



ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ**

**ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ «ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ»
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ « ΔΙΔΑΚΤΙΚΗ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ»**

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**«ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ
ΜΕ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗΣ»
(GUIDED DISCOVERY)**

**ΝΤΑΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ
ΧΗΜΙΚΟΣ**

ΑΘΗΝΑ 2018

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

**ΚΑΤΑΝΟΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟ ΤΗΣ ΚΑΘΟΔΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΑΝΑΚΑΛΥΨΗΣ
(GUIDED DISCOVERY)**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ

ΝΤΑΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΧΗΜΙΚΟΣ

A.M.: 151102

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΠΑΥΛΑΤΟΥ

ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΣΤΟ ΕΜΠ ΑΘΗΝΩΝ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ:

ΠΑΥΛΑΤΟΥ Ε., ΚΟΡΔΑΤΟΣ Κ., ΜΕΘΕΝΙΤΗΣ Κ.

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΞΕΤΑΣΗΣ 26/02/ 2018

Ευχαριστίες

Για τη διεκπεραίωση της παρούσας ερευνητικής εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Κα Ευαγγελία Παυλάτου, Καθηγήτρια στο Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου Αθηνών, για τις επισημάνσεις της και την βοήθειά της στο στατιστικό κομμάτι της έρευνας μου, καθώς και τους κυρίους Κώστα Κορδάτο και Κώστα Μεθενίτη για την ευγενική τους συμμετοχή στην τριμελή εξεταστική επιτροπή. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κα Δέσποινα Σταμπάκη και την Κα Αικατερίνη Σάλτα για την βοήθεια τους στο φυσικοχημικό κομμάτι και τον Νίκο Παπαδημητρόπουλο για την Στατιστική επεξεργασία SPSS. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συναδέλφους μου χημικούς Σταμάτη Καππάτο και Γιάννη Σταθάτο, όπως και στους διευθυντές των σχολείων που έγινε η έρευνα, Νίκη Ράπτη (5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης) και Σεραφείμ Πετρίδη (3^ο ΓΕΛ Ιλίου). Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην διδάσκουσα του ΔΙΧΗNET δόκτορα Αλεξάνδρα Κουλουμπαρίτση για τη συνεργασία και την πολύτιμη συμβολή από την αρχή μέχρι την ολοκλήρωση της έρευνάς μου. Από αυτήν εμπνεύστηκα και γνώρισα τι σημαίνει να εργάζεσαι με πάθος, να αγαπάς αυτό που κάνεις, να είσαι διδάσκων, άνθρωπος, να είσαι ευαίσθητος, αλλά και υπεύθυνο άτομο, να αγαπάς τους μαθητές σου και να τους καθοδηγείς να γίνουν καλύτεροι άνθρωποι στη ζωή τους.

Ιδιαίτερα, ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τη σύζυγό μου Χρύσα και τα παιδιά μου Παναγιώτη και Βασιλική για την ηθική και ουσιαστική στήριξη αυτά τα χρόνια και για την κατανόησή τους. Θα ήθελα να ευχαριστήσω την Κουβάτσου Ηλιάνα για την φιλολογική της επιμέλεια και επεξεργασία των κειμένων. Τέλος, να ευχαριστήσω όλους τους συντελεστές του Μεταπτυχιακού Προγράμματος για την συνεργασία και την βοήθειά τους.

Περίληψη

Σκοπός της εργασίας μας ήταν η μελέτη της επίδρασης της καθοδηγούμενη ανακάλυψης στη μάθηση.

Θέλαμε να μελετήσουμε, αν η καθοδηγούμενη ανακάλυψη μπορεί να επιφέρει καλύτερες επιδόσεις στο μάθημα της Χημείας στην Α΄ Λυκείου ανεξαρτήτως φύλου και προτέρων επιδόσεων (προστιθέμενη αξία).

Οργανώσαμε τη διδασκαλία μας σε δύο ενότητες που σχετίζονται μεταξύ τους:

- Στην ενότητα της έκφρασης περιεκτικότητας διαλυμάτων
- Και στην ενότητα της συγκέντρωσης διαλυμάτων

Τα βήματα που ακολουθήσαμε για την υλοποίηση της έρευνας είχαν ως εξής:

1. Μελετήσαμε τη σχετική βιβλιογραφία και τις διπλωματικές εργασίες που έχουν εκπονηθεί στο ΔΙΧΗΝΕΤ.
2. Φτιάξαμε φύλλα εργασίας (1 φύλλο εργασίας για την κάθε ενότητα), κάρτα εξόδου και διαφάνειες παρουσίασης (power point).
3. Κάναμε την έρευνά μας σε 4 τμήματα της Α΄ Λυκείου (2 πειραματικά και 2 ελέγχου). Στις ομάδες ελέγχου κάναμε παραδοσιακή διδασκαλία, ενώ στις πειραματικές έγινε 20λεπτη διδασκαλία με διαφάνειες και ακολούθησε έρευνα με φύλλα εργασίας με καθοδηγούμενη ανακάλυψη, που περιείχε και πειραματικό κομμάτι.
4. Σ΄ όλες τις ομάδες δόθηκε τεστ **προ-ελέγχου** και τεστ **μετα-ελέγχου** και 5λεπτη κάρτα εξόδου.
5. Και στα τέσσερα δίωρα της πειραματικής έρευνας έγινε παρακολούθηση της παρέμβασης από την Δρ. κα Κουλουμπαρίτση.
6. Δεν βρέθηκε σημαντική στατιστική διαφορά ανάμεσα στην επίδοση της πειραματικής ομάδας, συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.
7. Δεν βρέθηκε σημαντική στατιστική διαφορά στις επιδόσεις ανάμεσα στους χαμηλόβαθμους, στους μέτριους και υψηλόβαθμους μαθητές.

Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η καθοδηγούμενη ανακάλυψη για να αξιοποιηθεί σωστά και να δώσει καλύτερα αποτελέσματα, απαιτεί άρτια και χρονοβόρα προετοιμασία από τον εκπαιδευτικό, και πρέπει να δοθεί περισσότερος χρόνος στους μαθητές (συνεχόμενο δίωρο) για να εκτελέσουν πειράματα, να συνεργαστούν σε ομάδες και για να απαντήσουν στα φύλλα εργασίας.

Η αλλαγή της σχολικής κουλτούρας και η υιοθέτηση νέων μεθόδων διδασκαλίας, όπως η καθοδηγούμενη ανακάλυψη, σε χώρους «αφιλόξενους» όπως είναι τα ενιαία λύκεια και γυμνάσια, προϋποθέτει μείωση ύλης, επιμόρφωση εκπαιδευτικών και έμφαση στην ανάλυση προγραμμάτων σε μεθόδους που καλλιεργούν τη βαθιά κατανόηση και την κριτική σκέψη.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Διδασκαλία Χημείας Α` Λυκείου με Καθοδηγούμενη ανακάλυψη
(Guided discovery)

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Στρατηγικές Διδασκαλίας της Χημείας, Καθοδηγούμενη Ανακάλυψη, Περιεκτικότητα διαλύματος, Συγκέντρωση διαλύματος

ABSTRACT

We have observed that guided discovery can benefit students in the cognitive domain in Chemistry of 1st year Lyceum regardless of their sex (male or female) and prior knowledge. The teaching was divided into two closely related units which were:

UNIT 1: Content of solutions

UNIT 2 : Concentration of solutions (dilution, condensation & mixing of solutions).

The implementation of the research work was conducted in the followings steps:

1. Creation of worksheets, exit cards and power point presentations.
2. Utilization of 4 classes of the 1st grade of senior high school in our research inform of 2 experimental groups and 2 controls groups.
3. Conventional teaching methods were used in the control groups however a twenty-minute tutorial with power point presentation followed by research with guided discovery were used in the experimental groups
4. At the end of each research, each group received a 5-minute exit card under the supervision of Doctor Kouloumbaritsi.
5. A significant statistical difference was not observed between the benefits of the experimental groups in comparison with the control groups.
6. Not found significant statistical difference between boys and girls.

Consequently we reached the conclusion that in order to be more successful guided discovery, should be thoroughly organised by the educator and more time should be given to the students.

Theme region: guided discovery, strategies of teaching

Keywords: Chemistry of the first grade of senior high school, content of solutions, concentration of solutions, dilution, condensation & mixing of solutions.

Στον πατέρα μου Σπύρο που δύο πράγματα αγάπησε περισσότερο στη ζωή του: τη γνώση και τα λουλούδια

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....5

Κεφάλαιο 1^ο

Εισαγωγή..... 13

Κεφάλαιο 2^ο

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας

2.1 Τάσεις Παιδαγωγικής στις Φ.Ε τον 21^ο αιώνα..... 15

2.2 Η έννοια της Μάθησης.....15

2.3 Γνωστικές Θεωρίες Μάθησης.....18

2.4 Μοντέλα Διδασκαλίας για την κατανόηση εννοιών και περιεχομένου στις Φυσικές Επιστήμες.....24

2.5 Σύγκριση μεταξύ διερευνητικής και παραδοσιακής μεθόδου.....29

2.6 Ερευνητές και έρευνα στη Διδακτική των Φ.Ε.30

2.7 Τι σημαίνει κατανοώ έννοιες.....34

2.8 Στρατηγική Κατευθυνόμενης Διερεύνησης.....42

Κεφάλαιο 3^ο

Η Χημεία της περιεκτικότητας και της συγκέντρωσης των διαλυμάτων

3.1 Ταξινόμηση της ύλης.....54

3.2 Διαλύματα και είδη διαλυμάτων.....55

3.3 Διαλύτες και διαλυμένες ουσίες.....56

3.4	Περιεκτικότητα και εκφράσεις περιεκτικότητας διαλύματος.....	58
3.5	Η έννοια της Διαλυτότητας	60
3.6	Γιατί είναι σημαντικές οι έννοιες αυτές;.....	63
3.7	Γιατί είναι αναγκαίες οι προϋπάρχουσες γνώσεις;.....	64
3.8	Αραίωση-Συμπύκνωση και ανάμιξη Διαλυμάτων.....	67

Κεφάλαιο 4^ο

Μεθοδολογία Έρευνας

4.1	Ο σκοπός και η μεθοδολογία αυτής της έρευνας.....	70
4.2	Ερευνητικά ερωτήματα	72
4.3	Ερευνητικά Εργαλεία.....	72
4.4	Η διαδικασία των πειραματικών διδασκαλιών	73
4.5	Παρατηρήσεις του «κριτικού φίλου» που παρακολούθησε τις πειραματικές διδασκαλίες με κλείδα παρατήρησης των Creemers&Kyriakides, 2012, βλ. στο Παράρτημα).....	74
4.6	Μορφή δοκιμασιών.....	75
4.7	Τα ευρήματα της έρευνας -Αναλυτικοί Πίνακες.....	77
4.8	Σχολιασμός ερευνών στις ομάδες ελέγχου και τις πειραματικές ομάδες.....	85
4.9	Μερικές απαντήσεις από φύλλα εργασίας με καθοδηγούμενη.....	92
4.10	Σύγκριση χαμηλόβαθμων, μέτριων και υψηλόβαθμων μαθητών.....	101
4.11	Στατιστική επεξεργασία έρευνας.....	109

Κεφάλαιο 5^ο

Συμπεράσματα-προτάσεις του ερευνητή και δυσκολίες κατά την υλοποίηση της έρευνας

5.1 Σχολιασμός και συμπεράσματα από την έρευνα.....	129
5.2 Προτάσεις του ερευνητή για περαιτέρω έρευνα.....	130
5.3 Δυσκολίες κατά την εφαρμογή της έρευνας	140
Αναφορές	133

Παράρτημα I

Φύλλα εργασίας και κάρτες εξόδου.....	138
---------------------------------------	-----

Παράρτημα II

Ασκήσεις για λύση πάνω στις περιεκτικότητες και συγκεντρώσεις διαλυμάτων.....	152
---	-----

Παράρτημα III

Κλείδα παρατήρησης.....	154
-------------------------	-----

Παράρτημα IV

Πολυμεσική ξενόγλωσση εφαρμογή για την αραίωση (Dilution).....	157
Πανόραμα.....	160

Κατάλογος εικόνων.....	161
------------------------	-----

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Διαφορά της ερευνάς μου από τις προηγούμενες έρευνες

1. Η εργασία της Ντόντση Αικατερίνης και του Γιαννακουδάκη Ανδρέα (2003) είναι μία **πολυμεσική εφαρμογή** πάνω στα διαλύματα που είχε ως σκοπό την ενημέρωση των μαθητών γύρω από τα διαλύματα, τις κατηγορίες των διαλυμάτων, τις εκφράσεις περιεκτικότητας και συγκέντρωσης, της διάλυσης και την επεξήγηση αυτής, την αραιώση, συμπύκνωση και ανάμιξη διαλυμάτων. Περιλάμβανε παρασκευή διαλυμάτων με εικονικό εργαστήριο και ασκήσεις διαφόρων κατηγοριών με δυνατότητα ελέγχου της απάντησης.
2. Η εργασία της Βλάσση Μαρίας (2008) αναφέρεται στη **σύγκριση δύο διδακτικών μεθόδων της Καθοδηγούμενης Διερευνητικής-Ανακαλυπτικής και της Παραδοσιακής ως προς τη σύσταση της ύλης και το χημικό δεσμό.**
3. Η εργασία της Κας Κουκά Άννας, Βοσνιάδου Στέλλας και του Τσαπαρλή Γιώργου «*Η κατανόηση του νερού ως διαλύτη και η εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών από το δημοτικό στο λύκειο*», βασίζεται **σε ατομικές δομημένες συνεντεύξεις με ερωτήσεις ανοιχτού τύπου.**
4. Η εργασία της Καλλιόπης Ζινέλη (2015) «*Μικροί Ερευνητές*» βασίζεται στην **καθοδηγούμενη διερεύνηση** και αφορά την παρασκευή σαπουνιών και μέτρηση της αλκαλικότητας αυτών.
5. Η εργασία της Πράττα Ελένης (2015) «*Η κατανόηση της διάλυσης και του νερού ως διαλύτη: Εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης*» **έγινε με ερωτηματολόγιο και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν.**
6. Η εργασία μου είναι μία έρευνα πάνω στην περιεκτικότητα και συγκέντρωση με **καθοδηγούμενη ανακάλυψη.** Συμπεριλαμβάνει:
 - A. Διδασκαλία σε ομάδες ελέγχου και πειραματικές
 - B. Κατασκευή κατάλληλων φύλλων εργασίας
 - Γ. Παραδοσιακή διδασκαλία στις ομάδες ελέγχου και διδασκαλία με καθοδηγούμενη ανακάλυψη στις πειραματικές ομάδες.
 - Δ. Κλείδα παρατήρησης από Kyriakides & Zeemers 2012.
 - E. Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων με SPSS με τη βοήθεια της κυρίας Ευαγγελίας Παυλάτου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

Σύντομη επισκόπηση όλης της εργασίας

Η έρευνά μας ξεκίνησε από τον Απρίλιο του 2016 με ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πάνω στο φυσικοχημικό κομμάτι πάνω στις περιεκτικότητες και συγκεντρώσεις διαλυμάτων (Μεθενίτης, Μητσοπούλου και Πνευματικάκης, 2006), *Θεωρίες Μάθησης και η Αξιοποίησή τους στην Εφαρμοσμένη Παιδαγωγική* (Δόκτορα Αλεξάνδρα Κουλουμπαρίτση, ΔΙΧΗNET 2016), *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες* (Κρυσταλλία Χαλκιά, εκδόσεις Πατάκης 2008), *Ερευνητές και έρευνα στη διδακτική των Φ.Ε.* (Δ. Ψύλλος 2001), *Κατανόηση των εννοιών* (Στ. Βοσνιάδου), *Στρατηγικές διδασκαλίας* (Ηλίας Ματσαγγούρας, 2007), *Καθοδηγούμενη ανακάλυψη* (Bruner), *Διαφορές μεταξύ παραδοσιακής διδασκαλίας και καθοδηγούμενης ανακάλυψης* (Βλάσση Μαρία 2008), διπλωματικές εργασίες της Δημητρώλου Ευανθίας (Μάρτης 2015) και της Ζινέλη Καλλιόπης (2015) που σχετίζονται με την μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης.

Ακολούθησε η δημιουργία των φύλλων εργασίας προ-τεστ και μετά-τεστ, που δόθηκαν σε 4 ομάδες: 2 ελέγχου και 2 πειραματικές. Η 1η έρευνα έγινε σε 74 μαθητές της Α' Λυκείου, ενώ η 2^η έγινε σε 73 μαθητές και σε δύο λύκεια: στο 3^ο ΓΕΛ Ιλίου και στο 5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης.

Μεταξύ των δύο ομάδων (πειραματικής και ελέγχου) δεν υπήρχε διαφορά στην βαθμολογία τους στο μάθημα της Χημείας με βάση τους βαθμούς απολυτηρίου τους από την Γ' Γυμνασίου.

Αφού δόθηκαν τα προ-τεστ, ακολούθησε η έρευνα με τις πειραματικές ομάδες. Σε κάθε πειραματική ομάδα διατέθηκαν δυο δίωρα (4 ώρες), οπότε έγινε 20λεπτη παρουσίαση σε διαφάνειες για τις έννοιες της περιεκτικότητας και της συγκέντρωσης, διατέθηκε πεντάλεπτο για απορίες και ερωτήσεις, έγινε ένα πείραμα επίδειξης από τον διδάσκοντα και ακολούθησε η έρευνα με φύλλα εργασίας και εργαστηριακό κομμάτι σε ομάδες με την μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, όπου ο ρόλος μου σαν εκπαιδευτικός ήταν σε φθίνουσα κατεύθυνση (αρχικά

δόθηκαν οδηγίες προφορικά και γραπτά για τις ενέργειες των μελών της κάθε ομάδας και μετά εργαζόντουσαν μόνοι τους, αφού αντάλλαζαν ιδέες και απόψεις).

Σε κάθε έρευνα που πραγματοποιήσαμε, υπήρχε παρακολούθηση από την διδάσκουσα του ΔΙΧΗNET Δόκτορα κα Κουλουμπαρίτη, που κατέγραφε την πορεία της. Στο τέλος της κάθε έρευνας δόθηκε σε κάθε μαθητή πεντάλεπτη κάρτα εξόδου πάνω σ' αυτό που διδάχτηκε και ερεύνησε. Να τονίσω ότι η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε δύο φάσεις: η μία την περίοδο Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου 2016 πάνω στην περιεκτικότητα διαλυμάτων και η δεύτερη την περίοδο Μαρτίου-Απριλίου 2017 πάνω στην συγκέντρωση διαλυμάτων, κατόπιν παρότρυνσης της Κα Σάλτα να επεκταθεί η έρευνά μας και στη συγκέντρωση διαλυμάτων, εξαιρώντας το κομμάτι της διαλυτότητας διαλυμάτων, που συσχετίζεται περισσότερο με την χημική ισορροπία.

Στη συνέχεια, κατά την περίοδο Ιουνίου 2017-Δεκεμβρίου 2017, ακολούθησε η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της έρευνας μας σε ποσοτικό και ποιοτικό επίπεδο και η εξαγωγή συμπερασμάτων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, θεωρίες μάθησης, καθοδηγούμενη ανακάλυψη (guided discovery) και καθοδηγούμενη διερεύνηση (guided inquiry).

«Η γνώση είναι διαδικασία, όχι αποτέλεσμα», Jerome Bruner

2.1 Τάσεις Παιδαγωγικής στις Φυσικές Επιστήμες τον 21^ο αιώνα [1]

Η τάση της Παιδαγωγικής στις αρχές του 21^{ου} αιώνα προσβλέπει στο κύρος των Φυσικών Επιστημών και γι' αυτό προσκολλάται στην Ψυχολογία και μάλιστα στην Κλινική Ψυχολογία, που στηρίζει τα ευρήματά της στη μεθοδολογία της έρευνας με παρατήρηση, πείραμα, καταγραφή, αποτέλεσμα, στο σχήμα «αίτιο -αποτέλεσμα». Άρα, έχει θετικιστική κατεύθυνση.

Βασικός σκοπός της Διδακτικής των Φ.Ε δεν είναι τόσο η δημιουργία μελλοντικών επιστημών, όσο η δημιουργία μελλοντικών πολιτών, οι οποίοι είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, βασικό εκφραστή της επιστημονικής δραστηριότητας στην παγκόσμια αγορά.

Εμφανίζεται μία κριτική στα μέχρι τώρα Προγράμματα Σπουδών των Φ.Ε, που εστιάζουν στο περιεχόμενο (δηλωτική γνώση) και στη μάθησή του ως σώμα γεγονότων, αποκομμένο από τις διαδικασίες παραγωγής του και τη φιλοσοφία της επιστήμης που οδηγεί σ' αυτό. Μία νέα πρόταση, χωρίς να εγκαταλείπεται η ιδέα της εποικοδόμησης, είναι ο επιστημονικός γραμματισμός. Είναι μία πολυσήμαντη προσέγγιση, με την έννοια ότι η έμφαση μπορεί να δίνεται σε διαφορετική κάθε φορά κατεύθυνση. Τέτοια είναι η ιστορικο-πολιτιστική των ΦΕ , π.χ. η αξιοποίηση των ιδεών στις ΦΕ. Μία άλλη προσέγγιση αποτελεί η πολιτικο-κοινωνική διάσταση των ΦΕ, π.χ. στόχος της εκπαίδευσης είναι οι πολίτες να πάρουν θέση σε διάφορα προβλήματα, όπως η μόλυνση του περιβάλλοντος, η υπερθέρμανση του πλανήτη μας κ.ά. Μία τρίτη διάσταση είναι η καθαρά επιστημονική (έννοιες, φαινόμενα, νόμοι, διαδικασίες).

Η Κριτική Παιδαγωγική αποτελεί ένα «παιδαγωγικό παράδειγμα», δηλαδή μία σχολή παιδαγωγικής σκέψης και εκπαιδευτικής πράξης που επιδιώκει να αναπτύξει τον χειραφετημένο κριτικό και ενεργό πολίτη και μέσω αυτού να αλλάξει την κοινωνία και να την καταστήσει δημοκρατικότερη, δικαιοτέρα, ανθρωπινότερη.

2.2. Η έννοια της Μάθησης [2]

Μάθηση είναι μία διαδικασία, η οποία οδηγεί σε διαρκή μεταβολή της συμπεριφοράς ενός ατόμου και η οποία προκύπτει ως αποτέλεσμα εμπειρίας ή άσκησης. Η μάθηση μπορεί, λοιπόν, να είναι αποτέλεσμα μίας οργανωμένης

διαδικασίας (διδασκαλίας, εκπαίδευσης), αλλά και να προέρχεται από την εν γένει εμπειρία του ατόμου.

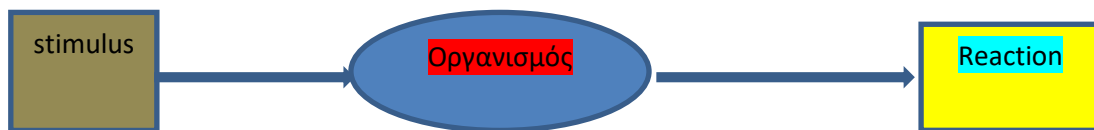
Οι σύγχρονες θεωρίες μάθησης στις ΦΕ φαίνεται ότι επηρεάζονται από τρεις θεωρητικές κατευθύνσεις: **α) της εννοιολογικής αλλαγής, β) των κοινωνικο-πολιτισμικών προσεγγίσεων και γ) της κριτικής προσέγγισης.**[3]

Σύμφωνα με την εννοιολογική αλλαγή, η μάθηση στις ΦΕ είναι μία διαδικασία κατάκτησης των εννοιών στις ΦΕ (βαθμιαίας οικοδόμησης των σχετικών εννοιών που συντελείται σε δύο επίπεδα: της αποδόμησης, αρχικά, των εναλλακτικών αντιλήψεων και του σχηματισμού, κατόπιν, των νέων αντιλήψεων)

2.2.1. Συμπεριφοριστικές Θεωρίες

Μόνο η παρατηρήσιμη συμπεριφορά παρέχει δεδομένα για την τροποποίησή της. Η γνώση προέρχεται από αισθητηριακή εμπειρία. Δίνεται έμφαση στην ανάπτυξη του νου, της λογικής, της αφηρημένης σκέψης και τον προσανατολισμό προς την θετικιστική σχολή της σκέψης.

Η μάθηση είναι αντανακλαστική ή αυτοματοποιημένη και επιτυγχάνεται μέσω ενός ερεθίσματος (stimulus) που αποκτά την ιδιότητα να προκαλεί την ίδια αντίδραση (response), που είχε προκαλέσει ένα αρχικό ερέθισμα (Pavlov: πείραμα με τον σκύλο 1902, John Watson: πείραμα με τον Albert 1921)



2.2.2. Συντελεστική μάθηση κατά Skinner:

Θετική ενίσχυση: αποδίδεται βαθμός ή προνόμιο

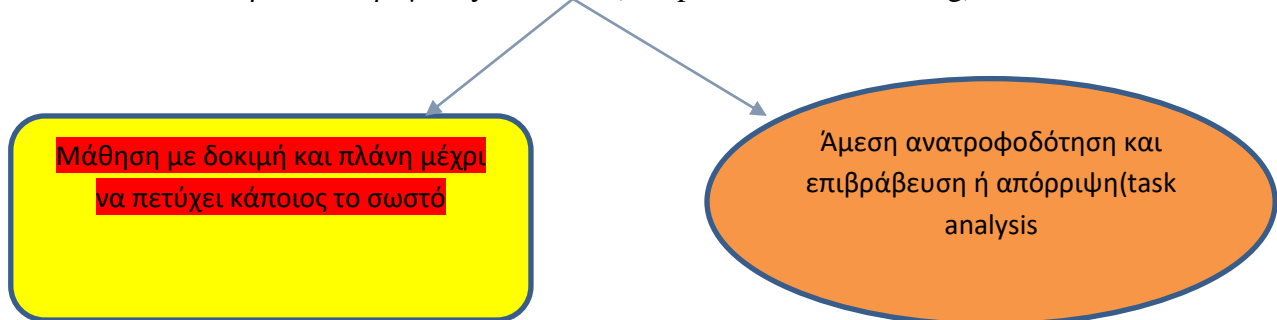
Αρνητική ενίσχυση: αφαιρείται βαθμός ή προνόμιο

Τιμωρία: όταν κάτι ανεπιθύμητο στοχεύει να μειώσει την ανεπιθύμητη συμπεριφορά.

Σύνδεση της διαδικασίας μάθησης με την ανατροφοδότηση

Επιβράβευση-στέρηση-τιμωρία

OSkinner θεωρείται ο πρόγονος του CAL (computer assisted learning)



2.2.3. Συμπεριφορισμός και εφαρμογές στη Σχολική Τάξη

1. Όποτε προσφέρεται, καλύτερα να χρησιμοποιείται θετική ενίσχυση.
2. Στέρηση αντί για τιμωρία.
3. Χρησιμοποιήστε ενισχυτές προγραμματισμένα και λελογισμένα.
4. Παρέχετε στους μαθητές ξεκάθαρη, σαφή και πλήρη ανατροφοδότηση.
5. Καθοδηγήστε προς την επιθυμητή συμπεριφορά.
6. Επαναλαμβάνετε σαφείς τις οδηγίες ξανά και ξανά, αν κρίνουμε ότι απαιτείται.

2.2.4. Κοινωνική Μάθηση ή Μάθηση με Μίμηση

Σύμφωνα με τον Albert Bandura δεν επηρεάζει μόνο το περιβάλλον την συμπεριφορά, αλλά και η συμπεριφορά το περιβάλλον. Η θεωρία του ως εκ τούτου είναι ανάμεσα στις συμπεριφοριστικές και τις γνωστικές θεωρίες.

