικής καταγραφής, αλλά αντιστοιχεί προς μία κατάσταση του κόσμου . Έτσι, λοιπόν, αυτός που κατέχει τη σχετική γνώση μπορεί να απαντήσει σε ερωτήσεις για την κατάσταση του κόσμου παρατηρώντας είτε άμεσα τον κόσμο είτε την αντίστοιχη γνώση (Bobrow & Collins, 1975).

Οι καταστάσεις αυτές δεν είναι στατικές . Όταν οι υπάρχουσες γνώσεις δεν αντιστοιχούν πλήρως με νέες καταστάσεις του κόσμου, μπορούν να τροποποιηθούν.

Η "εννοιολογική αλλαγή" έχει να κάνει με την αναδόμηση της ήδη υπάρχουσας γνώσης. Είναι σχετικό με την "προσαρμογή" του Piaget, αλλά διαφέρει από την "αφομοίωση" που ο ίδιος πρέσβευε.

Διδάσκοντας φυσικές επιστήμες χτίζουμε πάνω στην καθημερινή γνώση που έχουν τα άτομα για τον κόσμο που τους περιβάλλει. Το προδιαμορφωμένο, «καθημερινό» σύστημα εννοιών με το οποίο τα άτομα εισάγονται στο επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα, διαφέρει κατά πολύ από εκείνο της επιστήμης (Elby,2000). Η βάση των εννοιών που το συνθέτουν, έχει τοποθετηθεί μέσω της αλληλεπίδρασης των ατόμων με την κοινωνία / τον πολιτισμό τους, πολύ πριν ξεκινήσει η εμπλοκή τους με το επίσημο εκπαιδευτικό σύστημα και τις δικές του εννοιολογικές δομές. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα πρόσφατων μελετών (βλ.Glaser,1994,Bouvier,2001) κατά τη διαδικασία κατάκτησης νέας γνώσης, συχνά παρεισφρέουν ασύμβατες προδιαμορφωμένες έννοιες, οδηγώντας στην εμφάνιση «λαθών».

Το γνωστικό περιεχόμενο, που έχει ήδη αποκτήσει ο μαθητής αλληλεπιδρώντας με τον περιβάλλοντα κόσμο, περιέχει διαδικασίες και περιεχόμενο το οποίο πρέπει να εξελιχθεί, να αλλάξει ή να τροποποιηθεί ώστε να μετατραπεί στο επιθυμητό. Η μετατροπή αυτή μπορεί να επιτευχθεί δίνοντας στους φοιτητές προσεκτικά σχεδιασμένες δραστηριότητες στις οποίες οι φοιτητές παρατηρούν ή αλληλεπιδρούν με πραγματικά αντικείμενα και υλικά (Driver 1986).

Ο Johnstone (1997) πρότεινε ότι εάν χειριστούμε την κατάσταση διδασκαλίας έτσι ώστε οι σπουδαστές να επεξεργάζονται τις πληροφορίες, θα οδηγηθούμε σε μια καλύτερη απόδοση. Το σημαντικότερο μήνυμα είναι η ανάγκη η μάθηση να οργανωθεί, με τέτοιο τρόπο, ώστε να μειωθεί η απαίτηση σε λειτουργική μνήμη. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, προετοιμάζοντας τον εκπαιδευόμενο με προεργαστηριακές ασκήσεις, ώστε να μειώσει το θόρυβο ή το περιττό υλικό κάνοντας το σήμα ή το σημαντικό υλικό σαφές.

Γενικά, η μάθηση μέσω εκπαίδευσης είναι δυνατή μόνον όταν η πληροφόρηση που προσφέρεται εσωτερικεύεται από τον εκπαιδευόμενο (Vygotsky, 1962,1978). Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, για να γίνει δυνατή η εσωτερίκευση των μεταδιδόμενων πληροφοριών ή οδηγιών, θα πρέπει το περιεχόμενό τους να είναι τέτοιο, ώστε να εντάσσεται φυσιολογικά στη ζώνη της προσεγγιστικής ανάπτυξης. Όσον αφορά τη δηλωτική (declarative) πληροφόρηση μέσω της εκπαίδευσης, αυτή κινδυνεύει να παραμείνει μια άσχετη πληροφορία, αν δεν προσαρμόζεται στις ήδη υπάρχουσες γνώσεις του εκπαιδευόμενου. Μια τέτοια πληροφορία ή οδηγία δεν έχει νόημα αφού δεν εσωτερικεύεται, δηλαδή δεν μαθαίνεται. Τούτο ισχύει τόσο για τη δηλωτική (declarative) όσο και για τη διαδικαστική (procedural) μάθηση μεθόδων και δεξιοτήτων.

Ο θεμελιώδης λόγος οποιασδήποτε εργαστηριακής άσκησης είναι να βοηθήσει τους φοιτητές να κάνουν συσχετισμούς ανάμεσα σε δυο περιοχές: την περιοχή των πραγματικών αντικειμένων και των παρατηρήσιμων πραγμάτων και την περιοχή των ιδεών. Η μάθηση μέσω των πρακτικών δραστηριοτήτων βασίζεται στην κριτική παρατήρηση που απαιτεί εκπαιδευμένες αισθήσεις και σύνθετη σκέψη. Τα δεδομένα που αντιλαμβανόμαστε με τις αισθήσεις συγκεντρώνονται και φιλτράρονται από τις «μικροθεωρίες» του υποκειμένου της μάθησης (Husbands 1994: 5), δηλαδή τις προηγούμενες γνώσεις, τις στάσεις και τις αξίες του μαθητή και τον τρόπο που δημιουργεί δεσμούς με αυτές ή τις αναδιοργανώνει. Κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας των δεδομένων, οι αποτελεσματικές ερωτήσεις οδηγούν σε συγκρίσεις, ταξινομήσεις, υποθέσεις, γενικεύσεις και συμπεράσματα, που συμβάλλουν στην ερμηνεία του αντικειμένου και ενισχύουν την κριτική σκέψη και τη δημιουργία εννοιών. Μέσω της εργαστηριακής άσκησης οι σπουδαστές εκπαιδεύονται στην επιστημονική προσέγγιση στην έρευνα.

Φαίνεται σημαντικό ότι, για να είναι αποτελεσματική η εργαστηριακή εκπαίδευση πρέπει οι σκοποί και οι στόχοι να είναι καλά διατυπωμένοι. Έτσι, ο Boud και λοιποί (1986) τόνισαν ότι, κατά την προγραμματισμό ενός προγράμματος σπουδών, είναι σημαντικό να δηλωθούν ξεκάθαρα οι στόχοι και οι σκοποί του προγράμματος σπουδών, δηλαδή τι πρέπει να διδαχθεί, ποιος θα

το διδάξει, με ποια μέσα, και επιπλέον το σημαντικότερο, ποια είναι τα προσδοκώμενα αποτελέσματα. Το ζήτημα είναι να βρεθεί κάποια συμφωνία για το ποιοι μπορεί να είναι αυτοί οι στόχοι και οι σκοποί.

Οι Kirschner και Meester (1988) οσο αφορά την εργαστηριακή εκπαίδευση πρότειναν τους ακόλουθους μαθητο-κεντρικούς στόχους για την πρακτική εργασία:

1. Να διατυπώνει τις υποθέσεις.

2. Να λύνει τα προβλήματα.

3. Να χρησιμοποιεί τη γνώση και τις δεξιότητες στις άγνωστες καταστάσεις.

4. Να σχεδιάζει τα απλά πειράματα και να εξετάζει τις υποθέσεις.

5. Να χρησιμοποιεί τις εργαστηριακές δεξιότητες στην εκτέλεση των πειραμάτων.

6. Να ερμηνεύει τα πειραματικά στοιχεία.

7. Να περιγράφει σαφώς το πείραμα.

8. Να θυμάται την κεντρική ιδέα ενός πειράματος κατά τη διάρκεια μιας σημαντικά μακριάς χρονικής περιόδου.

Ο όγδοος στόχος στον κατάλογό τους είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον, δεδομένου ότι προτείνει ότι υπάρχουν κρίσιμες ιδέες στα πειράματα ή ότι υπάρχουν κρίσιμα πειράματα υπό την έννοια ότι τα αποτελέσματα προσφέρουν τις ακριβείς ιδέες σχετικά με μια υπόθεση που έχει αρχικά διατυπωθεί . Αυτή είναι η θεμελιώδης φύση της θέσης του πειραματισμού σε όλες τις έρευνες που βασίζονται στις φυσικές επιστήμες. Δεν υπάρχει αρκετή έρευνα για τον τρόπο με τον οποίο αυτό επιτυγχάνεται, εκτός από την πρόταση ότι δίνοντας στους σπουδαστές πολλή εμπειρία, μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη των σωστών τρόπων σκέψης και την ανάπτυξη των πειραματικών ιδεών.

Οι Carnduff και Reid (2003) περιέγραψαν την ανάγκη της εργαστηριακής άσκησης στη χημεία στην τριτοβάθμια εκπαίδευση ως εξής :

1. Πρακτικές δεξιότητες, που συμπεριλαμβάνουν την ασφάλεια, τους κινδύνους, την αξιολόγησης του κινδύνου, τις διαδικασίες, τα όργανα, την παρατήρηση των μεθόδων.

2. Μεταβιβάσιμες δεξιότητες, που συμπεριλαμβάνουν την ομαδική εργασία , οργάνωση, χρονική διαχείριση, επικοινωνία, παρουσίαση, ανάκτησης πληροφοριών, επεξεργασία μετρήσεων, επίπεδο μαθηματικών γνώσεων, σχεδίαση στρατηγικών, επίλυση προβλημάτων.

3. Διανοητική υποκίνηση που συμπεριλαμβάνει σύνδεση με τον πραγματικό κόσμο, αυξάνοντας τον ενθουσιασμό για τη χημεία.

Οι Carnduff και Reid (2003) προσφέρουν έναν μακρύ κατάλογο μεταβιβάσιμων δεξιοτήτων που ξεπερνούν τα όρια της χημείας. Το να κάνουμε τη χημεία πραγματική είναι κάτι που τονίζεται, και η απουσία μιας εργαστηριακής προγράμματος σπουδών θα το έκανε πολύ δύσκολο να επιτευχθεί. Επίσης στην μελέτη τους, προκύπτουν μερικές πτυχές της επιστημονικής σκέψης. Κατά συνέπεια, οι περισσότεροι από αυτούς τους στόχους θα ανήκουν, και ίσως μπορούν μόνο να πραγματοποιηθούν, στα εργαστήρια ή σχετικές με τα εργαστήρια δραστηριότητες.

4. ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Η έκρηξη που παρατηρήθηκε στην εξέλιξη της ηλεκτρονικής και πληροφορικής επιστήμης και τελευταία, ιδιαίτερα στις τεχνολογίες επικοινωνιών, είχε μεγάλο αντίκτυπο και στις υπόλοιπες θετικές επιστήμες. Ειδικότερα η χρήση αυτών των τεχνολογιών έχει ταυτιστεί με τον εκσυγχρονισμό της εκπαίδευσης.

Υπήρξαν διάφορες σημαντικές τεχνολογικές εξελίξεις, οι οποίες επηρέασαν τη διαμόρφωση του κλάδου της εκπαιδευτικής τεχνολογίας, με πρώτη τη χρήση της γλώσσας και την ανακάλυψη της γραφής. Ακολούθησαν ανακαλύψεις όπως το ραδιόφωνο, οι τηλεπικοινωνίες, ο κινηματογράφος, η τηλεόραση, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές και το διαδίκτυο.

Πολλές φορές δεν υπάρχει σαφής κατανόηση του όρου «εκπαιδευτική τεχνολογία», τόσο σε εκπαιδευτικούς κύκλους όσο και στο ευρύτερο κοινό. Ο Οργανισμός Εκπαιδευτικής Επικοινωνίας και Τεχνολογίας (Association of Educational Communications and Technology-AECT) που εδρεύει στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ορίζει την εκπαιδευτική τεχνολογία ως μια συστηματική διαδικασία, η οποία εμπλέκει υλικά, θεωρίες, ανθρώπινο δυναμικό και γνώση για τη λύση εκπαιδευτικών προβλημάτων και βελτίωση της μάθησης (AECT, 1977). Το 1994 ο AECT αναθεώρησε τον ορισμό της εκπαιδευτικής τεχνολογίας και τον επαναδιατύπωσε ως εξής: «Διδακτική τεχνολογία είναι η θεωρία και η εφαρμογή του σχεδιασμού, της ανάπτυξης, χρήσης, διαχείρισης, και αξιολόγησης των διαδικασιών και υλικών που αποσκοπούν στην μάθηση» (Seels & Richey, 1994, σ.1). Άρα, λοιπόν, ο όρος εκπαιδευτική τεχνολογία δεν αναφέρεται μόνο στα υλικά και μέσα (π.χ. τηλεόραση, ηλεκτρονικό υπολογιστή) αλλά σε μια συστηματική προσέγγιση, που έχει ως σκοπό την βελτίωση της ανθρώπινης μάθησης. Επιπλέον, αυτός ο ορισμός υποδηλώνει ότι η εκπαιδευτική τεχνολογία δεν είναι κάτι καινούργιο, καθώς η αναζήτηση τρόπων βελτίωσης της μάθησης ανάγεται στην αρχαιότητα.

Η εκπαιδευτική τεχνολογία βρίσκεται ακόμα στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης της, αλλάζει με γοργούς ρυθμούς και η επίδραση της δεν είναι γνωστή (Gipps, 2005). Η σημαντικότερη εξέλιξη στη διδακτική διαδικασία είναι η

μετάβαση από την άποψη της μάθησης ως πρόσληψη γνώσης, στην άποψη της δόμηση της γνώσης (Marray και λοιποί, 2002).

Είναι αναγκαίο να επισημανθεί η αμφίδρομη σχέση που υπάρχει μεταξύ τεχνολογίας και εκπαιδευτικής αλλαγής (Cuban, 1986, 2001. Means, 1994). Η τεχνολογία έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει την αναδόμηση ενός εκπαιδευτικού συστήματος και του αναλυτικού προγράμματος που προσφέρει. Από την άλλη πλευρά, ένα εκπαιδευτικό σύστημα, μόνο εάν διαμορφωθεί κατάλληλα, μπορεί να υποστηρίξει την εισαγωγή της τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Ο Corte (1990) τονίζει ότι οι υπολογιστές από μόνοι τους δεν αναπτύσσουν ικανότητες και στάσεις αλλά πρέπει να ενσωματωθούν σε ισχυρά μαθησιακά περιβάλλοντα, μετατοπίζοντας έτσι την έμφαση από το μηχάνημα στο πλαίσιο χρήσης του. Και μια σειρά άλλων ερευνητών όπως οι Davis et al(1995), Scrimshaw (1995), Marshall (1995), Byard (1995), Ridgway (1995) ανέφεραν παραδείγματα στα οποία η χρήση του υπολογιστή στην τάξη δεν παρουσιάζει κανένα ίχνος ανανέωσης, αλλά συνιστά επανάληψη παλιών πρακτικών.

Η ενσωμάτωση της Τεχνολογίας της Επικοινωνίας και της Πληροφορίας (ΤΕΠ) στη Πανεπιστημιακή εκπαίδευση αποτελεί, σύμφωνα με τους ειδικούς, επιτακτικό ζητούμενο (Green, 1998). Τα ερευνητικά δεδομένα δείχνουν ότι οι Πανεπιστημιακοί δεν αξιοποιούν με συστηματικό και συνεχή τρόπο τις τεχνολογικές δυνατότητες για αναβάθμιση των προγραμμάτων σπουδών και των διδακτικών τους προσεγγίσεων (Caffarella & Zinn, 1999). Οι Massy και Zemsky (1995) υποστηρίζουν ακόμα ότι οι προσπάθειες ενσωμάτωσης της ΤΕΠ στο Πανεπιστημιακό επίπεδο επιδιώκουν κυρίως την αξιοποίηση των τεχνολογιών ως εργαλείων ενίσχυσης της αποδοτικότητας των παραδοσιακών. Η τάση αυτή αποκαλύπτεται με τους τρόπους με τους οποίους αξιοποιείται ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (Η/Υ) και οι δυνατότητές του

(α) για ηλεκτρονική επεξεργασία εγγράφων,

(β) για ανάρτηση πληροφοριών στο Διαδίκτυο, και

(γ) για ηλεκτρονική επικοινωνία με αξιοποίηση των δυνατοτήτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Μια σειρά ερευνητών που μελέτησαν την εφαρμογή της εκπαιδευτικής τεχνολογίας (Sheingold and Hadley,1990; Hadley and Sheingold, 1993; Dwyer, Ringstaff and Sandoltz, 1991) τονίζουν ότι οι εκπαιδευτικοί που χρησιμοποιούν την υπολογιστική τεχνολογία στο σχολικό χώρο, τη χρησιμοποιούν για να υποστηρίξουν κυρίως τις προϋπάρχουσες διδακτικές πρακτικές τους ή για να προσφέρουν τις βασικές γνώσεις πληροφορικού αλφαβητισμού στους μαθητές (Becker, 1993). Διαπιστώνεται, έτσι, ότι ο τρόπος χρήσης της τεχνολογίας είναι συμβατός με τις ιδέες και τις αντιλήψεις των δασκάλων για το τι συνιστά γνώση.

Αρκετοί ερευνητές (Wild,1996 Donnel,1996, Willis, 1996) προκειμένου να περιγράψουν συμπεριφορές έλλειψης χρήσης του υπολογιστή στην τάξη ή εσφαλμένη εφαρμογή του, χρησιμοποιούν όρους όπως άρνηση χρήσης (Computer refusal) και φοβία χρήσης (Computer anxiety). Τα παραπάνω έγιναν αντικείμενο προβληματισμού και επισημάνθηκε η αδυναμία των εκπαιδευτικών να ενσωματώσουν τον υπολογιστή στην κύρια εκπαιδευτική διαδικασία (Willis, 1996). Το γεγονός αυτό σε συνεργασία με το ότι η χρήση του υπολογιστή παραμένει περιθωριακή, οδήγησε πολλούς στο να αποδώσουν τα προβλήματα στην έλλειψη από τους εκπαιδευτικούς των κατάλληλων δεξιοτήτων χρήσης και των ανάλογων θετικών στάσεων απέναντι στους υπολογιστές. Όμως, τα προγράμματα επιμόρφωσης που έγιναν για να καλύψουν αυτό το πρόβλημα, δεν το έλυσαν. Έτσι, ο Wild (1995) αναφέρει ότι το 83% των εκπαιδευτικών που παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα πληροφορικής, δεν χρησιμοποίησε τον υπολογιστή στην καθημερινή διδακτική του πρακτική.

Αντίθετα, υπάρχουν περιορισμένες εφαρμογές του Η/Υ ως εργαλείου για την καλλιέργεια των νοητικών δεξιοτήτων των φοιτητών/τριών και υποστήριξης της προσπάθειάς τους για την οικοδόμηση ή την αναδόμηση των γνωστικών τους δομών.

Η έννοια του γνωστικού φορτίου αποτελεί θεμελιακή έννοια για το εγχείρημα ενσωμάτωσης της τεχνολογίας στην εκπαίδευση. Το γνωστικό φορτίο αντιπροσωπεύει τη νοητική προσπάθεια που αναλαμβάνεται από τη

βραχυπρόθεσμη μνήμη (εργαζόμενη μνήμη) σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Cooper, 1990).

Είναι φανερό ότι η προσπάθεια ενσωμάτωσης της τεχνολογίας σε συγκεκριμένο μάθημα δημιουργεί πρόσθετο γνωστικό φορτίο. Το πρόσθετο γνωστικό φορτίο πηγάζει από τα τεχνολογικά εργαλεία που οι μαθητές πρέπει να μάθουν τη χρήση τους (ενδογενές γνωστικό φορτίο) και από τους τρόπους με τους οποίους τα εργαλεία αυτά θα ενσωματωθούν στη διδασκαλία (εξωγενές γνωστικό φορτίο). Στην περίπτωση που τα άτομα τα οποία εμπλέκονται στη διαδικασία αυτή δεν είναι ώριμοι αλλά αρχάριοι χρήστες της τεχνολογίας, τότε η ενσωμάτωση της τεχνολογίας δημιουργεί υπερβολικές απαιτήσεις στις νοητικές προσπάθειές τους για επεξεργασία του όγκου των πληροφοριών που συνοδεύουν τις προσπάθειες αυτές.

5. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Οι νέες δυνατότητες της πληροφορικής τεχνολογίας για τη διδασκαλία θετικών επιστημών είναι μια από τις πιο ελπιδοφόρες εξελίξεις των τελευταίων δεκαετιών. Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας των υπολογιστών στην εργαστηριακή εκπαίδευση είναι μια πρόσθετη δυνατότητα, η οποία παρέχεται μέσω αυτής της εξέλιξης. Σε αυτό το κεφάλαιο μελετώνται οι προσεγγίσεις ενσωμάτωσης της τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών στη εργαστηριακή εκπαίδευση μέσα από την έκθεση των ερευνητικών αποτελεσμάτων.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν επηρεάσει την οργανολογία, τον τρόπο που σχεδιάζονται και εκτελούνται τα πειράματα, την λήψη και την επεξεργασία των πειραματικών δεδομένων.