Σύμφωνα με τον παραπάνω η μάθηση γίνεται με:

- A) άμεση παρακολούθηση και μίμηση (modeling)
- B) έμμεση εξαρτημένη μάθηση, δηλαδή με το να παρακολουθούμε πώς αντιδρούν οι άνθρωποι στη συμπεριφορά των άλλων (vicarious conditioning).

Για να μιμηθούμε μια συμπεριφορά, πρέπει, ανάμεσα σε άλλα, να συντρέχουν τα ακόλουθα:

Προσοχή: εξαρτάται από τις ικανότητες του ατόμου, το περιβάλλον, το θέμα...

Συγκράτηση στη μνήμη.

Αναπαραγωγή της συμπεριφοράς

Κίνητρα, δηλ. το να έχει κάποιος λόγο για να μιμηθεί τη συμπεριφορά.

2.2.5. Αρχές Κοινωνικής Μάθησης

- Να συμπεριφέρεστε στους μαθητές με τρόπο που θα θέλατε κι εκείνοι να σας συμπεριφέρονται.
- Δείξτε με παραδειγματικό τρόπο διαδικασίες σκέψης και εργασίας.
- Να παρέχετε πολλά παραδείγματα σε νέα ή αφηρημένη γνώση.
- Χρησιμοποιείτε έμμεση εξαρτημένη μάθηση.
- Μην αλλάζετε τους κανόνες!

Πολύ συχνά αναφέρεται ότι οι εκπαιδευτικοί δύσκολα αλλάζουν τις απόψεις τους, τις στάσεις και τις συμπεριφορές τους, επειδή δεν ακολουθούν όσα έχουν μάθει, αλλά όσα έχουν βιώσει κατά τα σχολικά τους χρόνια ως μοντέλο διδασκαλίας τους από τους δασκάλους τους. Κατά τη γνώμη μου, οι δάσκαλοι πρέπει να δίνουν περισσότερα κίνητρα και χρόνο στους μαθητές τους και να ξεφύγουν από την παραδοσιακή δασκαλοκεντρική διδασκαλία. Ο σκοπός δεν πρέπει να είναι η αναπαραγωγή της γνώσης, αλλά η κατάκτηση αυτής. Ο δάσκαλος πρέπει να θέτει στόχους και σκοπούς που να περιγράφουν παρατηρήσιμη συμπεριφορά, δηλαδή τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές και να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα ρήματα (θυμάμαι, κατανοώ, εφαρμόζω, αναλύω, αξιολογώ, δημιουργώ), που να περιγράφουν με σαφήνεια και με τρόπο συγκεκριμένο την αναμενόμενη συμπεριφορά.

2.3. Γνωστικές Θεωρίες

Παρακάτω σας παραθέτουμε τις γνωστικές θεωρίες της γνωστικής ανάπτυξης κατά Jean Piaget και την ανακαλυπτική μάθηση του **Jerome Bruner**

2.3.1. Γνωστική Ανάπτυξη κατά Jean Piaget

«Η νόηση οργανώνει τον κόσμο, οργανώνοντας τον εαυτό της»

Σύμφωνα με τον Piaget η μάθηση εξαρτάται από την ανάπτυξη. Η γνώση διαμορφώνεται σε γνωστικά σχήματα. Ο Piaget εστιάζει στο άτομο. Το άτομο μαθαίνει καθώς αλληλεπιδρά με αντικείμενα του φυσικού κόσμου. Αυτό σημαίνει ότι το άτομο κατανοεί τον κόσμο μέσω των γνωσιακών σχημάτων που δομεί στο νου του και τα οποία μπορεί να τροποποιηθούν μέσω της αλληλεπίδρασης ατόμου και περιβάλλοντος. Οι αλλαγές αυτές επιτυγχάνονται μέσω δύο διαδικασιών: της **αφομοίωσης** (assimilation) και της **συμμόρφωσης** (accommodation).

Η αφομοίωση είναι η διεργασία εκείνη, κατά την οποία μία πληροφορία ενσωματώνεται στις ήδη υπάρχουσες γνωσιακές δομές του.

Η συμμόρφωση, αντίστοιχα, είναι η διεργασία εκείνη, κατά την οποία η γνωσιακή δομή προσαρμόζεται προκειμένου να αποκτήσει νόημα μία συγκεκριμένη πληροφορία. Αν τα νέα δεδομένα δεν ταιριάζουν στην ήδη υπάρχουσα δομή, προκαλείται διατάραξη της γνωσιακής ισορροπίας και επέρχεται γνωσιακή σύγκρουση. Οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα με τον χειρισμό αντικειμένων και μέσα από την διερεύνηση. Μαθαίνουν μόνοι, αλλά και συνεργατικά.

Προαπαιτούμενα της μάθησης είναι η ωρίμανση και το κατάλληλο αναπτυξιακό στάδιο. Αυτή η άποψη ενίσχυσε την καθιέρωση των διαγνωστικών τεστ και την ιδέα της «ετοιμότητας» (readiness) σχετικά με το πότε διδάσκουμε τι.

Οι μαθητές πρέπει να είναι ενεργοί και πρέπει να ανακαλύπτουν παρά να καλύπτουν την ύλη. Να οικοδομούν τα νοήματα μέσα από συνεχείς γνωστικές συγκρούσεις.

Έμφαση στη διαδικασία, όχι μόνο στο αποτέλεσμα (όπως πρεσβεύει ο συμπεριφορισμός).

Επιγραμματικά μπορούμε να πούμε ότι η συμβολή του Piaget έγκειται **στη ανάδειξη της κατασκευής της γνώσης ως βασικής λειτουργίας της μάθησης.**

2.3.2.Ανάλυση αρχών της Ευρετικής – Ανακαλυπτικής θεωρίας μάθησης του J. Bruner[9], [10]

Οι βασικές θεωρητικές θέσεις του J. Bruner συνοψίζονται ως εξής:

- A. Κατηγοριοποίηση
- B. Αντίληψη και σχηματισμός εννοιών
- Γ. Κατανόηση της δομής
- Δ. Ανακαλυπτική μάθηση
- Ε. Σπειροειδής διάταξη της ύλης
- A. Κατηγοριοποίηση

Σύμφωνα με τον Bruner το άτομο ταξινομεί ομάδες αντικειμένων και γεγονότων σε εννοιολογικές κατηγορίες με βάση τα κοινά τους χαρακτηριστικά. Η κατηγοριοποίηση βοηθά το άτομο: α) να απλοποιήσει την πολυπλοκότητα του περιβάλλοντος, β) να ανακαλύψει ομοιότητες ανάμεσα στα φαινόμενα, γ) να επιταχύνει και να προωθήσει τη μάθηση περιορίζοντας την ανάγκη για επανατροφοδότηση, δ) να προβλέπει, να σχεδιάσει ή και να τροποποιήσει μια μελλοντική του συμπεριφορά γνωρίζοντας μια έννοια εκ των προτέρων και ε) να προωθήσει την ικανότητά του να βρίσκει σχέσεις ανάμεσα στα αντικείμενα και τα γεγονότα. Ο Bruner θεωρεί ότι οι συγγενικές κατηγορίες αποτελούν σύστημα κωδικοποίησης με κυριότερο χαρακτηριστικό την ιεραρχική διάταξη (η ανώτατη κατηγορία είναι πιο γενική από τις άλλες που ακολουθούν).

B. Αντίληψη και σχηματισμός εννοιών

Η αντίληψη αποτελεί διαδικασία αναγνώρισης και ταύτισης των πληροφοριακών ερεθισμάτων. Η πορεία της αντίληψης (κατηγοριοποίησης) διέρχεται από ένα πρώτο στάδιο, όπου το άτομο διακρίνει και αναγνωρίζει τα βασικά χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου και από ένα δεύτερο στάδιο, όπου το άτομο ενεργεί, επιστρατεύει

προϋπάρχουσες κατηγορίες και διερευνά το περιβάλλον για να αποκαλύψει περισσότερα στοιχεία του αντικειμένου. Πρόκειται για δραστηριότητες ενεργητικές με την έννοια της αλληλεπίδρασης και ανακαλυπτικές. Με την κατηγοριοποίηση το άτομο μαθαίνει τα συστατικά στοιχεία που συγκροτούν μια έννοια, τα οποία είναι το όνομα, τα παραδείγματα, τα γνωρίσματα, οι αξίες και ο κανόνας (ο ορισμός που καθορίζει τα ουσιώδη γνωρίσματα μιας έννοιας).

Γ. Κατανόηση της δομής

Κάθε επιστήμη στηρίζεται σε ορισμένες βασικές έννοιες, τις αρχές. Ο Bruner υποστηρίζει ότι ο μαθητής πρέπει να αφομοιώσει αυτές τις δομές-αρχές, ώστε βαθμιαία και με σπειροειδή μορφή να εμβαθύνει και να επεκτείνει την εφαρμογή αυτών των αρχών. Για παράδειγμα, ο εκπαιδευτικός διδάσκει στον μαθητή την αρχή της συνεργασίας. Ο μαθητής θα συναντήσει την ίδια αρχή στο μάθημα της Βιολογίας (κοινωνία μελισσών), της Ιστορίας (πώς δημιουργήθηκαν τα σημαντικά αρχιτεκτονικά δημιουργήματα) κ.α. Η πλήρης κατανόηση της δομής σημαίνει κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των πραγμάτων από την πλευρά του μαθητή και κατανόηση των γενικών αρχών, στις οποίες μπορεί να υπάγονται και άλλες ειδικές περιπτώσεις. Η απόκτηση των εννοιών είναι αποτέλεσμα γνωστικών λειτουργιών, από τις οποίες ο Bruner θεωρεί κυριότερες την αναλυτική και τη διαισθητική σκέψη. Η αναλυτική σκέψη προχωρά βήμα-βήμα, στηρίζεται στο συλλογισμό και χρησιμοποιεί συχνά τη λογική και τα μαθηματικά. Ορισμένες φορές πρόκειται για διαδικασία επαγωγής ή πειράματος. Η διαισθητική σκέψη, αντίθετα, δεν προχωρά με προσεκτικά βήματα, αλλά με άλματα που βασίζονται σε μια γενική αντίληψη όλου του προβλήματος.

Δ. Ανακαλυπτική μάθηση

Η ανακαλυπτική μάθηση (discovery learning) του Bruner χαρακτηρίζεται από πολύπλοκες γνωστικές διαδικασίες, που έχουν σχέση με την πρόσκτηση, την επεξεργασία και την κωδικοποίηση των πληροφοριών. **Ο Bruner θεωρεί τον άνθρωπο ως ένα «επεξεργαστή πληροφοριών» και τη μάθηση ως μια διαδικασία.**

Συστατικά στοιχεία έννοιας πρόσκτησης γενικών γνώσεων που υπόκεινται επεξεργασία, μετασχηματισμό και εφαρμογή σε νέες καταστάσεις (Τσακίρη και συν., 2007). Σύμφωνα με τον Bruner οι διαδικασίες που επιτελούνται κατά τη μάθηση είναι:

α) ανακάλυψη των γνώσεων και των εννοιών, β) μετασχηματισμός των γνώσεων και γ) αξιολόγηση, εκτίμηση και έλεγχος των γνώσεων. Είναι πολύ σημαντικό ο μαθητής να κατέχει βασικές έννοιες και να τις χρησιμοποιεί στη λύση μελλοντικών προβλημάτων, αλλά και να γνωρίζει πώς μπορεί να τις επεξεργαστεί και πώς να τις χρησιμοποιεί στις νέες καταστάσεις. Ο εκπαιδευτικός θα πρέπει να διαμορφώσει θετική στάση του μαθητή απέναντι στην μάθηση υιοθετώντας την ερευνητική - ανακαλυπτική μέθοδο διδασκαλίας, σύμφωνα με την οποία οι μαθητές προσπαθούν να ανακαλύψουν μόνοι τους τις σχέσεις των πραγμάτων μιας επιστημονικής περιοχής, σαν να ήταν οι ίδιοι επιστήμονες. Για παράδειγμα, ο μαθητής που μαθαίνει Ιστορία είναι ένας μικρός ιστορικός ή ένας μικρός αρχαιολόγος. Η διερεύνηση γίνεται με βάση τα ερεθίσματα που δίνονται από τον εκπαιδευτικό και το περιβάλλον. Ο μαθητής παράγει μάθηση και δεν είναι απλός δέκτης, αλλά παραγωγός και μετασχηματιστής πληροφοριών. Ο Bruner υποστηρίζει ότι η γνωστική ανάπτυξη του ατόμου ακολουθεί τρία στάδια. Αυτά τα στάδια αποτελούν τους τρεις τρόπους, σύμφωνα με τους οποίους διαμέσου της ανακαλυπτικής μάθησης πραγματοποιείται η απόκτηση, ο μετασχηματισμός και η αξιολόγηση των γνώσεων, δηλαδή πραγματοποιείται η αναπαράσταση των γνώσεων στη γνωστική δομή του ατόμου (Κολιάδης, 1997).

Διαδικασίες μάθησης

- Ανακάλυψη των γνώσεων και των εννοιών
- Μετασχηματισμός των γνώσεων
- Αξιολόγηση, εκτίμηση και έλεγχος των γνώσεων

2.3.3. Εποικοδομητισμός (Constructivism) · Η εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας των Φ.Ε. [5]

Στην υπόθεση της εποικοδόμησης της γνώσης κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες των μαθητών. Η γνώση είναι μεταβαλλόμενη και οικοδομείται από τον καθένα χωριστά γι' αυτό είναι υποκειμενική. Συνεπώς, δεν μπορεί να μεταδοθεί από τον έχοντα και κατέχοντα στους μη έχοντες και μη κατέχοντες. Η μάθηση είναι συνήθως προϊόν της εννοιολογικής αλλαγής που επέρχεται στους μαθητές λόγω της γνωστικής σύγκρουσης, στην οποία υποβάλλονται.

Η μάθηση θεωρείται ως εποικοδόμηση που γίνεται στο πλαίσιο της κοινωνίας της ομάδας.

Οι Driver και Oldham (1986) πρότειναν ένα μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση και στη διδασκαλία, που περιλαμβάνει τη φάση του **προσανατολισμού, της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών, της αναδόμησης των ιδεών, της εφαρμογής των νέων ιδεών και της ανασκόπησης.**

Η φάση του προσανατολισμού

Αφορά το ξεκίνημα της διδασκαλίας που είναι απαραίτητο να είναι καλά οργανωμένο, ώστε να τραβήξει την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών.

Ο δάσκαλος εξηγεί με την έναρξη του μαθήματος τι πρόκειται να επακολουθήσει, ώστε να αφοσιωθούν καλύτερα στις δραστηριότητες που θα διεξάγουν οι ίδιοι. Πρέπει με κάθε τρόπο να προκαλέσει το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών.

Αυτό μπορεί να γίνει με την παρατήρηση ενός φαινομένου ή την παρουσίαση μιας συλλογής αντικειμένων, με την παρατήρηση μιας διαφάνειας στον ανακλαστικό προβολέα ανάλογα με τη διδακτική έννοια κ.τ.λ.

Η φάση της ανάδειξης των ιδεών

Σ' αυτή τη φάση οι μαθητές εκφράζουν προφορικά ή γραπτά τις ιδέες τους. Εδώ, οι μαθητές εξωτερικεύουν τις ιδέες τους, ενώ ο δάσκαλος ανακαλύπτει τι σκέπτονται και τι μπορεί ο ίδιος να πράξει, ώστε να προγραμματίσει τις διδακτικές στρατηγικές που προσφέρονται σε κάθε περίπτωση.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να πετύχουμε ανάδειξη των ιδεών των μαθητών. Ο πιο απλός είναι να παρακολουθήσουμε τι λένε ή να κάνουμε διάλογο μαζί τους. Αυτό μπορεί να γίνει άτυπα σε εξατομικευμένη βάση κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων στην τάξη ή, πιο συστηματικά, σε συζήτηση μικρών ομάδων. Οι πρακτικές δραστηριότητες, τα ερωτηματολόγια, οι ατομικές εργασίες είναι τρόποι ανάδειξης των ιδεών. Ένας άλλος τρόπος είναι τα υποθετικά πειράματα, που ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν τα αποτελέσματα κάποιων πειραμάτων που περιγράφουμε. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες δύο ή περισσότερων ατόμων, ο δάσκαλος τους δίνει τα κατάλληλα έργα, αυτοί εργάζονται στην αρχή ατομικά και, στη συνέχεια, συζητούν σε επίπεδο ομάδας. Οι μαθητές καταγράφουν τις απόψεις

τους σε χαρτί από όπου τις συγκεντρώνει ο δάσκαλος, ακολουθεί η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και, έτσι, βγαίνουν τα σημαντικότερα μοντέλα των ιδεών των μαθητών.

Η ύπαρξη των διαφορετικών μοντέλων είναι ένα πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί, ώστε να επιλεγεί ένα μοντέλο, το επιστημονικό. Η υιοθέτησή του επιδιώκεται στην επόμενη φάση.

Η φάση της αναδόμησης των ιδεών

Στη φάση αυτή οι μαθητές ενθαρρύνονται να ελέγξουν τις ιδέες τους με σκοπό να τις επεκτείνουν, να αναπτύξουν ιδέες στην περίπτωση που δεν έχουν άποψη, ή να αντικαταστήσουν τις προϋπάρχουσες με άλλες. Επιδίωξη του διδάσκοντα είναι η αυτόβουλη και οικειοθελής μετατόπιση των παιδιών από τις δικές τους σε άλλες ιδέες, που είναι πλησιέστερα στο επιστημονικό πρότυπο. Αν στην προηγούμενη φάση είχαμε ζητήσει να προβλέψουν τα αποτελέσματα κάποιου «υποθετικού» πειράματος, σ' αυτή τη φάση τους ζητάμε να εκτελέσουν το πείραμα. Αν τα αποτελέσματα του πειράματος συμπίπτουν με την πρόβλεψη, τότε έχουμε επιβεβαίωση της υπάρχουσας γνώσης. Σε διαφορετική περίπτωση, έχουμε γνωστική σύγκρουση. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των δυο ή τριών ατόμων και ακολουθούν γραπτές οδηγίες για το πώς θα εκτελέσουν συγκεκριμένα έργα, τα αποτελέσματα των οποίων προσπαθούν να ερμηνεύσουν. Στόχος των έργων αυτών είναι να οδηγηθούν οι μαθητές σε αδιέξοδο, βλέποντας τη διάσταση ανάμεσα στο αναμενόμενο από αυτούς και το πειραματικό αποτέλεσμα, θα οδηγηθούν μ' αυτόν τον τρόπο σε ενδοπροσωπική σύγκρουση. Αυτή η σύγκρουση θα τους κάνει να νιώθουν δυσαρεστημένοι, γεγονός που θα τους ωθήσει, πιθανόν, σε εννοιολογική αλλαγή. Αναλυτικότερα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές να συγκρίνουν τις εναλλακτικές ιδέες τους με τρόπο συστηματικό, ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν αποτελέσματα που δεν ταιριάζουν με την ιδέα που ερευνούν, ακόμα και αν αυτή είναι δική τους. Πάντως απαιτείται μεγάλη προσοχή όσον αφορά την επιλογή των κατάλληλων έργων, π.χ. πειράματα επίδειξης, που μπορεί να φαίνονται πολύ πειστικά στο δάσκαλο, είναι δυνατόν όμως να μην προκαλούν καμία εντύπωση στους μαθητές, αν οι τελευταίοι δεν έχουν κατανοήσει το σκοπό για τον οποίο γίνονται.

Η φάση της εφαρμογής

Στη φάση αυτή τα παιδιά συσχετίζουν αυτό που έμαθαν με τις εμπειρίες της καθημερινής ζωής. Θα πρέπει να τους δοθεί η ευκαιρία να βρουν πώς οι νέες ιδέες που απέκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν στη λύση πραγματικών προβλημάτων. Η δυνατότητα που αποκτούν με τις καινούριες ιδέες να ερμηνεύουν φαινόμενα που δεν μπορούσαν πριν να τα ερμηνεύσουν, κατοχυρώνει την υιοθέτηση των απόψεων αυτών, επειδή ακριβώς αναγνωρίζουν την αξία τους και τη λειτουργικότητα τους.

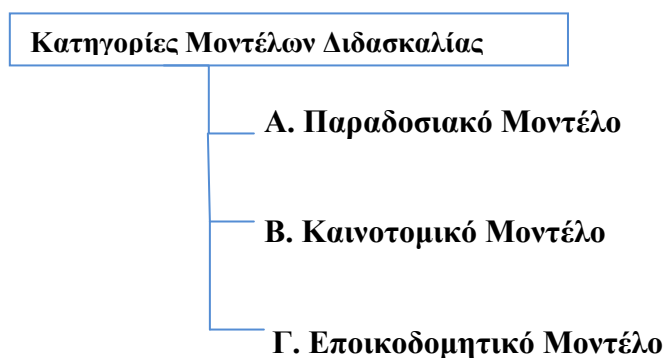
Η φάση της ανασκόπησης

Σ' αυτή τη φάση οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν. Οι μαθητές θα πρέπει να συγκρίνουν τις αρχικές με τις νέες απόψεις τους. Συνειδητοποιούν την προηγούμενη με την τωρινή κατάσταση, καθώς και τη γνωστική πορεία της αλλαγής. Αυτό αποτελεί μέσο αυτοελέγχου και είναι αυτό που ονομάζουμε μεταγνώση.

2.4 Μοντέλα Διδασκαλίας για την κατανόηση εννοιών και περιεχομένου στις Φ.Ε.[6], [7],[8]

Ως Μοντέλο διδασκαλίας μπορούμε να θεωρήσουμε ένα σύνολο που περιλαμβάνει:

- Το περιεχόμενο της διδασκαλίας
- Τους σκοπούς της διδασκαλίας
- Τις διαδικασίες που θα ακολουθήσουμε (σε ποιο κοινό απευθύνεται και πάνω σε ποια θεωρία μάθησης στηρίζεται)
- Τις συνθήκες και τα εργαλεία που απαιτούνται για την υλοποίησή του, αλλά και την αξιολόγηση των επιδιώξεων της Διδασκαλίας.
- Δυσκολίες και προβληματισμοί για τις απώτερες επιπτώσεις της διδασκαλίας



A. Παραδοσιακό Μοντέλο

Ο δάσκαλος, στο παραδοσιακό μοντέλο θεωρεί τον εαυτό του αυθεντία, καθώς και ότι η μάθηση είναι αποτέλεσμα της δικής του εργασίας, παραβλέποντας κάποιες φορές τις συναισθηματικές και ψυχολογικές ανάγκες των μαθητών του. Αυτά λέει το βιβλίο, αυτά σας διδάσκω, χωρίς να υπάρχει η αλληλεπίδραση με τους μαθητές (δασκαλοκεντρικό). Η αξιολόγηση γίνεται με βάση αντικειμενικών τεστ και όσο περισσότερο όγκο πληροφοριών έχουν απομνημονεύσει οι μαθητές, τόσο μεγαλύτερη είναι η επιτυχία τους. Το παραδοσιακό μοντέλο, δυστυχώς, παραμένει μέχρι και σήμερα το μοντέλο που επικρατεί στα περισσότερα δημόσια σχολεία (Γυμνάσια και Λύκεια)

B. Καινοτομικό Μοντέλο

Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών βασίζεται, αφενός, σε εργαστηριακές ασκήσεις και, αφετέρου, σε μία φιλοσοφία σχεδιασμένη να ενθαρρύνει τους μαθητές να συμπεριφέρονται σαν επιστήμονες. Το καινοτομικό μοντέλο βασίζεται στην ένταξη τεχνολογίας, της καθημερινότητας ή και ιστορίας-φιλοσοφίας των Φ.Ε σε διάφορες θεματικές ενότητες. [6]

Γ. Εποικοδομητικό Μοντέλο

Οι μαθητές έχουν ήδη αντιλήψεις και έχουμε αλληλεπίδραση αυτών με τις νέες πληροφορίες. Ο εκπαιδευτικός ενθαρρύνει τους μαθητές του για να διατυπώσουν τις απόψεις τους για το αντικείμενο που διδάσκει. Ο σχεδιασμός του ΑΠ οφείλει να λαμβάνει υπόψη: (α) επιστημονικές γνώσεις, (β) αντιλήψεις των μαθητών και (γ) δραστηριότητες μάθησης, τεχνικές διδασκαλίας, διδακτικό υλικό.

2.4.1 Η διερευνητική μάθηση (inquiry learning)

- Ανοιχτή διερεύνηση
- Καθοδηγούμενη διερεύνηση

Η ανακαλυπτική - διερευνητική μάθηση (inquiry-based learning) είναι μία από τις διδακτικές προσεγγίσεις, που στηρίζονται περισσότερο στις αναζητήσεις, απορίες και ερωτήσεις των μαθητών, παρά στη παρουσίαση της διδακτέας ύλης από τον εκπαιδευτικό.

Έχει σχέση με την εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία, η οποία υποστηρίζει ότι κάθε άτομο ακολουθεί τη δική του διαδρομή στην οργάνωση της προσωπικής του γνώσης, και ότι είναι σημαντικότερο να μαθαίνει κανείς το «πώς να μαθαίνει» από την απλή παράθεση και απομνημόνευση πληροφοριών. Γενικά η ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση δεν είναι εποικοδομητισμός, ούτε ο εποικοδομητισμός είναι ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση, έχουν όμως πολλά κοινά σημεία και στηρίζονται σε παρόμοιες θεωρητικές προσεγγίσεις. Σε ποιο σημείο βρίσκεται η διαφορά ανάμεσα σε ένα μάθημα βασισμένο στην ανακαλυπτική-διερευνητική μάθηση και σε ένα παραδοσιακό μάθημα; Στο παραδοσιακό μάθημα ο δάσκαλος μπαίνει στην τάξη επιφορτισμένος να παρουσιάσει «το μάθημα» που περιλαμβάνεται στην διδακτέα ύλη και είναι γραμμένο στο σχολικό εγχειρίδιο με μία συγκεκριμένη μορφή και έκταση. Στις περισσότερες περιπτώσεις δρα ως πηγή της γνώσης και ως κριτής του ποιο είναι το πιο σημαντικό και τι πρέπει να μάθει ο μαθητής. Βέβαια η προσέγγιση αυτή έχει ένα ευρύ φάσμα διαφορετικών εκφράσεων, οι οποίες σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά και τις ιδιαίτερες ικανότητες του κάθε δασκάλου, όμως η κεντρική φιλοσοφία παραμένει σταθερή και αδιαπραγμάτευτη. Παραμένει σταθερή, δηλαδή, η γραμμή «μαθαίνουμε αυτά που γράφει το βιβλίο». Η αξιολόγηση γίνεται με βάση το σχολικό βιβλίο και το μάθημα τρέχει, ή καθυστερεί με στόχο «να βγει η διδακτέα ύλη».