Σε ένα σύγχρονο περιβάλλον εργασίας οι Χημικοί συχνά καλούνται να αντιμετωπίσουν θέματα εγκατάστασης, ανίχνευσης λαθών, επισκευής και μερικές φορές κατασκευής, οργάνων που χρησιμοποιούνται για αναλυτικές μετρήσεις. Η πρώτη εμπειρία ενός Χημικού που πρέπει να δει μέσα σε ένα αναλυτικό όργανο είναι αρκετά εκφοβιστική. Για να μειωθεί αυτός ο φόβος του άγνωστου φάνηκε λογική η δυνατότητα να αποκτήσουν οι σπουδαστές μια εισαγωγική ευκαιρία (για την πραγματική εμπειρία) δίνοντας μερικά παραδείγματα που αποτελούν τα ουσιαστικά συστατικά των σύγχρονων οργάνων (σήμα, μετατροπείς, ηλεκτρονικά κυκλώματα, υλικό και λογισμικό υπολογιστών). Έτσι φαίνεται ότι οι τεχνολογίες της πληροφορικής και των επικοινωνιών δεν αποτελούν μονό μέσο αποτελεσματικότερης εκπαίδευσης, αλλά ταυτόχρονα και αντικείμενο εκπαίδευσης του σύγχρονου Χημικού.

Παρά το μεγάλο αντίκτυπο των υπολογιστών στην επιστήμη της Χημείας, πολύ λίγα άρθρα έχουν περιγράψει προπτυχιακά προγράμματα σπουδών για την ανάπτυξη δεξιοτήτων σχετικά με υπολογιστές στη Χημεία(Lagowski 2005).

Σύμφωνα με τους Ma και Nickerson (2006), σχετικά λίγες αναφορές στη βιβλιογραφία υπάρχουν ως προς την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στην εργαστηριακή εκπαίδευση και σε αυτές, τη μεγαλύτερη μερίδα την έχουν τα εργαστήρια των μηχανικών έναντι των εργαστηρίων των θετικών επιστημών. Όπως εξηγούν, αυτό πιθανά μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι καθηγητές των θετικών επιστημών αντιμετωπίζουν τα εργαστήρια σα μέσα επιβεβαίωσης της θεωρίας και διδασκαλίας επιστημονικών μεθόδων. Οι καθηγητές των πολυτεχνικών σχολών θεωρούν ότι τα εργαστήρια αυτής της μορφής συνδέονται με τη μελλοντική απασχόληση των φοιτητών (Faucher 1985). Με άλλα λόγια η μηχανική αντιμετωπίζεται ως μια εφαρμοσμένη επιστήμη και τα εργαστήρια είναι ένα μέσο για να ασκήσουν την εφαρμογή των επιστημονικών εννοιών. Επίσης, είναι πιθανό, οι εκπαιδευτικοί στις ειδικότητες της εφαρμοσμένης μηχανικής να έχουν κατάλληλες τεχνικές δεξιότητες για να δημιουργήσουν τα τεχνολογικά-εμπλουτισμένα εργαστήρια.

Ακόμα, δεν υπάρχει αρκετή έρευνα για την αποτελεσματικότητα της χρησιμοποίησης της τεχνολογίας των υπολογιστών στο πλαίσιο της εργαστηριακής εκπαίδευσης. Όπως, επίσης, δεν υπάρχουν και συγκεκριμένα κριτήρια για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής των νέων τεχνολογιών στην εργαστηριακή εκπαίδευση (Psillos και λοιποί 2002). Ακόμα και οι ορισμοί των διαφορετικών εργαστηριακών ασκήσεων που προκύπτουν από την εφαρμογή της τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνίας, διαφέρουν ανάλογα με τον ερευνητή, προκαλώντας πολλές φορές σύγχυση. Για παράδειγμα, τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού (remote labs) καλούνται εργαστήρια ιστού (*web* labs) (Ross et al. 1997), εικονικά εργαστήρια (*virtual* labs) (Ko et al. 2000) ή κατανεμημένα εργαστήρια (*distributed learning* labs) (Winer et al.2000).

Η συγκριτική αξιολόγηση των διάφορων μορφών εργαστηριακής εκπαίδευσης υποβοηθούμενης από τους υπολογιστές, τόσο μεταξύ τους όσο και σε σχέση με την παραδοσιακή εργαστηριακή εκπαίδευση, βασίζεται σε διαφορετικές προσεγγίσεις κάθε φορά όπου υπερτερούν ή υπολείπονται οι διάφορες τεχνικές ανάλογα με τον ερευνητή. Οι Mo και Nickerson (2006) ανέλυσαν 60 άρθρα σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς στόχους που

αναγνωρίσθηκαν, οι οποίοι άλλοτε δηλώνονται σαφώς και άλλοτε όχι, και ομαδοποίησαν τους στόχους σε τέσσερεις κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές αναφέρονται στην :

Ικανότητα πειραματικού σχεδιασμού: αναφέρεται στις εργαστηριακές δραστηριότητες που αυξάνουν την ικανότητα των σπουδαστών να λύνουν προβλήματα ανοικτού τύπου μέσα από το σχεδιασμό και την δημιουργία διαδικασιών και προϊόντων (επιστημονική σκέψη).

Εννοιολογική κατανόηση: αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι εργαστηριακές δραστηριότητες βοηθούν τους σπουδαστές να καταλαβαίνουν και να λύνουν προβλήματα σχετικά με τις βασικές έννοιες που έχουν διδαχθεί στην τάξη.

Επαγγελματικές ικανότητες: αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι σπουδαστές εξοικειώνονται με τις τεχνικές δεξιότητες τις οποίες αναμένεται να έχουν όταν θα ασκήσουν το επάγγελμα.

Κοινωνικές ικανότητες: αναφέρεται στο βαθμό στον οποίο οι σπουδαστές μαθαίνουν πώς για να αποδώσουν παραγωγικά σε δραστηριότητες εργαστηριακές μέσα σε ομάδες.

Από τη βιβλιογραφική επισκόπηση, διαπιστώθηκε ότι στις μελέτες για τα παραδοσιακά εργαστήρια, και οι τέσσερις εκπαιδευτικοί στόχοι εξετάζονται διεξοδικά από τα περισσότερα άρθρα. Ειδικότερα η βιβλιογραφία στα παραδοσιακά εργαστήρια, δίνει ισχυρή έμφαση στις εννοιολογικές δεξιότητες κατανόησης και πειραματικού σχεδιασμού.

Τα άρθρα σχετικά με τα εργαστήρια προσομοίωσης κλείνουν ακόμα περισσότερο προς την εννοιολογική κατανόηση και τις επαγγελματικές δεξιότητες. Όλα τα άρθρα συζητούν την εννοιολογική κατανόηση και λιγότερο από τα μισά, τις δεξιότητες πειραματικού σχεδιασμού.

Τα άρθρα που αναφέρονται στα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού είναι σημαντικά διαφορετικά. Αυτά εστιάζουν στην εννοιολογική κατανόηση και τις επαγγελματικές δεξιότητες. Μόνο μια εργασία συζητά δεξιότητες πειραματικού σχεδιασμού. Αυτό το γεγονός υπονοεί ότι οι υπερασπιστές των εργαστηρίων

απομακρυσμένου χειρισμού μπορούν να σκεφτούν την επιτυχία τους μόνο αναφορικά με εννοιολογική και επαγγελματική εκμάθηση. Από μια άλλη πλευρά μπορεί να σκέφτονται ότι τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού δεν είναι κατάλληλα για να διδάξουν δεξιότητες πειραματικού σχεδιασμού. Οι υποστηρικτές των παραδοσιακών εργαστηρίων δεν θεωρούν ότι τα εναλλακτικά εργαστήρια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να διδάξουν τις δεξιότητες του πειραματικού σχεδιασμού. Αντίθετα, οι υποστηρικτές των εργαστηρίων απομακρυσμένου χειρισμού θεωρούν ότι οι ερευνητές των παραδοσιακών εργαστηρίων αγνοούν τα στοιχεία που δείχνουν ότι τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού είναι αποτελεσματικά για να οδηγήσουν σε εννοιολογική κατανόηση. Οι υποστηρικτές των εργαστηρίων απομακρυσμένου χειρισμού αξιολογούν τις προσπάθειές τους όσον αφορά τη διδασκαλία εννοιών και όχι των δεξιοτήτων πειραματικού σχεδιασμού.

Ανάλογα με τον τρόπο εφαρμογής των τεχνολογιών της πληροφορικής και επικοινωνίας στην εργαστηριακή εκπαίδευση μπορούμε να διακρίνουμε τα εργαστήρια στους παρακάτω τύπους:

- **Εργαστήρια υβριδικού τύπου**. Πρόκειται για παραδοσιακά εργαστήρια στα οποία έχουν εισαχθεί πληροφορικά συστήματα ώστε η εκπαίδευση μέσα σε αυτά να είναι υποβοηθούμενη από ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η εισαγωγή των υπολογιστών στην εργαστηριακή εκπαίδευση καδοθηγήθηκε από την ανάγκη οι φοιτητές να διδαχθούν σύγχρονες εργαστηριακές τεχνικές που αλλιώς απαιτείται η αγορά ακριβών οργάνων. Στα υβριδικά εργαστήρια, οι υπολογιστές χρησιμοποιούνται για την απόληψη, επεξεργασία, ανάλυση δεδομένων ή για να ελέγξουν πειραματικές διατάξεις (Barnard 1985 Oehmke και Wepfer 1985 Saltsburg και λοιποί 1982 Tuma και λοιποί 1998). Από αυτήν την άποψη, ένα εργαστήριο στο οποίο δεν μεσολαβεί ο υπολογιστής είναι σχετικά σπάνιο (Mann και Fung 2002). Η χρήση των υπολογιστών μέσα στα παραδοσιακά εργαστήρια έχει αποδειχθεί χρήσιμη (Kasten 2000 Torres και λοιποί. 2001).

- **Εργαστήρια προσομοίωσης.** Πρόκειται για μιμήσεις των πραγματικών πειραμάτων. Όλο η υποδομή που απαιτείται για τα εργαστήρια δεν είναι πραγματική, αλλά προσομοιωμένη στους υπολογιστές. Οι συνήγοροι των εργαστηρίων προσομοίωσης υποστηρίζουν ότι όχι μόνο είναι απαραίτητα, αλλά και πολύτιμα. Τα εργαστήρια προσομοίωσης προσφέρουν μια οδό διαχειρισμού των αυξανόμενων δαπανών των παραδοσιακών εργαστηρίων. Οι προσομοιώσεις μειώνουν σημαντικά το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη μάθηση των φοιτητών. Επιπλέον, τα εργαστήρια προσομοίωσης είναι τουλάχιστον τόσο αποτελεσματικά όσο και τα παραδοσιακά εργαστήρια (Shin και λοιποί. 2002). Σε αυτά οι σπουδαστές που χρησιμοποιούν έναν προσομοιωτή, είναι σε θέση να σταματήσουν την εξέλιξη του φαινόμενου που προσομοιώνεται, να βγουν έξω από την διεργασία, για να την αναθεωρήσουν και να την κατανοήσουν καλύτερα (Parush και λοιποί. 2002). Επιπλέον, πιστεύουν ότι αναπτύσσουν τη δημιουργία ενός ενεργού τρόπου εκμάθησης που με αυτόν τον τρόπο βελτιώνει την απόδοση των σπουδαστών (Faria και Whiteley 1990 Smith και Pollard 1986 Whiteley και Faria 1989).

Αυτοί που αμφισβητούν αυτοί του είδους τα εργαστήρια υποστηρίζουν ότι η υπερβολική έκθεση στην προσομοίωση θα οδηγήσει σε μια αποσύνδεση μεταξύ των πραγματικών και εικονικών κόσμων (Magin και Kanapathipillai 2000). Τα δεδομένα από τα εργαστήρια προσομοίωσης δεν είναι πραγματικά και επομένως, οι σπουδαστές δεν μπορούν να μάθουν από τη διαδικασία δοκιμής-λάθους (Grant 1995). Ένας άλλος προβληματισμός για την προσομοίωση είναι το κόστος της. Μερικοί υποστηρίζουν ότι το κόστος της προσομοίωση δεν είναι απαραιτήτως χαμηλότερο από αυτό των πραγματικών εργαστηρίων (Canizares και Faur 1997). Οι ρεαλιστικές προσομοιώσεις για την ανάπτυξη τους απαιτούν χρόνο και δαπάνη μεγάλου ποσού, μπορούν ακόμα να αποτύχουν να διαμορφώσουν πιστά την πραγματικότητα (Papathanassiou και λοιποί. 1999).

- **Εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού**. Χαρακτηρίζονται από τη μεσολαβημένη πραγματικότητα. Πραγματοποιούνται σε ενόργανα εργαστήρια. Αυτό που τα καθιστά διαφορετικά από τα πραγματικά εργαστήρια είναι η απόσταση μεταξύ του πειράματος και του πειραματιστή. Στα πραγματικά εργαστήρια, ο εξοπλισμός μπορεί να ελέγχεται από υπολογιστές αλλά όλο το σύστημα βρίσκεται στον ίδιο χώρο. Αντίθετα, στα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού οι πειραματιστές λαμβάνουν τα στοιχεία με τον έλεγχο του γεωγραφικά απομακρυσμένου εξοπλισμού. Τον τελευταίο καιρό υπάρχει ολοένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού (Fujita και λοιποί. 2003 Gustavsson 2002 Shaheen και λοιποί. 1998 Yoo και Hovis 2004). Έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν προσιτά πραγματικά πειραματικά στοιχεία μέσω της διανομής των πειραματικών συσκευών που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες (Sonnenwald και λοιποί. 2003 Zimmerli και λοιποί. 2003). Πολύ συχνά ο απομακρυσμένος χειρισμός μπορεί επεκτείνει την ικανότητα ενός συμβατικού εργαστηρίου. Κατά μήκος μιας διάστασης, η ευελιξία του αυξάνει την ευκολία με την οποία ένας σπουδαστής μπορεί να εκτελέσει τα πειράματα τόσο ως προς το χρόνο όσο και ως προς τον τόπο (Canfora και λοιποί. 2004 Hutzel 2002). Κατά μήκος μιας άλλης διάστασης, η διαθεσιμότητά των εργαστηρίων αυτών επεκτείνεται σε περισσότερους σπουδαστές (Cooper και λοιποί. 2000b). Επιπλέον, από τις συγκριτικές μελέτες φαίνεται ότι οι σπουδαστές δείχνουν ενδιαφέρον και είναι πρόθυμοι να εργαστούν σε τέτοιου είδους εργαστήρια (Cooper και λοιποί. 2000b). Μερικοί σπουδαστές εκφράζουν την άποψη ότι τα μακρινά εργαστήρια είναι αποτελεσματικότερα από τα εργαστήρια προσομοίωσης (Scanlon και λοιποί. 2004). Παρόλο που τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού γίνονται δημοφιλέστερα, η εκπαιδευτική αποτελεσματικότητά τους ακόμη εξετάζεται. Οι Keilson και λοιποί (1999) επεσήμαναν ότι η ισοδυναμία μεταξύ του αρχικού εργαστηριακού πειράματος και η εφαρμογή του με τη χρήση απομακρυσμένου χειρισμού, είναι υπό όρους και περιορισμένη. Υποστηρίζουν ότι οι σπουδαστές είναι πιθανό να αποσπώνται και να είναι ανυπόμονοι με τους υπολογιστές, το οποίο στη συνέχεια θα βλάψει τη εμπλοκή των σπουδαστών με το πείραμα. Οι Vaidyanathan και Rochford

(1998) επίσης αναφέρουν ότι η αξία των απομακρυσμένων πειραμάτων αμφισβητείται από μερικούς σπουδαστές. Ο Nedic και λοιποί (2003) πρότειναν ότι οι σπουδαστές δεν θεωρούν τα μακρινά εργαστήρια ρεαλιστικά, επομένως, υποστηρίζουν ότι η αίσθηση των σπουδαστών τόσο προς τα εργαστήρια προσομοίωσης όσο και τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού είναι η ίδια, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι τα μακρινά εργαστήρια παρέχουν τα πραγματικά στοιχεία.

Ο Trgalova (2003) προτείνει την κατηγοριοποίηση των εργαστηριακών ασκήσεων που υποβοηθούνται από υπολογιστές, βασισμένη σε δύο κριτήρια, τη φύση των πειραματικών στοιχείων και τον βαθμό ελέγχου που ασκούν οι χρήστες.

Η μορφή των σύγχρονων εργαστηρίων είναι αρκετά διαφορετική από αυτή που υπήρχε πριν από την έκρηξη της πληροφορικής και επικοινωνιακής τεχνολογίας. Ουσιαστικά, πλέον, όλες οι ενόργανες αναλύσεις στη βιομηχανία ελέγχονται χρησιμοποιώντας το λογισμικό που παρέχεται από τον κατασκευαστή των οργάνων. Στην πρακτική εργασία, υπολογιστές χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο των οργάνων, την απόκτηση, επεξεργασία και την παρουσίαση των δεδομένων.

Η απόκτηση και ο χειρισμός των δεδομένων είναι πλέον κεντρικό σημείο στη μελέτη της Χημείας. Παλαιότερα, η διαδικασία αυτή γινόταν με το χέρι αλλά η τεχνολογία των υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιηθεί γι’αυτή τη δουλειά, παρέχοντας ταχύτητα και αξιοπιστία. Είναι φανερό, ότι κινούμαστε στην κατεύθυνση της ασύρματης τεχνολογίας. Σε πολλές χώρες, η μεταφορά αυτής της εικόνας στην εργαστηριακή εκπαίδευση με την χρήση υπολογιστών γίνεται από το τη δεκαετία του 80.

Η σταδιακή κυριαρχία των υβριδικών εργαστηρίων εξυπηρετεί μια εκπαίδευση πιο κοντά στις συνθήκες που επικρατούν σήμερα, τόσο στα εργαστήρια της βιομηχανίας όσο και στα ερευνητικά εργαστήρια. Σε αυτή την περίπτωση, η ποιότητα που προσδίδει ο διαδραστικός χαρακτήρας της εργαστηριακής συμμετοχής μπορεί να μην διαφέρει πολύ, είτε ο σπουδαστής βρίσκεται στον ίδιο χώρο με τις συσκευές είτε όχι.

Η αποτελεσματικότητα της εργαστηριακής άσκησης συσχετίζεται με την αμεσότητα της σύνδεσής της με τον πραγματικό κόσμο (Cooper και λοιποί. 2002b Rohrig και Jochheim 1999 Tzeng 2001). Κατά συνέπεια, τα εργαστήρια προσομοίωσης (και ως ένα ορισμένο βαθμό, τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού και τα υβριδικά εργαστήρια) επικρίνονται για την ανικανότητά τους να παρέχουν αυθεντικές ρυθμίσεις και την αλληλεπίδραση με τις πραγματικές συσκευές (Zeltzer 1992 Zywno και Kennedy 2000).

Η αίσθηση της ύπαρξης περιγράφεται στη βιβλιογραφία ως παρουσία. Ο Sheridan (1992) διέκρινε τρεις τύπους παρουσιών: τη φυσική, την τηλεπαρουσία και την εικονική. Η φυσική παρουσία συνδέεται με τα παραδοσιακά εργαστήρια και γίνεται αντιληπτή ως «φυσική παρουσία στο χώρο.» Η τηλεπαρουσία γίνεται αντιληπτή ως «αίσθηση παρουσίας στον απομακρυσμένο χώρο που διενεργούνται οι εργασίες». Τέλος η εικονική παρουσία γίνεται αντιληπτή ως« αίσθηση παρουσίας σε ένα εικονικό χώρο που παράγεται από υπολογιστή» (σελ. 120). Ο συντάκτης υποστήριξε ότι με την αναστολή της δυσπιστίας, μπορούμε να βιώσουμε την παρουσία σε ένα εικονικό περιβάλλον. Ο Noel και Hunter (2000) υποστήριξαν ότι το κρίσιμο ζήτημα στο σχεδιασμό των εικονικών περιβαλλόντων γενικά, είναι να δημιουργηθεί μια ψυχολογικά πραγματική ρύθμιση, παρά να αναδημιουργηθεί ολόκληρη η φυσική πραγματικότητα. Από τα πειράματά τους, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι με το χειρισμό των μεταβλητών του φυσικού κόσμου, οι σχεδιαστές μπορούν να δημιουργήσουν την επιθυμητή υποκειμενική πραγματικότητα. Ο Nunez και Blake (2003) βεβαίωσαν ότι περισσότερη προσοχή και προσπάθεια πρέπει να δοθεί στην αναστολή της δυσπιστίας που καθορίζει την παρουσία μέσα εικονικά περιβάλλοντα.

Λαμβάνοντας υπόψη την αφθονία των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στους συμμετέχοντες στο παραδοσιακό εργαστήριο, συχνά έχει υποστηριχθεί ότι η φυσική παρουσία προτιμάται από τους σπουδαστές (Ijsselsteijn και λοιποί. 2000 Lombard και Ditton 1997 Short και λοιποί. 1976 Snow 1996). Εντούτοις, τα εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού και οι προσομοιώσεις παρέχουν εναλλακτικές μορφές παρουσίας. Ο Biocca (2001) υποστήριξε ότι η ρίζα της παρουσίας βρίσκεται στη «αντίληψη για την πραγματικότητα» παρά στη φυσική πραγματικότητα.

Είναι σημαντικό να εστιάσουμε στον τρόπο με τον οποίο οι διανοητικές δραστηριότητες σπουδαστών συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του εργαστηριακού περιβάλλοντος. Από αυτήν την άποψη, έχουν συζητηθεί και άλλοι παράγοντες σε σχέση με την αποτελεσματικότητα των εργαστηρίων, όπως :

- το κίνητρο (Edward 2002),
- η συνεργασία ανάμεσα στους σπουδαστές (Baxendale και Mellor 2000),
- η ανατροφοδότηση σωστού λάθους (Grant 1995) και
- η αφθονία των μέσων (Chaturvedi και λοιποί. 2003).

Από αυτές τις μελέτες, αναμένουμε ότι σπουδαστές σε ένα εργαστήριο προσομοίωσης ή απομακρυσμένου χειρισμού εργαστήριο όπου η πραγματικότητα είναι τεχνητή ή μεσολαβεί απόσταση αντίστοιχα, μπορεί να βιώσει ψυχολογική παρουσία, αλλά όχι φυσική παρουσία. Με παρόμοιο τρόπο, σπουδαστές σε ένα πραγματικό πειραματικό εργαστήριο θα μπορούσαν να εκτεθούν φυσικά σε πραγματικές συσκευές, αλλά μπορεί να μην βιώσουν ψυχολογική παρουσία. Για παράδειγμα, οι σπουδαστές μπορεί να βαρεθούν ή να αποσπαστούν εάν ο ρόλος τους είναι παθητικός παρατηρώντας άλλους να αλληλεπιδρούν με κάποια συσκευή.

Δεν είναι υποχρεωτικό στην εργαστηριακή εκπαίδευση να ακολουθείται μια συγκεκριμένη τακτική που προσδιορίζεται από τη χρήση ή όχι των νέων τεχνολογιών για τη διαμόρφωση του μαθησιακού περιβάλλοντος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας σε συνδυασμό με τις νέες μαθησιακές προσεγγίσεις μπορεί να δώσει εργαλεία που μπορούν να εκπληρώσουν πολλαπλούς στόχους που άλλοτε θα φάνταζαν απίθανοι. Αυτές οι υβριδικές μορφές εργαστηριακής εκπαίδευσης έχουν αποδειχθεί χρήσιμες (Kasten 2000 Torres και λοιποί. 2001). Συνδυασμός εργαστηρίων προσομοίωσης με εργαστήρια απομακρυσμένου χειρισμού έχουν αποτελέσει αποτελεσματικές λύσεις (Sonnenwald και λοιποί. 2003). Μελέτες προτείνουν ότι ένα μίγμα τεχνολογικών στοιχείων μπορεί να είναι ανώτερο από την εφαρμογή μιας μεμονωμένης τεχνολογίας, και αυτό που πραγματικά παίζει ρόλο δεν είναι είναι ο τύπος εργαστηρίου, αλλά η βαρύτητα κάθε τύπου σε μια δεδομένη κατάσταση (Cohen και Scardamalia 1998 Riffell και Sibley 2004 Tuckman 2002).

6. ΔΙΑΘΕΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ & ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

Ως **διαθεματική** προσέγγιση της γνώσης ορίζεται η πολύπλευρη διερεύνηση και μελέτη ενός θέματος με τη συμμετοχή και το συντονισμό πολλών γνωστικών αντικειμένων. Μπορεί να είναι η επεξεργασία μιας διαθεματικής έννοιας, όπως σύστημα, σημείο κλπ. ή η διερεύνηση ενός διαθεματικού θέματος με τη μέθοδο του σχεδίου εργασίας (project). *Διαθεματικότητα (cross-thematic integration) είναι ο τρόπος οργάνωσης του Α.Π.Σ.*(αναλυτικού προγράμματος σπουδών)*, που καταργεί ως πλαίσια επιλογής και οργάνωσης της σχολικής γνώσης τα διακριτά μαθήματα και αντιμετωπίζει τη γνώση ως ενιαία ολότητα, την οποία προσεγγίζει μέσα από τη διερεύνηση θεμάτων, ζητημάτων και προβληματικών καταστάσεων, που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για τους φοιτητές* (Ματσαγγούρας, 2003).

Όταν η μελέτη του θέματος περιορίζεται στο χώρο των επιστημών, τότε μιλάμε για **διεπιστημονικότητα**. *Διεπιστημονικότητα (inter-disciplinarity) είναι ο τρόπος οργάνωσης του Α.Π.Σ. (αναλυτικού προγράμματος σπουδών), που διατηρεί τα διακριτά μαθήματα ως πλαίσια επιλογής και διάταξης της επιστημονικής γνώσης, αλλά επιχειρεί με ποικίλους τρόπους να συσχετίσει μεταξύ τους το περιεχόμενο των διακριτών μαθημάτων* (Ματσαγγούρας, 2003).

Είναι φανερό ότι η διαθεματικότητα είναι ευρύτερος όρος από τη διεπιστημονικότητα.

Από παιδαγωγική άποψη η διαθεματικότητα είναι σημαντική, διότι αποσκοπεί στη σφαιρική καλλιέργεια των μαθητών, αφού καλλιεργεί δεξιότητες και ικανότητες, όπως:

1) τη δεξιότητα της χρήσης ποικίλων πηγών πληροφόρησης,

2) τη δεξιότητα της επικοινωνίας (γραπτός και προφορικός λόγος, επιχειρηματο-

λογία, διάλογος κλπ.),

3) τη δεξιότητα της εφαρμογής μαθηματικών εννοιών στην καθημερινή ζωή,

4) τη δεξιότητα της συνεργασίας,

5) την ικανότητα της επίλυσης προβλημάτων,

6) την ικανότητα της δημιουργικής επινόησης,

7) την ικανότητα της κριτικής επεξεργασίας των πληροφοριών και άλλες.

Με τη συνδρομή όλων των εμπλεκόμενων γνωστικών αντικειμένων συγκροτείται ένα ενιαίο σύνολο γνώσεων και δημιουργείται μια ολιστική αντίληψη της γνώσης, κάτι που χαρακτηρίζει τη διαθεματικότητα. Επίσης γίνεται διασύνδεση των σχολικών μαθημάτων και η σύνδεση της σχολικής γνώσης με την καθημερινή ζωή. Με αυτόν τον τρόπο αναδεικνύεται η αξία όλων των σχολικών μαθημάτων και αυτό, πιστεύω, μπορεί να αποτελέσει ένα πολύ καλό κίνητρο για μάθηση.

Η διαθεματικότητα στηρίζεται στην ομαδοσυνεργατική μορφή διδασκαλίας με την ενεργητική συμμετοχή όλων των μαθητών. Οι μαθητές συμμετέχουν στην επιλογή του θέματος και κάθε μαθητής μπορεί να επιλέγει την ομάδα στην οποία θέλει να συμμετέχει. Η παρέμβαση του καθηγητή εδώ κατά τη γνώμη μου μπορεί να είναι διακριτική ώστε η «γνωστική διαφορά» μεταξύ των μελών κάθε ομάδας να είναι η καλύτερη δυνατή (σύμφωνα με τους ειδικούς, δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μεγάλη ούτε πολύ μικρή). Η πραγματοποίηση μιας διαθεματικής εργασίας αρχίζει με την επιλογή του θέματος και τη σύνταξη ενός σχεδίου εργασίας, τελειώνει με τη συγγραφή και παρουσίαση μιας συνθετικής εργασίας και κλείνει με την αξιολόγηση του έργου από τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς.

Η διεπιστημονικότητα (interdisciplinary) ως διεπιστημονική πρακτική αφορά στην ανάγκη συνεργασίας μεταξύ των επιστημών για να θεαθεί σφαιρικά και να κατανοηθεί ένα πρόβλημα. Στο πλαίσιο αυτής της πρακτικής οι επιμέρους επιστήμες προσφέρουν τις έννοιες, τις θεωρίες και τα μεθοδολογικά τους εργαλεία προκειμένου να θεαθεί σφαιρικά και να κατανοηθεί το υπό εξέταση πρόβλημα, χωρίς ωστόσο, οι επιμέρους επιστήμες να απεμπολούν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και την αυτονομία τους.

Παράλληλα, αναπτύχθηκε ένα άλλο ρεύμα σκέψης που εισήγαγε και οριοθέτησε την έννοια της δια-επιστημονικότητας (transdisciplinary) που αποδίδεται και ως εγκάρσια διεπιστημονικότητα, όπως ήδη έχουμε επισημάνει. Η δια-επιστημονικότητα, ως πρακτική, αφορά στην ανάγκη επίλυσης προβλημάτων και όχι μόνον στη σφαιρική θέαση και κατανόησή τους. Στο πλαίσιο αυτής της πρακτικής οι συμμετέχοντες, συνήθως ομάδες με διεπιστημονική σύνθεση, καλούνται να επιλέξουν θεωρίες, έννοιες και μεθοδολογικά εργαλεία από οποιαδήποτε επιστήμη ή επιστημονικό κλάδο ή ακόμη να τα αναμείξουν κατάλληλα αξιοποιώντας τις υποκειμενικές βιωμένες εμπειρίες, συμπεριλαμβανομένων της διαίσθησης και της φαντασίας τους, προκειμένου να επιλύσουν το πρόβλημα παράγοντας νέα γνώση (θεωρίες, έννοιες και μεθοδολογικά εργαλεία).

Η επιλογή του όρου «διαθεματικότητα» που επικεντρώνεται στην εξέταση του θέματος αντιστοιχεί, ιδωμένη ως κίνηση, με τη διεπιστημονική πρακτική. Η κύρια κατεύθυνσή της αφορά το πως τα διάφορα μαθήματα συνδέονται με το θέμα για να εξυπηρετηθούν οι στόχοι των επιμέρους μαθημάτων, τα οποία διατηρούνται. Σωστά δε, διατυπώθηκε ότι ταυτίζεται με τη διεπιστημονικότητα και είναι ορθό να οριστεί ως διεπιστημονικότητα (Γρόλιος 2004). Αντίθετα, εάν είχε επιλεγεί η έννοια της δια-επιστημονικότητας που επικεντρώνεται στην επίλυση προβλήματος θα τίθονταν σε κίνηση διεργασίες εντοπισμού των πραγματικών προβλημάτων της ελληνικής εκπαίδευσης και θα ενεργοποιούνταν διαδικασίες επίλυσης τους σ' όλα τα επίπεδα, ενσταλάζοντας παράλληλα στη νέα γενιά, μέσα από σχετικές ερευνητικές τεχνικές και πρακτικές μια κουλτούρα βελτίωσης, που τόσο έχει ανάγκη η χώρα μας.

Παράλληλα, εισήχθει και ο όρος «διαδραστικότητα». Πρόκειται για έναν όρο ασαφή και πολυχρησιμοποιημένο αλλά ταυτόχρονα πολυδιάστατο, όπως αποδεικνύεται από την πληθώρα των διαφορετικών ορισμών που δίνονται από τους μελετητές. Η γενική εκδοχή θέλει τη διαδραστικότητα να αποτελεί την «αμοιβαία ανταλλαγή» δράσης μεταξύ ανθρώπων ή μεταξύ ανθρώπων και άψυχων αντικειμένων ή καταστάσεων (Roussou, 2004b). Μια τεχνική εκδοχή ορίζει τη διαδραστικότητα ως τη λειτουργία εισαγωγής δεδομένων από τον χρήστη προς τον ηλεκτρονικό υπολογιστή καθώς και το είδος της ανταπόκρισης του συστήματος προς την ενέργεια αυτή (Sims, 1997). Ο Steuer προχωρά ακόμη

περισσότερο ορίζοντας τη διαδραστικότητα ως το βαθμό με τον οποίο οι χρήστες ενός μέσου μπορούν να επηρεάσουν τη μορφή ή το περιεχόμενο του «διαμεσολαβημένου» περιβάλλοντος (Steuer, 1992). Ωστόσο, ο ορισμός αυτός δεν εμπεριέχει καμία μορφή «έξυπνης» ανταπόκρισης από το σύστημα. Με αυτή τη λογική, μια διαδραστική ενέργεια θα μπορούσε να είναι κάλλιστα μια μονομερής κίνηση όπως, για παράδειγμα, το να πατήσει ο χρήστης ένα κουμπί για να σταματήσει τη λειτουργία του συστήματος. Σύμφωνα με τον ορισμό, η πράξη αυτή είναι μια διαδραστική πράξη, εφ' όσον επηρεάζει, και μάλιστα δραστικά, το περιβάλλον (με το να σταματά τη λειτουργία ενός συστήματος). Δεν αποτελεί όμως στην προκειμένη περίπτωση το είδος της διαδραστικότητας που μας ενδιαφέρει, αφού αγνοεί τις πολυδιάστατες πτυχές της σχέσης του χρήστη - επισκέπτη με το ιδιαίτερο περιβάλλον του μουσείου. Σε μια πιο κυνική εκδοχή, που ίσως να μη διαφέρει και πολύ από το τι συμβαίνει στην πράξη, η Murray θεωρεί ότι ο όρος διαδραστικότητα έχει καταλήξει να χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση απλής κίνησης του ποντικιού από τον χρήστη ή για κάθε πάτημα ενός κουμπιού (Murray, 1997). Ο Talin γίνεται πιο συγκεκριμένος κάνοντας τη διάκριση ανάμεσα σε ένα ψηφιακό διαδραστικό περιβάλλον και ένα πιο συμβατικό αναλογικό και άρα πιο παθητικό περιβάλλον, όπως είναι η προβολή βίντεο. Κατά τον Talin, το ψηφιακό περιβάλλον είναι διαδραστικό όταν προσαρμόζεται περισσότερο στις ενέργειες του χρήστη του και του επιτρέπει διευρυμένα επίπεδα ελευθερίας και μεγαλύτερο έλεγχο σε παράγοντες όπως είναι ο χρόνος, ο χώρος ή η πλοκή μιας εμπειρίας (Talin, 1998).

Σε μια πιο μουσειολογική προσέγγιση στην οποία δίνεται έμφαση στην κοινωνιολογική και συναισθηματική διάσταση, η διαδραστική εμπειρία ορίζεται γενικότερα ως η εμπειρία κατά την οποία ο επισκέπτης συμμετέχει ενεργά με φυσικό, συναισθηματικό, νοητικό και κοινωνικό τρόπο (Adams & Moussouri, 2002). Θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε βεβαίως ότι αυτό ισχύει και για πολλές περιπτώσεις εκθεμάτων που δε χρησιμοποιούν τεχνολογία, όπως είναι τα βιωματικά εκθέματα στα παιδικά μουσεία ή τα κέντρα επιστημών, που βασίζονται στη δημιουργία μιας σχέσης συμμετοχής και παιχνιδιού για να επιτύχουν την εμβύθιση του επισκέπτη και την κατανόηση πιο δύσκολων ή αφηρημένων εννοιών. Η Ryan ουσιαστικά ενισχύει αυτήν την άποψη θεωρώντας ότι το διαδραστικό μέσο ξεδιπλώνεται στον χρήστη του, αφού αυτός έχει επενδύσει νοητικά και συναισθηματικά στην αλληλεπίδρασή του με αυτό (Ryan, 2001).

7. ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥΣ

Τα Εντατικά Προγράμματα - Erasmus είναι βραχύχρονα Προγράμματα διδασκαλίας που σκοπό έχουν να φέρουν σε επαφή εκπαιδευτικούς και φοιτητές από διαφορετικές χώρες, ώστε να εργαστούν μαζί σε ένα πολυπολιτισμικό περιβάλλον.

Πρόκειται για προγράμματα πολυεθνικής διδασκαλίας, δεδομένου ότι τα μαθήματα διδάσκονται από εκπαιδευτικούς και παρακολουθούνται από φοιτητές τουλάχιστον τριών διαφορετικών χωρών. Μπορεί όμως να συμμετέχουν περισσότερα από ένα Ίδρυμα ανά χώρα. Ωστόσο, τουλάχιστον ένα Ίδρυμα, πρέπει να προέρχεται από χώρα-μέλος της Ε.Ε.

Μέσω της διαθεματικής προσέγγισης, ανοίγονται νέες προοπτικές για το διδασκόμενο θέμα.

Το διδακτικό προσωπικό μπορεί να ανταλλάξει απόψεις σχετικά με το περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών και να πειραματιστεί με νέες μεθόδους διδασκαλίας σε μία πολυεθνική τάξη (Brown-Parker, 1988).

Σκοπός τους είναι αρχικά η διδασκαλία ειδικών θεμάτων που δεν προσφέρονται συνήθως στα Προγράμματα Σπουδών μεμονωμένων Ιδρυμάτων. Οι φοιτητές και οι εκπαιδευτικοί εργάζονται σε πολυεθνικές ομάδες και έτσι αναπτύσσουν το πνεύμα της ομαδικότητας. Επίσης τόσο οι εκπαιδευτικοί αλλά και οι φοιτητές ανταλλάσουν απόψεις σχετικά με το περιεχόμενο διδασκαλίας και τη νέα προσέγγιση προγραμμάτων διδασκαλίας. Τέλος δοκιμάζονται νέες διδακτικές μέθοδοι μέσα σε μια πολυεθνική τάξη (Brown-Parker, 1988).

Τα εντατικά προγράμματα και τα Θερινά Σχολεία αντιπροσωπεύουν συχνά ένα μεγάλο όγκο πληροφοριών που ίσως πολύ γρήγορα απορρίπτονται με την επιστροφή στον εργασιακό χώρο. Οι φοιτητές επιτυγχάνουν, εκτελούν και πληρούν βραχυπρόθεσμα μαθησιακά αποτελέσματα. Το χρονικό πλαίσιο αυτών των προγραμμάτων περιορίζει κάθε ευκαιρία για προβληματισμό σχετικά με τις νέες ιδέες που μερικές φορές αποκαλείται το *«φαινόμενο ζελατίνη»* και περιορίζει

από οποιαδήποτε δοκιμή ιδεών ή πρακτικών δεξιοτήτων στο χώρο εργασίας. Πολύ συχνά η κουλτούρα του εργασιακού περιβάλλοντος, η πίεση από τους συναδέλφους ή απλώς οι απαιτήσεις της εργασίας αντιτίθεται σε οποιαδήποτε άμεση ή μακροπρόθεσμη μεταφορά των δραστηριοτήτων της τάξης στην πραγματικότητα. Σε τελική ανάλυση, η επιτυχία ενός εντατικού προγράμματος σπουδών εξαρτάται από την προσωπική δέσμευση των συμμετεχόντων να διατηρήσουν και να εφαρμόσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές που έχουν αποκτήσει (Brown-Parker, 1988).

8. ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ
ΤΟ 3^{Ο} ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΤΟΥ Α.Π.Θ.

Το θερινό σχολείο είναι μια μορφή εκπαίδευσης και πιο συγκεκριμένα είναι ένα είδος εντατικού προγράμματος. Υλοποιούνται πολλά θερινά σχολεία από διάφορα πανεπιστήμια σε όλο τον κόσμο. Είναι μια συμπληρωματική μορφή εκπαίδευσης και επίσης πολλά από αυτά είναι και διαθεματικά - διεπιστημονικά.

Το 2010 πραγματοποιήθηκαν πολλά θερινά σχολεία. Παραδείγματος χάριν το “Corfu Summer Institute on Elementary Particle Physics”, που λειτουργεί από το 1982 ως αποτέλεσμα δημιουργικής συνεργασίας, μεταξύ του ΕΜΠ (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο), του ΕΚΦΕ (Εργαστηριακό Κέντρο Φυσικών Επιστημών) «Δημόκριτος», Ελληνικών Πανεπιστημίων, του Δήμου Κερκυραίων και της Νομαρχίας Κέρκυρας, το 1° Θερινό Σχολείο στη Σχολική Ψυχολογία που διοργανώθηκε από το Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σχολικής Ψυχολογίας και το Κέντρο Έρευνας και Εφαρμογών Σχολικής Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών σε συνεργασία με τον Κλάδο Σχολικής Ψυχολογίας της Ελληνικής Ψυχολογικής Εταιρείας και το Δίκτυο Αποφοίτων Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σχολικής Ψυχολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, με τίτλο: «Ανταπόκριση στην παρέμβαση: Βελτιώνοντας τη μάθηση και τη συμπεριφορά για όλους τους μαθητές της τάξης». Επίσης το Ενδοπανεπιστημιακό Δίκτυο του Πανεπιστημίου Πατρών «Μοντελοποίηση και Ανάλυση Βιοϊατρικών και Φυσικών Συστημάτων», το Εργαστήριο Μη Γραμμικών Συστημάτων και Εφαρμοσμένης Ανάλυσης του Τμήματος Μαθηματικών και το Κέντρο Έρευνας και Εφαρμογών Μη Γραμμικών Συστημάτων του Πανεπιστημίου Πατρών διοργάνωσαν το Θερινό Σχολείο 2010 με τίτλο: "Πολυπλοκότητα στα Μαθηματικά, και τη Φυσική», το Εθνικό Κέντρο Έρευνας Φυσικών Επιστημών “Δημόκριτος”, διοργάνωσε το Θερινό Σχολείο προσανατολισμού και ενημέρωσης, το Κέντρο Παιδείας Επιστημών, το Εργαστήριο Φυσικής της Σχολής Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας του Ε.Α.Π. και το Εργαστήριο Μη-Γραμμικών Συστημάτων και Εφαρμοσμένης Ανάλυσης του Πανεπιστημίου Πατρών διοργάνωσαν το Θερινό Σχολείο Φυσικής στην Εκπαίδευση, στις εγκαταστάσεις της Εστίας Επιστημών Πάτρας με τίτλο: «Δίαυλοι Επιστημονικής Αναζήτησης στην Εκπαίδευση».