Αντίθετα, ένα μάθημα, ή καλύτερα ένα θέμα βασισμένο στην ανακαλυπτική διερευνητική μάθηση, σχεδιάζεται με βάση τις μαθητικές αναζητήσεις και εξελίσσεται (γρήγορα ή σε βάθος ή επιπόλαια) με τρόπο ώστε οι μαθητές να ικανοποιούνται από τις απαντήσεις-γνώσεις που παίρνουν, καθώς μελετούν ένα θέμα που τους ενδιαφέρει. Στα μαθήματα αυτά ο δάσκαλος λειτουργεί ως καθοδηγητής και

οργανωτής της δουλειάς που πρέπει να γίνει, παρέχει το υλικό που πιθανόν να χρειαστεί και γενικά στηρίζει την προσπάθεια των μαθητών του. Προσπαθεί και αυτός μαζί με τους μαθητές του να καταλήξει στις απαντήσεις των ερωτημάτων που έχουν τεθεί στην τάξη, αποφεύγοντας να «δηλώνει αυθεντία» ή να σχολιάζει αρνητικά τα ενδιαφέροντα των μαθητών και τις απαντήσεις που δίνουν. Ως παράδειγμα αναφέρω μια πολύ συνηθισμένη διδακτική πράξη που ακολουθείται σήμερα: Λέει ο δάσκαλος: «Το Α φαινόμενο εμφανίζεται διότι σε...κτλ.». Δηλαδή, ο δάσκαλος θέτει το πρόβλημα (που ίσως να μην γίνεται αντιληπτό και ως πρόβλημα από τους μαθητές) και μόνος του στη συνέχεια, δίνει την απάντηση στο πρόβλημα. Σε ένα μάθημα που στηρίζεται στην διερευνητική πρόταση, δεν νοείται ανάλογη παρουσίαση του προβλήματος και, φυσικά, ούτε η απάντηση σ' αυτό. Σ' αυτήν την περίπτωση ο εκπαιδευτικός (στην ιδανική περίπτωση οι ίδιοι οι μαθητές) διαπιστώνει ένα πρόβλημα (το φαινόμενο Α), διατυπώνει τον προβληματισμό του (γιατί άραγε να συμβαίνει αυτό;), προσπαθεί να γίνει ο προβληματισμός του, κοινός προβληματισμός όλης της τάξης, και, στη συνέχεια, όλοι μαζί αναζητούν τη λύση στο πρόβλημα. Συνήθως, για την οικονομία του χρόνου, θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να κατευθύνει τους μαθητές στην αναζήτηση της απάντησης, αυτό όμως δεν μειώνει καθόλου την προσπάθεια των μαθητών να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα και, κυρίως, να το λύσουν μόνοι τους. Όλα τα παραπάνω δεν πρέπει να δημιουργούν την εσφαλμένη εντύπωση ότι ένα μάθημα (ή θέμα) βασισμένο στη ανακαλυπτική-διερευνητική μέθοδο διδασκαλίας εξελίσσεται απλά και ως έτυχε, ότι δεν στηρίζεται σε κάποιο σχέδιο μαθήματος και δεν περιλαμβάνει σκοπούς και στόχους. Αντίθετα, κάθε ανάλογο μάθημα περιλαμβάνει πέρα από τους καθαρά γνωστικούς στόχους ενός κοινού μαθήματος, και στόχους κοινωνικοποίησης, ανάδειξης προσωπικών δεξιοτήτων και χειρισμών κτλ. Όλα αυτά θα πρέπει να οργανώνονται προσεκτικά με εναλλακτικές επιλογές και δραστηριότητες. Στη πραγματικότητα ένα τέτοιο μάθημα απαιτεί περισσότερο προγραμματισμό, προετοιμασία και συνεχή αναδιαμόρφωση, διότι είναι διαφορετικός ο ρόλος του εκπαιδευτικού.

2.4.2 Η ανακαλυπτική μάθηση (discovery learning)[9], [10]

-Ανακάλυψη

-Καθοδηγούμενη ανακάλυψη (guided discovery)

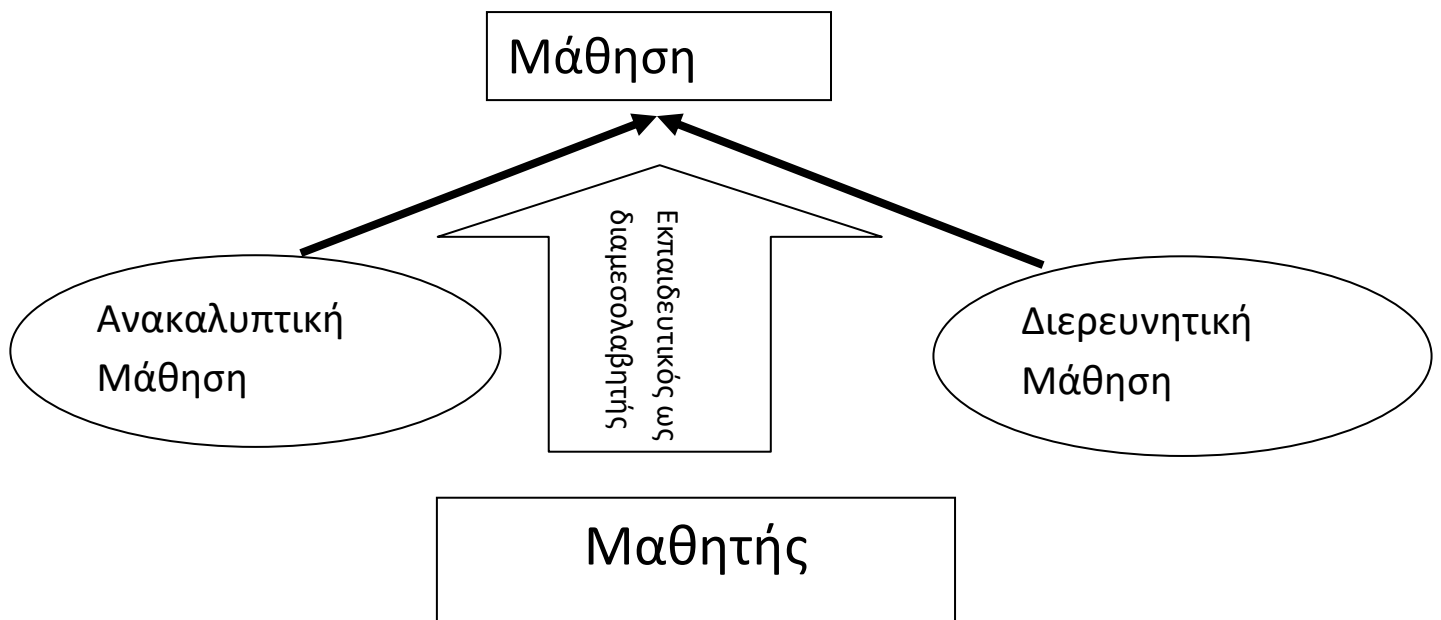
Η Καθοδηγούμενη Μάθηση προωθούμενη από τον Jerome S. Bruner, είναι ένα παράδειγμα εποικοδομητισμού. Βασιζόμενο πάνω στη γνώση, η εποικοδομητική άποψη είναι ότι ο μαθητής κατανοεί μέσω της προσωπικής του εμπειρίας και της αλληλεπίδρασης με εξωτερικούς ερεθισμούς. Η θεωρία του Bruner είναι συγχώνευση του περιεχομένου και στρατηγικών, στις οποίες η έμφαση στην ανακάλυψη, βοηθάει το μαθητή να μαθαίνει ποικίλους τρόπους λύσης ενός προβλήματος, μεταμορφώνοντας την πληροφορία για καλύτερη χρήση, βοηθώντας τον να ακολουθήσει το σωστό τρόπο μάθησης.

2.4.3 Διαφορές και ομοιότητες μεταξύ διερευνητικής και ανακαλυπτικής Μάθησης[14],[15]

Ανακάλυψη χαρακτηρίζεται η διαδικασία "αυτομάθησης" δια μέσου της οποίας οι μαθητές αναπαράγουν έννοιες και ιδέες με αρκετές, παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού. Διερεύνηση είναι οι φάσεις πέραν της ανακάλυψης, στις οποίες οι μαθητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν συστηματικά τους κανόνες της λογικής και της επιστήμης για την επαλήθευση των ιδεών αυτών. Σε ένα ευρύτερο πλαίσιο, η ανακάλυψη μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ψυχολογικό επινόημα, που στοχεύει να δώσει στους μαθητές την απαιτούμενη παράωθηση για να συμμετάσχουν στην παραγωγή νέων ιδεών σχετικών με το αντικείμενο της διδασκαλίας. Από την άλλη πλευρά, η διερεύνηση μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένα διανοητικό σχήμα (ή σχήμα αναφερόμενο στην «αναλυτική σκέψη») που στοχεύει στο να βοηθήσει τους μαθητές να περάσουν, βήμα προς βήμα, από την υπόθεση στη συλλογή στοιχείων, στην επαλήθευση, στη γενίκευση κ.λπ.

Στην ολοκληρωμένη λειτουργία της σκέψης οι διαδικασίες της ανακάλυψης χρησιμοποιούνται στις αρχικές περίπλοκες φάσεις του συλλογισμού, ενώ οι διαδικασίες της διερεύνησης χρησιμοποιούνται στις περισσότερο εξελιγμένες φάσεις της επαλήθευσης.

Επίπεδα παρέμβασης του εκπαιδευτικού κατά την διάρκεια των μεθόδων διδασκαλίας. Ο μαθητής βρίσκεται στη βάση της διδασκαλίας. Ο εκπαιδευτικός και στα δύο είδη μάθησης (ανακαλυπτική και διερευνητική) έχει ως σημαντικό και σπουδαίο ρόλο, το ρόλο του διευκολυντή και διαμεσολαβητή στην προσπάθεια κατάκτησης της μάθησης και της γνώσης.



Τέλος, η διερευνητική μέθοδος είναι διαδικασία για τον σχηματισμό και τον έλεγχο ιδεών και έχει ως ακόλουθο μία ανοιχτή δημοκρατική ατμόσφαιρα στην τάξη, που ενθαρρύνει τους μαθητές να πάρουν μέρος στη συζήτηση και να εκφράσουν και διαφορετικές, από τις συζητούμενες απόψεις. Η αίθουσα της διδασκαλίας είναι μία μικρή κοινωνία, της οποίας τα μέλη χρησιμοποιούν και αξιοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχουν και την προσωπική τους εμπειρία, με σκοπό να αντιμετωπίσουν με αντικειμενικό τρόπο φυσικά και κοινωνικά προβλήματα. Σε μία τέτοια τάξη τόσο ο εκπαιδευτικός, όσο και οι μαθητές έχουν να εκτελέσουν καινούριους ρόλους [5].

2.5. Σύγκριση μεταξύ διερευνητικής και παραδοσιακής μεθόδου

Σύμφωνα με τους [16], οι στρατηγικές της διερεύνησης είναι σημαντικά καλύτερες από τις παραδοσιακές μεθόδους ως προς την ανάπτυξη του τρόπου σκέψης. Σύμφωνα με έρευνα του Houston[17], συγκρίθηκε το ποσοστό των πληροφοριών που αποκτήθηκε από σπουδαστές που διδάχθηκαν με την καθοδηγούμενη διερευνητική και την παραδοσιακή μέθοδο. Οι δύο μέθοδοι εφαρμόστηκαν αντίστοιχα στους σπουδαστές δύο τάξεων Χημείας. Η έρευνα αυτή είχε, επίσης, ως σκοπό να διαπιστώσει, εάν οι σπουδαστές απέκτησαν την ικανότητα να χρησιμοποιούν επιστημονικές έννοιες με την εφαρμογή των δύο μεθόδων. Ένα τεστ δόθηκε στο τέλος κάθε κεφαλαίου και ένα μήνα αργότερα. Μετά την επεξεργασία των αποτελεσμάτων φάνηκε ότι στους σπουδαστές που εφαρμόστηκε η καθοδηγούμενη διερευνητική μέθοδος, η συγκράτηση πληροφοριών, καθώς και η χρήση των επιστημονικών εννοιών ήταν μεγαλύτερη.

Ακόμη, οι έρευνες έδειξαν ότι οι παραδοσιακές μέθοδοι είναι συγκριτικά αναποτελεσματικές στο να βοηθήσουν τους μαθητές να ξεπεράσουν τυχόν παρανοήσεις. Σύμφωνα με το NRC (2000b) [14], σήμερα υπάρχει συμφωνία πώς θα πρέπει να γίνεται η απόκτηση της μάθησης ύστερα από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πολλά πεδία, συμπεριλαμβανόμενης της απόκτησης γνώσης, της σωματικής και νοητικής ανάπτυξης των παιδιών και της λειτουργίας του εγκεφάλου. Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν τη χρήση της καθοδηγούμενης διερευνητικής μεθόδου, παρόλο που πάρα πολλοί εκπαιδευτικοί χρησιμοποιούν ακόμη την παραδοσιακή μέθοδο.

2.6 Ερευνητές και έρευνα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.), συγκλίσεις και αποκλίσεις[11]

Η προσέγγιση της εκπαίδευσης των Φυσικών Επιστημών μπορεί να γίνει με τρεις τρόπους: μέσω του πρακτικού, του τεχνολογικού και του επιστημονικού τρόπου.

I. Στο επίπεδο της σχολικής τάξης, ας σκεφτούμε για παράδειγμα την περίπτωση της εργαστηριακής διδασκαλίας. Ας υποθέσουμε ότι ο καθηγητής αντιμετωπίζει ένα πρόβλημα διαχείρισης της τάξης κατά τη διάρκεια ενός εργαστηριακού μαθήματος Χημείας στο Λύκειο. Πρέπει ο ίδιος να αποφασίσει επιτόπου, αν θα ζητηθεί από τους μαθητές του να παραλείψουν ένα κομμάτι της εργαστηριακής άσκησης. Σ' αυτή την περίπτωση το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ο καθηγητής είναι πολύ συγκεκριμένο και σχετίζεται με έναν αριθμό παραγόντων, όπως είναι η ηλικία των μαθητών, ο αριθμός τους, τα ενδιαφέροντά τους και οι προηγούμενες γνώσεις τους. Επιπλέον, εξαρτάται από τις υλικοτεχνικές συνθήκες, όπως είναι ο αριθμός των συσκευών, η ποιότητα των χημικών ουσιών, η δομή των εργαστηριακών φύλλων εργασίας. Ο συνδυασμός όλων αυτών των παραγόντων, όπως και άλλων, στο επίπεδο του εκπαιδευτικού συστήματος διαμορφώνει μία συγκεκριμένη, ακόμη και μοναδική κατάσταση. Αρχικά, πρέπει ο καθηγητής να αντιληφθεί την κατάσταση από τις ενδείξεις που έχει από τους μαθητές του κατά τη διάρκεια του μαθήματος, όπως είναι η πρόοδος της εργασίας τους, οι ερωτήσεις τους και οι συμπεριφορές που υποδηλώνουν διάθεση αποφυγής της εκτέλεσης μέρους της άσκησης στο χρόνο που απομένει. Η προσωπική του εμπειρία από ανάλογες περιπτώσεις στο παρελθόν, είναι μία πολύτιμη πηγή στην οποία ανατρέχει, με σκοπό να συνειδητοποιήσει τι συμβαίνει και να αξιολογήσει τη σοβαρότητα του προβλήματος. Ο εκπαιδευτικός θα ανατρέξει ακόμη, σε κάποιο βαθμό, στην εμπειρία που απέκτησε γενικά και στους πρακτικούς τρόπους που έχει αναπτύξει σταδιακά, έτσι ώστε να χειριστεί σωστά τις παρανοήσεις και τη συμπεριφορά των μαθητών. Ίσως χρειαστεί να εφαρμόσει μία τέτοια άρρητη γνώση κατά ένα δημιουργικό και ευφάνταστο τρόπο, με σκοπό να βρει μία ικανοποιητική λύση. Η προσέγγιση την οποία θα επιλέξει, θα βασίζεται στην ερμηνευτική του ικανότητα, καθώς επίσης και στο ρεπερτόριο των εν δυνάμει αποτελεσματικών διδακτικών στρατηγικών που αυτός διαθέτει. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να προσφέρει μια άμεση και άμεση λύση στο πρόβλημα που αντιμετωπίζει,

διαφορετικά όλο το μάθημα είναι πιθανόν να καταστεί διδακτικά ασήμαντο ή ακόμη και επιβλαβές.

Στην παραπάνω περίπτωση, η προσέγγιση του εκπαιδευτικού σε ένα πρόβλημα σχετικό με την διδασκαλία των Φ.Ε. βασίζεται σε έναν πρακτικό τρόπο, ο οποίος είναι δύσκολο να γενικευτεί ή να μοντελοποιηθεί. Στην περίπτωση αυτή, όπως και σε άλλα περιστατικά μέσα στην τάξη, είναι πολύ πιθανό η γνώση του επιστημονικού περιεχομένου και κάποιες σταθερές πρακτικές που αναπτύχθηκαν μετά από χρόνια επιτυχημένης εφαρμογής, να καθοδηγούν την προσέγγιση που υιοθετείται από τον εκπαιδευτικό αντί μιας τυπικής εκπαιδευτικής θεωρίας. Για παράδειγμα, είναι ενδιαφέρον ότι, στην περίπτωση της εργαστηριακής διδασκαλίας, όμοιες μεταξύ τους και αναλλοίωτες στο χρόνο παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές εμφανίζονται επανειλημμένα σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες.

II. Σε επίπεδο εκπαιδευτικής πολιτικής, ας αναλογιστούμε την ακόλουθη περίπτωση. Η πολιτεία, στο πλαίσιο σχεδιασμού νέου Αναλυτικού Προγράμματος (Α.Π.), αναθέτει σε ομάδα ειδικών να συντάξει οδηγίες σχετικά με νέες ενότητες για τις πρώτες τάξεις του Γυμνασίου. Η θεσμική αρχή είναι ευαίσθητη πέρα από τις Φ.Ε. και σε θέματα που αφορούν περιβαλλοντικά προβλήματα. Η εν λόγω αρχή ζητά από την ομάδα να αναπτύξει νέες ενότητες που θα λαμβάνουν υπόψη περιβαλλοντικά θέματα και προβλήματα, με σκοπό να ευαισθητοποιήσουν τους μαθητές και σε θέματα προστασίας του περιβάλλοντος. Η ομάδα των στελεχών πρέπει να λάβει υπόψη πρόσφατα δεδομένα από περιβαλλοντικές μετρήσεις και να επιλέξει τα κατάλληλα θέματα, έτσι ώστε να προσαρμόσει τις νέες ενότητες σε αντίστοιχες περιβαλλοντικές ανάγκες. Για παράδειγμα, ορισμένες από τις ενότητες μπορεί να περιλαμβάνουν εργασίες, στις οποίες θα ζητείται από τους μαθητές να πραγματοποιήσουν στην ύπαιθρο μετρήσεις ατμοσφαιρικής ρύπανσης με τη χρήση των νέων τεχνολογιών. Η συγκεκριμένη ομάδα μπορεί να ανατρέξει σε αρκετές πηγές πληροφόρησης, καθώς και στην εμπειρία των μελών της, όσον αφορά την κινητοποίηση των μαθητών και την ενασχόλησή τους με θέματα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης. Όλες αυτές οι πηγές πληροφόρησης θα συνδεθούν και θα δημιουργήσουν νέες ενότητες που πιθανόν να περιλαμβάνουν καινοτομικό υλικό, το οποίο εν δυνάμει θα εμπλέκει τους μαθητές στη διδακτική διαδικασία, καθώς και σε δραστηριότητες σχετικές με την προστασία του περιβάλλοντος. Συνήθως, το νέο

Α.Π. πρέπει να ετοιμαστεί, να δοκιμαστεί και να παραδοθεί μέσα σ' ένα περιορισμένο χρονοδιάγραμμα. Πρέπει ακόμη να πληροί τους σκοπούς της εκπαίδευσης.

Στην προηγούμενη περίπτωση, η προσέγγιση των στελεχών της εκπαίδευσης στο συγκεκριμένο θέμα ακολουθεί έναν τεχνολογικό τρόπο στοχεύοντας με μια ευρεία έννοια, στην τοπική βελτίωση της διδασκαλίας των Φ.Ε. Οι υπεύθυνοι για τις νέες ενότητες διδασκαλίας βασίζονται τόσο στην προηγούμενη εμπειρία τους όσο και σε νέα δεδομένα. Πιθανόν να εμπλέκουν στην ανάπτυξη του προγράμματος κριτήρια σχεδίασης που σχετίζονται έμμεσα με τυπικές εκπαιδευτικές θεωρίες, με την μορφή αρχών ανάπτυξης του Α.Π. Τέτοιου είδους γνώση πρέπει να εφαρμόζεται από τους υπεύθυνους με ένα δημιουργικό ακόμη και άρρητο τρόπο, ώστε να είναι σε θέση να συνδυάσουν τα ποικίλα στοιχεία με μία αποτελεσματική πολιτική. Η βαθιά γνώση του επιστημονικού περιεχομένου παίζει σημαντικό ρόλο σε τέτοιες περιπτώσεις.

III. Τέλος, σε επίπεδο έρευνας, ως αναλογισθούμε την περίπτωση ενός ερευνητή που ενδιαφέρεται που ενδιαφέρεται να κατανοήσουν οι φοιτητές την τάση, τη διαφορά δυναμικού και την ηλεκτρεγερτική δύναμη, σε πανεπιστημιακό επίπεδο π.χ. στο πρώτο έτος ενός τμήματος Φυσικής. Ο ερευνητής μπορεί να συμβουλευθεί δημοσιευμένες έρευνες σχετικές με την κατανόηση των μαθητών στο χώρο του ηλεκτρισμού. Στη συνέχεια, θα εφαρμόσει την τεχνική του εξειδίκευση για να σχεδιάσει ένα νέο κομμάτι έρευνας. Θα θέσει σε εφαρμογή τις καθιερωμένες ερευνητικές μεθόδους για την απόκτηση νέων δεδομένων. Για παράδειγμα, μπορεί να συντάξει ένα ειδικό ερωτηματολόγιο και να το διανέμει σ' ένα τυχαίο δείγμα μαθητών. Τα αποτελέσματα θα αναλυθούν και θα συζητηθούν στα πλαίσια προηγούμενων μελετών και τυπικών θεωριών σχετικών με τον τρόπο σκέψης των μαθητών σ' ένα συγκεκριμένο χώρο. Η συζήτηση θα έχει στόχο να προσφέρει μια εξήγηση ή ένα μοντέλο του τρόπου σκέψης των μαθητών και μπορεί να οδηγήσει σε βαθύτερα ερωτήματα που θα απασχολήσουν μία μελλοντική μελέτη. Αυτή πιθανόν να δημοσιευθεί και κοινοποιηθεί στην ερευνητική κοινότητα. Από τα αποτελέσματα της έρευνας μπορεί να εξαχθούν, ή ακόμη και όχι, τυχόν επιπτώσεις στη διδασκαλία.

Στην παραπάνω περίπτωση, η προσέγγιση του ερευνητή σε ένα θέμα που αφορά την κατανόηση των Φ.Ε. από τους φοιτητές, στοχεύει στην μακροπρόθεσμη βελτίωση

των δικών μας ερμηνειών, όσον αφορά τα φαινόμενα της διδασκαλίας και μάθησης στις Φ.Ε. Πρόκειται για μία ερευνητική δραστηριότητα βασισμένη στην αναλυτική σκέψη, που αποσκοπεί στο να κάνει ορατή την άρρητη γνώση και τις σταθερές πρακτικές της επιστημονικής κοινότητας. Η εσωτερική συνέπεια και συνοχή είναι πρωταρχικές αξίες. Τα αποτελέσματα και τα συμπεράσματα, ως ισχυρές γενικεύσεις, απευθύνονται κυρίως στην τοπική ή και τη διεθνή ερευνητική κοινότητα. Τα μέλη αυτής της κοινότητας θα πληροφορηθούν και θα παρακινήσουν εκπαιδευτικούς και στελέχη της εκπαίδευσης να σκεφθούν πάνω στη διδασκαλία και τη μάθηση των Φ.Ε. ακολουθώντας νέους και ευφάνταστους τρόπους, ενώ ακόμη μπορούν να οδηγήσουν στην αναδόμηση της επιστημονικής γνώσης για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Ωστόσο, δύσκολα μπορούν να παρέχουν στους εκπαιδευτικούς λύσεις στις άμεσες ανάγκες τους μέσα στα ιδιαίτερα τους πλαίσια και τους περιορισμούς τους.

Η εκπαίδευση στις Φ.Ε. προωθείται εν δυνάμει μέσα απ' όλες αυτές τις καταστάσεις. Ωστόσο, οι εφαρμοζόμενες πρακτικές έχουν κάποια ξεχωριστά χαρακτηριστικά, η φύση των οποίων μπορεί να αποτελέσει αντικείμενο συζήτησης και έρευνας στα πλαίσια της ερευνητικής μας κοινότητας.

Ο πρακτικός, τεχνολογικός και επιστημονικός τρόπος ακολουθούνται από τους διάφορους εκπαιδευτικούς των Φ.Ε., αλλά διαφέρουν όσον αφορά τα προβλήματα που πρέπει να επιλυθούν, τα είδη των γνώσεων που χρησιμοποιούνται, τις μεθοδολογίες που εφαρμόζονται και τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Η επίδραση της κοινωνίας της πληροφόρησης, η οικονομική παγκοσμιοποίηση και η ραγδαία εξέλιξη των επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων υποδηλώνουν ότι οι ευρωπαϊκές χώρες έχουν εισέλθει σε μία μεταβατική φάση, οδεύοντας προς νέες μορφές κοινωνίας, οι οποίες μακροπρόθεσμα πιθανόν να είναι πολύ διαφορετικές ως προς τις υπάρχουσες. Σε επίπεδο ερευνητών, στην περιοχή της Διδακτικής των Φ.Ε. είμαστε μάρτυρες ανάδειξης και δημιουργίας διεθνών επιστημονικών οργανισμών ή ομάδων, οι οποίες έχουν στόχο να προωθήσουν την ποιότητα της εκπαίδευσης μέσω της έρευνας και της ανάπτυξης. Θεωρούμε ότι είναι επίκαιρο να στοχαστούμε κριτικά τι κάνουμε ως μέλη αυτής της αναπτυσσόμενης επιστημονικής-ερευνητικής κοινότητας και ποια είναι η ιδιαίτερη συνεισφορά μας στην ποιότητα της εκπαίδευσης στις Φ.Ε.

2.7. Τι σημαίνει κατανοώ έννοιες[12];

Η κλασική άποψη, περιγράφει τις έννοιες ως **ένα σύνολο αναγκαίων και επαρκών καθοριστικών γνωρισμάτων που ορίζουν σαφώς ποιες περιπτώσεις ανήκουν σε μία δεδομένη εννοιολογική κατηγορία και ποιες όχι.**

Η κλασική άποψη για τις έννοιες έχει αμφισβητηθεί κάνοντας χρήση του επιχειρήματος ότι ορισμένες έννοιες δεν είναι δυνατόν να περιγραφούν με βάση αναγκαία και επαρκή γνωρίσματα. Για παράδειγμα, η έννοια «παιχνίδι» χαρακτηρίζεται από ένα διαφορετικό σύνολο γνωρισμάτων ανάλογα με το είδος του παιχνιδιού για το οποίο μιλάμε, και με την ιδέα ότι σπάνια ένα γνώρισμα ταιριάζει εξίσου καλά σ' όλα τα μέλη αυτής της κατηγορίας. Επιπλέον, μερικές σημαντικές υποθέσεις και προβλέψεις της κλασικής άποψης για τις έννοιες (π.χ. ότι τα όρια μεταξύ των κατηγοριών πρέπει να καθορίζονται σαφώς και να είναι σταθερά, ή ότι όλα τα μέλη μίας κατηγορίας πρέπει να την αντιπροσωπεύουν εξίσου καλά), έχει αποδειχτεί ότι είναι εσφαλμένες. Φαίνεται ότι οι άνθρωποι διαφέρουν στις κρίσεις τους ως προς το κατά πόσον ένα δεδομένο αντικείμενο είναι μέλος μίας κατηγορίας ή όχι, ή ως προς το πόσο τυπικό μέλος μίας κατηγορίας είναι ένα αντικείμενο.