Σκοπός του 3ου Θερινού Σχολείου ήταν να επιτρέψει τους νέους επιστήμονες να αντιμετωπίσουν τους ειδικούς και να βελτιώσουν τις γνώσεις και τις ικανότητές τους στη συμπύκνωση των βασικών πληροφοριών, σε αξιοσημείωτες περιπτώσεις για μελέτη των τεχνικών που ελέγχουν την κατάσταση των έργων τέχνης, και προσφέροντάς τους μια καλή γνωριμία με τα σύγχρονα εργαλεία της εκπαίδευσης, καθώς και παρέχοντας σε όλους τους συμμετέχοντες ευκαιρίες δικτύωσης. Στον σκοπό αυτό συγκαταλέγονταν επίσης η εξοικείωση όλων των σπουδαστών με τον σύγχρονο εξοπλισμό των φυσικοχημικών εργαστηρίων του Τμήματος και γενικότερα του Α.Π.Θ.

Το Θερινό Σχολείο για την προστασία της επιστήμης εστίασε στις φυσικοχημικές πτυχές για τη διατήρηση της πολιτιστικής κληρονομιάς και ασχολήθηκε κατά κύριο λόγο με τον δεύτερο και τρίτο κύκλο χημείας. Οι φοιτητές ασχολήθηκαν με τη διατήρηση της επιστήμης και απέκτησαν μια σταθερή γνώση για τους τρόπους που χρησιμοποιούνται οι φυσικές επιστήμες και οι υλικές επιστήμες τέχνης.

Κατά τη διάρκεια του οι φοιτητές πραγματοποίησαν μαθήματα εξειδίκευσης σε συγκεκριμένες έρευνες γύρω από αρχιτεκτονικά μνημεία, έργα τέχνης ή αντικείμενα που φυλάσσονται σε μουσεία. Στο πλαίσιο των μαθημάτων πραγματοποιήθηκε πρακτική εφαρμογή σε αρχαιολογικούς χώρους και μουσεία της Μακεδονίας, όπως το Βυζαντινό και Αρχαιολογικό Μουσείο της Θεσσαλονίκης, στην Αιανή και τη Βεργίνα.

Το εργαστηριακό μέρος του προγράμματος περιλάμβανε ασκήσεις που αφορούσαν κυρίως βαφικές διαδικασίες με φυσικές χρωστικές. Πιο συγκεκριμένα αφορούσαν :

1. Την αναβίωση παραδοσιακών τεχνικών.
2. Διαδικασίες επιταχυνόμενης γήρανσης.
3. Τον έλεγχο σταθερότητας χρώματος με χρήση φασματοσκοπίας υπεριώδους-ορατού.

Οι οργανωτές του θερινού σχολείου με τη χρήση της σύγχρονης και ασύγχρονης τηλεκπαίδευσης, προετοίμασαν έγκαιρα τους συμμετέχοντες και παρακολουθούσαν συστηματικά την πρόοδό τους, καθώς και την εικονική παρουσία περαιτέρω ειδικών.

Η αυξημένη εμβέλεια της πρωτοβουλίας όπως αναδεικνύεται από την ολοκληρωμένη κάλυψη του χώρου στο γνωστικό αντικείμενο, αλλά και η υψηλή ποιότητα των παρεχομένων γνώσεων και δεξιοτήτων, καθιστούν τη σημασία του Θερινού Σχολείου ιδιαιτέρα υψηλή και θέτουν το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο στην πρωτοπορία των επιστημονικών πρωτοβουλιών για την διάσωση του υλικού πολιτισμού.

ΙΙ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

9. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

Στο τρίτο θερινό σχολείο που διοργανώθηκε από το Δίκτυο Ευρωμεσογειακής Συνεργασίας για τη διάσωση και διατήρηση της υλικής πολιτιστικής κληρονομιάς του Μεσογειακού χώρου έλαβαν μέρος εβδομήντα μεταπτυχιακοί και διδακτορικοί φοιτητές από είκοσι μία ευρωπαϊκές και μη χώρες. Οι φοιτητές προέρχονταν από διάφορους κλάδους, όπως χημικοί, φαρμακοποιοί, βιολόγοι και γενετιστές, φοιτητές επιστημών συντήρησης και μηχανικοί. Η κύρια γλώσσα του προγράμματος ήταν η αγγλική λόγω του ότι οι φοιτητές προέρχονταν από διάφορες ευρωπαϊκές και μη χώρες. Οι φοιτητές συμμετείχαν σε πειράματα στα οποία χρησιμοποιήθηκαν ενόργανες μέθοδοι χημικής ανάλυσης, εφαρμοσμένες στην επιστήμη της συντήρησης.

Σε κάθε φοιτητή, μετά την περάτωση των εργαστηρίων, μοιράστηκε κατά τη διάρκεια των διαλέξεων το παρακάτω ερωτηματολόγιο ανοιχτού τύπου 16 ερωτήσεων. Επιλέχθηκε ένας τύπος ερωτηματολογίου απλής και κατανοητής μορφής (πολλαπλής μορφής), ώστε να μπορεί να συμπληρωθεί εύκολα και γρήγορα καθώς επίσης και για να μην υπάρχουν και περιθώρια για παρερμήνευση.

Στη συνέχεια αυτά τα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν και καταχωρήθηκαν για περαιτέρω έρευνα. Με τη χρήση στατιστικών συναρτήσεων βγήκαν τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών για την κάθε μια ερώτηση του ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του Excel βγήκαν τα αντίστοιχα γραφήματα, συγκεκριμένα γραφήματα πίτας και στήλης, καθώς και τα αντίστοιχα διαγράμματα συχνοτήτων. Στο τέλος, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία βγήκανε τα συμπεράσματα για τη στάση των φοιτητών έναντι των εργαστηριακών δραστηριοτήτων, σε σύχρονες μορφές διαθεματικών εντατικών προγραμμάτων εκπαίδευσης.

QUESTIONNAIRE

Investigation of the role laboratory work in Conservation Science

Name:

1. What is your opinion on the laboratory programme ?

Very positive☐ Positive☐ Neutral☐ Negative☐ Very negative☐

2. Do you agree with the following statement : ‘ *By doing laboratory work, I think that I acquire a better understanding of experimental procedures and data analysis* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

3. Do you agree with the following statement : ‘ *I would prefer doing experiments on my own, rather than in a team* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

4. Do you agree with the following statement : ‘ *If I were to do these experiments again, I would be able to do them in less time* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

5. Answer the following statement : ‘ *During the experiments I had the chance to work on instruments* ’.

Always☐ Often☐ Sometimes☐ Rarely☐ Never☐

6. Do you agree with the following statement : ‘ *I have no pronounced difficulties in dealing with instrumentation* ’ .

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

7. After your laboratory work has finished, how much time is left until the end of the laboratory session ?

None☐ 5 – 10 min☐ 10 – 20 min☐ More than 20 min☐

8. During this time what do you do ?

   a. Finish written work from the laboratory. ☐
   b. Finish work from another class. ☐
   c. Talk to other students. ☐
   d. Nothing relevant to the work. ☐

9. How often do you work in a team when answering laboratory report questions?

Always☐ Often☐ Sometimes☐ Rarely☐ Never☐

10. When you doing laboratory work, what is the most important thing to you ?

    a. Accuracy, how close you are to the correct answer. ☐

    b. How fascinating the experiment is. ☐

    c. How fast you finish. ☐

    d. Other. ☐

11. Concerning standard exercises, which is the most appropriate approach to practical work for the following aims ? (1 is the most important and 6 is the less important).

    - To make phenomena more real through experience. ☐
    - To help remember facts and principles. ☐
    - To encourage accurate observation and description. ☐
    - To became able to comprehend and carry out instructions. ☐
    - To develop specific manipulative skills. ☐
    - To verify facts and principles already taught. ☐

12. Concerning discovery experiments, which is the most appropriate approach to practical work for the following aims ? (1 is the most important and 6 is the less important).

    - As a creative activity. ☐
    - To practice seeing problems and seeking ways to solve them. ☐
    - To develop self reliance. ☐
    - To develop an ability to communicate. ☐
    - To develop an ability to co-operate. ☐
    - To develop a critical attitude. ☐

13. Do you agree with the following statement : ‘ *Demonstration experiments are useful for science education* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

14. Do you agree with the following statement : ‘*Laboratory sessions during a summer school are a good way to expand everyone’s science knowledge* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

15. Answer the following question : ‘ *Which is the degree of difficulty associated with laboratory sessions ?* ’

Very difficult☐ Difficult☐ Average☐ Easy☐ Trivial☐

16. Do you agree with the following statement : ‘ *Laboratory sessions are challenging and stimulate independent thinking* ’ ?

Strongly agree☐ Agree☐ Neutral☐ Disagree☐ Strongly disagree☐

10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη συνέχεια οι απαντήσεις επεξεργάστηκαν στατιστικά και βγήκαν τα διάφορα ποσοστά για το κάθε ερώτημα. Ο Πίνακας 1 δείχνει τα ποσοστά αυτά.

Έπειτα, σύμφωνα με τα ποσοστά αυτά δημιουργήθηκαν τα αντίστοιχα γραφήματα και ιστογράμματα, από τα οποία βγήκαν ποικίλα συμπεράσματα σχετικά με το ρόλο της εργαστηριακής δραστηριότητας, σε σύχρονες μορφές διαθεματικών εντατικών προγραμμάτων εκπαίδευσης.

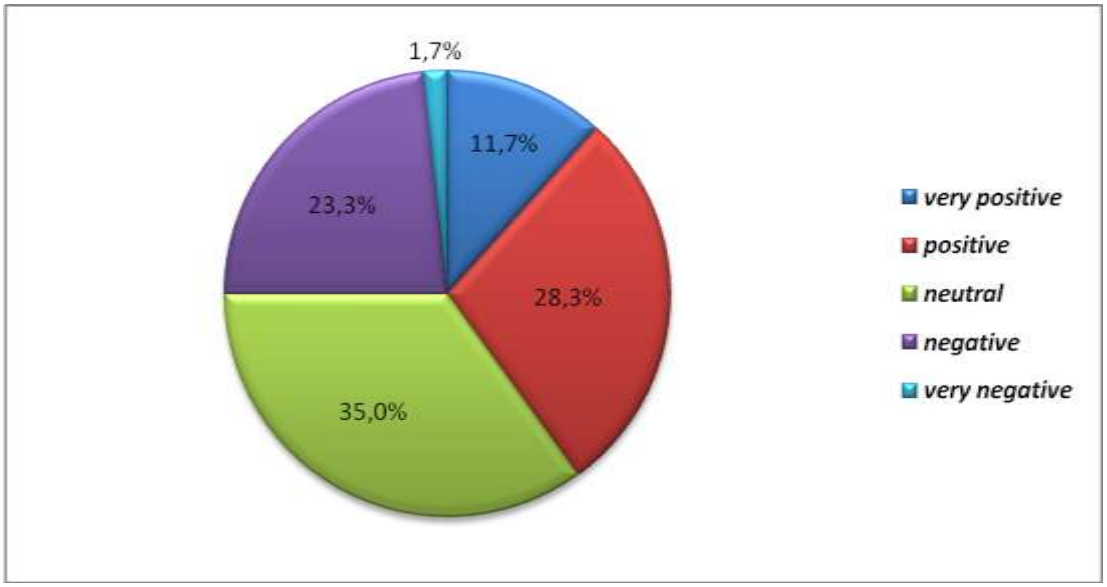
Πίνακας 1: ***Ποσοστά απαντήσεων***

QUESTIONS & ANSWERS	Very Positive %	Positive %	Neutral %	Negative %	Very Negative %	Mean	SD
1. What is your opinion on the laboratory programme ?	11,7	28,3	35,0	23,3	1,7	3	1,0
	Strongly agree %	**Agree %**	**Neutral %**	**Disagree %**	**Strongly disagree %**	**Mean**	**SD**
2. Do you agree with the following statement : ‘ *By doing laboratory work, I think that I acquire a better understanding of experimental procedures and data analysis* ’ ?	38,3	43,3	10,0	5,0	3,4	2	1,0
3. Do you agree with the statement : ‘ *I would prefer doing experiments on my own, rather than in a team* ’ ?	5,0	15,5	28,3	50,0	1,7	3	0,9
4. Do you agree with the following statement : ‘ *If I were to do these experiments again, I would be able to do them in less time* ’ ?	16,7	40,0	20,0	16,7	6,6	3	1,2

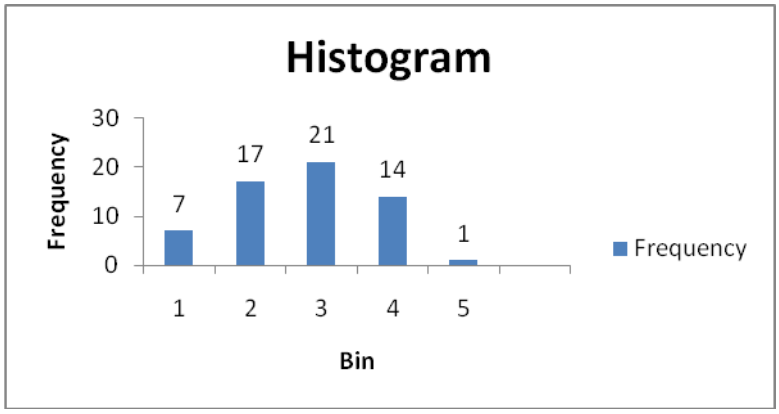
	Always %	Often %	Sometimes%	Rarely %	Never %	Mean	SD
5. Answer the following statement : ‘ *During the experiments I had the chance to work on instruments*’.	5,0	10,0	31,7	21,6	31,7	4	1,1
	Strongly agree %	**Agree %**	**Neutral %**	**Disagree %**	**Strongly disagree %**	**Mean**	**SD**
6. Do you agree with the following statement:‘*I have no pronounced difficulties in dealing with instrumentation* ’.	1,8	52,7	28,0	14,0	3,5	3	0,9
	None %	**5-10 min %**	**10-20 min %**	**More than 20 min %**		**Mean**	**SD**
7. After your laboratory work has finished, how much time is left until the end of the laboratory session ?	24,1	39,7	19,0	17,2		b	
	Answer a %	**Answer b %**	**Answer c %**	**Answer d %**	**No answer %**	**Mean**	**SD**
8. During this time what do you do ?	28,3	8,3	40,0	10,0	13,4	c	
	Always %	**Often %**	**Sometimes%**	**Rarely %**	**Never %**	**Mean**	**SD**
9. How often do you work in a team when answering laboratory report questions?	11,7	48,3	28,3	8,3	3,4	2	0,9
	Accuracy %	**Fascinating %**	**Speed %**	**Other %**		**Mean**	**SD**
10. When you doing laboratory work, what is the most important thing to you ?	48,3	38,3	1,7	11,7		a	
	Answer 1 (mean)	**Answer 2 (mean)**	**Answer 3 (mean)**	**Answer 4 (mean)**	**Answer 5 (mean)**	**Answer 6 (mean)**	**Most important**
11. Concerning standard exercises, which is the most appropriate approach to practical work for the following aims ?	2,9	3,2	3,0	3,6	2,8	3,5	5

	Answer 1 (mean)	Answer 2 (mean)	Answer 3 (mean)	Answer 4 (mean)	Answer 5 (mean)	Answer 6 (mean)	Most important
12. Concerning discovery experiments, which is the most appropriate approach to practical work for the following aims ?	3,6	2,2	3,3	3,7	3,4	3,0	2
	Strongly agree %	**Agree %**	**Neutral %**	**Disagree %**	**Strongly disagree %**	**Mean**	**SD**
13. Do you agree with the following statement : ‘ *Demonstration experiments are useful for science education* ’ ?	46,7	36,7	8,3	8,3	0	2	0,9
14. Do you agree with the following statement : ‘*Laboratory sessions during a summer school are a good way to expand everyone’s science knowledge* ’ ?	33,3	55,0	5,0	6,7	0	2	0,8
	Very difficult %	**Difficult %**	**Average %**	**Easy %**	**Trivial %**	**Mean**	**SD**
15. Answer the following question : ‘ *Which is the degree of difficulty associated with laboratory sessions ?* ’	0	11,7	35,0	46,7	6,6	4	0,8
	Strongly agree %	**Agree %**	**Neutral %**	**Disagree %**	**Strongly disagree %**	**Mean**	**SD**
16. Do you agree with the following statement : ‘ *Laboratory sessions are challenging and stimulate independent thinking* ’ ?	23,3	51,7	18,3	5,0	1,7	2	0,8

Στην 1η ερώτηση : ‘Ποια είναι η γνώμη σας σχετικά με το εργαστηριακό πρόγραμμα;’, το 35% των φοιτητών είχαν ουδέτερη γνώμη, ενώ σημαντική μερίδα αυτών (28,3%) είχαν σχηματίσει θετική γνώμη. Πολύ μικρό ποσοστό αυτών (1,7%) σχημάτισαν πολύ αρνητική γνώμη για το πρόγραμμα.

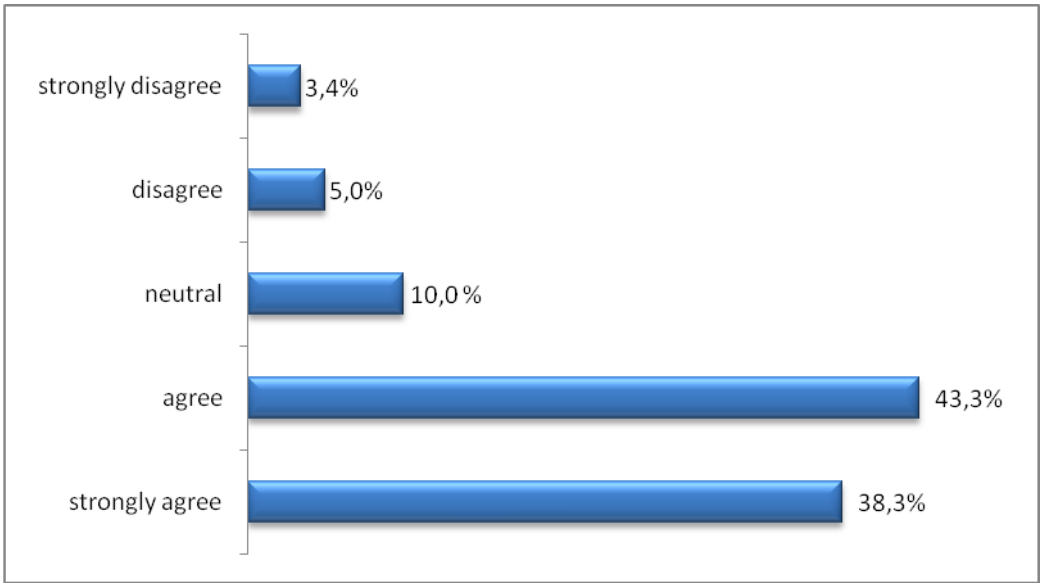


Διάγραμμα 1.1 : *Γράφημα για το πρώτο ερώτημα*.

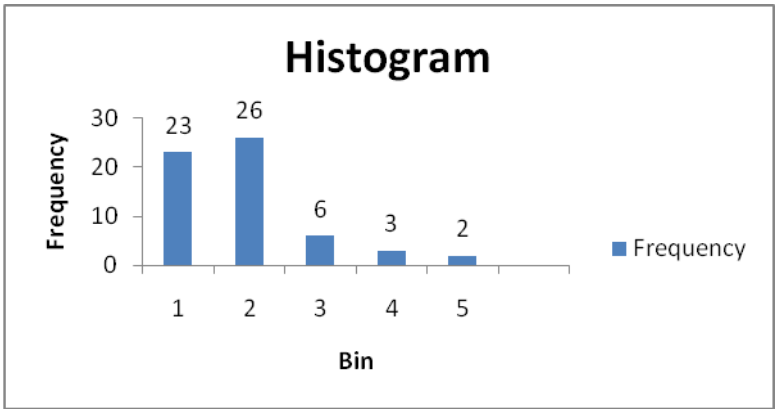


Διάγραμμα 1.2 : *Ιστόγραμμα για το πρώτο ερώτημα*.

Στην 2η ερώτηση για το αν συμφωνούν με την άποψη ότι με την εργαστηριακή πρακτική κατανοούν καλύτερα τις πειραματικές διαδικασίες και διαχειρίζονται καλύτερα τις πληροφορίες, το 81,6% των φοιτητών συμφωνούν (43,3% συμφωνούν, 38,3% συμφωνούν απόλυτα).