Μία απόπειρα να τροποποιηθεί η κλασική άποψη έτσι, ώστε να συμφωνεί καλύτερα με τα δεδομένα της εμπειρικής έρευνας, είναι να θεωρήσουμε ότι οι έννοιες αποτελούνται όχι μόνο από ορισμένα καθοριστικά γνωρίσματα αλλά ,επίσης, και από ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Τα καθοριστικά γνωρίσματα μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελούν τον κεντρικό ορισμό μίας έννοιας, ενώ τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα προσδιορίζουν πόσο τυπικό ή πόσο αντιπροσωπευτικό είναι το μέλος μίας κατηγορίας. Άλλοι ερευνητές προτείνουν να εγκαταλειφθεί η ιδέα των καθοριστικών γνωρισμάτων και να υποτεθεί ότι οι έννοιες αποτελούνται μόνο από χαρακτηριστικά γνωρίσματα που διαφέρουν ως προς το βαθμό σπουδαιότητας τους. Τέλος, μια ακόμη διαφορετική άποψη είναι ότι οι έννοιες οργανώνονται γύρω από συγκεκριμένα πρότυπα ή υποδείγματα. Και οι προαναφερθείσες απόψεις έχουν όμως τεθεί υπό αμφισβήτηση. Διάφορες έρευνες έχουν δείξει ότι δεν είναι δυνατόν να οργανωθούν όλες οι έννοιες γύρω από τα πρότυπα ή χαρακτηριστικά γνωρίσματα, κι ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά στον τρόπο με τον οποίο διάφορες έννοιες

αναπαριστώνται από διάφορα άτομα ή από το ίδιο άτομο σε διαφορετικές καταστάσεις. Ένα άλλο μειονέκτημα της άποψης σχετικά με την ύπαρξη προτύπων είναι ότι αυτή στηρίζεται στην έννοια της ομοιότητας. Η ομοιότητα είναι αναγκαία προκειμένου να εξηγηθεί πως οι έννοιες τοποθετούνται μαζί σε κατηγορίες-οι κατηγορίες σχηματίζονται, επειδή κάποια αντικείμενα φαίνονται να μοιάζουν περισσότερο μεταξύ τους απ' ό,τι με άλλα αντικείμενα. Ένας ικανός αριθμός πειραμάτων έχει αποδείξει ότι είναι δυνατόν οι άνθρωποι να αλλάξουν τις αποφάσεις τους σχετικά με την ομοιότητα δύο αντικειμένων χωρίς αυτό να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο τα κατηγοριοποιούν, ή το αντίθετο. Δηλαδή, είναι δυνατόν να μεταβληθούν οι κρίσεις για την ομοιότητα χωρίς να επηρεαστούν οι κρίσεις για την κατηγοριοποίηση. Ορισμένοι ερευνητές πιστεύουν ότι οι αποφάσεις για κατηγοριοποίηση εξηγούνται καλύτερα, αν θεωρηθούν ότι συνάγονται από υποθέσεις σχετικά με το ποιο είναι το καλύτερο ερμηνευτικό πλαίσιο, παρά ότι βασίζονται στην ομοιότητα υποτιθέμενων μελών με το πρότυπο κάποιας κατηγορίας. Άλλοι υποστηρίζουν ότι η ομοιότητα δεν μπορεί να είναι ο μόνος μηχανισμός βάσει του οποίου σχηματίζουμε κατηγορίες, γιατί συχνά σχηματίζουμε λογικά συνεπείς κατηγορίες που δεν βασίζονται στην ομοιότητα, όπως π.χ. η βιβλική κατηγορία των καθαρών και ακάθαρτων ζώων. Προτείνουν ότι αυτό που καθορίζει τα μέλη μίας κατηγορίας δεν είναι η ομοιότητα, αλλά κάποιο σύνθετο επεξηγηματικό πλαίσιο ή μία θεωρία στα πλαίσια της οποίας ερμηνεύονται οι έννοιες. Η άποψη ότι τα μέλη μίας κατηγορίας καθορίζονται από προϋπάρχουσες θεωρίες, είναι μία ενδιαφέρουσα αντιστροφή της κοινής άποψης ότι η εννοιολογική ανάπτυξη αρχίζει με την διαμόρφωση απλών, μεμονωμένων εννοιών, οι οποίες στη συνέχεια συνδέονται μεταξύ τους για να δημιουργήσουν σύνθετες γνωστικές δομές.

Η προσέγγιση του σημασιολογικού δικτύου στηρίζεται στην κλασική θεωρία σχετικά με την οργάνωση των εννοιών, και άρα υπόκειται σε όλες τις κριτικές που έχουν ασκηθεί σ' αυτή τη θεωρητική τοποθέτηση. Μια διαφορετική πρόταση που περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι κατανοούν σύνθετες αλληλουχίες γεγονότων, είναι ότι οι έννοιες οργανώνονται σε δομές που είναι γνωστές ως σχήματα, σενάρια και πλαίσια. Ο όρος «σχήμα» χρησιμοποιήθηκε αρχικά από τον βρετανό ψυχολόγο Bartlett (1932), ο οποίος πρότεινε ότι οι άνθρωποι αναπαριστούν σε κάποια σχηματική μορφή τις αναμνήσεις γεγονότων κι ότι τα «σχήματα» αυτά

δημιουργούν ισχυρές προσδοκίες, που επηρεάζουν τις ερμηνείες που δίνουν στις εισερχόμενες πληροφορίες. Η θεωρία των σχημάτων είναι μια πρόταση για τον τρόπο αναπαράστασης των γνώσεων για τον κόσμο που χρησιμοποιούν οι άνθρωποι για να λύσουν καθημερινά προβλήματα, να επικοινωνήσουν και να κατανοήσουν γραπτά κείμενα. Οι πληροφορίες που περιέχονται σ' ένα σχήμα, μπορεί να οργανωθούν κατά ιεραρχικό τρόπο και να περιέχουν άλλα σχήματα, σενάρια ή πλαίσια. Τα σενάρια είναι εξειδικευμένα και στερεότυπα σχήματα. Τα πλαίσια είναι σχήματα που σκοπό έχουν την αναπαράσταση των γνώσεων σχετικά με τις ιδιότητες και τις θέσεις των αντικειμένων. Τα πορίσματα ερευνών, κυρίως στην περιοχή κατανόησης ιστοριών, ενισχύουν σημαντικά την άποψη ότι δομές που έχουν τη μορφή σχημάτων, επηρεάζουν την κατανόηση κειμένων και την ανάκληση νέων πληροφοριών. Η θεωρία των σχημάτων έχει επίσης χρησιμοποιηθεί για να ερμηνευτούν ικανότητες, όπως η εξαγωγή πολύπλοκων συμπερασμάτων και η διατύπωση προβλέψεων για το μέλλον.

Άλλοι ερευνητές έχουν επιχειρηματολογήσει υπέρ της αναγκαιότητας πιο σύνθετων, επεξηγηματικών, εννοιολογικών δομών που έχουν τη μορφή θεωρίας. Ο όρος «θεωρία» χρησιμοποιείται όχι με την έννοια μιας καλά διαμορφωμένης επιστημονικής θεωρίας, αλλά για να χαρακτηρίσει την ύπαρξη κάποιου επεξηγηματικού πλαισίου που αποσκοπεί στην ερμηνεία ενός ή περισσότερων φαινομένων. Ορισμένοι ψυχολόγοι θεωρούν ότι το ανθρώπινο βρέφος είναι βιολογικά προετοιμασμένο να οργανώσει τις παρατηρήσεις του σε αφελείς θεωρίες για τον φυσικό και κοινωνικό περίγυρο. Οι αφελείς θεωρίες διαφοροποιούνται και αναδιοργανώνονται κατά την πορεία της ανάπτυξης και την απόκτηση εξειδικευμένων γνώσεων.

Είδη Γνώσεων

Οι προτάσεις που προαναφέρθηκαν σχετικά με την οργάνωση εννοιών αναφέρονται στο είδος των γνώσεων που πολλοί ψυχολόγοι ονομάζουν δηλωτικές. Οι δηλωτικές γνώσεις αναφέρονται σε γνώσεις περιεχομένου, δηλαδή γεγονότων, ορισμών, επεξηγήσεων κλπ. Ένα άλλο είδος γνώσεων είναι οι διαδικαστικές γνώσεις. Οι διαδικαστικές γνώσεις παρέχουν πληροφορίες σχετικά με το πώς εκτελούμε κάποια δραστηριότητα, πώς παίζουμε πιάνο, σκάκι ή τένις, πώς λύνουμε ένα πρόβλημα, πώς

γράφουμε ένα κείμενο, και ούτω καθεξής. Μερικοί ψυχολόγοι υποστηρίζουν ότι η διάκριση ανάμεσα στις δηλωτικές και διαδικαστικές γνώσεις δεν είναι χρήσιμη, κι ότι μπορούμε να επινοήσουμε συστήματα, στα οποία το ίδιο είδος γνώσεων μπορεί να υποτεθεί ότι είναι οργανωμένο είτε «δηλωτικά» είτε «διαδικαστικά». Άλλοι ερευνητές δίνουν μεγάλη σημασία στην διαφοροποίηση των δύο αυτών ειδών γνώσης. Ο Anderson προτείνει ένα υπολογιστικό σύστημα οργάνωσης και αναπαράστασης των γνώσεων, το οποίο είναι γνωστό ως παραγωγικό. Τα παραγωγικά συστήματα (production systems) αποτελούνται από έναν μεγάλο αριθμό παραγωγικών κανόνων, οι οποίοι είναι κανόνες με την μορφή «εάν... τότε». Αυτοί οι κανόνες μπορούν να συλληφθούν ως το διαδικαστικό μέρος της βάσης των γνώσεων, το οποίο χειρίζεται δηλωτικές γνώσεις. Για παράδειγμα, η γνώση μας για το σκάκι περιλαμβάνει δηλωτικές πληροφορίες, όπως ότι υπάρχουν διάφοροι πόνια-στρατιώτες, κάστρα, αξιωματικοί, και ούτε καθεξής. Περιλαμβάνει, επίσης, διαδικαστική γνώση, η οποία εκφράζεται μέσα από διαδικαστικές κανόνες, όπως: «Εάν ένας στρατιώτης βρίσκεται σε κίνδυνο, τότε προσπάθησε να το σώσεις». Ο Anderson υποστηρίζει ότι όταν αποκτούμε νέες γνώσεις σ' έναν γνωσιακό τομέα (Μαθηματικά, Φυσική, Ιατρική), οι πληροφορίες εισάγονται καταρχάς ως δηλωτική γνώση και, σταδιακά, μετατρέπονται σε διαδικαστική γνώση μέσω της εξάσκησης.

Αναπαράσταση των Γνώσεων

- **Προτασιακές Αναπαραστάσεις**

Έννοιες και εννοιολογικές δομές, όπως αυτές που συζητήθηκαν πιο πάνω, συνήθως θεωρείται ότι αναπαριστώνται με τη μορφή αφηρημένων προτάσεων. Οι προτασιακές αναπαραστάσεις σχηματίζονται από διακριτά, παρόμοια με τη γλώσσα, σύμβολα, που οργανώνονται σύμφωνα με μια ομάδα κανόνων και που, συνήθως, εκφράζονται με τη γλώσσα του κατηγορηματικού λογισμού (predicate calculus). Στη σημειογραφία του κατηγορηματικού λογισμού, τα αντικείμενα αναπαριστώνται ως κατηγορήματα και οι σχέσεις ως επιχειρήματα. Οι προτασιακές αναπαραστάσεις είναι αφηρημένες, με την έννοια ότι χαρακτηρίζουν πληροφορίες που δεν έχουν άμεση σχέση με μια δεδομένη μορφή αντίληψης (π.χ. οπτική, ακουστική, αφής), αντίθετα με τις νοητικές εικόνες, που συνδέονται στενά με την οπτική μορφή αναπαράστασης.

- **Νοητικές Εικόνες**

Οι νοητικές εικόνες είναι αναπαραστάσεις παρόμοιες με απεικονίσεις που λειτουργούν με μία συγκεκριμένη μορφή (συνήθως χωρική) και, κατ' αυτήν την έννοια, είναι διαφορετικές από τις προτασιακές αναπαραστάσεις. Γι' αρκετά χρόνια υπήρξε μία διαμάχη σχετικά με την αναγκαιότητα των νοητικών εικόνων ως μία μορφή αναπαράστασης. Το επίμαχο ερώτημα είναι κατά πόσον οι νοητικές εικόνες μπορούν να λειτουργήσουν ως προτασιακού τύπου. Οι προτασιακές αναπαραστάσεις είναι αναγκαίες για να εξηγηθεί πώς ερμηνεύονται οι νοητικές εικόνες και πώς συνδέονται με άλλους τύπους πληροφοριών που μεταβιβάζονται μέσω του γλωσσικού κώδικα. Σήμερα, έχει γίνει ευρέως αποδεκτό ότι η νοητική εικόνα, παρόλο που είναι δυνατόν να στηρίζεται εν μέρει σε προτασιακές αναπαραστάσεις, είναι ένας μοναδικός και ξεχωριστός τύπος αναπαράστασης που αξίζει επιστημονικής διερεύνησης.

- **Νοητικά Μοντέλα**

Τα νοητικά μοντέλα είναι αναλογικές αναπαραστάσεις που θεωρείται ότι διατηρούν τη δομή του αντικειμένου που αναπαριστούν. Τα νοητικά μοντέλα μπορεί να είναι χωρικά μοντέλα, που συλλαμβάνουν απόψεις του φυσικού κόσμου, όπως π.χ. το νοητικό μοντέλο της Γης ή μπορεί να αναπαριστούν με αναλογικό τρόπο τη δομή μίας αλληλουχίας γεγονότων. Σε αντίθεση με τις νοητικές εικόνες, τα νοητικά μοντέλα δεν περιορίζονται να συμβάλλουν στις συγκεκριμένες ιδιότητες των αντικειμένων του πραγματικού κόσμου έτσι όπως μεταφέρονται μέσω της αντίληψης. Πρόκειται για υψηλού επιπέδου νοητικά κατασκευάσματα που σκοπό έχουν να αναπαριστούν τη δομή αντικειμένων, πεποιθήσεων ή θεωριών που ίσως δεν έχουν γίνει ποτέ ορατά, όπως το νοητικό μοντέλο του ηλιακού συστήματος.

- **Νευρωνικά Δίκτυα**

Οι προτασιακές αναπαραστάσεις, οι νοητικές εικόνες και τα νοητικά μοντέλα βασίζονται στην προϋπόθεση ότι η ανθρώπινη νόηση εξαρτάται από το χειρισμό συμβόλων παρόμοιων με τη γλώσσα ή με τις εικόνες. Τα νευρωνικά δίκτυα ή μοντέλα της παράλληλης κατανεμημένης επεξεργασίας (parallel distributed processing) αναπαριστούν πληροφορίες χωρίς τη χρήση συμβόλων. Αποτελούνται από στοιχειώδεις μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών παρόμοιες με τους νευρώνες, που επιδρούν πάνω σε άλλες μονάδες, με τις οποίες είτε διεγείρουν είτε αναστέλλουν τη διεγερσή τους. Οι στοιχειώδεις αυτές μονάδες συνδέονται για να δημιουργήσουν διαφορετικών ειδών δομές που χαρακτηρίζουν τη φύση του δικτύου ως ένα σύνολο. Σ' ένα νευρωνικό δίκτυο, μία έννοια δεν αναπαριστάται ως μία συγκεκριμένη μονάδα αλλά είναι κατανεμημένη στο δίκτυο κι εκφράζεται από τον ειδικό τρόπο, με τον οποίο ενεργοποιείται

Εννοιολογική Αλλαγή

Οι υπάρχουσες εννοιολογικές δομές δεν είναι στατικές, αλλά διαρκώς αλλάζουν, καθώς αποκτάται νέα γνώση. Οι Ψυχολόγοι πρέπει να κατανοήσουν όχι μόνο πως οργανώνεται και αναπαρίσταται η γνώση, αλλά, επίσης, τους τρόπους με τους οποίους οι υπάρχουσες γνωσιακές δομές μεταβάλλονται κατά τη διαδικασία απόκτησης νέων γνώσεων. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο επιτυγχάνεται η εννοιολογική αλλαγή, είναι θεμελιώδης για μια ολοκληρωμένη θεώρηση της μάθησης και μπορεί να έχει σημαντικές συνέπειες για μια θεωρία της διδασκαλίας.

Ένα σύνηθες είδος εννοιολογικής αλλαγής είναι γνωστό ως εμπλουτισμός. Ο εμπλουτισμός αναφέρεται στην προσθήκη εννοιών σε μία υπάρχουσα εννοιολογική δομή. Ένα μεγάλο μέρος των γνώσεων που αποκτούμε κατά τη διάρκεια της ζωής μας, εμπλουτίζει τη γνώση που ήδη κατέχουμε. Άλλα είδη εννοιολογικής αλλαγής έχουν να κάνουν με την διαφοροποίηση, τη συνένωση και την αύξηση της ιεραρχίας οργάνωσης των υπαρχουσών εννοιολογικών δομών. Σ' ένα σημαντικό άρθρο για τη μάθηση στα πλαίσια της θεωρίας των σχημάτων, διατυπώθηκε ότι τα υπάρχοντα

σχήματα μπορούν να τροποποιηθούν από την νέα εμπειρία με την επαύξηση, την εναρμόνιση και την αναδιοργάνωση. **Η επαύξηση** μοιάζει πολύ με τον εμπλουτισμό. Αναφέρεται στην βαθμιαία συσσώρευση πληροφοριών μέσα σε ένα υπάρχον σχήμα. **Η εναρμόνιση** περιγράφει τις προοδευτικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο εφαρμόζεται ένα σχήμα, για να ερμηνεύσει κάποια δεδομένα. Συμπεριλαμβάνει τη γενίκευση ή τον περιορισμό του πεδίου εφαρμογής ενός σχήματος, τον καθορισμό των ανεπαρκειών του ή τη βελτίωση της ακρίβειάς του σε σχέση με κάποια κατάσταση που αναπαριστά. Η αναδιοργάνωση αναφέρεται στη δημιουργία νέων δομών που οικοδομούνται είτε για να ερμηνευθούν εκ νέου παλιές πληροφορίες είτε για να εξηγηθούν καινούριες.

Οι ψυχολόγοι εντοπίζουν διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών αναδιοργάνωσης. Μία διάκριση γίνεται ανάμεσα στην ασθενή και στην ριζοσπαστική αναδιοργάνωση. Η ασθενής αναδιοργάνωση αναφέρεται στην αναδιοργάνωση της εσωτερικής δομής μιας έννοιας ή μιας ομάδας εννοιών. Για παράδειγμα, διάφοροι ερευνητές έχουν προτείνει ότι διαφορές ανάμεσα σε ειδικούς και αρχάριους στη Φυσική, ως προς την επίλυση προβλημάτων και την κατηγοριοποίηση, μπορεί να περιγραφούν ως αποτέλεσμα διαφορών στη ιεραρχία οργάνωσης των γνώσεων. Οι αρχάριοι αντιμετωπίζουν ως υπερκείμενες, έννοιες που για τον ειδικό έχουν γίνει βασικές κατηγορίες. Η ριζοσπαστική αναδιοργάνωση εκλαμβάνεται ως αλλαγή θεωρίας παρόμοια στο είδος με τις αλλαγές θεωρίας που παρατηρήθηκαν στην ιστορία της επιστήμης.

Η ριζοσπαστική αναδιοργάνωση συμβαίνει, όταν ένα άτομο αποκτά μία καινούρια θεωρία, που είναι διαφορετική από την παλαιά ως προς τη δομή της, τα φαινόμενα που εξηγεί και ως προς τη φύση των επιμέρους εννοιών που την απαρτίζουν.

Ένας τρόπος να συλληφθεί η ριζοσπαστική αναδιοργάνωση είναι ως μια αλλαγή της οντολογικής κατηγορίας, στην οποία νομίζουμε ότι ανήκει μια έννοια. Για παράδειγμα, η έννοια «δύναμη» μπορεί να θεωρηθεί ότι αρχικά κατηγοριοποιείται ως μια μορφή ύλης ή ως μια ιδιότητα της ύλης, ενώ αργότερα (στους ειδήμονες φυσικούς) ως μια διαδικασία. Αναφερόμαστε πάλι στο σχήμα..., η ασθενής αναδιοργάνωση μπορεί να θεωρηθεί ως οποιαδήποτε αλλαγή στην κατηγοριοποίηση μίας έννοιας, η οποία δεν είναι αλλαγή οντολογικής κατηγορίας (όπως π.χ. η αλλαγή της κατηγορίας, στην οποία θεωρείται ότι ανήκει η έννοια «φώκια»-από ψάρι σε θηλαστικό).

Η ασθενής και η ριζοσπαστική μορφή της αναδιοργάνωσης που μόλις περιγράψαμε, αναφέρονται στην αναδιοργάνωση συγκεκριμένων τομέων γνώσης, και, άρα, αντιπροσωπεύουν μερική αναδιοργάνωση. Υπάρχει ένα άλλο είδος αναδιοργάνωσης, το οποίο αποκαλείται καθολική αναδιοργάνωση. Η καθολική αναδιοργάνωση είναι ιδιαίτερα εμφανής στις προσπάθειες του Piaget να χαρακτηρίσει τις αλλαγές στις γνωσιακές δομές του παιδιού κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της ανάπτυξης. Ο Piaget υποστήριζε ότι η ανάπτυξη της σκέψης του παιδιού χαρακτηρίζεται από καθολικές αναδιοργανώσεις γνωστές ως στάδια. Για τον Piaget, η αναδιοργάνωση απαιτεί αλλαγές στις δομές που καθορίζουν τη φύση της αναπαραστασιακής σκέψης, που διαθέτει το παιδί. Σύμφωνα με την άποψη αυτή, τα βρέφη ενεργούν με βάση σχήματα δράσης, και δεν διαθέτουν αναπαραστασιακή ικανότητα. Τα παιδιά της προσχολικής ηλικίας ενεργούν με συγκεκριμένες, εικονιστικές εννοιολογικές δομές που βασίζονται στην ομοιότητα, και δεν διαθέτουν την αντιστρεψιμότητα και τη μεταβατικότητα που χαρακτηρίζει τις εννοιολογικές δομές των παιδιών της σχολικής ηλικίας. Η καθολική αναδιοργάνωση επηρεάζει την ικανότητα του ατόμου να αποκτά γνώσεις σε όλους τους τομείς.

Λίγα είναι σήμερα γνωστά σχετικά με τους μηχανισμούς που προκαλούν εννοιολογική αλλαγή, και ιδιαίτερα τους μηχανισμούς που μπορούν να προκαλέσουν τη ριζοσπαστική αναδιοργάνωση των υπάρχουσών εννοιολογικών δομών. Αξιοσημείωτη προσοχή έχει αποδοθεί στο ρόλο της ομοιότητας και της αναλογίας ως μηχανισμών που προάγουν την εννοιολογική αλλαγή. Επίσης, φαίνεται ότι είναι σημαντική η αναγνώριση των λαθών και των ανωμαλιών που μπορούν να προκληθούν από διαλόγους σωκρατικού τύπου.

2.8. Στρατηγική Κατευθυνόμενης Διερεύνησης [13]

I. Εισαγωγή

Από την δεκαετία του 1960 και μετά, η διδακτική βιβλιογραφία έχει προτείνει μία σειρά από διερευνητικές στρατηγικές διδασκαλίας, των οποίων μακρινός πρόδρομος μπορεί να θεωρηθεί ο Σωκράτης, που πρότεινε τη μαιευτική μέθοδο. Βασική θέση του πλατωνικού Σωκράτη είναι ότι η αληθής γνώση είναι κρυμμένη πίσω από τα πράγματα και μπορεί να αποκαλυφθεί με τη λογική ανάλυση των εμπειριών. Γι' αυτό η μαιευτική μέθοδος εμπλέκει τον εκπαιδευτικό και τον μαθητή σε μία διαδικασία λογικών συλλογισμών και ακριβούς εξέτασης των δεδομένων.

Σύγχρονος θεωρητικός των διερευνητικών προσεγγίσεων είναι ο Dewey που όρισε την αυθεντική μάθηση ως διαδικασία ενεργητικής διερεύνησης προβληματικών καταστάσεων και οργάνωσε ανάλογα στην πράξη σχολικά προγράμματα. Τις θέσεις του Dewey καθιέρωσε αργότερα ως αρχές οργάνωσης του αναλυτικού προγράμματος και της ωριαίας διδασκαλίας ο Bruner, κυρίως, με το βιβλίο του *The Process of education*(1960), ο Μασσιάλας και πολλοί άλλοι παιδαγωγοί κατά τις δεκαετίες των 1960 και 1970, όταν οι διερευνητικές στρατηγικές αποτελούσαν αντικείμενο θεωρητικών και ερευνητικών μελετών. Σήμερα οι αρχές αυτές επανέρχονται μέσα από τα κινήματα της ομαδοκεντρικής διδασκαλίας και της κριτικής σκέψης, που αποτελούν τα δύο κυρίαρχα διδακτικά κινήματα της εποχής μας.

Η εποικοδομιστική θεωρία μάθησης και η εργασία των λοιπών γνωστικών και ουμανιστικών ψυχολόγων, που τονίζουν την ενεργητική φύση της μάθησης και την σημασία την οποία έχει για τη διαδικασία της μάθησης ο προβληματισμός και η δημιουργία γνωστικών αδιεξόδων (discomfort), στήριξε από ψυχολογικής άποψης τις διερευνητικές στρατηγικές. Τέλος, η κοινωνική απαίτηση για μόρφωση του κριτικού και αυτόνομου πολίτη επέβαλαν θεωρητικά τις στρατηγικές αυτές ως διδακτική αναγκαιότητα, χωρίς, όμως, όλοι οι παραπάνω λόγοι να μπορέσουν να τις καθιερώσουν και στην πράξη. Για να δηλωθούν οι στρατηγικές διδασκαλίας που εμπλέκουν τους μαθητές σε διαδικασίες διερεύνησης, έχει χρησιμοποιηθεί ένας

μεγάλος αριθμός όρων, οι γνωστότεροι από τους οποίους είναι διερεύνηση (inquiry), ανακάλυψη (discovery), στοχαστική διδασκαλία (reflective teaching), ευρετική (heuristics), λύση προβλήματος (problem solving) κλπ. Οι όροι αυτοί δεν είναι συνώνυμοι με τον ευρύτερο, ίσως, όρο διερεύνηση. Οι υπόλοιποι όροι δηλώνουν εξειδικευμένες μορφές διερεύνησης, όπως για παράδειγμα ο όρος ανακαλυπτική προσέγγιση αναφέρεται σε διδακτικές μεθόδους, που οδηγούν σε εκ των προτέρων καθορισμένα αποτελέσματα. Από διδακτικής πλευράς θεωρούμε ιδιαίτερη βοηθητική την ταξινόμηση των διερευνητικών μορφών σε (α') έρευνες περιγραφής, (β') έρευνες λύσης προβλημάτων και (γ') έρευνες λήψης αποφάσεων. Οι περιγραφικές έρευνες επιχειρούν να ανακαλύψουν πως είναι τα πράγματα, οι έρευνες επίλυσης προβλήματος να ανεύρουν την αλγοριθμική λύση στα «δομημένα» προβλήματα ή τις δυνατές λύσεις σε ασαφείς προβληματικές καταστάσεις και, τέλος, οι έρευνες λήψης αποφάσεων στην αναζήτηση των εναλλακτικών επιλογών που μπορεί να κάνει κανείς με βάση λογικά, ηθικά, κοινωνικά και άλλης μορφής κριτήρια.

Παρά τις διαφορές τους, όμως, όλες οι παραπάνω διδακτικές προσεγγίσεις έχουν κάποια βασικά κοινά σημεία σε ό,τι αφορά τον τρόπο που αντιλαμβάνονται (α') τους σκοπούς (β') το περιεχόμενο και (γ') τη διαδικασία της διδασκαλίας.

Αναλυτικότερα, σε ό,τι αφορά τους απώτερους σκοπούς της διδασκαλίας, οι διερευνητικές προσεγγίσεις επιδιώκουν να καταστήσουν ικανούς τους μαθητές να αντιμετωπίζουν αυτόνομα τις προβληματικές καταστάσεις και να επιτυγχάνουν τους στόχους που επιδιώκουν. Αυτό, βέβαια, συνεπάγεται ότι οι μαθητές έχουν πρωτίστως αναπτύξει τις αναγκαίες στρατηγικές διερεύνησης και επίλυσης των προβλημάτων. Έτσι, οι στρατηγικές αυτές δεν αποτελούν μόνο μέσο για την αυτόνομη και αυθεντική μάθηση, αλλά πρέπει να αποτελούν και οι ίδιες αντικείμενο της διδασκαλίας και απώτερο σκοπό της εκπαίδευσης.

Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο της διδασκαλίας οι διερευνητικές προσεγγίσεις επιχειρούν να οδηγήσουν τους μαθητές στο επίπεδο της λειτουργικής κατανόησης των γνώσεων που διδάσκονται. Στο επίπεδο αυτό οι μαθητές καθίστανται ικανοί να χρησιμοποιούν τις πληροφορίες, τις έννοιες και τις αρχές της νέας γνώσης, για να κατανοήσουν και να επιλύουν σχετικές προβληματικές καταστάσεις.

Τέλος, σε ό,τι αφορά τη διαδικασία της διδασκαλίας οι διερευνητικές προσεγγίσεις αρχίζουν με τον εντοπισμό προβληματικών καταστάσεων, που δημιουργούν αμφιβολία, αβεβαιότητα και σύγκρουση, και συνεχίζουν με διαδικασίες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, τις οποίες διεκπεραιώνουν οι μαθητές με λιγότερη ή περισσότερη καθοδήγηση από πλευράς του εκπαιδευτικού.

Από τις διερευνητικές στρατηγικές, άλλες προτείνονται για τη διδασκαλία συγκεκριμένων διδακτικών αντικειμένων που προσφέρονται για τη διδασκαλία των φυσικών και των ιστορικό-κοινωνικών μαθημάτων, αντίστοιχα, και άλλες προτείνονται για γενική διδακτική χρήση.

Η διερευνητική στρατηγική αναβαθμίζει ιδιαίτερα τη σχέση του μαθητή τόσο με το διδακτικό αντικείμενο, όσο και με τον εκπαιδευτικό και το γενικότερο διδακτικό πλαίσιο. Αποτέλεσμα της ελεύθερης και δημιουργικής αλληλεπικοινωνίας του μαθητή με τους υπόλοιπους παράγοντες της διδασκαλίας, είναι ότι ο μαθητής «ανακαλύπτει» κάτι, που είναι καινούριο για τον ίδιο και τους συμμαθητές του και το οποίο προσφέρει λύση στην προβληματική κατάσταση που εντοπίστηκε στην αρχική φάση της διδασκαλίας. Βέβαια, πρέπει να τονίσουμε εδώ ότι κατά μία κρατούσα σύγχρονη άποψη, που συμμεριζόμαστε, συχνά υπερτονίστηκαν κατά το πρόσφατο παρελθόν οι ικανότητες των μαθητών για ακαθοδήγητη ανακάλυψη. Η πράξη έδειξε ότι οι ικανότητές τους δεν είναι απεριόριστες και, ασφαλώς, αδυνατούν να συλλάβουν αβοήθητοι τις θεμελιώδεις ιδέες που διέπουν τους επιμέρους ακαδημαϊκούς κλάδους. Οι ιδέες αυτές είναι καρπός συλλογικής προσπάθειας αιώνων και το σχολείο οφείλει να καταστήσει τις ιδέες αυτές κτήμα όλων των μαθητών, είτε με άμεση και συστηματική διδασκαλία είτε με καθοδηγούμενη διερεύνηση.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το ερώτημα «πόσο καθοδήγηση και πότε» αποτελεί βασικό διδακτικό ερώτημα και κριτήριο ταξινόμησης των διδακτικών προσεγγίσεων. Ορισμένοι ερευνητές χωρίζουν τις διερευνητικές στρατηγικές σε δύο μεγάλες κατηγορίες: (α') στις στρατηγικές κατευθυνόμενης διερεύνησης, που θα μας απασχολήσουν σ' αυτό το κεφάλαιο και (β') σε στρατηγικές ελεύθερης διερεύνησης, για τις οποίες κάνουμε λόγο σε άλλη εργασία μας. Στις στρατηγικές κατευθυνόμενης διερεύνησης ο εκπαιδευτικός προσφέρει τις πληροφορίες και τα υπόλοιπα στοιχεία,

τα οποία στη συνέχεια επεξεργάζονται οι μαθητές με την βοήθεια των ερωτήσεων και των επισημάνσεων του εκπαιδευτικού, για να φτάσουν σταδιακά από την παρατήρηση και την επεξεργασία των δεδομένων στη διατύπωση και επαλήθευση συμπερασματικών συνεπαγωγών. Σκοπός του εκπαιδευτικού είναι να βοηθήσει τους μαθητές να εξασκηθούν στην διερευνητική διαδικασία και παράλληλα να αποκτήσουν συγκεκριμένη γνώση σχετικά με το αντικείμενο που εξετάζουν, η οποία γνώση ανακεφαλαιώνεται, συνήθως, με τη μορφή γενικεύσεων ή συμπερασμάτων.

Τέλος, επισημαίνουμε ότι οι στρατηγικές κατευθυνόμενης διερεύνησης ολοκληρώνονται, συνήθως, σε μία-δύο διδακτικές ώρες, όπως φαίνεται από την επαγωγικο-απαγωγική, που μπορούν κάλλιστα να υπαχθούν στην κατηγορία των στρατηγικών κατευθυνόμενης διερεύνησης.

Αντίθετα, στις στρατηγικές της ελεύθερης διερεύνησης οι μαθητές, ακαθοδήγητοι από τον εκπαιδευτικό, ελεύθερα συλλέγουν και επεξεργάζονται στοιχεία, που θεωρούν σχετικά με το θέμα τους, και καταλήγουν σε γενικεύσεις και συμπεράσματα που δεν έχουν υποχρεωτικά καθοριστεί από τον εκπαιδευτικό. Εκτός από την ελευθερία κίνησης των μαθητών, ένα δεύτερο στοιχείο, που χαρακτηρίζει τις στρατηγικές ελεύθερης διερεύνησης, είναι η διάρκειά τους, η οποία ξεπερνά πολύ τις μία-δύο διδακτικές ώρες και φτάνει συχνά τους δύο τρεις ή και περισσότερους μήνες. Τέλος, ένα τρίτο χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι παίρνουν τη μορφή σύντομων ή και εκτενέστερων «σχεδίων εργασίας» (projects), τα οποία «δημοσιεύονται» για γενικότερη ενημέρωση.

Από τις δύο κατηγορίες, όμως, τον τελευταίο καιρό κερδίζει έδαφος μεταξύ των παιδαγωγών, ιδίως μεταξύ αυτών που δεν αρκούνται σε θεωρητικές αναλύσεις αλλά οργανώνουν και υλοποιούν οι ίδιοι προγράμματα διδασκαλίας, η κατευθυνόμενη διερεύνηση. Τα προγράμματα της κατευθυνόμενης διερεύνησης στηρίζει, βέβαια, και η θεωρία του Vygotsky περί «ζώνης επικείμενης ανάπτυξης» (ZPD). Ο Nuthal με μία επισκόπηση των σύγχρονων διερευνητικών μοντέλων (heuristic models) διδασκαλίας, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι τα περισσότερα από αυτά προβλέπουν άμεση διδασκαλία των γνωστικών διαδικασιών και συστηματική καθοδήγηση, ώσπου οι μαθητές να εσωτερικοποιήσουν σταδιακά τις διαδικασίες αυτές. Η όλη διδακτική διαδικασία είναι γνωστή ως «γνωστική μαθητεία». Παρά τις διαφορές τους

στο βαθμό καθοδήγησης, και στις δύο κατηγορίες ενεργοποιούν τις περισσότερες από τις γνωστικές δεξιότητες. Τέτοιες είναι π.χ. η συστηματική παρατήρηση και η καταγραφή φυσικών και πειραματικών δεδομένων με αριθμητική συνήθως μορφή, η συσχέτιση παραγόντων, η πρόβλεψη, η ταξινόμηση, ο συμπερασμός κλπ. Οι παραπάνω διαδικασίες συνήθως οργανώνονται σε αλληλοδιάδοχες φάσεις, τις οποίες ο Dewey και οι μετέπειτα συγγραφείς καθορίζουν ως εξής: (α΄) καθορισμός προβλήματος, (β΄) διατύπωση υπόθεσης, (γ΄) συλλογή και οργάνωση πληροφοριών, (δ΄) έλεγχος υποθέσεων και (ε΄) διατύπωση συμπερασμάτων.

Την παραπάνω δομή ακολουθεί σε γενικές γραμμές και η στρατηγική της κατευθυνόμενης διερεύνησης, που προτείναμε για τη διδασκαλία επιστημονικών γενικεύσεων από το χώρο των επιστημονικών και κοινωνικών επιστημών. Όταν η διερεύνηση έχει ως σκοπό της τη διδασκαλία συγκεκριμένων επιστημονικών γενικεύσεων και την επίλυση προβλημάτων με συγκεκριμένη λύση, η καθοδηγητική παρέμβαση του εκπαιδευτικού είναι εντονότερη, όπως φαίνεται και στο υποκεφάλαιο της πραγματοποίησης της διδασκαλίας που ακολουθεί, όπου παρουσιάζουμε ως παράδειγμα της διδασκαλίας θέματα από το χώρο των επιστημών με συγκεκριμένες γενικεύσεις νου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις την αναγκαιότητα της δόμησης και της καθοδήγησης της εργασίας από πλευράς του εκπαιδευτικού αποδέχονται ακόμη και οι εκπρόσωποι της εποικοδομητικής (constructivism) προσέγγισης, που φτάνουν στο σημείο να μιλούν και για μύηση των μαθητών στο πνεύμα των επιστημών, άποψη, βέβαια, που θα εύρισκε απόλυτα σύμφωνο τον Vygotsky. Όταν, όμως, το θέμα προέρχεται από το χώρο των κοινωνικών επιστημών, οι οποίες ενέχουν έντονα το στοιχείο της ατομικής σύγκρουσης και της υποκειμενικής θεώρησης, οι φάσεις διδασκαλίας παραμένουν οι ίδιες, αλλά τα περιθώρια πρωτοβουλίας των μαθητών στη διατύπωση του προβλήματος και το σχεδιασμό της διερευνητικής διαδικασίας είναι μεγαλύτερα. Αυτό φαίνεται καθαρά στη διερευνητική στρατηγική του Massialas, που αποτελεί μία από τις πλέον καθιερωμένες στρατηγικές διερευνητικής διδασκαλίας κοινωνικών θεμάτων.

II. Προγραμματισμός της Διερευνητικής Διδασκαλίας

Η στρατηγική της κατευθυνόμενης διερεύνησης προσφέρεται ιδιαίτερα για έρευνες περιγραφής και εξήγησης του τρόπου λειτουργίας των πραγμάτων και για επίλυση αλγοριθμικών προβλημάτων, που επιδέχονται μία ορθή απάντηση. Έτσι, η κατευθυνόμενη διερεύνηση, όπως την διαμορφώσαμε, προσφέρεται για τη διδασκαλία γενικεύσεων, αρχών και αιτιωδών σχέσεων του τύπου «τα υγρά ασκούν πίεση προς όλα τα τοιχώματα των δοχείων», «όσο αυξάνεται το βάθος αυξάνεται και η πίεση των υγρών», «η βροχόπτωση επηρεάζει το είδος της βλάστησης», «οι κοινωνικο-πολιτικές συνθήκες επηρεάζουν τη θεματογραφία και τη μορφή της τέχνης» κλπ. Στην κατευθυνόμενη διερεύνηση οι μαθητές καταλήγουν στις γενικεύσεις μέσω διερευνητικών διαδικασιών και, με τον τρόπο αυτό, αναπτύσσουν τις στάσεις και τις δεξιότητες που προϋποθέτει η διερεύνηση. Το γεγονός, βέβαια, ότι ο εκπαιδευτικός παρεμβαίνει συστηματικά με τις ερωτήσεις του περιορίζει τα διερευνητικά περιθώρια των μαθητών, αλλά εξασφαλίζει οικονομία χρόνου και, κυρίως, διασφαλίζει ότι θα διδαχτούν οι γενικεύσεις που κρίνει ο εκπαιδευτικός πως πρέπει να διδαχτούν στο συγκεκριμένο μάθημα, αφού οι ερωτήσεις λειτουργούν ως πλαίσιο καθοδήγησης.

Μ' αυτές τις διευκρινίσεις κατά νου επισημαίνουμε ότι κατά τη φάση του προγραμματισμού ο εκπαιδευτικός πρέπει, σύμφωνα με όσα έχουμε αναφέρει στο σχετικό κεφάλαιο περί προγραμματισμού, να εξετάσει το περιεχόμενο του μαθήματος, να εντοπίσει τις γενικεύσεις και τις αιτιατές σχέσεις που θέλει να διδάξει, και να αποφασίσει αν θα ακολουθήσει επαγωγική ή απαγωγική διαδικασία, καθότι και οι δύο προσφέρονται για την διερευνητική διδασκαλία. Βασικό στοιχείο της διερευνητικής στρατηγικής είναι η ύπαρξη προβλήματος. Αν ο εκπαιδευτικός δεν μπορεί να συσχετίσει το νέο μάθημα με ερωτήματα και προβλήματα που ανέκυψαν σε προηγούμενα μαθήματα, τότε πρέπει ο ίδιος να προβληματοποιήσει το περιεχόμενο του νέου μαθήματος.

Μετά τον καθορισμό των διδακτικών στόχων (περιεχομένου και διαδικασίας) και την εύρεση τρόπου προβληματισμού, ο εκπαιδευτικός πρέπει να καθορίσει τις διαδικασίες και να προετοιμάσει το υλικό, που θα επιτρέψουν στους μαθητές να συλλέξουν τα στοιχεία που τους είναι αναγκαία για το θέμα το οποίο μελετούν.

Είναι ευνόητο ότι από την επάρκεια και την καταλληλότητα του υλικού, θα εξαρτηθεί η επιτυχία της διερευνητικής διαδικασίας. Διερεύνηση χωρίς υλικό και επαρκείς πληροφορίες δεν μπορεί να γίνει. Πηγή πληροφόρησης, βέβαια, είναι και ο εκπαιδευτικός, στον οποίο μπορούν να προσφεύγουν οι μαθητές, όταν εξαντλήσουν κάθε άλλη δυνατότητα. Το διδακτικό μοντέλο του Suchman βασίζεται σ' αυτή την ιδέα, ότι οι μαθητές θα υποβάλλουν ερωτήσεις πληροφόρησης και όχι γνώμης και κρίσης, και ότι ο εκπαιδευτικός θα απαντά μ' ένα «ναι» ή «όχι» μέχρι να επιλύσουν μόνοι τους το πρόβλημα που τους απασχολεί.

Τέλος, η εξοικονόμηση χρόνου είναι ένα γενικότερο διδακτικό πρόβλημα, που γίνεται εντονότερο κατά τη χρονοβόρα διαδικασία της διερεύνησης και, γι' αυτό, πρέπει κατά τον προγραμματισμό να κάνει ο εκπαιδευτικός ένα ενδεικτικό χρονοδιάγραμμα, το οποίο θα τον βοηθήσει να ολοκληρώσει τη διδακτική διαδικασία μέσα στα προγραμματισμένα χρονικά όρια μίας ή δύο διδακτικών ωρών. Η ολοκλήρωση της διδακτικής διαδικασίας μέσα στα προγραμματισμένα χρονικά πλαίσια πρέπει να αποτελεί βασική επιδίωξη του εκπαιδευτικού. Η έρευνα επισημαίνει ότι η ολοκλήρωση της διδακτικής διαδικασίας αποτελεί στοιχείο των αποτελεσματικών διδασκαλιών.

III. Διεξαγωγή της Διερευνητικής Διδασκαλίας

Το οργανόγραμμα της κατευθυνόμενης διερεύνησης μπορεί να γίνει σε 25 διδακτικές δραστηριότητες οργανωμένες σε 8 φάσεις.

Πρώτη Φάση: Προετοιμασία ψυχολογική και γνωσιολογική

- (1) Ανασκόπηση γνωστών στοιχείων
- (2) Προβληματοποίηση διδακτικού αντικειμένου
- (3) Διατύπωση διδακτικών στόχων

Συνήθως, ο εκπαιδευτικός αρχίζει τη διδασκαλία με την ανασκόπηση των γνωστών στοιχείων, που είναι αναγκαία για τη συνέχιση του μαθήματος. Μπορεί, όμως, κάλλιστα, στην περίπτωση της διερευνητικής στρατηγικής να αρχίσει με την

προβληματοποίηση και να συνεχίσει με την ανασκόπηση των στοιχείων. Μέχρι τώρα ο εκπαιδευτικός έχει κάνει μία πρώτη προσπάθεια προβληματοποίησης και έχει ορίσει τους διδακτικούς στόχους. Απομένει η ανασκόπηση στοιχείων, που έχουν διδαχτεί σε προηγούμενο μάθημα και είναι αναγκαία για το νέο μάθημα, και η ενίσχυση της προβληματοποίησης. Μετά την διαφοροποιημένη τοποθέτηση των μαθητών, ο εκπαιδευτικός συνεχίζει. « Ερωτήματα σαν αυτό εδώ δεν κρίνονται κατά πλειοψηφία, αλλά με βάση συγκεκριμένα κριτήρια. Ποια είναι τα κριτήρια, με βάση τα οποία θα κρίνουμε;»

Δεύτερη Φάση: Διατύπωση υποθέσεων

- (1) Διατύπωση υποθέσεων
- (2) Διαπίστωση αντιθέσεων-αμφιβολιών
- (3) Προγραμματισμός σχεδίου διερεύνησης

Ο εκπαιδευτικός του παραδείγματός μας, πριν ολοκληρώσει τις προβλεπόμενες από το οργανόγραμμα διαδικασίες της πρώτης φάσης, εισήλθε στις δύο πρώτες διαδικασίες της δεύτερης φάσης (διατύπωση υποθέσεων και διαπίστωση αντιθέσεων), συνέχισε με την πρώτη διαδικασία της πρώτης φάσης (ανασκόπηση γνωστών στοιχείων) και ολοκλήρωσε με τον προγραμματισμό σχεδίου διερεύνησης, που ολοκληρώνει τη δεύτερη φάση.

Βέβαια, η υπόθεση στην περίπτωση του παραδείγματός μας έλαβε τη μορφή απλής «δημοσκόπησης». Η στρατηγική που προτείνουμε, όμως, υπονοεί τη χρήση επιστημονικών υποθέσεων, που στη συνέχεια θα επαληθευτούν ή θα απορριφθούν πειραματικά ή με βάση τη συλλογή αντικειμενικών δεδομένων. Η δεύτερη φάση ολοκληρώνεται με την κατάστρωση του σχεδίου δράσης, κατά το οποίο καθορίζονται ποιες διαδικασίες θα γίνουν και με ποια σειρά, προκειμένου να επαληθευτούν οι υποθέσεις, αν θα επεξεργαστούν από κοινού ο εκπαιδευτικός και οι μαθητές το σχέδιο διερεύνησης ή αν θα το παρουσιάσει μόνος του ο εκπαιδευτικός και τα παρόμοια. Αν θα εξετάσουν τώρα ή αργότερα τη λειτουργικότητα του σχεδίου διερεύνησης, εξαρτάται από τις επιλογές του εκπαιδευτικού.

Επειδή, όμως, στοιχείο της διερεύνησης είναι η κατάστρωση σχεδίου, είναι ανάγκη, σε περίπτωση που παρουσιάσει το σχέδιο έτοιμο, ο εκπαιδευτικός να αναλύσει υποδειγματικά (τεχνική εκφώνησης σκέψης) το σκεπτικό του σχεδίου. Έτσι, οι μαθητές έχουν τη δυνατότητα να παρακολουθήσουν ένα υποδειγματικό τρόπο σκέψης. Την αναγκαιότητα τέτοιων υποδειγμάτων επισημαίνει και η σχετική έρευνα. Βέβαια, σε άλλες περιπτώσεις θα πρέπει να έχουν και οι μαθητές τη δυνατότητα να καταστρώσουν ένα σχέδιο διερεύνησης.

Για να τονίσουμε τη σημασία του σχεδίου δράσης, επισημαίνουμε ότι το πρόγραμμα διδασκαλίας κριτικής σκέψης των Ashman και Conway (1993), που χρησιμοποιείται ευρέως στην Αυστραλία, βασίζεται ακριβώς στην εκπαίδευση των μαθητών να καταστρώνουν και να υλοποιούν σχέδια δράσης για την επίλυση προβληματικών καταστάσεων ή, ακόμη, για την εκμάθηση πληροφοριών και διαδικασιών. Τέλος, επισημαίνουμε ότι η σειρά των δραστηριοτήτων του οργανογράμματος, που προτείναμε για κάθε στρατηγική, έχει ενδεικτικό χαρακτήρα και ότι η φύση του αντικειμένου και η φυσική εξέλιξη της επικοινωνίας δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να ακολουθήσει πολλές εναλλακτικές πορείες.

Τρίτη Φάση: Συλλογή και οργάνωση δεδομένων

(7) Επιλογή δεδομένων με κριτήρια

(8) Συστηματική παρατήρηση και ανάλυση δεδομένων

(9) Συστηματοποίηση δεδομένων

Στη φάση αυτή οι μαθητές εξετάζουν αν τα δεδομένα πληρούν τα κριτήρια επιλογής, τα περιγράφουν συστηματικά και καταχωρούν με συστηματικό τρόπο τα στοιχεία που εντοπίζουν. Στο παράδειγμα «κοινωνικο-πολιτιστικό περιβάλλον και τέχνη», οι μαθητές κατηγοριοποιούν τα εξεταζόμενα έργα σε εποχές (Μεσαίωνα, Αναγέννηση, Νεότερα Χρόνια) και στη συνέχεια καταγράφουν σε σχετικό πίνακα ποιο είναι το κύριο θέμα των ζωγραφικών έργων, ποια είναι η θέση του ανθρώπου σε σχέση με το θείο και τη φύση, ποια χρώματα χρησιμοποιούνται και ό,τι άλλο θεωρεί η υπόθεση ότι διαφοροποιείται σύμφωνα με τις αντιλήψεις της εποχής.

Τέταρτη Φάση: Αναλυτική επεξεργασία δεδομένων

- (10) Εντοπισμός χαρακτηριστικών και δομικών στοιχείων
- (11) Εντοπισμός σχέσεων αιτίου-αποτελέσματος
- (12) Εντοπισμός μοτίβων
- (13) Διατύπωση συμπερασμάτων-γενικεύσεων
- (14) Συσχέτιση με υποθέσεις
- (15) Επαλήθευση γενικεύσεων

Στη φάση αυτή γίνεται προσπάθεια να αναδειχτούν τα βασικά χαρακτηριστικά και δομικά στοιχεία των δεδομένων και να εντοπιστούν οι σχέσεις που τα διέπουν. Η προεργασία της προηγούμενης φάσης διευκολύνει την αναλυτική επεξεργασία, που αποσκοπεί στη βαθύτερη κατανόηση του εξεταζόμενου αντικειμένου, και διευκολύνει με τη σειρά της τη διαδικασία υπέρβασης των δεδομένων, που ακολουθεί στην επόμενη φάση.

Σημαντικό στοιχείο της φάσης αυτής είναι, λοιπόν, να βρεθούν πρώτα τα χαρακτηριστικά και τα δομικά στοιχεία των δεδομένων. Συγκρίνοντας το ένα με το άλλο είδος, μπορούν να εντοπιστούν οι δομικές αλλαγές που μπορούν να γίνουν σε κάθε είδος και να διερευνηθούν οι επιπτώσεις στη λειτουργία των μοχλών που επέρχονται από αυτές. Πολλές φορές οι σχέσεις εκφράζουν επαναλαμβανόμενα μοτίβα. Στην κοινωνική και πολιτική ζωή π.χ. μπορούν να διαπιστώσουν ότι συχνά, όταν επικρατούν ακραίες τάσεις και κινήματα, δημιουργούνται στη συνέχεια νέες τάσεις, οι οποίες κινούνται στο αντίθετο άκρο και, τελικά, επικρατεί μία τρίτη τάση που κινείται στον ενδιάμεσο χώρο. Παρόμοια μοτίβα παρατηρούνται στην οικολογία (σχέσεις ζώων-τροφής-εχθρών), στην οικονομία (προσφορά-ζήτηση-τιμή), στη λογοτεχνία (μοτίβα πλοκής), καθώς και σ' άλλους τομείς. Όπου το μάθημα προσφέρεται, οι γενικεύσεις διατυπώνονται με σαφήνεια και αξιοποιούνται ως δεδομένη γνώση στα επόμενα μαθήματα.

Τέλος, με βάση τις διαπιστώσεις γίνεται επαλήθευση της κεντρικής υπόθεσης του μαθήματος, ή των άλλων υποθέσεων που έχουν διατυπωθεί. Επαναλαμβάνουμε ότι οι συσχετίσεις, οι διαπιστώσεις και οι επαληθεύσεις, που ολοκληρώνουν την τέταρτη φάση, γίνονται ανάλογα με τη φυσική εξέλιξη της διερευνητικής διδασκαλίας. Η σειρά του μοντέλου είναι ενδεικτική και επιδιώκει να τονίσει κυρίως ποιες διαδικασίες και όχι τόσο με ποια ακριβώς σειρά πρέπει να πραγματοποιηθούν.

Πέμπτη Φάση: Υπέρβαση δεδομένων

(16) Επεξήγηση φαινομένων και συνεπαγωγών

(17) Εύρεση αναλογιών

(18) Αξιολόγηση διαπιστώσεων

Κατά την πέμπτη φάση καταβάλλεται προσπάθεια να γίνει υπέρβαση της απλής κατανόησης του διδακτικού αντικειμένου και να παραχθεί νέα για τους μαθητές γνώση, που ανάλογα με το αντικείμενο παίρνει τη μορφή της πρόβλεψης, συνεπαγωγής, αιτιολόγησης, επεξήγησης κλπ.

Έκτη Φάση: Εφαρμογές

(19) Εφαρμογή νέας γνώσης σε παρόμοιες περιπτώσεις

(20) Γενίκευση και μεταφορά της νέας μάθησης σε διαφορετικές καταστάσεις.

Κατά την έκτη φάση ο εκπαιδευτικός παρέχει την ευκαιρία εφαρμογών της νέας γνώσης σε παρόμοιες, αλλά νέες για τους μαθητές περιπτώσεις. Όπου η φύση του μαθήματος το επιτρέπει, γίνονται προσπάθειες γενίκευσης και μεταφοράς της μάθησης σε διαφορετικές καταστάσεις, σύμφωνα και με όσα αναφέρονται στο Τέταρτο Κεφάλαιο.

Έβδομη Φάση: Ανακεφαλαίωση

- (21) Λεκτική ανακεφαλαίωση
- (22) Σχηματική ανακεφαλαίωση
- (23) Απολογιστική ανακεφαλαίωση

Η έβδομη φάση αναφέρεται στην ανακεφαλαίωση των γενικεύσεων και των πληροφοριακών στοιχείων, που προέκυψαν κατά τη διδασκαλία και εντάσσονται στους διδακτικούς σκοπούς της διδασκαλίας. Όπως έχουμε και αλλού αναφέρει, η ανακεφαλαίωση είναι χρήσιμη διαδικασία, διότι συστηματοποιεί και εμβαθύνει τη μάθηση, και είναι ιδιαίτερα αναγκαία για τις διδασκαλίες που έχουν έντονο το στοιχείο του διαλόγου και της αντιπαράθεσης.

Η ανακεφαλαίωση μπορεί να γίνει προφορικά, αλλά οι δυσκολίες των μαθητών να παράγουν την ουσιαστική ανακεφαλαίωση των δομικών στοιχείων και των σχέσεων που τα συνδέουν, είναι ερευνητικά αποδεδειγμένη. Γι' αυτό θεωρούμε ότι άριστος τρόπος υπέρβασης των δυσκολιών αυτών, είναι η γραφική ανακεφαλαίωση (εννοιολογικός χάρτης).