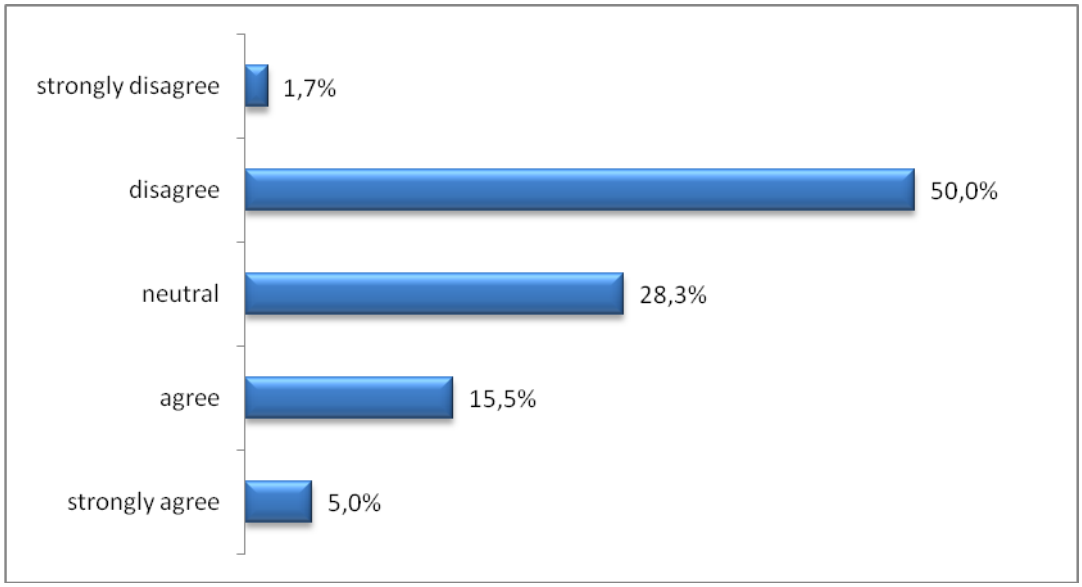


Διάγραμμα 2.1 : *Γράφημα για το δεύτερο ερώτημα.*

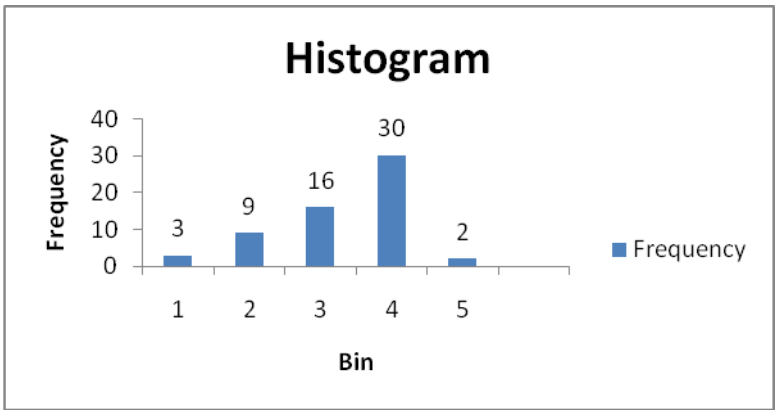


Διάγραμμα 2.2 : *Ιστόγραμμα για το δεύτερο ερώτημα.*

Στην 3η ερώτηση για το αν προτιμούν να εκτελούν τα πειράματα μόνοι τους ή σε ομάδα, το 50% των φοιτητών προτιμούν να εργάζονται σε ομάδα, ενώ μεγάλο ποσοστό αυτών (28,3%) είναι ουδέτεροι. Μόλις το 5% αυτών προτιμούν να εκτελούν τα πειράματα μόνοι τους.

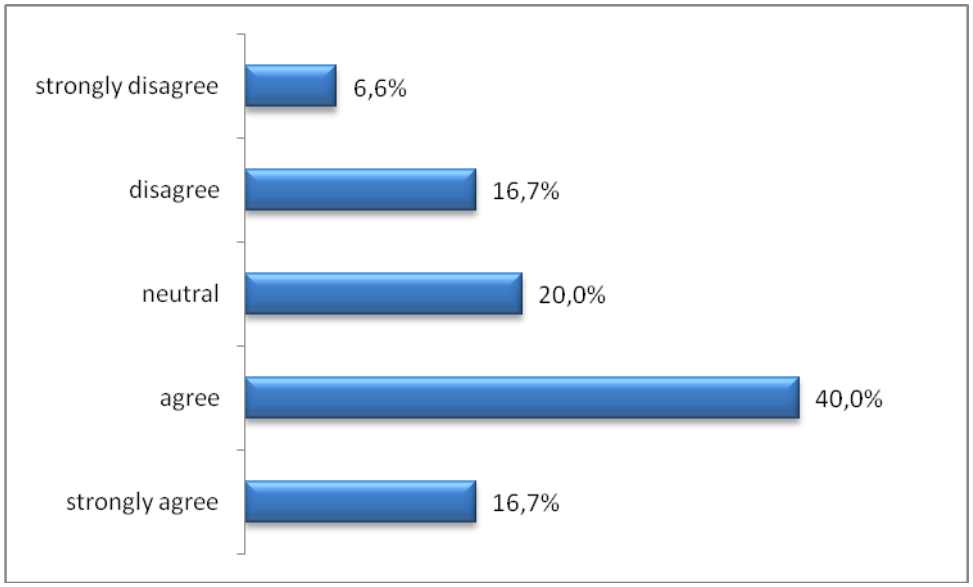


Διάγραμμα 3.1 : *Γράφημα για το τρίτο ερώτημα.*

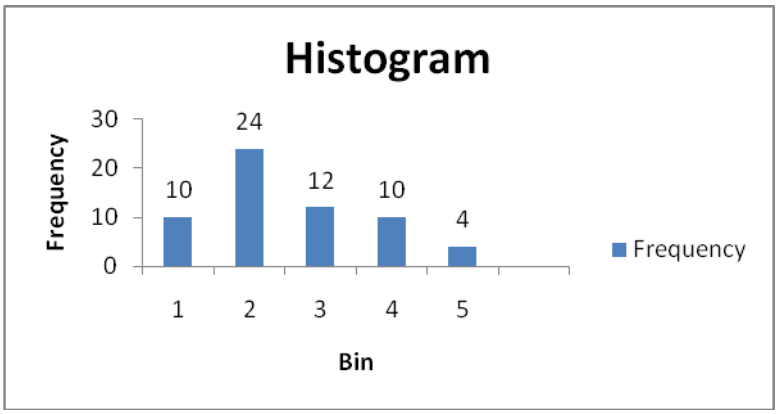


Διάγραμμα 3.2 : *Ιστόγραμμα για το τρίτο ερώτημα.*

Στην 4η ερώτηση για το αν συμφωνούν με την άποψη ότι αν επαναλάμβαναν τα ίδια πειράματα ξανά, θα τα εκτελούσαν σε λιγότερο χρόνο, η πλειοψηφία αυτών συμφωνούν (40% συμφωνούν, 16,7% συμφωνούν απόλυτα).

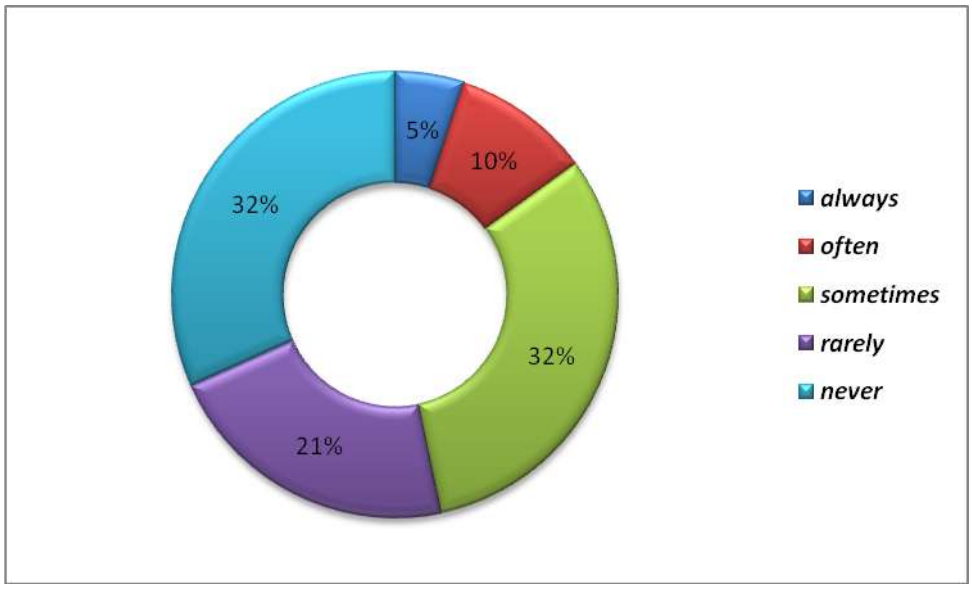


Διάγραμμα 4.1 : *Γράφημα για το τέταρτο ερώτημα.*

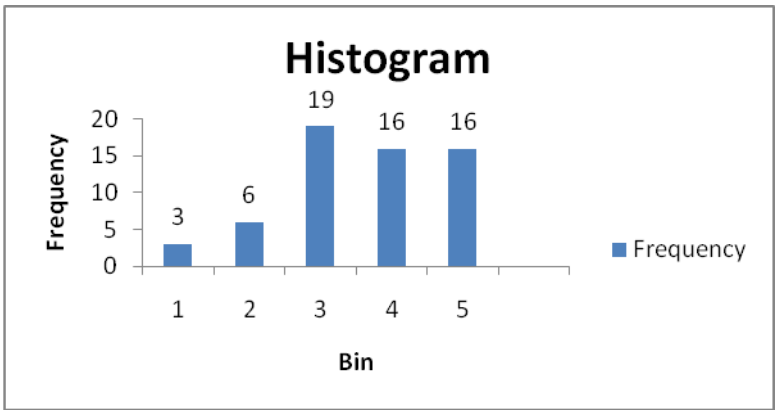


Διάγραμμα 4.2 : *Ιστόγραμμα για το τέταρτο ερώτημα.*

Στην 5η ερώτηση για το αν είχαν την ευκαιρία κατά την διάρκεια των πειραμάτων να δουλέψουν οι ίδιοι με τα όργανα, η πλειοψηφία αυτών απάντησε ότι δεν είχαν την ευκαιρία (32% απάντησαν μερικές φορές, 32% απάντησαν ποτέ και 21% απάντησαν σπάνια).

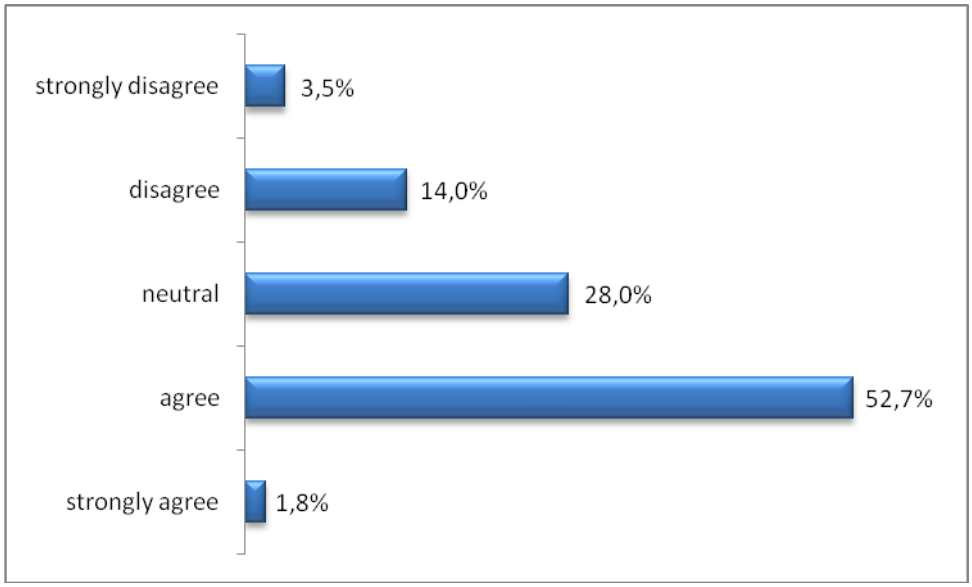


Διάγραμμα 5.1 : *Γράφημα για το πέμπτο ερώτημα*.

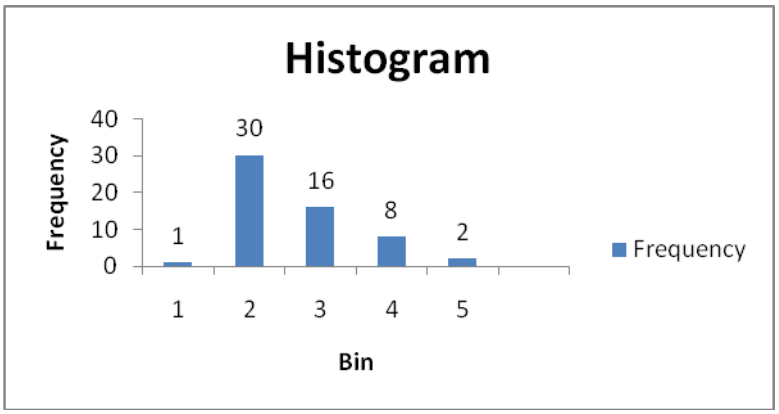


Διάγραμμα 5.2 : *Ιστόγραμμα για το πέμπτο ερώτημα*.

Στην 6η ερώτηση για το αν αντιμετώπισαν ιδιαίτερες δυσκολίες κατά την ενασχόλησή τους με τα όργανα κατά τη διάρκεια των πειραμάτων , το μεγαλύτερο ποσοστό των φοιτητών απάντησαν ότι δεν αντιμετώπισαν κάποιο πρόβλημα (64,5%), ενώ σεβαστό ποσοστό αυτών (28%) είχαν ουδέτερη άποψη.

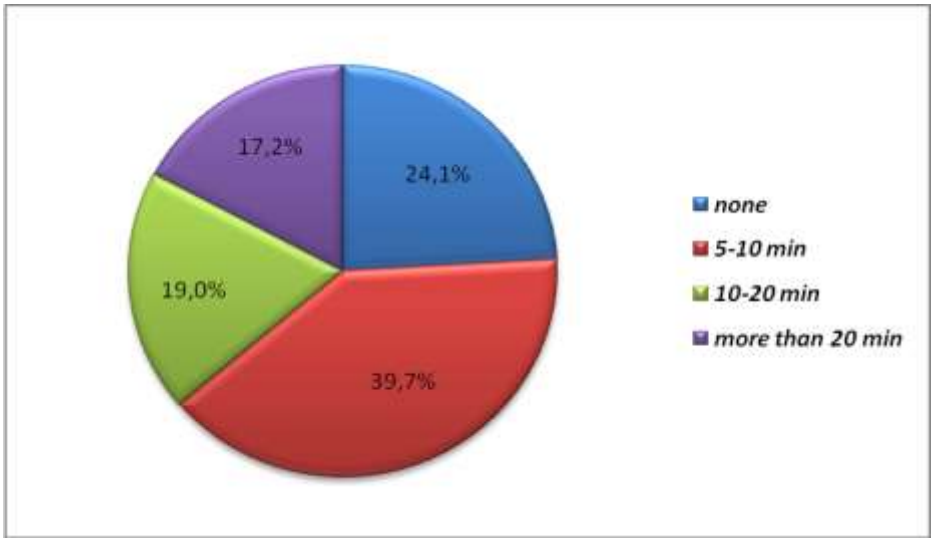


Διάγραμμα 6.1 : *Γράφημα για το έκτο ερώτημα*.



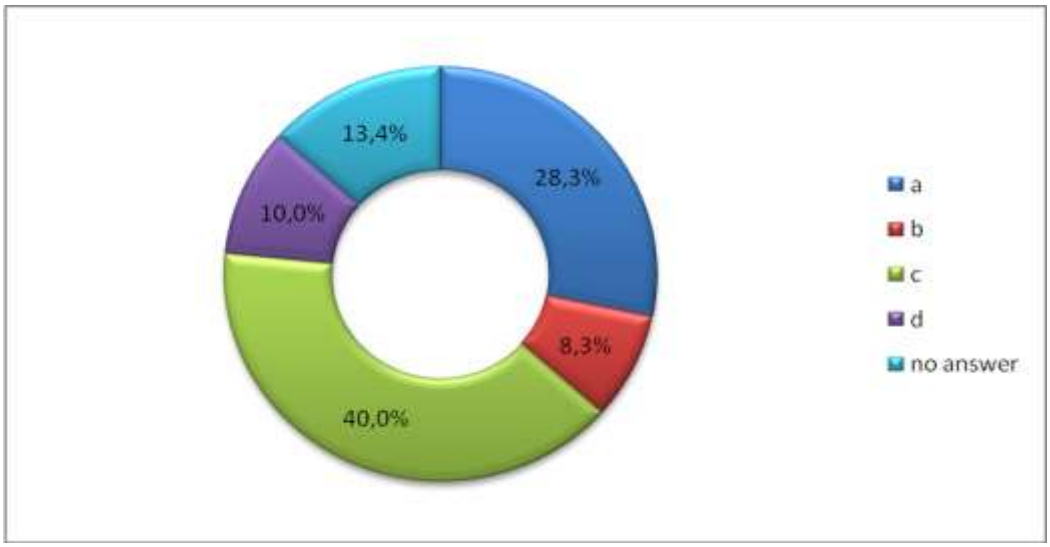
Διάγραμμα 6.2 : *Ιστόγραμμα για το έκτο ερώτημα*.

Στην 7η ερώτηση οι φοιτητές ερωτήθηκαν πόσος χρόνος τους απέμενε συνήθως,αφού είχε τελειώσει το πείραμα και μέχρι το τέλος του εργαστηριακού μαθήματος. Οι περισσότεροι απάντησαν ότι τους απέμεναν 5-10 λεπτά (39,7%), ενώ σε αρκετούς δεν απέμενε καθόλου χρόνος (24,1%).



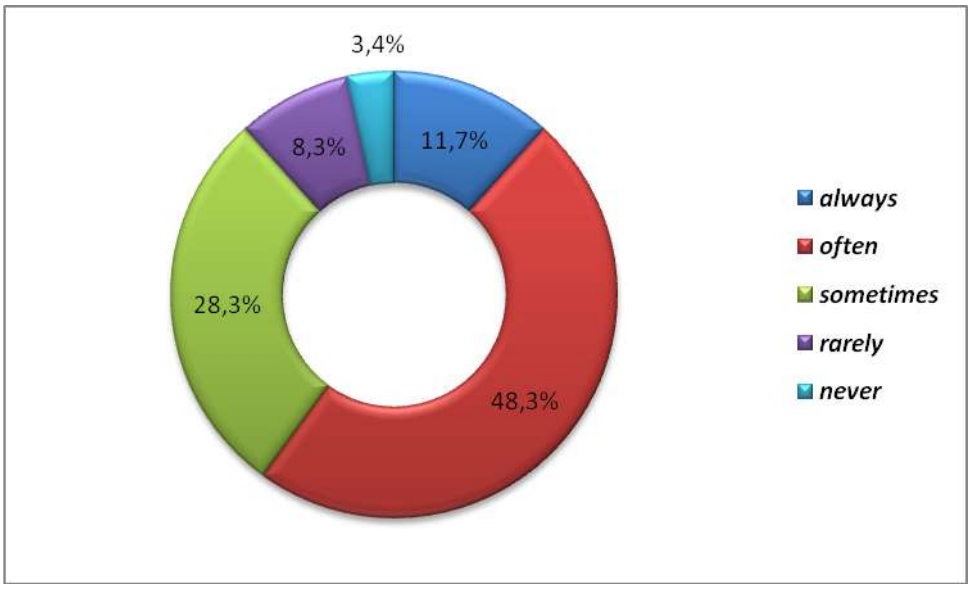
Διάγραμμα 7: *Γράφημα για το έβδομο ερώτημα*.

Στην 8η ερώτηση, η οποία ήταν σχετική με την προηγούμενη, οι φοιτητές ερωτήθηκαν τι έκαναν το χρόνο που τους απέμενε, αφού είχε τελειώσει το πείραμα και μέχρι το τέλος του εργαστηριακού μαθήματος. Οι περισσότεροι απάντησαν ότι μιλούσαν με τους συμφοιτητές τους (40%).

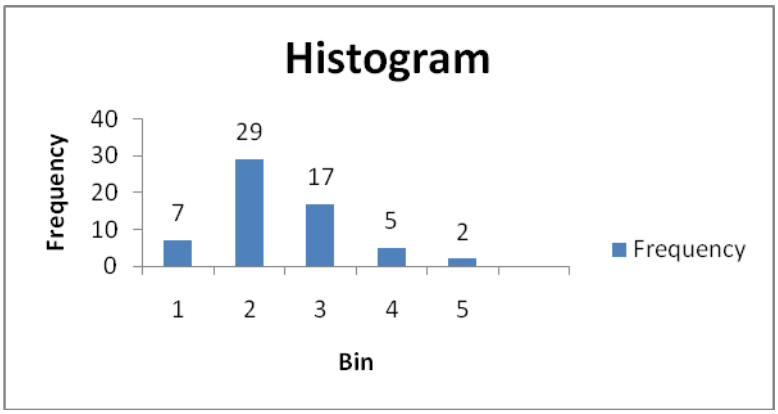


Διάγραμμα 8: *Γράφημα για το όγδοο ερώτημα*.

Η 9η ερώτηση αφορούσε στο πόσο συχνά δουλεύανε σε ομάδες για να απαντήσουν ερωτήσεις των εργαστηριακών ασκήσεων. Η πλειοψηφία αυτών απάντησε ότι συνεργάζονταν πολύ συχνά (48,3%), ενώ το 28,3% αυτών απάντησε ότι συνεργάστηκε μερικές φορές.

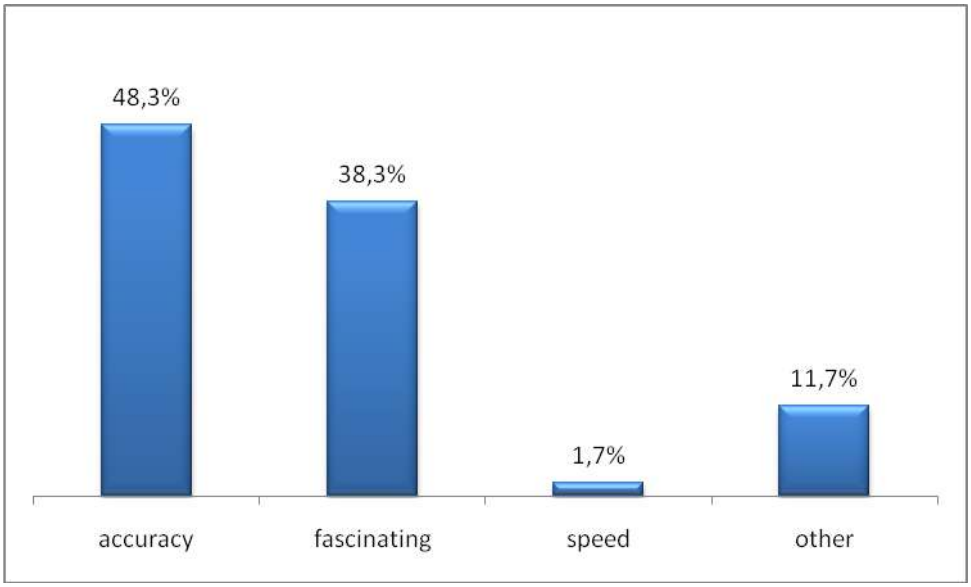


Διάγραμμα 9.1 : *Γράφημα για το ένατο ερώτημα.*



Διάγραμμα 9.2 : *Ιστόγραμμα για το ένατο ερώτημα.*

Στην 10η ερώτηση οι φοιτητές ρωτήθηκαν για το ποιο είναι το πιο σημαντικό πράγμα για αυτούς, όταν εκτελούν κάποια εργαστηριακή άσκηση. Οι μισοί από αυτούς περίπου (48,3%), απάντησαν ότι το πιο σημαντικό για αυτούς είναι η ακρίβεια, το πόσο θα πλησιάσουν, δηλαδή, στο σωστό αποτέλεσμα. Σημαντικό ποσοστό αυτών (38,3%), πιο σημαντικό θεωρούν το πόσο συναρπαστικό είναι το ίδιο το πείραμα. Πολύ μικρό ποσοστό των φοιτητών δίνουν σημασία στο χρόνο εκτέλεσης του πειράματος (1,7%).



Διάγραμμα 10: *Γράφημα για το δέκατο ερώτημα*.

Στην 11η ερώτηση οι φοιτητές κλήθηκαν να αριθμήσουν από το 1 έως το 6 (1 ως την πιο σημαντική και 6 τη λιγότερο σημαντική) τις επόμενες προτάσεις, που αφορούν στους στόχους που τείνουν να εκπληρώσουν οι στάνταρ εργαστηριακές ασκήσεις:

11.1. Να κάνουν τα φαινόμενα περισσότερο αληθοφανή, μέσω της εμπειρίας.

11.2. Βοηθούν στην απομνημόνευση κανόνων και αρχών.

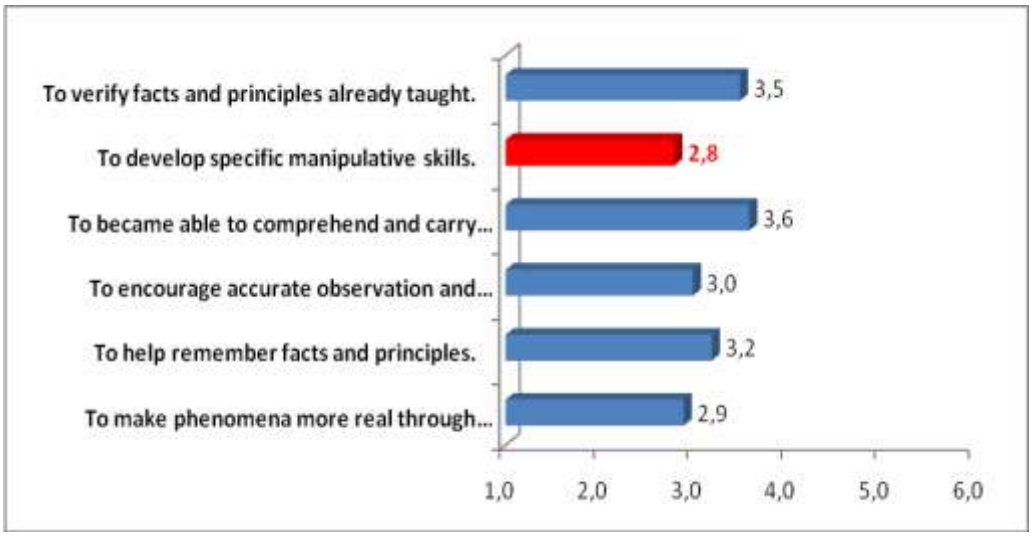
11.3. Να ενδυναμώσουν την παρατηρητικότητα και την περιγραφή.

11.4. Βοηθούν τους φοιτητές να κατανοούν και να ακολοθούν οδηγίες.

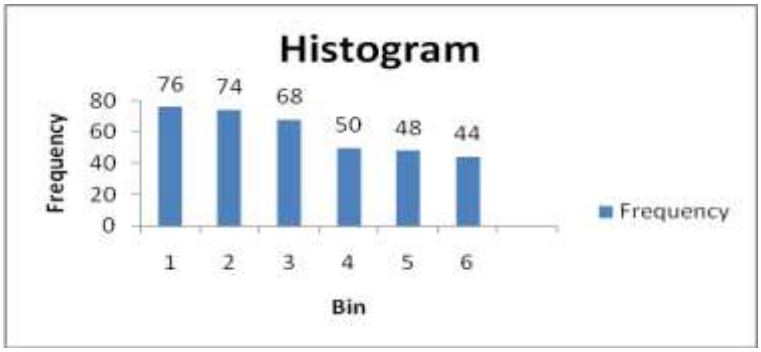
11.5. Βοηθούν τους φοιτητές να αναπτύξουν ιδιαίτερες ικανότητες χειρισμού.

11.6. Επαληθεύουν κανόνες και αρχές που έχουν ήδη διδαχθεί.

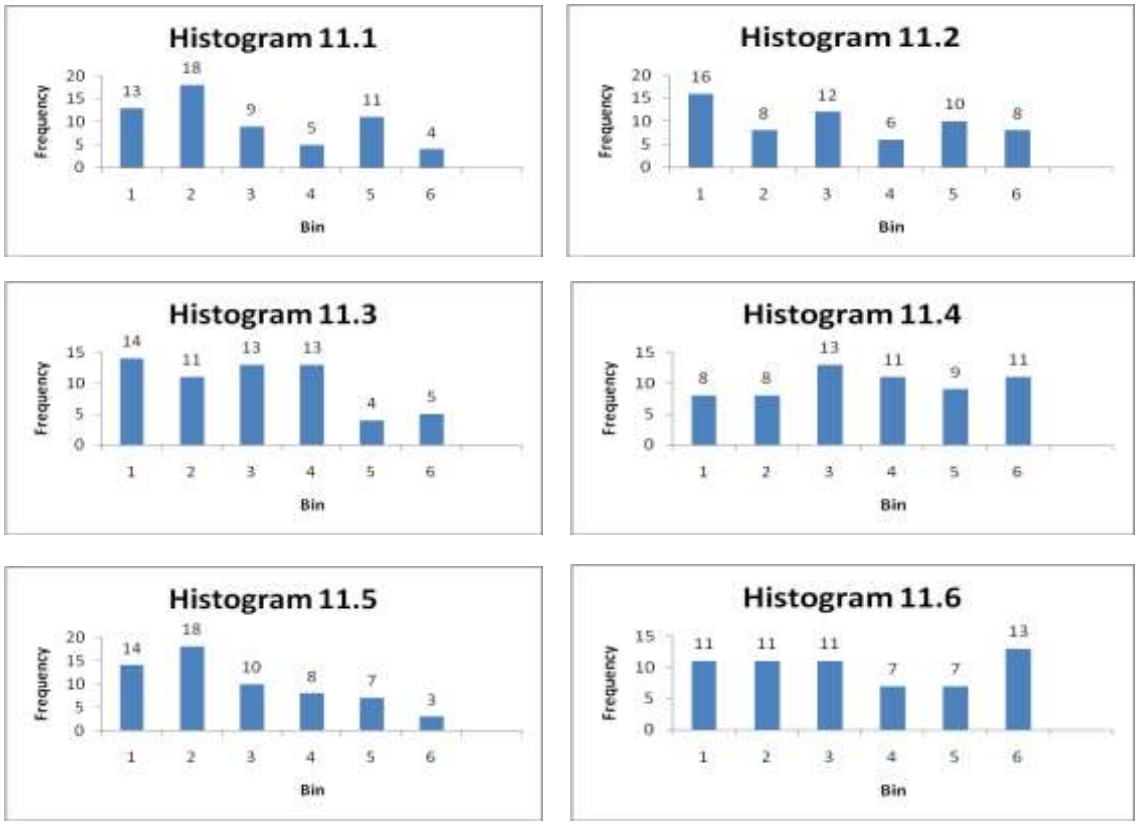
Οι περισσότεροι φοιτητές θεώρησαν πιο σημαντικές την πρόταση 1 και την πρόταση 5. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί από αυτούς δεν αρίθμησαν από το 1 ως το 6 τις προτάσεις, αλλά έβαλαν τον ίδιο βαθμό σε παραπάνω από μία πρόταση. Γι'αυτό και στο ιστόγραμμα όλων των απαντήσεων οι συχνότητες δεν είναι όλες ίδιες.



Διάγραμμα 11.1 : *Γράφημα για το ενδέκατο ερώτημα.*



Διάγραμμα 11.2 : *Ιστόγραμμα για το ενδέκατο ερώτημα.*



Διαγράμματα 11.1 – 11.6 : *Ιστογράμματα για τις προτάσεις 11.1 έως 11.6.*

Στην 12η ερώτηση οι φοιτητές κλήθηκαν να αριθμήσουν από το 1 έως το 6 (1 ως την πιο σημαντική και 6 τη λιγότερο σημαντική) τις επόμενες προτάσεις, που αφορούν στους στόχους που τείνουν να εκπληρώσουν τα πειράματα ανακάλυψης :

12.1. Αποτελούν δημιουργική δραστηριότητα.

12.2. Μαθαίνουν στους φοιτητές να βλέπουν το πρόβλημα και να ψάχνουν τρόπους να το λύσουν.

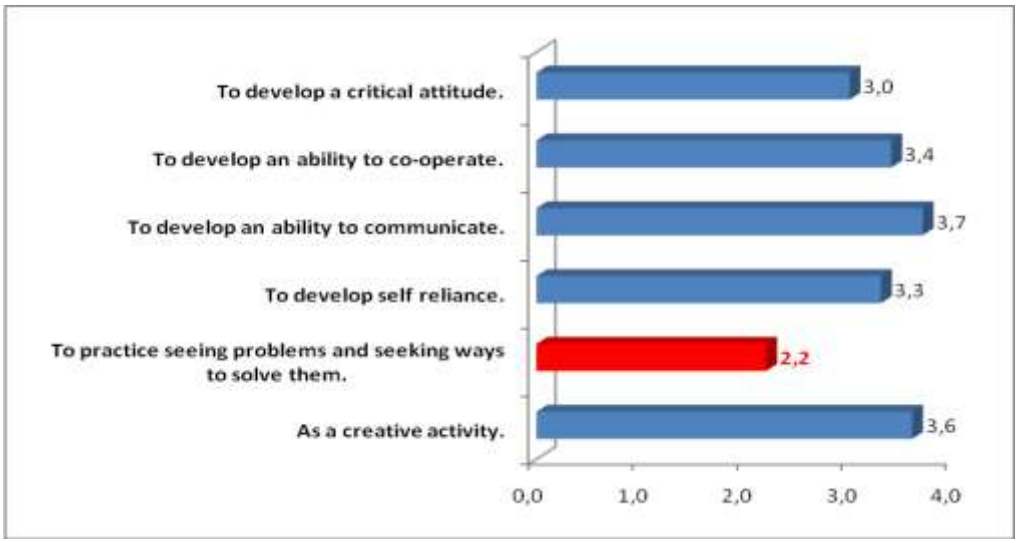
12.3. Ενισχύουν την αυτοπεποίθηση των φοιτητών.

12.4. Αναπτύσσουν την ικανότητά τους να επικοινωνούν.

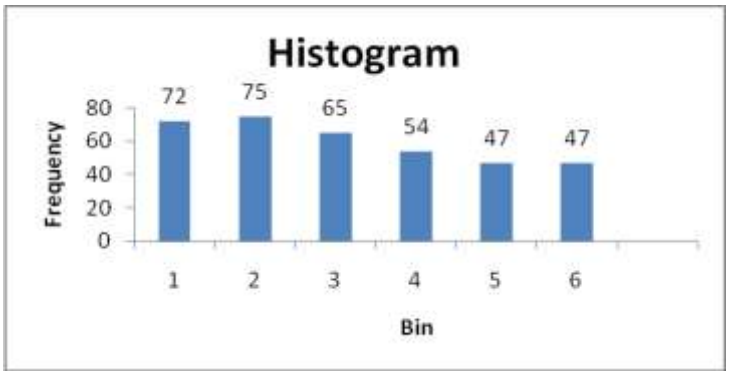
12.5. Αναπτύσσουν την ικανότητά τους να συνεργάζονται.

12.6. Αναπτύσσουν οι φοιτητές κριτική στάση.

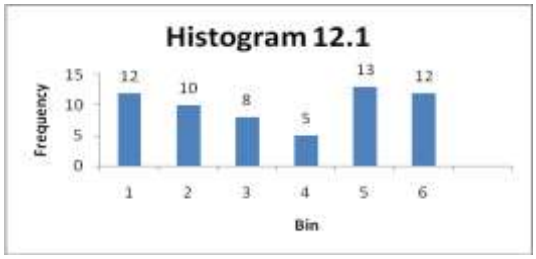
Οι περισσότεροι φοιτητές θεώρησαν πιο σημαντική την πρόταση 2. Βέβαια, πρέπει να σημειωθεί ότι πολλοί από αυτούς δεν αρίθμησαν από το 1 ως το 6 τις προτάσεις, αλλά έβαλαν τον ίδιο βαθμό σε παραπάνω από μία πρόταση. Γι'αυτό και στο ιστόγραμμα όλων των απαντήσεων οι συχνότητες δεν είναι όλες ίδιες.

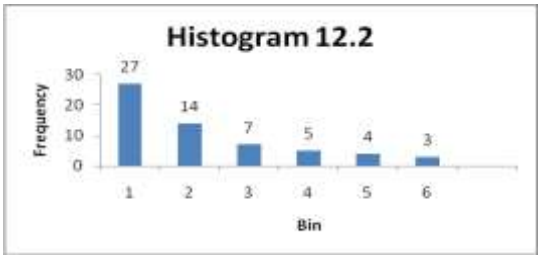


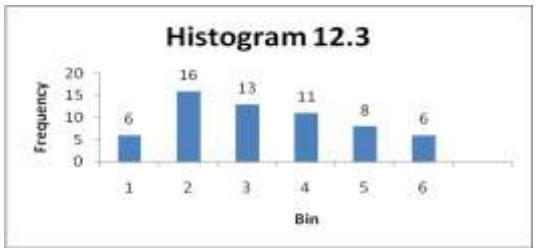
Διάγραμμα 12.1 : *Γράφημα για το δωδέκατο ερώτημα.*

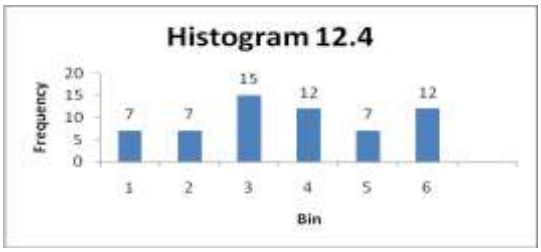


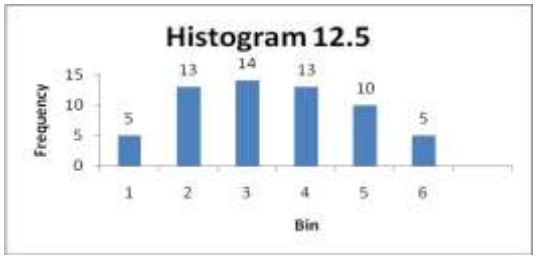
Διάγραμμα 12.2 : *Ιστόγραμμα για το ενδέκατο ερώτημα.*

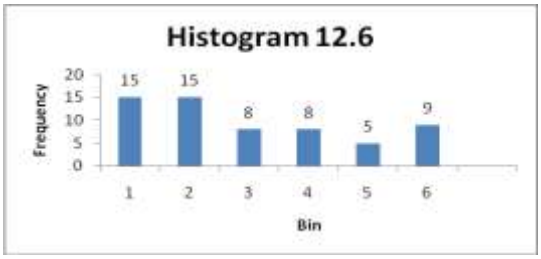






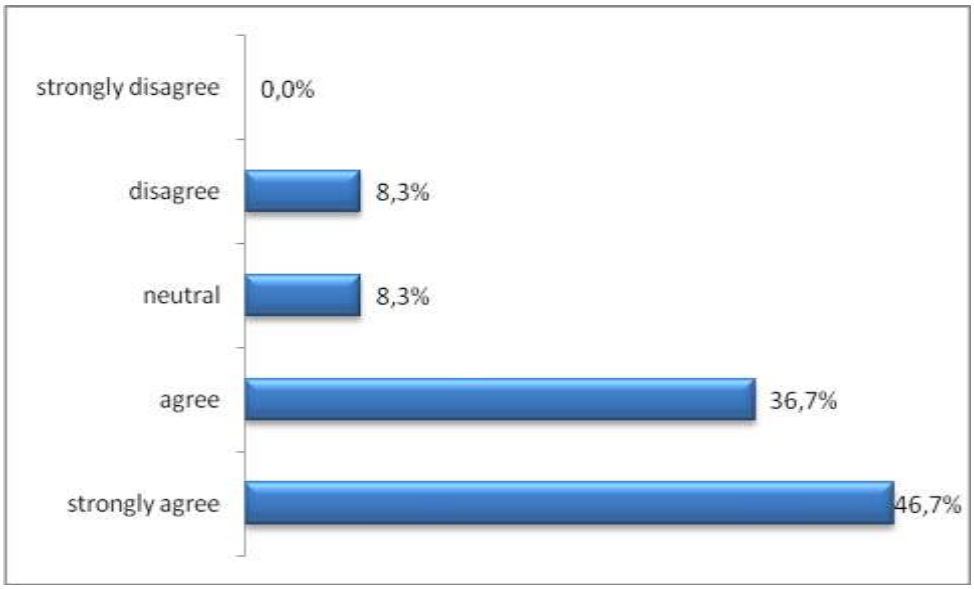




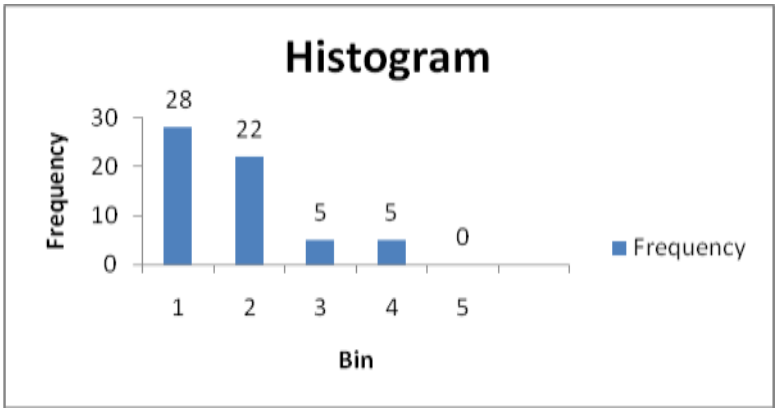


Διαγράμματα 12.1 – 12.6 : *Ιστογράμματα για τις προτάσεις 12.1 έως 12.6.*

Στην 13η ερώτηση οι φοιτητές ερωτήθηκαν αν συμφωνούν με την πρόταση ότι τα πειράματα επίδειξης είναι χρήσιμα για την επιστημονική εκπαίδευση. Η πλειοψηφία αυτών συμφωνούν (36,7% συμφωνούν, 46,7% συμφωνούν απόλυτα). Κανένας φοιτητής δε διαφώνησε.