Όγδοη Φάση: Μαθησιακή και Μεταγνωστική αξιολόγηση

- (24) Εκπαιδευτικός αξιολογεί μάθηση
- (25) Εκπαιδευτικός υποβάλλει μεταγνωστικές ερωτήσεις

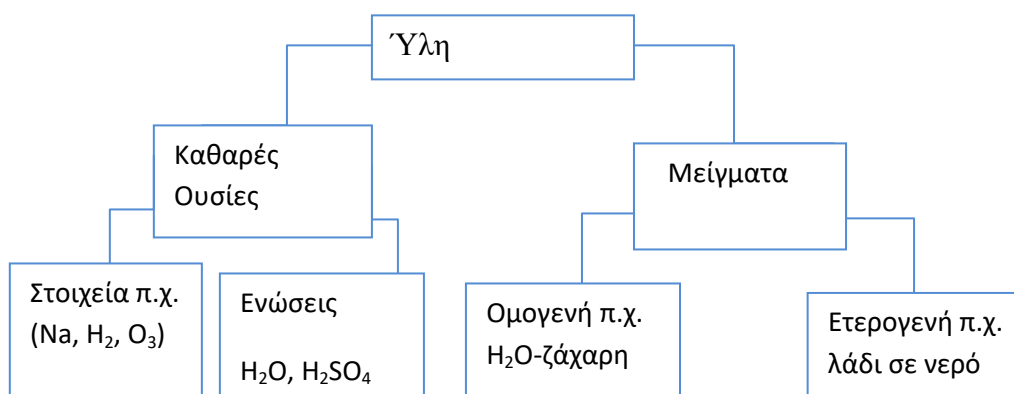
Κατά την τελική φάση, ο εκπαιδευτικός υποβάλλει ερωτήσεις που αποσκοπούν στην αξιολόγηση της μάθησης, την οποία κατέκτησαν οι μαθητές κατά την διδακτική ώρα, καθώς και στη συνειδητοποίηση και τελειοποίηση γνωστικών διαδικασιών που χρησιμοποιήθηκαν[16]

Κεφάλαιο 3^ο

Χημεία περιεκτικότητας, διαλυτότητας και συγκέντρωσης Διαλυμάτων

3.1. Ταξινόμηση της ύλης

Η ύλη στη φύση μπορεί να ταξινομηθεί σε **καθαρές ουσίες ή καθορισμένες** και στα **μείγματα [20]**. Οι **καθαρές ουσίες** είναι εκείνες που ανεξάρτητα από τον τρόπο παρασκευής τους έχουν καθορισμένη σύσταση και ιδιότητες. Στις καθαρές ουσίες ανήκουν τα μόρια των χημικών στοιχείων (H_2, N_2, O_3, S_6 κ.α) ή τα μόρια των χημικών ενώσεων ($H_2O, NH_3, C_6H_{12}O_6$ κ.α.). Το νερό π.χ. έχει καθορισμένη σύσταση: αποτελείται από υδρογόνο (H) και οξυγόνο (O) με αναλογία μαζών 1:8.

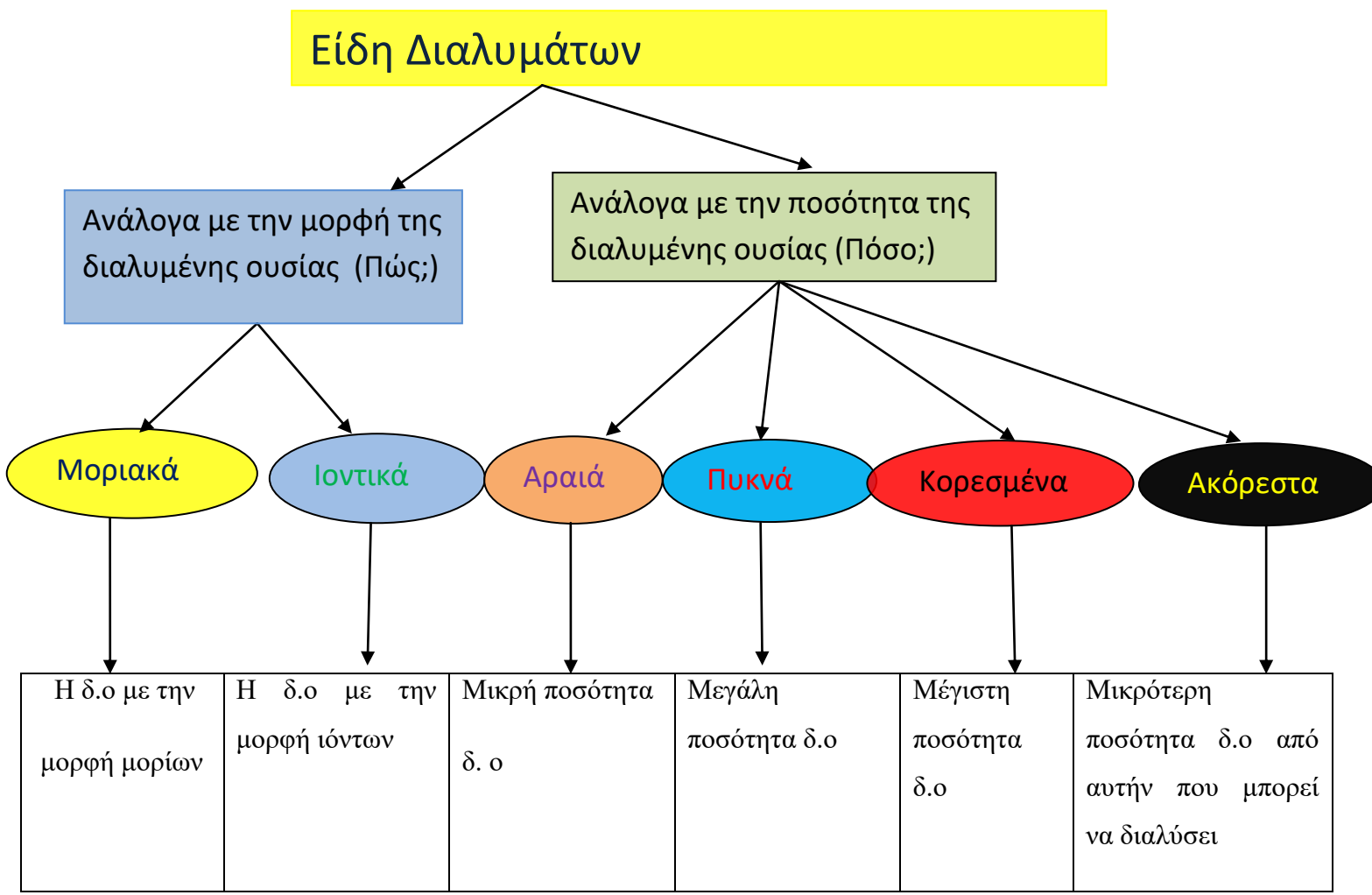


Τα μείγματα έχουν μεταβλητή σύσταση ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής τους και την προέλευσή τους. Τα μείγματα διακρίνονται σε ομογενή και ετερογενή ανάλογα με το αν έχουν ή όχι την ίδια σύσταση και τις ίδιες ιδιότητες σε όλη τη μάζα τους. Π.χ. μείγμα είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας που αποτελείται κυρίως από άζωτο (N_2) και οξυγόνο (O_2), ο ελληνικός καφές που αποτελείται από νερό, ζάχαρη και καφέ, η ομελέτα που αποτελείται από αυγά, τυρί, ντομάτα, μπέικον, το αίμα μας που αποτελείται από ερυθρά και λευκά αιμοσφαίρια και από αιμοπετάλια.

3.2. Διάλυμα και είδη διαλυμάτων [21]

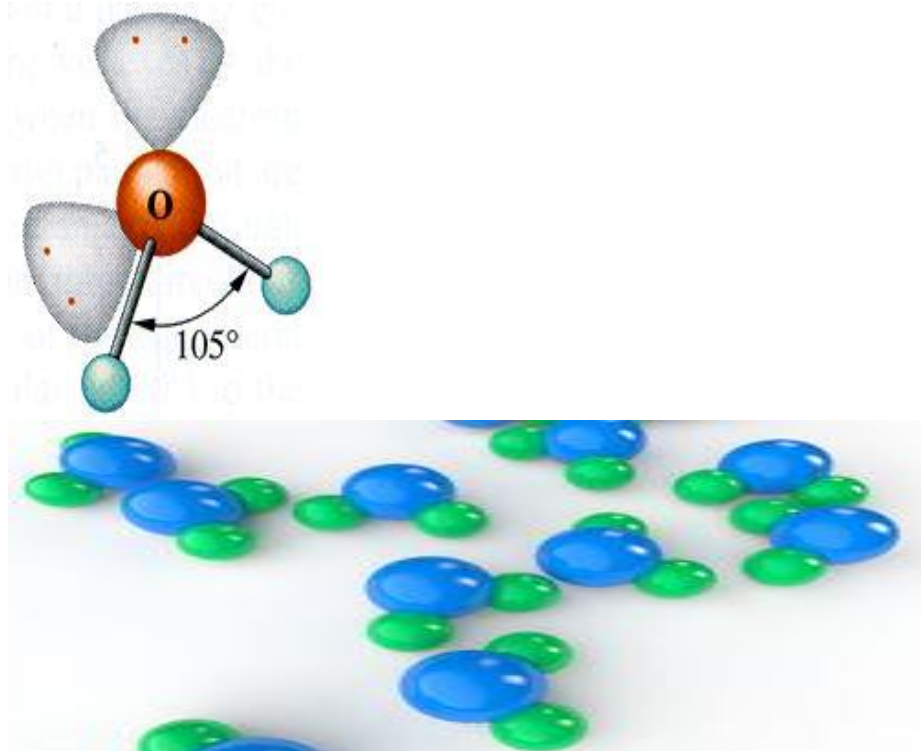
Διάλυμα καλείται κάθε ομογενές μείγμα δύο ή περισσότερων ουσιών, οι οποίες αποτελούν τα συστατικά του μείγματος. Το διάλυμα το συμβολίζουμε με Δ και αποτελείται από το διαλύτη (δ) και τη /τις διαλυμένη/ες ουσία/ες ($\delta.ο$).

Δ = δ + $\delta.ο$



3.3. Διαλύτες και διαλυμένες ουσίες

Ο διαλύτης είναι η ουσία με την μεγαλύτερη αναλογία και έχει την ίδια σύσταση με το διάλυμα. Ο σημαντικότερος διαλύτης είναι το νερό H_2O , εξαιτίας της μεγάλης του διηλεκτρικής σταθεράς ($\epsilon=81$), της πολικότητάς του και της χαμηλής του τιμής.



Εκτός του νερού υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί διαλύτες όπως το οινόπνευμα, η βενζίνη, το τολουόλιο, το εξάνιο, ο πετρελαϊκός αιθέρας κ.α.

Οι διαλυμένες ουσίες μπορεί να βρίσκονται υπό μορφή μορίων, ιόντων ή μικυλλίων [22]. Α) Υπό μορφή μορίων. Τα αραιά μοριακά διαλύματα ακολουθούν τους νόμους των ιδανικών αερίων, ιδίως όταν τα μόρια της διαλυμένης ουσίας δεν είναι πολικά. Β) Υπό μορφή ιόντων. Τα ιονικά διαλύματα αποκλίνουν εκ των νόμων των ιδανικών αερίων, παρουσιάζουν αυξημένες τιμές όσον αφορά τις προσθετικές ιδιότητες, όπως είναι η τάση ατμών, η οσμωτική πίεση, η ανύψωση του σημείου βρασμού και η ταπείνωση του σημείου πήξεως. Γ) Υπό μορφή συγκροτημάτων μορίων (μικυλλίων), μεγέθους 10^{-5} - 10^{-7} cm. Αυτά τα διαλύματα, καλούμενα κolloειδή, παρουσιάζουν, ελαττωμένες τιμές για τις προσθετικές τους ιδιότητες.

Όσον αφορά τη φάση τους, οι διαλυμένες ουσίες μπορεί να είναι στερεές, υγρές ή αέριες. Παραδείγματα διαλυμένων ουσιών και διαλυτών σε διάφορες φάσεις στον παρακάτω πίνακα[23]:

Διάλυμα	Διαλύτης	Διαλυμένη Ουσία	Παράδειγμα
Στερεό	Στερεός	Στερεό	Ορείχαλκος(Zn-Cu), χάλυβας (C-Fe)
Στερεό	Στερεός	Υγρή	Αμαγάματα (Hg (υγρός) σε Ag (στερεό)).
Υγρό	Υγρό	Στερεό	Αλάτι σε νερό, ιώδιο σε CCl ₄
Υγρό	Υγρό	Υγρό	Αιθανόλη σε νερό
Υγρό	Υγρό	Αέριο	CO ₂ σε νερό στα αεριούχα αναψυκτικά
Αέριο	Αέριο	Αέριο	Οξυγόνο (O ₂) και άζωτο (N ₂) στον ατμοσφαιρικό αέρα

3.4. Περιεκτικότητα και εκφράσεις περιεκτικότητας διαλύματος [20]

Η **περιεκτικότητα** εκφράζει την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που διαλύεται σε ορισμένη ποσότητα διαλύματος.

Πολλές φορές χρησιμοποιούμε και τους ποιοτικούς όρους «**πυκνό**» και «**αραιό**» για τα διαλύματα σχετικά μεγάλης ή σχετικά μικρής περιεκτικότητας, αντίστοιχα. Π.χ. Ο βαρύς γλυκός ελληνικός καφές περιέχει μεγάλη ποσότητα καφέ και ζάχαρης, ενώ ο ελαφρύς ελληνικός καφές περιέχει μικρή ποσότητα καφέ. Στα αλκοολούχα ποτά η ένδειξη 5^ο, 12^ο, 40^ο κ.α. αναφέρεται στην ποσότητα της αλκοόλης που περιέχεται στο αντίστοιχο ποτό. Να παρατηρήσουμε ότι, αν το διάλυμα περιέχει περισσότερες από μία διαλυμένες ουσίες, θα έχει τόσες περιεκτικότητες όσες και οι διαλυμένες ουσίες του.



Η περιεκτικότητα ενός διαλύματος εκφράζεται συνήθως με τους εξής τρόπους:

1. Περιεκτικότητα στα εκατό κατά βάρος (% w/w)

Όταν λέμε ότι ένα διάλυμα ζάχαρης ($C_{12}H_{22}O_{11}$) είναι 20% w/w (ή κ.β), εννοούμε ότι περιέχονται 20 g ζάχαρης στα 100 g διαλύματος. Δηλαδή, η % w/w περιεκτικότητα εκφράζει τη μάζα (σε g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 g διαλύματος.

2. Περιεκτικότητα στα εκατό βάρους κατ' όγκον (% w/v)

Όταν λέμε ότι ένα διάλυμα π.χ. χλωριούχου νατρίου (NaCl) είναι 7% w/v (ή κ.ο), εννοούμε ότι περιέχονται 7 g NaCl στα 100 mL διαλύματος.

Δηλαδή, η % w/v περιεκτικότητα εκφράζει τη μάζα (σε g) της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL του διαλύματος.

3. Περιεκτικότητα στα εκατό όγκου σε όγκο (% v/v)

Χρησιμοποιείται σε ειδικότερες περιπτώσεις:

- Η % v/v χρησιμοποιείται συνήθως σε αλκοολούχα ποτά και σε υγρά φαρμακευτικά σκευάσματα. α. Για να εκφράσει την περιεκτικότητα υγρού σε υγρό. Δηλαδή, η ένδειξη στη μπίρα 5% v/v ή 5° (αλκοολικοί βαθμοί) υποδηλώνει ότι περιέχονται 5mL οινοπνεύματος στα 100 mL της μπίρας.

β. Για να εκφράσει την περιεκτικότητα ενός αερίου σε αέριο μίγμα. Δηλαδή, η έκφραση ότι ο αέρας έχει περιεκτικότητα 20% v/v σε οξυγόνο, υποδηλώνει ότι περιέχονται 20 cm³ οξυγόνου στα 100 cm³ αέρα. Η % v/v περιεκτικότητα εκφράζει τον όγκο (σε mL) της διαλυμένης ουσίας σε 100 mL του διαλύματος.

Όταν τα διαλύματα είναι πολύ αραιά (π.χ. ρύποι στον αέρα ή στη θάλασσα), μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εξής εκφράσεις περιεκτικότητας:

Μέρη ανά εκατομμύριο (**ppm**) και μέρη ανά δισεκατομμύριο (**ppb**)

4. **ppm** το οποίο εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 εκατομμύριο (10⁶) μέρη διαλύματος.

5. **ppb** το οποίο εκφράζει τα μέρη της διαλυμένης ουσίας που περιέχονται σε 1 δισεκατομμύριο (10⁹) μέρη διαλύματος.

6. Μοριακότητα κατά όγκο ή Molarity (C)

Είναι ο πλέον συνήθης τρόπος έκφρασης της συγκέντρωσης των διαλυμάτων στη Χημεία. Ορίζεται ως ο αριθμός των γραμμομορίων της διαλυμένης ουσίας (mols), που περιέχεται σε 1L διαλύματος. Συμβολίζεται με το γράμμα C και έχει μονάδες M. **1M=1mole/L διαλύματος**. Π.χ. διάλυμα NaCl 2M σημαίνει ότι περιέχει 2 mole NaCl σε 1L διαλύματος.



7. Μοριακότητα κατά βάρος (molality (m))

Εκφράζει τον αριθμό των γραμμομορίων της διαλυμένης ουσίας που υπάρχει σε **1000g διαλύτη**. Αυτή η έκφραση περιεκτικότητας χρησιμοποιείται συνήθως, όταν πρέπει να γνωρίζουμε τη μάζα του διαλύτη, όπως συμβαίνει στις περιπτώσεις **ανύψωσης του σημείου βρασμού ή ταπείνωσης του σημείου πήξεως** ενός διαλύματος.

3.5. Η έννοια της διαλυτότητας

Η **διαλυτότητα** μπορούμε να πούμε ότι εκφράζει την περιεκτικότητα ενός κορεσμένου διαλύματος. Για την διαλυτότητα ισχύει η έκφραση: «Τα όμοια διαλύουν όμοια». Δηλαδή, οι ανόργανες ουσίες διαλύονται σε ανόργανους διαλύτες και οι οργανικές ουσίες διαλύονται σε οργανικούς διαλύτες.

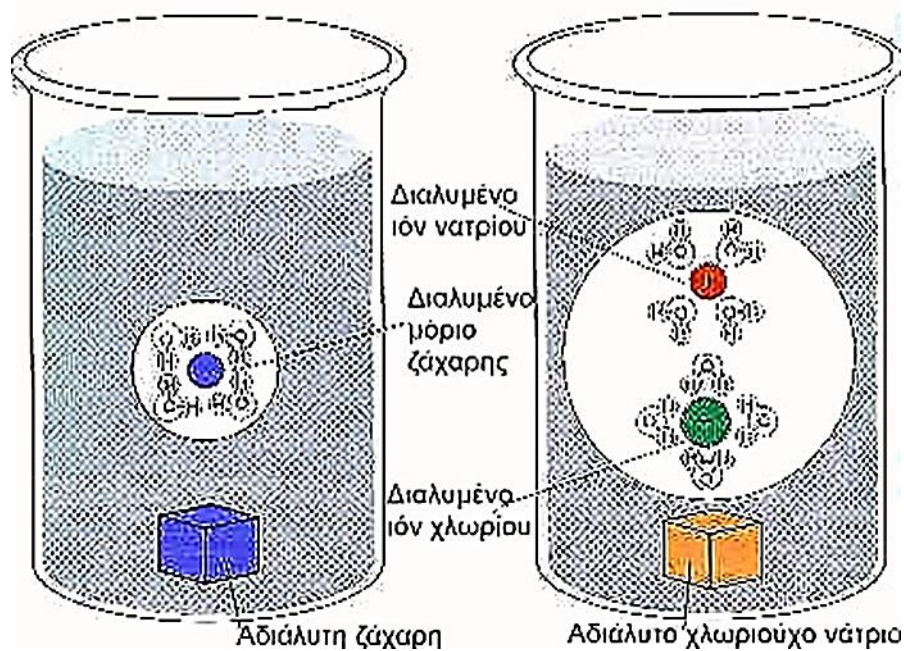
- **Διαλυτότητα** ορίζεται η μέγιστη ποσότητα μίας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ορισμένη ποσότητα διαλύτη, κάτω από ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
- Τα διαλύματα, ανάλογα με την ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, διακρίνονται σε **κορεσμένα**, **ακόρεστα** και **υπέρκορα**.

Κορεσμένα είναι εκείνα τα διαλύματα που περιέχουν την μέγιστη ποσότητα της διαλυμένης ουσίας, που μπορούν να διαλύσουν σε συνήθεις συνθήκες, π.χ. σε **100g** διαλύτη διαλύονται **35g** αλατιού.

Ακόρεστα είναι τα διαλύματα που περιέχουν μικρότερη ποσότητα διαλυμένης ουσίας από τη μέγιστη δυνατή που μπορούν να διαλύσουν.

Π.χ. Αν σε 100g νερού έχουν διαλυθεί 15g αλατιού, το διάλυμα είναι ακόρεστο.

Υπέρκορα είναι τα διαλύματα που περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα από τη μέγιστη δυνατή. Η επιπλέον ποσότητα της διαλυμένης ουσίας βρίσκεται με την μορφή ιζήματος στον πυθμένα του δοχείου. Π.χ. Αν σε 100g νερού έχουν διαλυθεί 40g αλατιού, το διάλυμα είναι υπέρκορο (υπάρχουν 5g αλατιού με την μορφή ιζήματος).



Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα μίας ουσίας σε έναν διαλύτη.

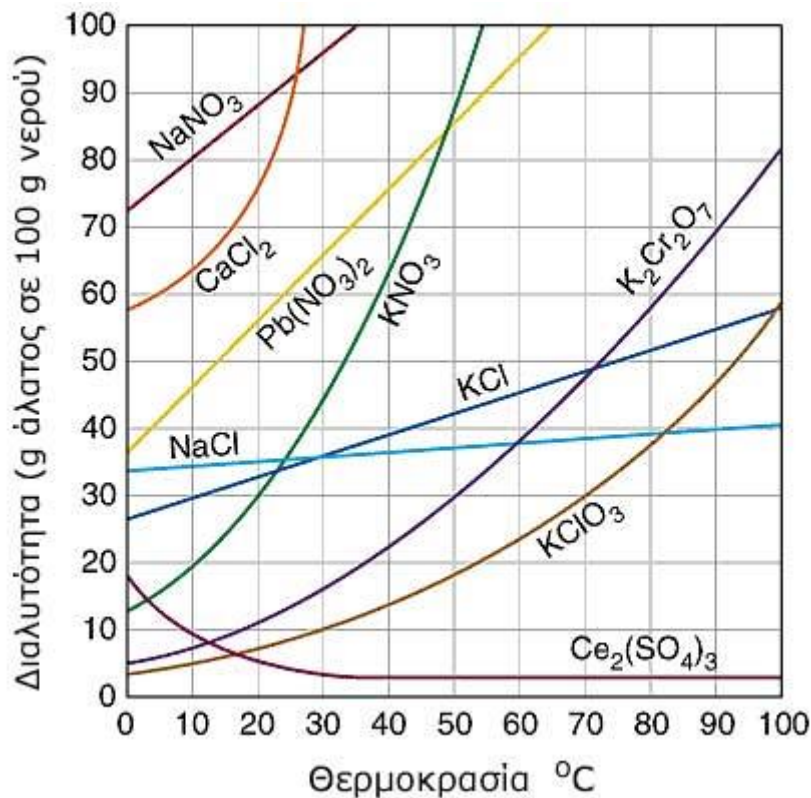
Η διαλυτότητα μιας ουσίας επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

α. τη φύση του διαλύτη

Εδώ ισχύει ο γενικός κανόνας «τα όμοια διαλύουν όμοια». Αυτό σημαίνει ότι διαλύτης και διαλυμένη ουσία θα πρέπει να έχουν παραπλήσια χημική δομή (π.χ. μοριακή ή ιοντική σύσταση).

β. τη θερμοκρασία

Συνήθως, η διαλυτότητα των στερεών στο νερό **αυξάνεται** με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ η διαλυτότητα των αερίων στο νερό **μειώνεται** με την αύξηση της θερμοκρασίας. Στον παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται οι διαλυτότητες για διάφορα άλατα συναρτήσει της θερμοκρασίας. Παρατηρούμε ότι, γενικά, η διαλυτότητα για τα περισσότερα άλατα αυξάνεται με την θερμοκρασία (βλέπε NaNO_3 , CaCl_2 , PbNO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ κ.α). Η διαλυτότητα του NaCl αυξάνεται λίγο με την θερμοκρασία, ενώ η διαλυτότητα του θειικού δημητρίου (Ce_2SO_4) μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας.



γ. την πίεση

Γενικά, η διαλυτότητα των αερίων στο νερό αυξάνεται με την αύξηση της πίεσης. Γι' αυτό, μόλις ανοίξουμε μία φιάλη με αεριούχο ποτό (η πίεση ελαττώνεται και γίνεται ίση με την ατμοσφαιρική), η διαλυτότητα του CO_2 στο νερό ελαττώνεται και το ποτό αφρίζει.

Η σχέση που συνδέει την διαλυτότητα ενός αερίου σώματος με την πίεση που ασκεί αυτό στο διάλυμα, εκφράζεται από το νόμο του Henry, σύμφωνα με τον οποίο η διαλυτότητα ενός αερίου σ' ένα υγρό είναι ανάλογη της πίεσης που ασκεί το αέριο στην επιφάνεια του διαλύματος.

$$s = k \cdot P$$

s = διαλυτότητα

k = σταθερά που εξαρτάται από το αέριο, το υγρό διαλύτη και την θερμοκρασία

P = πίεση του αερίου σε atm

Η σταθερά k εκφράζει την διαλυτότητα του αερίου, όταν η πίεση που ασκεί στο διάλυμα είναι 1 atm.

3.6. Γιατί είναι σημαντικές οι έννοιες αυτές;

Οι έννοιες της **περιεκτικότητας** και της **διαλυτότητας** συνδέονται άμεσα με την καθημερινή μας ζωή. Συγκεκριμένα, στις ετικέτες των τροφίμων αναγράφονται οι ουσίες που υπάρχουν στο μείγμα, στα 100g ή στα 100 mL του προϊόντος. Τέτοια παραδείγματα είναι η ποσότητα λιπαρών στο φρέσκο γάλα (μπλε ή πράσινο) με περισσότερα ή λιγότερα λιπαρά, η ποσότητα του οινοπνεύματος που υπάρχει σε διάφορα οινοπνευματώδη ποτά (μπύρα, κρασί, ούισκι, τσίπουρο, ούζο κτλ.), στα διάφορα αναψυκτικά η ποσότητα του χυμού πορτοκαλιού ή του διαλυμένου CO₂, ο ατμοσφαιρικός αέρας περιέχει 20% κατά όγκο οξυγόνο (O₂) και 80% κατά όγκο άζωτο (N₂), τα κέρματα που είναι κράματα μετάλλων κτλ.

ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ, ΧΑΜΗΛΗ ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	
Θρεπτικά συστατικά ανά 100 γρ	
Ενέργεια	63 kcal
Πρωτεΐνες	3.2 g
Υδατάνθρακες	4.7 g
Λιπαρά	3.5 g
Ασβέστιο	120 mg
Φώσφορος	95 mg

ΠΛΗΡΕΣ ΓΑΛΑ, ΥΨΗΛΗ ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ	
Θρεπτικά συστατικά ανά 100 γρ	
Ενέργεια	63 kcal
Πρωτεΐνες	3.2 g
Υδατάνθρακες	4.7 g
Λιπαρά	3.5 g
Ασβέστιο	120 mg
Φώσφορος	95 mg



Ο αέρας, το νερό επιβαρύνονται με διάφορες επικίνδυνες για την υγεία μας ουσίες. Η περιεκτικότητα των ουσιών αυτών εκφράζεται με **ppm** ή **ppb**. Π.χ. η ποσότητα των νιτρωδών (NO_2) στο νερό εκφράζεται με μέρη αυτών ανά εκατομμυριοστό μέρος νερού, ενώ η μόλυνση του υδάτινου οικοσυστήματος λιμνών και θαλασσών από αστικά λύματα σχετίζεται με το φαινόμενο του **ευτροφισμού**, ενώ η παρουσία των βαρέων μετάλλων στο νερό (Pb, Cd, Hg, κ.α.) σχετίζεται με το φαινόμενο της **βιοσυσσωρευσης**.

3.7. Γιατί είναι αναγκαίες οι προϋπάρχουσες γνώσεις; [20]

Ο μαθητής της Α΄ Λυκείου για να κατανοήσει τις έννοιες της περιεκτικότητας και της διαλυτότητας, να απαντήσει σε ερωτήσεις ανοιχτού τύπου και να μπορέσει να λύσει ασκήσεις και προβλήματα υπολογισμού διαφόρων ειδών περιεκτικότητας, ασκήσεις αραιώσης, συμπύκνωσης, ανάμιξης διαλυμάτων κτλ., θα πρέπει να έχει κατακτήσει ορισμένες προϋπάρχουσες γνώσεις και δεξιότητες. Συγκεκριμένα:

- Να υπολογίζει τη μάζα και τον όγκο του διαλύματος:

$$m_{\text{Διαλύματος}} = m_{\text{Διαλύτη}} + m_{\text{διαλυμένης ουσίας}}$$

$$V_{\text{Διαλύματος}} \sim V_{\text{Διαλύτη}} \text{ (Για μικρή ποσότητα διαλυμένης ουσίας)}$$

- Να γνωρίζει τη συσχέτιση των μεγεθών μάζας, όγκου και πυκνότητας διαλυμάτων:

Μάζα και Βάρος

Τα μεγέθη **μάζα (m)** και **βάρος (w)** είναι διαφορετικά. Ο μαθητής θα πρέπει να γνωρίζει ότι ένα σώμα έχει την ίδια μάζα σ' όλα τα μέρη της γης, έχει όμως διαφορετικό βάρος από τόπο σε τόπο. Το βάρος είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και της απόστασης του σώματος από την επιφάνεια της θάλασσας.

Μάζα (m) είναι η ποσότητα της ύλης που περιέχεται σ' ένα σώμα και είναι μέτρο της αδράνειας του σώματος αυτού. Η μάζα στο S.I έχει μονάδες κιλά (1kg).

Όγκος (V) είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ένα σώμα. Στο S.I ο όγκος έχει μονάδες m^3 .

Συχνά στη Χημεία χρησιμοποιούνται, κυρίως, για τα υγρά μονάδες L(Λίτρα) , mL(χιλιοστόλιτρα) ή cm^3 .

Πυκνότητα (ρ)

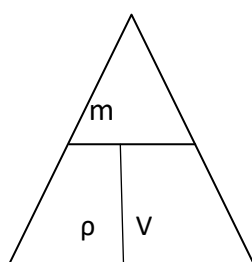
Η πυκνότητα ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας προς τον αντίστοιχο όγκο σε σταθερές συνθήκες πίεσης (όταν πρόκειται για αέριο) και θερμοκρασίας.

$$\rho = m/V$$

Η μονάδα της πυκνότητας (παράγωγο μέγεθος) στο SI είναι το Kg / m^3 .

• Η πυκνότητα πολλές φορές στην Ελληνική και διεθνή βιβλιογραφία συμβολίζεται με d . Στο παρόν βιβλίο υιοθετείται η πρόταση της IUPAC και συμβολίζεται με ρ .

Εύχρηστες όμως μονάδες είναι το g/mL (ή g/cm^3). Ειδικά στα αέρια, όπου έχουμε μικρές πυκνότητες, συνήθως χρησιμοποιούμε το g/L .



Από το παραπάνω μνημονικό τρίγωνο μπορούμε να υπολογίσουμε τα διάφορα μεγέθη:

$$m = \rho \cdot V, V = m / \rho \text{ και } \rho = m/V$$

- $\rho_{\Delta} = m_{\text{Διαλύματος}} / V_{\text{Διαλύματος}}$
- Κατά την **αραίωση του διαλύματος** ισχύει:
 $n_{\text{αρχική}} = n_{\text{τελική}}$ (αρχική ποσότητα δ.ο = τελική ποσότητα δ.ο)
 $V_{\text{τελ.}} = V_{\text{αρχ.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}$
- Κατά την **συμπύκνωση του διαλύματος** ισχύει:
 $n_{\text{αρχική}} = n_{\text{τελική}}$ (αρχική ποσότητα δ.ο = τελική ποσότητα δ.ο)
 $V_{\text{τελ.}} = V_{\text{αρχ.}} - V_{\text{H}_2\text{O}}$
- Κατά την **ανάμειξη των διαλυμάτων** ισχύει:
 $n_{\text{τελική}} = n_1 + n_2 + n_3 + \dots$ $V_{\text{τελ.}} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$

3.8.Αραίωση – Συμπύκνωση- Ανάμειξη Διαλυμάτων

Σε αυτές τις ασκήσεις θα ζητείται από εμάς να υπολογίσουμε την περιεκτικότητα ενός διαλύματος έπειτα από αραίωση (προσθήκη διαλύτη ή αφαίρεση ουσίας), συμπύκνωση (αφαίρεση διαλύτη ή προσθήκη ουσίας) ή ανάμειξη. Παρακάτω εξετάζονται οι περιπτώσεις ξεχωριστά.

Αραίωση Διαλύματος [22]

Με τον όρο αραίωση εννοούμε την ελάττωση της περιεκτικότητας ενός διαλύματος. Αυτό γίνεται με προσθήκη διαλύτη ή αφαίρεση διαλυμένης ουσίας. Όταν η αραίωση γίνεται με προσθήκη διαλύτη ισχύει:



- 1) Η ποσότητα της διαλυμένης (μάζα) ουσίας δεν μεταβάλλεται ($n_1 = n_2$)

2) Η μάζα και ο όγκος του διαλύτη αυξάνονται και, άρα, αυξάνεται και η μάζα και ο όγκος του διαλύματος.

3) Η περιεκτικότητα του διαλύματος μειώνεται (έτσι μπορούμε να μετατρέψουμε ένα κορεσμένο διάλυμα σε ακόρεστο) ($C_2 < C_1$)

Όταν η **αραίωση** γίνεται με απομάκρυνση διαλυμένης ουσίας, ισχύει:

1. Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας (μάζα) μειώνεται.
2. Η ποσότητα του διαλύτη παραμένει σταθερή.
3. Η μάζα αλλά και ο όγκος του διαλύματος μεταβάλλεται και συγκεκριμένα μειώνεται.
4. Η περιεκτικότητα του διαλύματος μειώνεται (κατά αυτό τον τρόπο μπορούμε να μετατρέψουμε ένα κορεσμένο διάλυμα σε ακόρεστο).

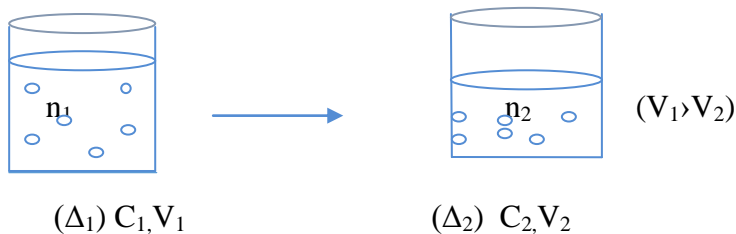
Συμπύκνωση Διαλύματος

Η συμπύκνωση ενός διαλύματος μπορεί να πραγματοποιηθεί με δύο τρόπους:

A. Με αφαίρεση διαλύτη (νερού).

B. Με προσθήκη ποσότητας διαλυμένης ουσίας.

A. Απομάκρυνση νερού από διάλυμα



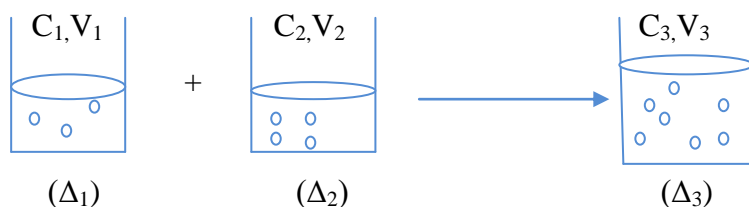
Ανάμειξη διαλυμάτων

Κατά την ανάμειξη δύο διαλυμάτων ισχύει:

$V_1 + V_2 = V_3$, $m_1 + m_2 = m_3$ και $n_1 + n_2 = n_3$ Δηλαδή κατά την ανάμειξη δύο διαλυμάτων ο όγκος, η μάζα και τα mol έχουν προσθετική ιδιότητα. Δεν ισχύει κάτι παρόμοιο με την συγκέντρωση του τελικού διαλύματος. Για την συγκέντρωση του τελικού διαλύματος ισχύει:

$$C_1, C_3, C_2,$$

Δηλαδή η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος είναι πάντα μεταξύ της μικρότερης και της μεγαλύτερης συγκέντρωσης. Για να δείξουμε πως υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του τελικού διαλύματος:



Για το τελικό διάλυμα ισχύει: $n_1 + n_2 = n_3$

$$C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_3 \cdot V_3$$

$$C_3 = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_3}$$

Κεφάλαιο4⁰

Μεθοδολογία Έρευνας

4.1 Ο σκοπός αυτής της έρευνας

Σκοπός εργασίας

Ο σκοπός της έρευνας είναι:

- Να διαπιστώσουμε, αν η ενεργός εμπλοκή των μαθητών, μέσα από καθοδηγούμενη ανακάλυψη, συμβάλλει στην καλύτερη επίδοση.
- Να παρατηρήσουμε, αν η μάθηση και η γνώση παραμένει σταθερή σε βάθος χρόνου δίνοντας το ίδιο μετά-αξιολογικό τεστ (post-test) σε αρκετά μεταγενέστερη χρονική στιγμή (τουλάχιστον μετά από 2-3 εβδομάδες).
- Να ελέγξουμε, αν μέθοδοι χρονοβόρες, όπως η καθοδηγούμενη ανακάλυψη, μπορεί να έχουν παιδαγωγικά οφέλη σε χώρους «αφιλόξενους», όπως το λύκειο, και να επιφέρουν θετικά αποτελέσματα.
- Να ερευνήσουμε, αν υπάρχουν διαφορές στη μάθηση ανάμεσα στους χαμηλόβαθμους, στους μέτριους ή και στους υψηλόβαθμους μαθητές.

Δείγμα

Στην έρευνά μας πήραν μέρος 4 τμήματα της Α΄ Λυκείου (2 ομάδες ελέγχου και 2 πειραματικές ομάδες) από το 3^ο ΓΕΛ Ιλίου και το 5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης. Οι δύο ομάδες (ελέγχου και πειραματικές) ήταν ισοδύναμες μεταξύ τους και δεν είχαν μεγάλη διαφορά στους βαθμούς τους με βάση τους βαθμούς των απολυτηρίων τους από το γυμνάσιο. Στα τμήματα Α₁ και Α₂ του 3^{ου} Γ.Ε.Λ Ιλίου διδάσκων ήταν ο ίδιος ο ερευνητής, ενώ στα τμήματα Α₁ και Α₂ του 5^{ου} Γ.Ε.Λ Πετρούπολης ο διδάσκων ήταν άλλος.

Στο πρώτο σχολείο συμμετείχαν **40 μαθητές**, ενώ στο δεύτερο συμμετείχαν **34 μαθητές** από τα ίδια τμήματα Α₁ και Α₂ του 3^{ου} και 5^{ου} Γ.Ε.Λ Ιλίου και Πετρούπολης αντίστοιχα.

Μεθοδολογία Έρευνας

Κατά τον μήνα Νοέμβριο 2016, δόθηκαν φύλλα αξιολόγησης (προ-τεστ) σε δύο τμήματα A_1 και A_2 του 3^{ου} Γ.Ε.Λ Ιλίου. Στη συνέχεια, ακολούθησε παραδοσιακή διδασκαλία στο τμήμα A_1 (ομάδα ελέγχου) πάνω στο αντικείμενο της περιεκτικότητας διαλυμάτων, και ένα δίωρο διδασκαλίας στο τμήμα A_2 του 3^{ου} Γ.Ε.Λ Ιλίου με 20λεπτη παρουσίαση σε διαφάνειες (ppt), μετωπικό πείραμα επίδειξης, 5λεπτο για απορίες και ερωτήσεις διατυπώθηκαν από τους μαθητές και, στη συνέχεια, δόθηκαν φύλλα εργασίας για να πραγματοποιηθεί η έρευνα με τη μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης. Το τμήμα είχε χωριστεί σε 4 ομάδες και τα μέλη της κάθε ομάδας είχαν σαφείς οδηγίες δίπλα στο πάγκο τους τι έπρεπε να κάνουν για το κάθε σκέλος της έρευνάς τους. Ο διδάσκων περιφερόταν και καθοδηγούσε τις κινήσεις των μαθητών και η συμβολή του ήταν σε φθίνουσα κατάσταση. Οι μαθητές κάθε ομάδας συζητούσαν μεταξύ τους χαμηλόφωνα και κατέγραφαν στα φύλλα εργασίας τους αυτά που τους ζήτηγε ο εκπαιδευτικός μέσω των φύλλων εργασίας. Στο τέλος του δίωρου δόθηκε και πεντάλεπτη **κάρτα εξόδου** που σχετιζόταν με την διδασκαλία σε διαφάνειες και την καθοδηγούμενη ανακάλυψη και τα φύλλα της έρευνας. Υπήρχε και η κλείδα παρατήρησης από την δόκτορα καθηγήτρια Κυρία Κουλουμπαρίτση που κρατούσε σημειώσεις και κατέγραφε ό,τι έβλεπε και άκουγε κατά την πραγματοποίηση της έρευνας.

Μετά από μία εβδομάδα δόθηκε το ίδιο τεστ (μετα-τεστ) και στις δύο ομάδες (ελέγχου και πειραματική).

Την ίδια διαδικασία ακολουθήσαμε στις αρχές Δεκεμβρίου 2016 στα δύο τμήματα A_1 και A_2 του 5^{ου} Γ.Ε.Λ Πετρούπολης (προ-τεστ και μετά-τεστ, κάρτα εξόδου, κλείδα παρατήρησης από την Κα Κουλουμπαρίτση, ακολουθώντας τη μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης).

Όλα τα στοιχεία συλλέχτηκαν και υπέστησαν επεξεργασία στην πορεία από τον ερευνητή, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα μεταξύ των δύο ομάδων (ελέγχου και πειραματική) ,μεταξύ αγοριών και κοριτσιών και διαφορετικών επιπέδων επίδοσης.

Η ίδια έρευνα έγινε σε δεύτερη φάση στα ίδια τμήματα (A₁ και A₂) και ίδια σχολεία (3^ο ΓΕ.Λ Ιλίου και 5^ο ΓΕ.Λ Πετρούπολης) με καινούρια φύλλα αξιολόγησης (προ και μετά-τεστ), νέες κάρτες εξόδου και νέα φύλλα έρευνας πάνω στη **συγκέντρωση διαλυμάτων** (ορισμός-αραίωση-συμπύκνωση και ανάμειξη αυτών).

4.2 Ερευνητικά ερωτήματα

1. Η καθοδηγούμενη ανακάλυψη συμβάλλει στην επίτευξη καλύτερων επιδόσεων των μαθητών στο μάθημα της Χημείας Α΄ Γενικού Λυκείου;
2. Η καθοδηγούμενη ανακάλυψη προσφέρει καλύτερα αποτελέσματα σε χώρους «αφιλόξενους», όπως το Λύκειο, και επιφέρει παιδαγωγικά οφέλη;
3. Η καθοδηγούμενη ανακάλυψη μπορεί να βελτιώσει τις επιδόσεις ανεξαρτήτως φύλου και πρότερων επιδόσεων (προστιθέμενη αξία/ value added);
4. Υπάρχουν διαφορές στη μάθηση ανάμεσα στους χαμηλόβαθμους, στους μέτριους ή και στους υψηλόβαθμους μαθητές;

4.3 Ερευνητικά Εργαλεία

Τα ερευνητικά εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε για την έρευνά μας ήταν τα εξής:

1. Το Μοντέλο της Καθοδηγούμενης Ανακάλυψης (Guided Discovery)
2. Δοκιμασίες (Τεστ) προ-ελέγχου και μετα-ελέγχου (ίδιες)
3. Κάρτα εξόδου (πεντάλεπτη)
4. Παρουσίαση με Διαφάνειες (ppt)
5. Πείραμα επίδειξης από τον ερευνητή
6. Κλείδα Παρατήρησης

4.4 Η διαδικασία των πειραματικών διδασκαλιών

Οργανώσαμε πειραματικές διδασκαλίες επιλέγοντας τμήματα μαθητών που να είναι ισοδύναμα ως προς τον αριθμό των μαθητών, τις επιδόσεις και την αναλογία του φύλου αγοριών και κοριτσιών.

Ο χρόνος διδασκαλίας στις πειραματικές ομάδες ήταν κατά 30' περισσότερος ανά διδασκαλία από ότι ήταν στις ομάδες ελέγχου, επειδή η καθοδηγούμενη ανακάλυψη προϋπέθετε περισσότερο χρόνο για εκτέλεση πειράματος, παρατήρηση και ανακάλυψης της γνώσης από τους μαθητές μέσω φύλλου εργασίας.

Στις πειραματικές ομάδες ο εκπαιδευτικός ήταν ο ίδιος, ο ερευνητής. Στις ομάδες ελέγχου στην μεν μία, στο 3^ο ΓΕΛ Ιλίου ο διδάσκων ήταν και ο ερευνητής, ενώ στο 5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης ο διδάσκων στην ομάδα ελέγχου ήταν ο καθηγητής του τμήματος. Σε αυτό το σχολείο βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και στην πειραματική ομάδα. Δεν είμαστε σε θέση να πούμε μετά βεβαιότητας ότι οι διαφορές αυτές μπορεί να αποδοθούν στις διαφορές που μπορεί να εντοπίζονται μεταξύ των δύο καθηγητών.

Το διδακτικό υλικό διαφοροποιήθηκε στις δύο ομάδες. Στις ομάδες ελέγχου το κύριο διδακτικό υλικό ήταν το σχολικό βιβλίο και η μεθοδολογία ήταν η μετωπική διδασκαλία με ερωταποκρίσεις μεταξύ εκπαιδευτικού και μαθητών.

Στις πειραματικές ομάδες το διδακτικό υλικό ήταν: παρουσίαση ppt, φύλλο εργασίας με ερωτήσεις, πειράματα και δραστηριότητες διερευνητικές που στήριζαν και καθοδηγούσαν την ανακάλυψη. Επίσης, έγιναν πειράματα επίδειξης από τον ερευνητή-διδάσκοντα και πειράματα από τους ίδιους τους μαθητές σε συνθήκες ομαδοσυνεργατικής διδασκαλίας (παρασκευής ενός συγκεκριμένου διαλύματος, αραιώσης, συμπύκνωσης και ανάμιξης διαλυμάτων).

Με το πέρας της διδασκαλίας δόθηκε σε κάθε πειραματική ομάδα ένα σύντομο τεστ, που στη διεθνή βιβλιογραφία ονομάζεται «κάρτα εξόδου» (exit ticket), για άμεση διαμορφωτική ανατροφοδότηση της διδασκαλίας. Τα δεδομένα που συλλέξαμε από αυτό το τεστ διαμορφωτικής αξιολόγησης, καθώς και οι παρατηρήσεις του κριτικού φίλου, που παρακολούθησε τη διεξαγωγή της πειραματικής διδασκαλίας (κ. Κουλουμπαρίτση) λειτούργησαν ανατροφοδοτικά για να βελτιώσουμε τη στρατηγική μας, αλλά και για να καταλήξουμε σε συμπεράσματα σχετικά με τα όρια και περιθώρια εφαρμογής της καθοδηγούμενης ανακάλυψης στο Λύκειο.

4.5 Παρατηρήσεις του «κριτικού φίλου» που παρακολούθησε τις πειραματικές διδασκαλίες με κλειδα παρατήρησης των Creemers&Kyriakides, 2012, (βλ. στο Παράρτημα).

Η πρώτη παρακολούθηση στο 3^ο ΓΕΛ Ιλίου, τον Νοέμβριο 2016 έδειξε ότι :

1. Υπήρχε ανάγκη για περισσότερες οδηγίες και κατευθύνσεις προς τους μαθητές, για τις διαδικασίες και το υλικό, με το οποίο οι μαθητές θα προχωρήσουν στην ανακάλυψη της θεωρίας και στην επίλυση των ασκήσεων.
2. Ο ερευνητής - καθηγητής έπρεπε να περιφέρεται στα θρανία και να παρέχει διευκρινιστικές οδηγίες πιο συχνά και πιο στοχευμένα.
3. Το οργανωτικό μέρος χρειαζόταν καλύτερη προετοιμασία με τα κουτιά με το υλικό να είναι τακτοποιημένα, πριν να μουν οι μαθητές στην αίθουσα, και για το είδος της καθοδήγησης που έχουν ανάγκη οι μαθητές. Χάθηκε πολύτιμος χρόνος στην αρχή της διδασκαλίας.
4. Δεν είναι τόσο σίγουρος ο ερευνητής-καθηγητής για το είδος των οδηγιών που παρέχει στους μαθητές.
5. Ορθά ο ερευνητής δεν αποκαλύπτει τις απαντήσεις στους μαθητές, αλλά επιχειρεί να τους εκμαιεύσει τις απαντήσεις με αρκετά εύστοχα ερωτήματα.

Στην τελευταία παρακολούθηση στο 5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης , τον Απρίλιο του 2017:

1. Προσέξαμε μεγάλη βελτίωση στο οργανωτικό.
2. Έχουν αυξηθεί οι οδηγίες καθοδήγησης κατά την επιτέλεση των πειραμάτων. Καλύτερος προσανατολισμός των μαθητών στον μαθησιακό στόχο και τις διαδικασίες ανακάλυψης.
3. Οι μαθητές δείχνουν μεγαλύτερο ενδιαφέρον.
4. Απαντάει με θετικό τρόπο στους μαθητές.
5. Δεν επαναδιατυπώνει τις ερωτήσεις, προκειμένου να γίνει πιο κατανοητός, αλλά αυξάνει τις καθοδηγητικές νύξεις.
6. Επιβραβεύει λεκτικά κάθε σωστή απάντηση.
7. Υποστηρίζει την καθοδηγούμενη ανακάλυψη με καλή οργάνωση της ομαδικής εργασίας., κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας.
8. Κατά τη διαδικασία συμπλήρωσης της κάρτας εξόδου επεσήμανε την ομαδική συμπλήρωση σε κάποιες ομάδες .

4.6 Μορφή δοκιμασιών (φύλλων εργασίας και καρτών εξόδου)

Τα φύλλα αξιολόγησης (προ και μετά-ελέγχου) είχαν την εξής δομή:

Το 1^ο φύλλο αξιολόγησης αποτελείται από 10 ερωτήσεις κυρίως ανοιχτού τύπου (πολλαπλής επιλογής, αντιστοίχισης και συμπλήρωσης κενού), δύο ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής με αιτιολόγηση και μία ερώτηση ανάπτυξης.

Η λογική αυτού του φύλλου στηρίζεται στην κάλυψη όλης της ύλης πάνω στην περιεκτικότητα των διαλυμάτων: να ελέγξει αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει όλα τα είδη έκφρασης περιεκτικότητας, να εμπεδώσουν χημικές έννοιες, όπως η αραίωση, η συμπύκνωση και η ανάμιξη διαλυμάτων. Η ερώτηση 3 ελέγχει την ικανότητα των μαθητών να περιγράψουν την παρασκευή ενός διαλύματος γνωστής περιεκτικότητας με τη βοήθεια διαφόρων χημικών οργάνων.

Το 2^ο φύλλο αξιολόγησης αποτελείται από 8 ερωτήσεις κυρίως ανοιχτού τύπου (πολλαπλής επιλογής και συμπλήρωσης κενού), στις οποίες ερωτήσεις υπάρχει και μία ερώτηση ανάπτυξης και μία ερώτηση κρίσεως, όπου καλούνται οι μαθητές να ανακαλύψουν ότι η συγκέντρωση διαλυμάτων δεν έχει προσθετική ιδιότητα όπως ο όγκος, η μάζα και η ποσότητα των mols.

Η λογική αυτού του φύλλου στηρίζεται στο να καλύψει όλη την ύλη πάνω στην συγκέντρωση των διαλυμάτων: να ελέγξει αν οι μαθητές έχουν κατανοήσει τον ορισμό της συγκέντρωσης των διαλυμάτων, να υπολογίσουν την συγκέντρωση ενός διαλύματος, να προβλέψουν πώς μεταβάλλεται η συγκέντρωση ενός διαλύματος με την αραίωση, τη συμπύκνωση και την ανάμιξη διαλυμάτων. Η ερώτηση 3 ελέγχει την ικανότητα των μαθητών να περιγράψουν την παρασκευή ενός διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης με τη βοήθεια διαφόρων χημικών οργάνων.

Οι κάρτες εξόδου έχουν την εξής μορφή:

Η 1^η κάρτα εξόδου είναι μία σύντομη αξιολόγηση (διάρκειας 5-7 λεπτών), όπου οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν τη μάζα και την πυκνότητα ενός διαλύματος κάνοντας χρήση του τύπου της πυκνότητας (αν είναι γνωστά η μάζα του διαλύτη, η μάζα της διαλυμένης ουσίας και ο όγκος διαλύματος) και τις επί τις % περιεκτικότητες του διαλύματος (% w/w και % w/V).

Η 2^η κάρτα εξόδου είναι μία σύντομη αξιολόγηση (διάρκειας 5-7 λεπτών) όπου οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν τη συγκέντρωση ενός διαλύματος, αν είναι γνωστή η μάζα της διαλυμένης ουσίας και ο όγκος του διαλύματος, καθώς και να υπολογίσουν τον όγκο του νερού που πρέπει να προσθέσουμε στο αρχικό διάλυμα, για να προκύψει ένα τελικό διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης.

Τα φύλλα εργασίας για τις πειραματικές ομάδες έχουν την εξής μορφή:

Το 1^ο φύλλο εργασίας με καθοδηγούμενη ανακάλυψη αποτελείται από 4 ερωτήσεις, όπου στις 2 πρώτες καλούνται τα μέλη της κάθε ομάδας να περιγράψουν τα όργανα που έχουν μπροστά στον κάθε πάγκο τους και, έπειτα, αφού συζητήσουν μεταξύ τους σιωπηλά, να περιγράψουν τη διαδικασία παρασκευής ενός διαλύματος γνωστής περιεκτικότητας, χρησιμοποιώντας ακίνδυνες ουσίες όπως μαγειρικό αλάτι. Έπειτα καλούνται να ζυγίσουν, να μετρήσουν όγκους και να παρασκευάσουν το ζητούμενο διάλυμα. Στις 3^η ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να υποθέσουν πώς γίνεται η συμπύκνωση και να ανακαλύψουν διαδικασίες. Στην 4^η ερώτηση οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν τι είδους διαλυμάτων μπορούν να αναμίξουν από την καθημερινή τους ζωή και να υπολογίσουν τον όγκο, την ποσότητα σε γραμμάρια της διαλυμένης ουσίας και την τελική περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει από την ανάμειξη δύο διαλυμάτων.