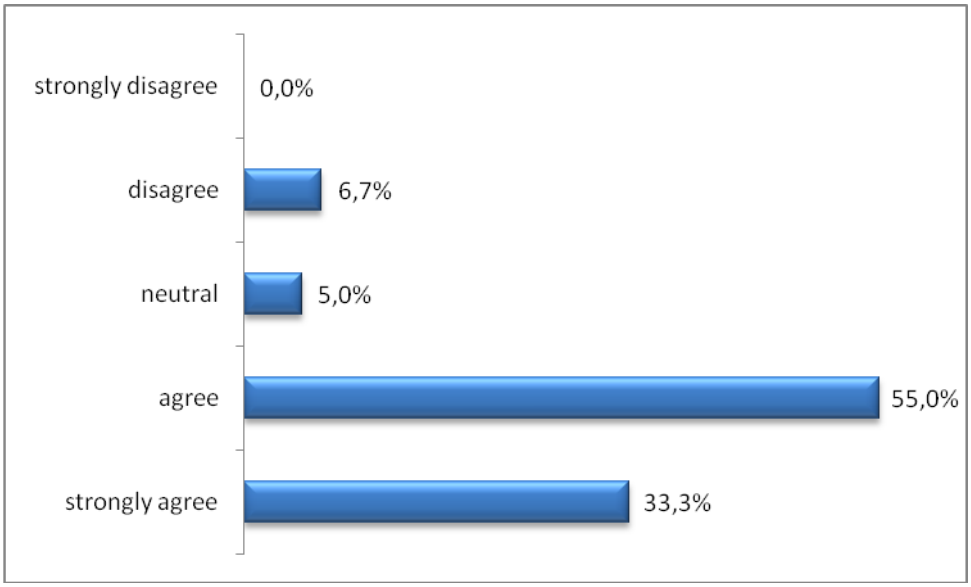


Διάγραμμα 13.1 : *Γράφημα για το δεκατοτρίτο ερώτημα.*

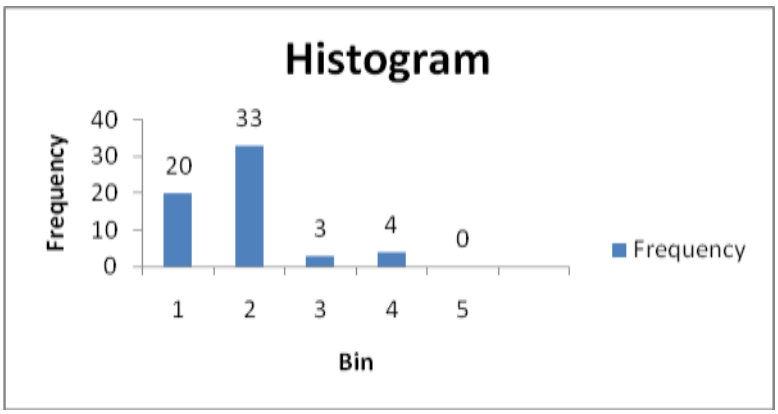


Διάγραμμα 13.2 : *Ιστόγραμμα για το δεκατοτρίτο ερώτημα.*

Στην 14η ερώτηση οι φοιτητές ερωτήθηκαν αν συμφωνούν με την πρόταση ότι τα εργαστηριακά μαθήματα κατά τη διάρκεια ενός θερινού σχολείου είναι ένας καλός τρόπος για να διευρύνει κάποιος την επιστημονική του γνώση. Η πλειοψηφία αυτών συμφωνούν (55% συμφωνούν, 33,3% συμφωνούν απόλυτα). Κανένας φοιτητής δε διαφώνησε.

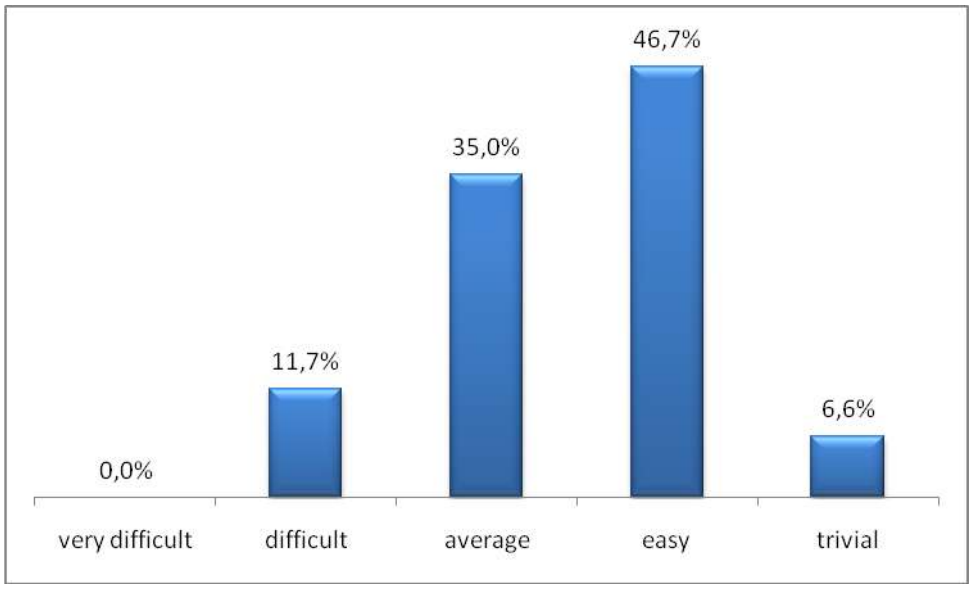


Διάγραμμα 14.1 : *Γράφημα για το δεκατοτέταρτο ερώτημα.*

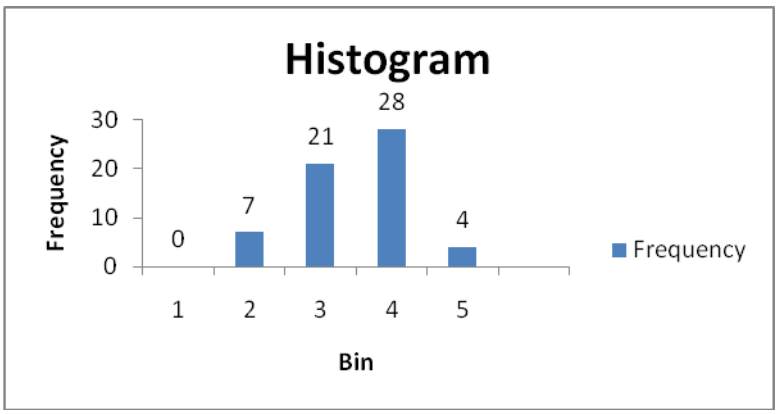


Διάγραμμα 14.2 : *Ιστόγραμμα για το δεκατοτέταρτο ερώτημα.*

Στην 15η ερώτηση οι φοιτητές κλήθηκαν να απαντήσουν ποιος ήταν ο βαθμός δυσκολίας των εργαστηριακών μαθημάτων. Πολύ μεγάλος αριθμός αυτών (46,7%) απάντησε ότι τα εργαστηριακά μαθήματα ήταν εύκολα, ενώ σημαντικό ποσοστό αυτών εκτιμούν μέτρια τη δυσκολία τους.

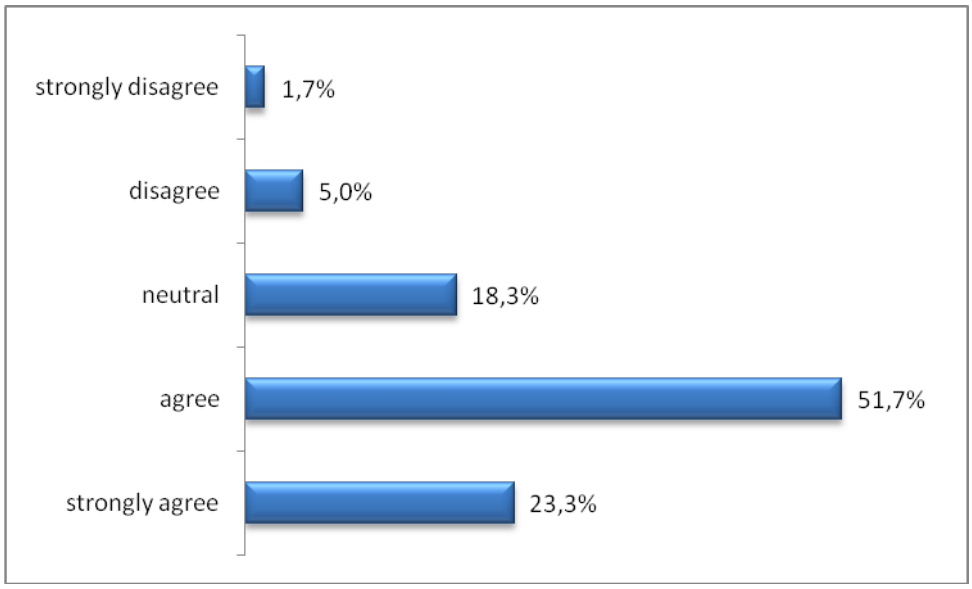


Διάγραμμα 15.1 : *Γράφημα για το δεκατοπέμπτο ερώτημα.*

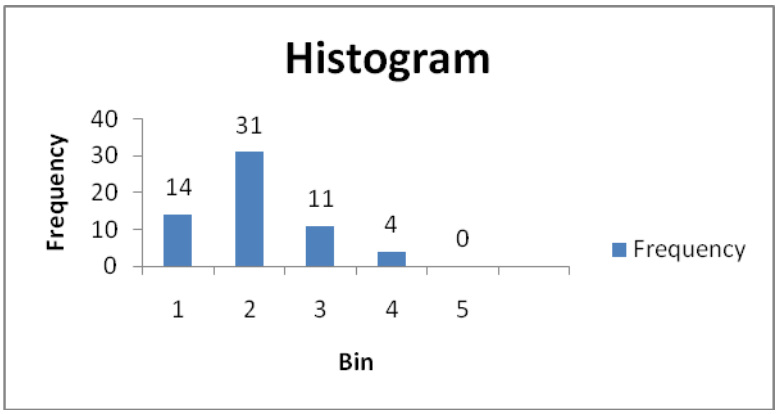


Διάγραμμα 15.2 : *Ιστόγραμμα για το δεκατοπέμπτο ερώτημα.*

Στην 16η ερώτηση οι φοιτητές ερωτήθηκαν αν συμφωνούν με την πρόταση ότι τα εργαστηριακά μαθήματα έχουν ενδιαφέρον και διεγείρουν την κρίση και τη σκέψη. Η πλειοψηφία αυτών συμφωνούν (51,7% συμφωνούν, 23,3% συμφωνούν απόλυτα).



Διάγραμμα 16.1 : *Γράφημα για το δεκατοέκτο ερώτημα.*



Διάγραμμα 16.2 : *Ιστόγραμμα για το δεκατοέκτο ερώτημα.*

11. ΣΤΑΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ

Οι φοιτητές γενικά είναι ικανοποιημένοι με το πρόγραμμα και τις εργαστηριακές του ασκήσεις και πιστεύουν ότι έλαβαν την εκπαίδευση που επιδίωκαν. Θεωρούν ότι απέκτησαν τη βασική εκπαίδευση στις χημικές δραστηριότητες, σχετικές με την επιστήμη της συντήρησης. Υποστηρίζουν επίσης ότι μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων κατανόησαν καλύτερα τις πειραματικές διαδικασίες και είναι σε θέση να διαχειρίζονται ευκολότερα τις πληροφορίες σχετικά με την επιστήμη της συντήρησης. Ένα αρκετά ικανοποιητικό ποσοστό αυτών ισχυρίζεται ότι αν επαναλάμβανε τα ίδια πειράματα, θα τα εκτελούσε σε λιγότερο χρόνο.

Οι περισσότεροι από αυτούς εργάζονταν πολύ συχνά σε ομάδες για να απαντήσουν ερωτήσεις σχετικά με τις εργαστηριακές ασκήσεις. Επίσης, από τις απαντήσεις τους έγινε φανερό ότι ο χρόνος των εργαστηριακών μαθημάτων ήταν αρκετός, ώστε να εκτελεστεί ορθά το πείραμα και να τους περισσέψει ελάχιστος χρόνος, στον οποίο οι περισσότεροι συζητούσαν μεταξύ τους.

Πολλοί φοιτητές φαίνεται να είναι ικανοποιημένοι με τα εργαστήρια και θεωρούν ότι τα πειράματα χημείας είναι χρήσιμα για την επιστήμη της συντήρησης. Επίσης, οι περισσότεροι συμφωνούν με την άποψη ότι τα εργαστηριακά μαθήματα κατά τη διάρκεια του θερινού σχολείου διευρύνουν την επιστημονική γνώση.

Γενικότερα, τα εργαστηριακά μαθήματα θεωρήθηκαν εύκολα έως μέτριας δυσκολίας, αρκετά ενδιαφέροντά και ικανά να διεγείρουν την κριτική σκέψη.

Παρόλα αυτά δεν μπορούμε να αγνοήσουμε και το πολύ μικρό ποσοστό των φοιτητών που δεν ισχυρίζονται το ίδιο, γεγονός το οποίο δείχνει και την αρνητική τους στάση.

Από τη μεγάλη διασπορά των απαντήσεων, καθώς και τις μεγάλες τυπικές αποκλίσεις στις απαντήσεις των φοιτητών, γίνεται φανερή η διαθεματική εφαρμογή της χημείας. Η τελευταία οφείλεται κυρίως στην ανομοιογένεια του δείγματος, καθώς οι φοιτητές προέρχονταν από διαφορετικές χώρες, αλλά και από διαφορετικούς κλάδους επιστημών, όπως χημεία, φαρμακευτική, βιολογία και γενετική, επιστήμες συντήρησης και μηχανικοι.

Με το πέρας του θερινού σχολείου γίνεται φανερή η σημασία της διαθεματικής εφαρμογής της Χημείας, καθώς και των ιδιαίτερων μορφών εκπαίδευσης (εντατικά προγράμματα εργαστηριακών μαθημάτων) σε σχέση με τις παραδοσιακές μορφές διδασκαλίας (θεωρητικά μαθήματα).

Επίσης, εκτιμάται ότι ο βαθμός δημιουργίας συνθηκών εννοιολογικής κατανόησης των όσων διδάσκονται κατά τη θεωρητική εκπαίδευση, σε συνάρτηση με την εργαστηριακή άσκηση είναι αρκετά ικανοποιητικός, καθώς και ότι η ποιότητα εκπαίδευσης που προσδίδει στους σπουδαστές ο διαδραστικός χαρακτήρας της εργαστηριακής συμμετοχής είναι πολύ σημαντική.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη Θεσσαλονίκη στις 16 έως 31 Ιουλίου το 2009 διοργανώθηκε το τρίτο Θερινό Σχολείο από κοινού από την Ομάδα Εργασίας της Χημείας και Πολιτιστικής Κληρονομιάς, το Ευρωπαϊκό Θεματικό Δίκτυο Χημείας και το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (Ελλάδα). Έλαβαν μέρος εβδομήντα μεταπτυχιακοί και διδακτορικοί φοιτητές από είκοσι μία ευρωπαϊκές και μη χώρες.

Στόχος της διατριβής μου ήταν η αποτίμηση του ρόλου της εργαστηριακής εκπαίδευσης σε σύχρονες μορφές διαθεματικών εντατικών προγραμμάτων και συγκεκριμένα του 3^{ου} Θερινού Σχολείου με τίτλο: «Χημεία και Πολιτισμός – Διάσωση της Πολιτιστικής Κληρονομιάς». Η κύρια γλώσσα του προγράμματος ήταν η αγγλική λόγω του ότι οι φοιτητές προέρχονταν από διάφορες ευρωπαϊκές και μη χώρες.

Για την πραγματοποίηση του στόχου μου μοιράστηκαν ερωτηματολόγια ανοιχτού τύπου στους φοιτητές. Στη συνέχεια αυτά τα ερωτηματολόγια συλλέχθηκαν και καταχωρήθηκαν για περαιτέρω έρευνα. Με τη χρήση στατιστικών συναρτήσεων βγήκαν τα ποσοστά των απαντήσεων των φοιτητών για την κάθε μια ερώτηση του ερωτηματολογίου. Στη συνέχεια με τη βοήθεια του Excel βγήκαν τα αντίστοιχα γραφήματα, συγκεκριμένα γραφήματα πίτας και στήλης.

Στο τέλος, σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία βγήκανε τα συμπεράσματα για τη στάση των φοιτητών έναντι του 3^{ου} διεθνούς διεπιστημονικού υβριδικού Θερινού Σχολείου.

ABSTRACT

The 3rd Residential Summer School on Conservation Science took place at the Aristotle University of Thessaloniki, Greece, on July 19 to 31, 2009. It was organized by the European Chemistry Network, the Working Group on Chemistry & Cultural Heritage, and the Aristotle University of Thessaloniki. Seventy master and PhD students participated from several European and non European countries.

The goal of my research was the evaluation of the role of experimental training at inderdisciplinary intensive programmes in education and in particular the third summer school on Conservation Science: “Chemistry and civilization – Restoration of the Cultural Heritage”. The main language of this program was the English due to the fact that the students had varying nationalities.

In order to achieve my goals, I gave to all the students one questionnaire (multiple choice). Then, these questionnaires were collected and further analyzed. The percentages of the answers for each question were then carried out. We then used the Excel in order to produce the diagrams respectively.

Finally, according to our findings, we pointed out our results about the students toward the current program.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Association for Educational Communications and Technology. (1977). Educational technology: Definition and glossary of terms. Washington, DC: Author.
2. Baddeley, A.B. (1997). Human memory: Theory and practice (revised edition). Hove, UK: Psycology Press.
3. Barfield, W. and Weghorst, S. 1993. The sense of presence within virtual environments: A conceptual framework. In *Human Computer Interaction: Software and Hardware Interfaces*, G. Salvendy and M.Smith, Eds. Elsevier, 699–704.
4. Barnard, R. H. 1985. Experience with low cost laboratory data. *Int. J. Mechanical Eng. Education 13*,91–96.
5. Baxendale, P. and Mellor, J. 2000. A 'virtual laboratory' for research training and collaboration. *Int. J. Electrical Eng. Education 37*, 1, 95–107.
6. Becker H. J. (1993): Instructional computer use: findings from a national survey of school and teacher practices, *The Computing Teacher*, 20 (1), pp.6-7
7. Bentley, F., Tollmar,O.,Demirdjian,D.,Oile, K., Anddarrell, T. 2003. Perceptive presence. *IEEE Comput. Graph. Appl. 23*, 5, 26–36.
8. Biocca, F. 2001. Inserting the presence of mind into a philosophy of presence: A response to Sheridan and Mantovaniand Riva. *Presence: Teleoper. Virtual Environ. 10*, 5, 546–556.
9. Black P.J. and Ogborn J., (1979), *Laboratory work in undergraduate teaching*, in McNally, D. (ed), Learning strategies in university science, Cardiff, University College Cardiff Press.
10. Bodrow, D. & Collins, A. (1975).Representation and understaning: Studies in cognitive science. New York : Academic.
11. Boud D., Dunn J. and Hegarty-Hazel E., (1986), *Teaching in laboratories*, Milton Keynes, Milton Keynes Open University Press.
12. Bouvier, A. (2001). Το Δικαίωμα στο λάθος. Απόδοση στα ελληνικά, Β. Ευσταθόπουλος. Ευκλείδης Γ΄, τόμος 6, τεύχος 21,σσ 69-86.

13. Bradner, E. and Mark, G. 2001. Social presence with video and application sharing. In *Proceedings of the 2001 International ACM SIGGROUP Conference on Supporting Group Work*. Boulder, Colorado. ACM Press, New York, 154–161.
14. Breslow ,L. (2007), Lessons Learned: Findings from MIT Initiatives in Educational Technology (2000–2005), Journal of Science Education and Technology, 16, 4.
15. Byard, J.M. (1995). Under school based policies for initial teacher training. *Journal of Computer Assistant Learning*, Vol. 11, No 2, pp. 128 – 141.
16. Bystrom, K. E. and Barfield, W. 1999. Collaborative task performance for learning using a virtual environment. *Presence: Teleoper. Virtual Environ. 8*, 4, 435–448.
17. Cafarella, R. S., & Zinn, L. R. (1999), Professional development for faculty: A conceptual framework for barriers and supports. *Innovative Higher Education, 23*(4), 24.
18. Canfora,G.,Daponte, P., and Rapuano, S. 2004. Remotely accessible laboratory for electronic measurement teaching. *Comput. Standards and Interfaces 26*, 6, 489–499.
19. Canizares, C. A. and Faur, Z. T. 1997. Advantages and disadvantages of using various computer tools in electrical engineering courses. *IEEE Trans. Education 40*, 3, 166–171.
20. Carnduff J. and Reid N., (2003), *Enhancing undergraduate chemistry laboratories, pre-laboratory and post-laboratory exercises, examples and advice*, Education Department, Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London.
21. Carnduff J. and Reid N., (2003), *Enhancing undergraduate chemistry laboratories, pre-laboratory and post-laboratory exercises, examples and advice*, Education Department, Royal Society of Chemistry, Burlington House, Piccadilly, London.
22. Chaturvedi, S., Akan,O., Bawab, S., Abdej-Salam, T., and Venkataramana,M. 2003. A web-based multimedia virtual experiment. In *Proceedings of the 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Boulder, CO. T3F.3-T3F.8.

23. Cohen, A. and Scardamalia, M. 1998. Discourse about ideas: Monitoring and regulation in face-to-face and computer-mediated environments. *Interactive Learning Environ. 6*, 1–2, 93–113.
24. Cooper, G. (1990), Cognitive load theory as an aid for instructional design. *Australian Journal of Educational Technology, 6*(2), 108-113.
25. Cooper, M., Donnelly, A., and Ferreira, J. M. 2002b. Remote controlled experiments for teaching over the Internet: A comparison of approaches developed in the PEARL project. In *Proceedings of the ASCILITE Conference 2002*. Auckland, New Zealand. UNITEC Institution of Technology, M2D.1-M2D.9.
26. Corte, D.E. (1990). Learning with new information technologies in schools: perspectives from the psychology of learning and instructions. *Journal of Computer Assisted Learning*, Vol. 6, No 1, pp. 86 – 99.
27. Cuban, L. (1986). Teachers and machines. The classroom use of technology since 1920. U.S.A. Teachers College Press.
28. Cuban, L. (2001). Oversold and underused. Computers in the classroom. Cambridge, MA: Harvard University Press.
29. Donell, E. O. (1996). Intergrating computer into classroom, the missing key. N. Y.: Scarecrow Press.
30. Driver, R. (1983).The Pupil as Scientist?, Milton Keynes, Open University Press.
31. Driver, R. (1986, April). Reconstructing the science curriculum: The approach of the Children's Learning in Science Project. Paper prepared for the annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco.
32. Duckett S.B., Garratt J, and Lowe N.D., (1999), What do chemistry graduates think? *University Chemistry Education,* **3**, 1-7.
33. Dwyer, D. C., Ringstaff, C., & Sandholtz, J. H. (1991). Changes in teachers' beliefs and practices in technology-rich classrooms. Educational Leadership, 48(8), 45-52.
34. Edward, N. S. 2002. The role of laboratory work in engineering education: Student and staff perceptions. *Int. J. Electrical Eng. Education 39*, 1, 11–19.

35. Elby,A. (2000). What students' learning of representations tells us about constructivism. Journal of Mathematical Behavior (to appear). Available online at http://www.physics.umd.edu/rgroups/ripe/perg/papers/elby/index.html(last access 20/12/2007.)
36. Faria, A. J. and Whiteley, T. R. 1990. An empirical evaluation of the pedagogical value of playing a simulation game in a principles of marketing course. *Development in Business Simul. Experiential Learning 17*, 53–57.
37. Faucher, G. 1985. The role of laboratories in engineering education. *Int. J. Mechanical Eng. Education 13*,195–198.
38. Fujita, J. S. T., Cassaniga, R. F., and Fernandez, F. J. R. 2003. Remote laboratory. In *Proceedings of the 2003 IEEE International Symposium on Industrial Electronics*. Rio. de Janeiro, Brazil. 1104–1106.
39. Gee B. and Clackson S.G., (1992), The origin of practical work in the English School science curriculum, *School Science Review*, **73,** 79-83
40. Glaser, R. (1994). Η Ωρίμανση της σχέσης ανάμεσα στην Επιστήμη της Μάθησης και της Γνωστικής Διαδικασίας και στην Εκπαιδευτική Πρακτική. Στο Γ. Παπαμιχαήλ (Επιμ. ¨Εκδ.) Κοινωνιο-γνωστική Προσέγγιση και Διδακτικές Διαδικασίες της Μάθησης των Φυσικών και Λογικο-μαθηματικών Εννοιών στο Σχολείο. Gunetberg, Σειρά Ψυχολογίας/6, Αθήνα, σσ .11-15.
41. Grant, A. 1995. The effective use of laboratories in undergraduate courses.*Int. J. Mechanical Eng. Education 23*, 2, 95–101.
42. Green, K. C. (1998), *1998 Campus Computing Survey*. (Online) Available: http://www.campuscomputing.net/summaries/1998/index.html
43. Gunstone, R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In Woolnough, B.E. (ed.),*Practical science*, pp. 67-77. Milton Keynes: Open University Press.
44. Gustavsson, I. 2002. Remote laboratory experiments in electrical engineering education. In *Proceedings of the 4th International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems* (*ICCDCS 2002*). Aruba. I025.1–I025.5.

45. Hadley, M. &Sheingold K. (1993): Commonalities and distinctive patterns in Teachers' integration of computers, *American Journal of Education*, 101, pp.261-315.
46. Hawkes S.J., (2004), Chemistry is *NOT* a laboratory science, *Journal of Chemical Education*, **81**, 1257.
47. Husbands, C. 1994. Learning theories and museums: using and addressing pupils' minitheories. *Journal of Education in Museums* 15: 5-7
48. Hutzel, W. J. 2002. A remotely accessed HVAC laboratory for distance education. *Int. J. Eng. Education 18*, 6, 711–716.
49. Ijsselsteijn,W. A., Ridder, H. D., Freeman, J., and Avons, S. E. 2000. Presence: Concept, determinants and measurement. In *Proceedings of the SPIE, Human Vision and Electronic Imaging V Conference*. San Jose, CA. 3959–3976.
50. Johnstone A.H .and Wood C.A., (1977), Practical work in its own right, *Education in Chemistry*, **14**, 11–12.
51. Johnstone A.H. and Al-Shuaili A., (2001), Learning in the laboratory: some thoughts from the literature, *University Chemistry Education*, **5**, 1-10.
52. Johnstone A.H. and Letton K.M., (1988), Is practical work practicable?, *Journal of College Science Teaching*, **18**, 190-92.
53. Johnstone A.H. and Letton K.M., (1989), Why do practical work? A research point of view, *Kemia-Kemi*, (2), 146-50.
54. Johnstone A.H. and Letton K.M., (1990), Investigation undergraduate laboratory work, *Education in Chemistry*, **27**, 9-11
55. Johnstone A.H. and Letton K.M., (1990), Investigation undergraduate laboratory work, *Education in Chemistry*, **27**, 9-11
56. Johnstone A.H., Sleet R.J. and Vianna J.F., (1994), An information processing model of learning: its application to an undergraduate laboratory course in chemistry, *Studies in Higher Education*, **19**, 77-88.
57. Johnstone, A.H. (1997). Chemistry teaching: Science or alchemy? Journal of Chemical Education, 74, 262–268.
58. Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking (2nd Ed.)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall

59. Kasten,D.G. 2000. Integrating computerized data acquisition and analysis into an undergraduate electric machines laboratory. In *Proceedings of the 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Kansas City, MO. T1D.13–T1D.18.
60. Kasten,D.G. 2000. Integrating computerized data acquisition and analysis into an undergraduate electric machines laboratory. In *Proceedings of the 30th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. Kansas City, MO. T1D.13–T1D.18.
61. Keilson, S., King, E., Sapnar, M. I. S., King, E., and Sapnar, M. 1999. Learning science by doing science on the web. In *Proceedings of the 29th ASEE/IEEE Frontier in Education Conference*. San Juan, Puerto Rico., 13d4.7–13d4.12.
62. Kerber R.C., (1988), Elephantiasis of the textbook, *Journal of Chemical Education*, **65**, 719-720.
63. Khan M.I., (1996), *A study of the impact of micro-scale / small scale chemistry experiments on the attitudes and achievements of the first year students in Glasgow*, M.Sc. thesis, University of Glasgow.
64. Kirschner, P.A. and Meester, M.A.M., (1988), The laboratory in higher science education, problems, premises and objectives, *Higher Educatio*n, **17**, 81-98.
65. Ko, C. C., Chen, B. M., Chen, S. H., Ramakrishnan, V., Chen, R., Hu, S. Y., And Zhuang, Y. 2000. A large-scale web-based virtual oscilloscope laboratory experiment. *Eng. Sci. Education J. 9*, 2, 69–76.
66. Lagowski, J. (2005), A Chemical Laboratory in a Digital World, Chemical Education International ,6,1
67. Lazarowitz, R. & Tamir, P. (1995). Research on using Laboratory Instruction in Science. In Gabel D. (Ed): *Handbook of research on science teaching and learning.* NY: Macmillan, 94-128.
68. Letton K.M., (1987), *A study of the factors influencing the efficiency of learning in a undergraduate chemistry laboratory*, M.Phil. thesis, Jordanhill College of Education, Glasgow, Scotland.
69. Lombard, M. and Ditton, T. 1997. At the heart of it all: The concept of presence. *J. Comput. Mediated Commun. 3*, 2. Online journal.

70. Ma,J. & Nickerson, J. (2006), Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review, ACM Computing Surveys, 38, 3.
71. Magin, D. J. and Kanapathipillai, S. 2000. Engineering students' understanding of the role of experimentation. *European J. Eng. Education 25*, 4, 351–358.
72. Mann, S. and Fung, J. 2002. Mediated reality. *Presence: Teleoper. Virtual Environ. 11*, 2, 158–175.
73. Marshall, G. (1997). Time for change: Critical issues for teacher educators. In Passey, D. & Sumways, B. (Eds) *Information technology supporting change through teachers education*. U.S.A.: Chapman Hall, pp. 1-17.
74. Massy, W. F., & Zemsky, R. (1995*), Using information technology to enhance academic productivity*. Presented at the 1995 CAUSE conference: (Online) Available: http://www.educause.edu/LibraryDetailPage/666&ID=NLI0004
75. Means, B., Ed. (1994). Technology and education reform. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
76. Meester, M.A.M and Maskill, R., (1993), First year practical classes in undergraduate chemistry courses in England and Wales, The Royal Society of Chemistry.
77. Meester, M.A.M and Maskill, R., (1995a), First year chemistry practicals at university in England and Wales: aims and the scientific level of the
78. Morrell J.B., (1969), Practical chemistry at the University of Edinburgh, 1799-1843, *AMBIX*, **26**, 66-80.
79. Morrell J.B., (1972), The chemistry breeders, the research schools? of Liebig and Thomas Thomson, *AMBIX*, **19**, 1-47.
80. Nash, E. B.,Edwards, G. W., Thompson, J. A., and Barfield,W. 2000. A review of presence and performance in virtual environments. *Int. J. Hum. Comput Interact 12*, 1, 1–41.
81. Nedic, Z., Machotka, J., and Nafalski, A. 2003. Remote laboratories versus virtual and real laboratories. In *Proceedings of the 2003 33rd Annual Frontiers in Education Conference*. Boulder, CO. T3E.1-T3E.6.

82. Noel, R. W. and Hunter, C. M. 2000. Mapping the physical world to psychological reality: Creating synthetic environments. In *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices,Methods, and Techniques*. New York. 203–207.
83. Nunez, D. and Blake, E. 2003. Conceptual priming as a determinant of presence in virtual environments. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Graphics, Virtual Reality, Visualization and Interaction in Africa*. Cape Town, South Africa. 101–108.
84. Oehmke, R. L. T. and Wepfer, W. J. 1985. Microcomputers in the undergraduate instrumentation lab. In *Proceedings of the ASME Computers in Engineering 1985 Conference*. Boston, MA. 159–165.
85. Papathanassiou, A., Oster, J., and Baier, P. W. 1999. A novel simulation concept of reduced computational cost for TD-CDMA mobile radio systems with adaptive antennas. In *Proceedings of the Vehicular Technology Conference (VTC 1999), Fall.* Amsterdam, the Netherlands. 218–222.
86. Parush, A., Hamm, H. and Shtub, A. 2002. Learning histories in simulation-based teaching: The effects on self-learning and transfer. *Comput. and Education 39*, 319–332.
87. Piaget, J. (1962) Comments on Vygotsky's critical remarks. Cambridge, MA.: The M.I.T. Ptress.
88. Pickering M., (1973), The teaching laboratory through history, *Journal of Chemical Education*,***70***, 699.
89. Pickering M., (1987), What goes on in students' heads in laboratory? *Journal of Chemical Education*, **64**, 521-523.
90. Psillos, D. and Niedderer, H.(2002). Issues and questions regarding the effectiveness of labwork. In *Teaching and Learning in the Science Laboratory*, D. Psillos and H. Niedderer, Eds. Kluwer Academic, 21–30.
91. Reid N. and Serumola L., (2006a) Scientific enquiry: the nature and place of experimentation: a review, *Journal of Science Education*, **7**, 1-15.
92. Reid N. and Serumola L., (2006b) Scientific enquiry: the nature and place of experimentation: some recent evidence, *Journal of Science Education*, **7**, 88-94.

93. Reid N. and Yang M-J., (2002), The solving of problems in chemistry: the more open-ended problems, *Research in Science and Technological Education*, **20**, 83-98.
94. Ridway, J. (1997). Vygotsky, informatics capability, and proffesional development. In Passey, D. & Sumways, B.(Eds) *Information technology supporting change through teachers education*. U.S.A.: Chapman Hall, pp. 1 –17.
95. Riffell, S. and Sibley, D. 2004. Using web-based instruction to improve large undergraduate biology courses: An evaluation of a hybrid course format. *Comput. and Education 44*, 3, 217–235.
96. Rohrig, C. and Jochheim, A. 1999. The virtual lab for controlling real experiments via Internet. In *Proceedingsof the 1999 IEEE International Symposium on Computer Aided Control System Design*. Kohala Coast Island of Hawaii, Hawaii. 279–284.
97. Rose T.L. and Seyse R.J., (1974), An upper level laboratory course of integrated experiments, *Journal of Chemical Education*, **51**, 127-129.
98. Saltsburg, H., Heist, R. H., And Olsen, T. 1982. Microcomputers in a college teaching laboratory-Part I. *Micro 53*, 53–55.
99. Sandholtz, j., Ringstaff, C. and Dwyer, D. 1997. *Teaching with Technology.* Teachers College Press, New York.
100. Scanlon, E., Colwell, C., Cooper, M., and Paolo, T. D. 2004. Remote experiments, reversioning and rethinking science learning. *Comput. and Education 43*, 1–2, 153–163.
101. Scrimshaw, P. (1997). Computers and the teacher role. In Somekh, B. & Davis, N.(Eds). *Using Information Technology effectively in teaching and learning (studies in preservice and inservice teacher education).* London: Routledge press, pp.100-114.
102. Seels, B. B. & Richey, R. C. (1994). Instructional Technology: The definitions and domains of the filed. Washington DC: Association for Educational Communications and Technology.
103. Shah I, (2004), *Making university laboratory work in chemistry more effective*, PhD thesis, University of Glasgow.

104. Shaheen, M., Loparo, K. A., and Buchner, M. R. 1998. Remote laboratory experimentation. In *Proceedings of the 1998 American Control Conference*. Philadelphia, PA. 1326–1329.

105. Sheingold K. & Hadley M. (1990): Accomplished teachers: Integrating computers into classroom practise. New York: Center for technology in Education, Bank Street College of Education.

106. Sheridan, T. B. 1992. Musings on telepresence and virtual presence. *Presence: Teleoper. Virtual Environ.1*, 120–125.

107. Shin, D., Yoon, E. S., Lee, K. Y., And Lee, E. S. 2002. A web-based, interactive virtual laboratory system for unit operations and process systems engineering education: Issues, design and implementation. *Computers and Chemical Eng. 26*, 2, 319–330.

108. Short, J., Williams, E., and Christie, B. 1976. *The Social Psychology of Telecommunications*. John Wiley and Sons, London.

109. Shymansky J.A. and Penick J.E., (1979), Use of systematic observations to improve college science laboratory instruction, *Science Education*, **63**,195-203.

110. Siebring, B. R.; Schaff, M. E., (1977), The purpose and nature of laboratory instruction from an historical point of view (Sym), *Journal of Chemical Education*, ***54***, 270

111. Slater, M. and Usoh, M. 1993. Presence in immersive virtual environments. In *Proceedings of the IEEE Virtual Reality Annual International Symposium*. Seattle, WA. 90–96.

112. Smith, P. R. and Pollard, D. 1986. The role of computer simulations in engineering education. *Comput. and Education 10*, 3, 335–340.

113. Sonnenwald, D. H., Whitton, M. C., and Maglaughlin, K. L. 2003. Evaluating a scientific collaboratory: Results of a controlled experiment. *ACM Trans. Comput. Hum. Interact 10*, 2, 150–176.

114. Statistics of Chemistry Education, published by the Royal Society of Chemistry online (last accessed 4/2/07) http://www.rsc.org/Education/Statistics/index.asp

115. Sweller, J. (1994), Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction, 4*, 295-312

116. Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. Instructional Science, 32, 9-31

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

118. Torres, K., Loker, D., and Weissbach, R. 2001. Introducing 9–12 grade students to electrical engineering technology through hands-on laboratory experiences. In *Proceedings of the 2001 31st Annual Frontiersin Education Conference*. Reno, NV. F2E.12-F2E.16.

119. Torres, K., Loker, D., and Weissbach, R. 2001. Introducing 9–12 grade students to electrical engineering technology through hands-on laboratory experiences. In *Proceedings of the 2001 31st Annual Frontiers in Education Conference*. Reno, NV. F2E.12-F2E.16.

120. Trgalova, J. (2003). Systemes de formation a distance. Proposition d'une typologie (Distance learning systems, a typology). In Desmoulins, C., Marquet, P., and Bouhineau,D. (Eds.), EIAH2003 *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain* (Proceedings of EIAH 2003, April 15–17, Strasbourg, France), INRP, Paris, pp. 563–566.

121. Tuckman, B. W. 2002. Evaluating ADAPT: A hybrid instructional model combining web-based and classroom components. *Compute. and Education 39*, 3, 261–269.

122. Tuma, T., Bratkovic, F., Fajfar, I., And Puhan, J. 1998. A microcontroller laboratory for electrical engineering. *Int. J. Eng. Education 14*, 4, 289–293.

123. Tzeng, H.-W. 2001. The design of pedagogical agent for distance virtual experiment. In *Proceedings of the 2001 31st Annual Frontiers in Education Conference*. Reno, NV. F1F.18-F1F.23.

124. Vaidyanathan, R. and Rochford, L. 1998. An exploratory investigation of computer simulations, student preferences, and performance. *J. Education Business 73*, 3, 144–149.

125. Vuorela, M. and Nummenmaa, L. 2004. How undergraduate students meet a new learning environment? *Comput. Hum. Behavior 20*, 6, 763–777.

126. Vygotsky, L. S. (1962) Thought and language. Cambridge, MA.: The M.I.T. Press.

127. Vygotsky, L.S. (1978). Mind and society. Cambridge, MA.: Harvard University Press.

128. Whiteley, T. R. and Faria, A. J. 1989. A study of the relationship between student final exam performanceand simulation game participation. *Simul. Games 21*, 1, 44–64.

129. Wild, M. (1995). Pre-service teacher education programmes for information technology: An effective education? Journal of Information Technology for Teacher Education, 4(1), 7–20.

130. Wild, M. (1996). Technology refusal. Rationalising the failure of student and beginning teacher to use computers. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 27, No 2, pp. 134 – 143

131. Willis, J. (1996). Information technology and teacher education. *Journal of information technology for teacher education*, Vol. 5. No 1, pp. 5 – 10.

132. Wills E.D., (1974), *Comparison of student performances tested by continuous assessment and by a final examination*, in Billing, D.E. and Parsonage, J.R. (eds.), Research into tertiary science education, London, Society for Research into Higher Education.

133. Winer, L. R., Chomienne, M., and Vazquez-Abad, J. 2000. A distributed collaborative science learning laboratory on the Internet. *American J. Distance Education 14*, 1.

134. Woolnough B., (1994), *Effective science teaching*, Buckingham, Open University Press.

135. Yoo, S. and Hovis, S. 2004. Technical symposium on computer science education. In *Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. New York, NY. 311–314.

136. Youngblut, C. and Huie, O. 2003. The relationship between presence and performance in virtual environments: Results of a VERTS study. In *Proceedings of the IEEE Virtual Reality 2003 Conference*. Los Angeles, CA. 277–278.

137. Zimmerli, S., Steinemann, M.-A., and Braun, T. 2003. Educational environments: Resource management portal for laboratories using real

devices on the Internet. *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Review53*, 3, 145–151.

138. Zimmerli, S., Steinemann, M.-A., and Braun, T. 2003. Educational environments: Resource management portal for laboratories using real devices on the Internet. *ACM SIGCOMM Comput. Commun. Review53*, 3, 145–151.

139. Zywno, M. S. and Kennedy, D. C. 2000. Integrating the Internet, multimedia components, and hands-on experimentation into problem-based control education. In *Proceedings of the 2000 30th Annual Frontiers in Education Conference*. Kansas City, MO. T2D.5–T2D.10.