Το 2^ο φύλλο εργασίας με καθοδηγούμενη ανακάλυψη αποτελείται από 3 ερωτήσεις, όπου οι μαθητές καλούνται να παρασκευάσουν ένα διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης κάνοντας τους αντίστοιχους υπολογισμούς, τη ζύγιση της ποσότητας της διαλυμένης ουσίας, την προσθήκη κατάλληλης ποσότητας νερού και την προσθήκη χρωμάτων ζαχαροπλαστικής, για να φτιάξουν εντυπωσιακά διαλύματα. Στην 2^η ερώτηση, δίνεται στους μαθητές μία εικόνα διαλύματος όγκου V_1 , όπου φαίνονται και 6 μόρια διαλυμένης ουσίας. Καλούνται οι μαθητές να σχεδιάσουν τρεις παρόμοιες εικόνες διαλυμάτων με την αρχική και πώς θα είναι τα μόρια της διαλυμένης ουσίας μετά: α) από αραίωση του αρχικού διαλύματος β) από συμπύκνωση του αρχικού διαλύματος

με αφαίρεση διαλύτη γ) από συμπύκνωση με προσθήκη επιπλέον ποσότητας διαλυμένης ουσίας. Στην 3^η ερώτηση, οι μαθητές καλούνται να αραιώσουν ένα αρχικό διάλυμα και να συγκρίνουν τα χρώματά τους.

Να επισημάνουμε ότι τα τεστ προ-ελέγχου και μετά-ελέγχου διαμορφώθηκαν με την συμβολή και τις εποικοδομητικές επισημάνσεις των κυρίων Σταμπάκη Δέσποινας και Σάλτα Κατερίνας.

4.7 Τα ευρήματα της έρευνας

Παρακάτω παρατίθενται οι Πίνακες με τα αποτελέσματα των Pre-test, Post-test και Καρτών εξόδων από την έρευνά μας στις ομάδες ελέγχου και πειραματικές που έγινε στα τμήματα Α1 και Α2 και στα Γενικά Λύκεια 3^ο Ιλίου και 5^ο Πετρούπολης κατά το χρονικό διάστημα Οκτωβρίου 2016 Μαΐου 2017.

3^ο Γ.Ε.Λ Ιλίου: Στην 1^η έρευνα έλαβαν μέρος 40 μαθητές από τα τμήματα Α₁ και Α₂.

Πίνακας 1 **Τμήμα Α₁** → 21 Μαθητές (Ομάδα ελέγχου)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-test</u>	<u>Post-test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Μαρία	28	50	25
Στυλιανή	35	68	35
Γαβριήλ	71	83	100
Ιωάννης	52	38	
Τζέσικα	28	47	15
Χρήστος	35	84	85
Δημήτριος	51	64	50
Κατερίνα	30	50	35
Μαρία	52	65	0
Δήμητρα	30	57	50
Παναγιώτης	30	43	15
Μαρία	71	70	80
Κ. Ιωάννης	52	68	35
Δάφνη	70	65	90
Άννα	86	93	82
Σταυρούλα	82	95	80
Κωνσταντίνα		24	10
Στυλιανός	53	65	40
Παναγής	30	41	10
Σοφία	34	28	15
Πετρούλα	60	68	70

Πίνακας 2 Τμήμα Α₂ —————> 19 Μαθητές (Πειραματική ομάδα)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre- test</u>	<u>Post- test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Θανάσης	22	52	25
Αικατερίνη	27	51	37
Ν. Γεώργιος	57	51	60
Φοίβος	83	94	96
Ευάγγελος	25	37	20
Ιωάννα	80	87	75
Εριγκένα	50	68	65
Ιωάννης	27	25	20
Δημήτριος	37	55	50
Ελευθέριος	40	51	45
Σ. Γεώργιος	52	81	68
Αχιλλεύς	20	38	52
Βασιλική	30	57	35
Μαρία	27	73	25
Μάριος	58	82	85
Ειρήνη	53	88	75
Έλενα	70	72	70
Λαμπρινή	54	95	100
Τ. Βασιλική	35	73	72

3^ο Γ.Ε.Λ Ιλίου: 2^η Έρευνα έλαβαν μέρος 39 μαθητές

Πίνακας 3 Τμήμα Α₁ → 20 Μαθητές (Ομάδα ελέγχου)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre- test</u>	<u>Post- test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Μαρία	16	60	50
Στυλιανή	35	70	60
Γαβριήλ	55	75	20
Β. Ιωάννης	70	80	90
Τζέσικα	5	38	50
Χρήστος	38	50	60
Δημήτριος	30	63	65
Κατερίνα	25	60	75
Μαρία	20	45	50
Δήμητρα	25	25	60
Παναγιώτης	25	20	40
Κ. Μαρία	45	82	20
Κ. Ιωάννης	25	20	25
Δάφνη	75	85	50
Άννα	70	80	80
Σταυρούλα	60	88	50
Κωνσταντίνα	20	38	25
Στυλιανός	63	75	50
Παναγής	20	38	70
Σοφία	20	38	0

Πίνακας 4 Τμήμα Α₂ → 19 Μαθητές (Πειραματική ομάδα)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre- test</u>	<u>Post- test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Θανάσης	16	32	20
Αικατερίνη	38	56	10
Ν. Γεώργιος	55	75	20
Φοίβος	88	100	90
Ευάγγελος	30	32	20
Ιωάννα	75	75	80
Εριγκένα	70	72	30
Ιωάννης	25	25	50
Δημήτριος	50	85	90
Ελευθέριος	70	80	60
Σ. Γεώργιος	30	42	50
Αχιλλεύς	63	82	90
Σ. Βασιλική	25	30	50
Μαρία	63	71	50
Μάριος	55	75	90
Ειρήνη	60	80	60
Έλενα	85	92	90
Λαμπρινή	88	92	50
Τ. Βασιλική	35	66	90

5^ο Γ.Ε.Λ Πετρούπολης: Στην 1^η έρευνα έλαβαν μέρος 34 μαθητές από τα τμήματα Α₁ και Α₂.

Πίνακας 5 **Τμήμα Α₁** —→ 17 Μαθητές (Ομάδα ελέγχου)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>	<u>Κάρτα Εξόδου</u>
Νικόλας	20	45	0
Αριστοτέλης	46	37	33
Δημήτρης	61	62	66
Νικολέτα	39	60	66
Βασίλης	40	59	50
Α. Ευθυμία	26	65	66
Α. Κωνσταντίνα	19	31	33
Ηλίας	70	68	33
Α. Νίκος	62	71	83
Ναταλία	73	-	-
Κωνσταντίνος	17	-	83
Φλώρα	58	70	50
Β. Νικόλαος	52	60	5
Γιώργος	30	46	33
Γ. Αντωνία	48	62	33
Γ. Μαρία	68	77	66
Γ. Δημήτρης	40	50	-
Αργυρώ	53	72	33
Έλενα	57	63	35
Αλεξάνδρα	53	-	-
Γ. Αλεξάνδρα	31	-	-
Μαριάντζελα	70	82	40

Πίνακας 6

Τμήμα Α₂ → 17 Μαθητές (Πειραματική Ομάδα)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>	<u>Κάρτα Εξόδου</u>
Μαρισούλα	26	66	50
Αντώνιος	70	88	100
Σάββας	52	84	66
Δέσποινα	18	67	30
Νικόλαος	39	69	83
Γεωργία	39	51	83
Ευαγγελία	45	78	70
Μιχάλης	18	58	66
Ατζιράλντο	63	68	66
Χρήστος	42	93	66
Χάρης	-	37	66
Ευγενία	35	66	30
Παναγιώτης	33	50	66
Κατερίνα	27	70	30
Παντελής	39	72	70
Ειρήνη	62	67	30
Αλέξης	64		50
Αθανασία	52	65	83
Αναστασία	18	-	-
Πέννυ	37	55	10

5^ο Γ.Ε.Λ Πετρούπολης: Στην 2^η έρευνα έλαβαν μέρος 34 μαθητές από τα τμήματα Α₁ και Α₂.

Πίνακας 7 **Τμήμα Α₁** —————> 15 Μαθητές (Ομάδα ελέγχου)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>	<u>Κάρτα Εξόδου</u>
Αριστοτέλης	50	20	40
Δημήτρης	56	60	60
Νικολέτα	13	20	30
Βασίλης	38	80	50
Α. Ευθυμία	30	20	40
Α. Κωνσταντίνα	25	35	0
Ηλίας	20	38	40
Ναταλία	13	23	40
Κωνσταντίνος	38	20	0
Φλώρα	32	15	30
Β. Νικόλαος	13	63	60
Αργυρώ	50	59	40
Έλενα	13	20	40
Αλεξάνδρα	44	50	40
Μαριάντζελα	20	25	20

Πίνακας 8

Τμήμα Α₂ → 19 Μαθητές (Πειραματική ομάδα)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>	<u>Κάρτα Εξόδου</u>
Μαρισούλα	44	50	40
Αντώνιος	96	100	60
Σάββας	38	75	90
Δέσποινα	7	55	15
Κ.Νικόλαος	0	77	15
Γεωργία	25	25	40
Ευαγγελία	43	57	40
Μαρία	20	56	56
Ευγενία	20	25	15
Παναγιώτης	38	63	50
Κατερίνα	13	25	15
Χάρης	0	20	0
Παντελής	25	57	40
Αλέξης	50	55	45
Αθανασία	38	57	40
Αναστασία	13	32	20
Πέννυ	13	78	20
Ατζιράλντο	70	85	95
Χρήστος	37	75	40

4.8 Σχολιασμός ερευνών στις ομάδες ελέγχου και τις πειραματικές ομάδες

3^ο Γ.Ε.Λ Ιλίου: Στην 1^η έρευνα έλαβαν μέρος 40 μαθητές από τα τμήματα Α₁ και Α₂.

Τμήμα Α₁: (Ομάδα ελέγχου) Συμμετείχαν 21 μαθητές

1. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **7 στους 21** μαθητές.
2. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **16 στους 21** μαθητές.
3. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	6
15-17	4
18-20	7

4. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:
 - A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **4 στους 21** μαθητές.
 - B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **11 στους 21** μαθητές.

Τμήμα Α₂ (Πειραματική ομάδα) Συμμετείχαν 19 μαθητές.

5. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **14 στους 19** μαθητές.
6. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **17 στους 19** μαθητές.

7. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	4
15-17	4
18-20	8

8. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **3 στους 19 μαθητές.**

B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **4 στους 19 μαθητές.**

⇒ Παρατηρούμε ότι η διδασκαλία με καθοδηγούμενη ανακάλυψη επέφερε καλύτερα αποτελέσματα και στην κάρτα ελέγχου (**11/19 συγκριτικά με 7/21**) και στα τεστ μετα-αξιολόγησης (**17/19 συγκριτικά με 16/21**). Ενώ στην κάρτα εξόδου χειροτέρεψαν τη βαθμολογία τους **4/19 μαθητές συγκριτικά με τους 11/21 της ομάδας ελέγχου.**

5^ο Γ.Ε.Λ Πετρούπολης: Στην 1^η έρευνα έλαβαν μέρος 34 μαθητές από τα τμήματα A₁ και A₂.

Τμήμα A₁: (Ομάδα ελέγχου) Συμμετείχαν 17 μαθητές.

9. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **8 στους 17 μαθητές.**

10. Βελτίωσαν το βαθμό τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **16 στους 17 μαθητές.**

11.Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	3
15-17	5
18-20	3

12.Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

- A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **1 στους 17 μαθητές.**
- B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **9 στους 17 μαθητές.**

Τμήμα Α₂ (Πειραματική ομάδα) Συμμετείχαν 17 μαθητές.

13. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **14 στους 17 μαθητές.**

14.Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **17 στους 17 μαθητές.**

15.Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	6
15-17	7
18-20	3

16. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **0 στους 17 μαθητές.**

B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **3 στους 17 μαθητές.**

⇒ Παρατηρούμε ότι η διδασκαλία με καθοδηγούμενη ανακάλυψη επέφερε καλύτερα αποτελέσματα και στην κάρτα ελέγχου (**14/17 συγκριτικά με 8/17**) και στα τεστ μετα-αξιολόγησης (**17/17 συγκριτικά με 16/17**). Αντίθετα στην κάρτα εξόδου χειροτέρεψαν τη βαθμολογία τους **3/17 μαθητές συγκριτικά με τους 9/17 της ομάδας ελέγχου.**

3^ο ΓΕΛ Ιλίου: 2^η Έρευνα

Τμήμα Α₁: (Ομάδα ελέγχου) Συμμετείχαν 20 μαθητές.

17. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **13 στους 20 μαθητές.**

18. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **17 στους 20 μαθητές.**

19. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	6
15-17	4
18-20	7

20. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

- A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **2 στους 20 μαθητές.**
- B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **5 στους 20 μαθητές.**

Τμήμα Α₂ (Πειραματική ομάδα) Συμμετείχαν 19 μαθητές.

- 21. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **11 στους 19 μαθητές.**
- 22. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **17 στους 19 μαθητές.**
- 23. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	4
15-17	4
18-20	8

24. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

- A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **0 στους 19 μαθητές.**
- B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **7 στους 19 μαθητές.**

⇒ Παρατηρούμε ότι η διδασκαλία με καθοδηγούμενη ανακάλυψη επέφερε καλύτερα αποτελέσματα και στην κάρτα ελέγχου (**11/19 συγκριτικά με 13/20**) και στα τεστ μετα-αξιολόγησης (**17/19 συγκριτικά με 17/20**). Αντίθετα, στην κάρτα εξόδου χειροτέρεψαν τη βαθμολογία τους **7/19 μαθητές συγκριτικά με τους 5/20 της ομάδας ελέγχου.**

5^ο Γ.Ε.Λ Πετρούπολης: Στην 2^η έρευνα έλαβαν μέρος 36 μαθητές από τα τμήματα Α₁ και Α₂.

Τμήμα Α₁: (Ομάδα ελέγχου) Συμμετείχαν 16 μαθητές.

25. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **8 στους 16** μαθητές.

26. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **11 στους 16** μαθητές.

27. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	3
15-17	5
18-20	3

28. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **3 στους 16** μαθητές.

B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **6 στους 16** μαθητές.

Τμήμα Α₂ (Πειραματική ομάδα) Συμμετείχαν 20 μαθητές.

29. Ανέβασαν το βαθμό τους από το τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **14 στους 20** μαθητές.

30. Βελτίωσαν το βαθμός τους από τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετα-ελέγχου **19 στους 20** μαθητές.

31. Αριθμός μαθητών με διάφορες βαθμολογίες:

Βαθμοί Μαθητών	Αριθμός Μαθητών
13-14	6
15-17	7
18-20	3

32. Χειροτέρεψαν τους βαθμούς τους από:

A. Τα τεστ προελέγχου στα τεστ μετά-ελέγχου **0 στους 20** μαθητές.

B. Τα τεστ προελέγχου στην κάρτα εξόδου **4 στους 20** μαθητές.

⇒ Παρατηρούμε ότι η διδασκαλία με καθοδηγούμενη ανακάλυψη επέφερε καλύτερα αποτελέσματα και στην κάρτα ελέγχου (**14/20 συγκριτικά με 8/16**) και στα τεστ μετά-αξιολόγησης (**19/20 συγκριτικά με 11/16**). Ενώ στην κάρτα εξόδου χειροτέρεψαν τη βαθμολογία τους **0/20 μαθητές συγκριτικά με τους 6/16 της ομάδας ελέγχου**.

4.9 Μερικές απαντήσεις από φύλλα με καθοδηγούμενη ανακάλυψη

Ομάδα 3

2^ο Φύλλο Εργασίας

Όνοματεπώνυμο: Τριμ Λαμπρινή

Τάξη και Μάθημα: Α' 2, τάξη 3^ο Γ.Ε.Λ Μ.Λ.Α.Υ Μάθημα: Χημεία

Ενότητα: Συγκέντρωση Διαλυμάτων

1. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ζυγός, ογκομετρικές φιάλες (των 0,5L, 1,0 L και 1,5 L), ογκομετρικός κύλινδρος, στερεό αλάτι NaCl, χρωστική ζαχαροπλαστικής, υδροβολέα. Πως μπορώ να παρασκευάσω ένα διάλυμα NaCl 0,1M; Δίνονται τα Ar: Na=23, Cl=35,5.

Περιγραφή διαδικασίας:

$$M_r[\text{NaCl}] = 23 + 35,5 = 58,5$$

$$\Sigma \epsilon \text{ 1L} \rightarrow 0,1 \text{ mol}$$

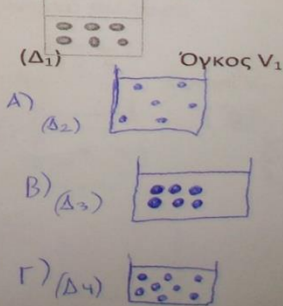
$$m = 58,5 \cdot 0,1 = 5,85 \text{ g}$$

Ζυγίζουμε το αλάτι και το τοποθετούμε στην ογκομετρική φιάλη του 1 L. Μετά προσθέτουμε νερό μέχρι να φτάσει η ένδειξη στο 1 L.

2. Διαθέτουμε ένα αρχικό διάλυμα (Δ_1) όγκου V_1 και ας υποθέσουμε ότι περιέχει 6 μόρια διαλυμένης ουσίας όπως στο σχήμα. Να ζωγραφίσετε:

- A. Ένα αραιωμένο διάλυμα Δ_2
- B. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_3 με αφαίρεση διαλύτη.
- Γ. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_4 με προσθήκη διαλυμένης ουσίας.

Αρχικό Διάλυμα



3. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ζυγός, ογκομετρικός κύλινδρος, ογκομετρικές φιάλες, στερεό αλάτι $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, υδροβολέα.

- Πως μπορώ να παρασκευάσω ένα διάλυμα $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,01M (Διάλυμα Δ_1); Δίνονται τα Ar: Cu=63,5, O=16, S=32, H=1,
- Παίρνουμε 10mL από το παραπάνω διάλυμα και το αραιώνουμε σε 100mL. Ποια η συγκέντρωση του νέου διαλύματος (Διάλυμα Δ_2) που προκύπτει;
- Ποια διαφορά έχουν στο χρώμα τα παραπάνω διαλύματα;

$$M_r[\text{CuSO}_4] : 63,5 + 32 + 4 \cdot 16 = 63,5 + 32 + 64 = 159,5$$

$$M_r[\text{H}_2\text{O}] : 2 + 16 = 18 \cdot 5 = 90$$

$$M_r[\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}] = 159,5 + 90 = 249,5$$

$$\Sigma \epsilon \text{ 1000 mL} \rightarrow 0,01 \text{ M}$$

$$\Sigma \epsilon \text{ 100 mL} \rightarrow x$$

$$1000x = 100 \cdot 0,01$$

$$x = \frac{10}{1000} = 0,001 \text{ M}$$

$$m = n \cdot M_r \epsilon = 0,001 \cdot 249,5 = 0,25 \text{ g}$$

Το πυκνό διάλυμα είχε πιο έντονο χρώμα από το αραιωμένο.

Με τα παρακάτω υλικά: ογκομετρική ηλεκτρικό ζυγό, υδροβολέα, στερεή και ράβδο ανάδευσης. ρούμε να φτιάξουμε ένα διάλυμα 4% $\frac{w}{w}$;

> Πως νομίζεις ότι μπορείς να φτιάξεις το παραπάνω διάλυμα;

> Αιτιολόγησέ το:

ογκομετρική φιάλη
ηλεκτρικό ζυγό
υδροβολέα



Μέσα σε 100 ml νερού βάζουμε 4% w ζάχαρης. Ρίχνω 4g ζάχαρης στο δοχείο. Μετά ρίχνω νερό μέχρι η στάθμη να φτάσει στα 100 ml. Άρα το διάλυμα περιέχει 4g νερό κ' 4g ζάχαρη. Άρα το ζαχαρόνερο 4% w/w

Αραίωση κάνουμε ρίχνοντας νερό μέσα στο διάλυμα.

Εφόσον αραιώνουμε το διάλυμα η περιεκτικότητα του διαλύματος σε ζάχαρη μειώνεται.

Ο όγκος του διαλύματος αυξήθηκε με την προσθήκη νερού.

Η ποσότητα μένει ίδια

2. Διαθέτουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 6% $\frac{w}{w}$ και όγκου 200mL. Αν αραιώσουμε το παραπάνω διάλυμα με 300 ml νερό, τότε η νέα περιεκτικότητα του διαλύματος πώς μεταβάλλεται; Ποια θα είναι η νέα περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει;

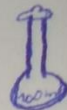
A. 6% $\frac{w}{w}$ B. 2.4% $\frac{w}{w}$ Γ. 12% $\frac{w}{w}$

Αιτιολόγησέ το:

τας Διαλυμάτων

κή

Ογκομετρική φιάλη:
Υδροβολέας:



οίς να
νω

Για να φτιάξω το διάλυμα βάζω ~~4g~~
~~4g ζάχαρη στο δοχείο~~ Μετά ρίχνω
νερό με τον υδροβολέα μέχρι ^{η στάθμη} να φτάσει
στα 100 ml. Άρα το διάλυμα περιέχει 4g
νερό και 4g ζάχαρη. Οπότε το ζαχαρόνερο
έχει περιεκτικότητα 4% $\frac{w}{w}$

0mL.
άνω
ότε η
εται;
ματος

Αραίωση κάνουμε ρίχνοντας νερό μέσα
στο διάλυμα. Εφόσον αραιώνουμε το
διάλυμα η περιεκτικότητα του διαλύματος
μειώνεται. Ο όγκος του διαλύματος αυξήθη-
κε με την προσθήκη νερού. Η ποσότητα της
διαλυμένης ουσίας μένει ίδια.

1. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ζυγός, ογκομετρικές φιάλες (των 0,5L, 1,0 L και 1,5 L), ογκομετρικός κύλινδρος, στερεό αλάτι NaCl, χρωστική ζαχαροπλαστικής, υδροβολέα. Πως μπορώ να παρασκευάσω ένα διάλυμα NaCl 0,1M; Δίνονται τα Ar: Na=23, Cl=35,5.

Περιγραφή διαδικασίας:

$$M_{[NaCl]} = 23 + 35,5 = 58,5$$

$$\Sigma \epsilon \text{ 1L} \rightarrow 0,1 \text{ mol}$$

$$m = 58,5 \cdot 0,1 = 5,85 \text{ g}$$

Ζυγίζουμε το αλάτι και το τοποθετούμε στην ογκομετρική φιάλη το 1 L. Μετά προσθέτουμε νερό μέχρι να φτάσει η ένδειξη στο 1 L.

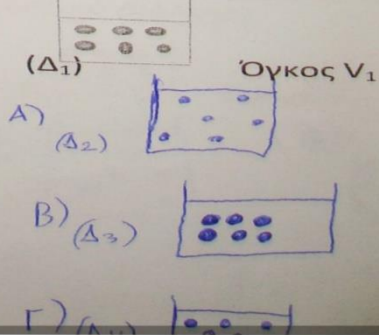
2. Διαθέτουμε ένα αρχικό διάλυμα (Δ_1) όγκου V_1 και ως υποθέσουμε ότι περιέχει 6 μόρια διαλυμένης ουσίας όπως στο σχήμα. Να ζωγραφίσετε:

A. Ένα αραιωμένο διάλυμα Δ_2

B. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_3 με αφαίρεση διαλύτη.

Γ. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_4 με προσθήκη διαλυμένης ουσίας.

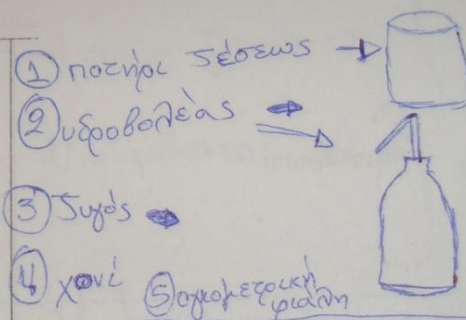
Αρχικό Διάλυμα



1. Διαθέτουμε τα παρακάτω υλικά: ογκομετρική φιάλη, ηλεκτρικό ζυγό, υδροβολέα, στερεή ουσία και ράβδο ανάδευσης. Πως μπορώ να φτιάξω ένα διάλυμα ζάχαρης 4% $\frac{w}{w}$;

> Πως νομίζεις ότι μπορείς να φτιάξεις το παραπάνω διάλυμα;

> Αιτιολόγησέ το:



Για 100gr διαλύματος τα 4gr είναι η ζάχαρη η διαλυμένη ουσία. Βάζουμε στον ηλεκτρικό ζυγό την καθό και προσθέτουμε ζάχαρη μέχρι να φτάσει 4gr και μετά προσθέτουμε σιγά-σιγά από λίγο νερό μέχρι να διαλυθεί η ζάχαρη και μετά συμπληρώνουμε μέχρι να φτάσει τα 100gr

2. Διαθέτουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 6% $\frac{w}{w}$ και όγκου 200mL.

Πίνακας 1 Τμήμα Α₁

Ομάδα ελέγχου 3^{ου} ΓΕ.Λ Ιλίου

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre- test</u>	<u>Post- test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Μαρία	28	50	25
Στυλιανή	35	68	35
Γαβριήλ	71	83	100
Ιωάννης	52	38	-
Τζέσικα	28	47	15
Χρήστος	35	84	85
Δημήτριος	51	64	50
Κατερίνα	30	50	35
Μαρία	52	65	0
Δήμητρα	30	57	50
Παναγιώτης	30	43	15
Μαρία	71	70	80
Κ. Ιωάννης	52	68	35
Δάφνη	70	65	90
Άννα	86	93	82
Σταυρούλα	82	95	80
Κωνσταντίνα		24	10
Στυλιανός	53	65	40
Παναγής	30	41	10
Σοφία	34	28	15
Πετρούλα	60	68	70

Πίνακας 2 Τμήμα Α₂ —————> 19 Μαθητές (Πειραματική ομάδα)

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Pre-test</u>	<u>Post-test</u>	<u>Κάρτα εξόδου</u>
Θανάσης	22	52	25
Αικατερίνη	27	51	37
Ν. Γεώργιος	57	51	60
Φοίβος	83	94	96
Ευάγγελος	25	37	20
Ιωάννα	80	87	75
Εριγκένα	50	68	65
Ιωάννης	27	25	20
Δημήτριος	37	55	50
Ελευθέριος	40	51	45
Σ. Γεώργιος	52	81	68
Αχιλλεύς	20	38	52
Βασιλική	30	57	35
Μαρία	27	73	25
Μάριος	58	82	85
Ειρήνη	53	88	75
Έλενα	70	72	70
Λαμπρινή	54	95	100
Τ. Βασιλική	35	73	72

Και για τις δύο ομάδες (ελέγχου και πειραματική)

-Οι επιδόσεις για τα κορίτσια είναι ισοδύναμες.

-Τα αγόρια της πειραματικής ομάδας είναι καλύτερα από εκείνα της ομάδας ελέγχου.

-Η ομάδα ελέγχου έχει περισσότερους αριστούχους και περισσότερους αδύνατους μαθητές.

-Η πειραματική ομάδα έχει περισσότερους μέτριους μαθητές.

3ο ΓΕ.Λ ΙΛΙΟΥ Πειραματική Ομάδα (Επίδοση)

Όνοματεπώνυμο Μαθητή	Pre-test	Post-test	Επίδοση
Μπάσο Θανάς	22	52	73
Μπάτου Αικατερίνη	27	51	85
Νικηφοράκης Γεώργιος	57	51	83
Ντούλας Φοίβος	83	94	98
Παπαθεοδώρου Ευάγγελος	25	37	50
Παππού Ιωάννα	80	87	93
Πρέλα Εριγκένα	50	68	85
Ριζιώτης Ιωάννης	27	25	53
Σαγιάς Δημήτριος	37	55	80
Σακέτος Ελευθέριος	40	51	60
Σελλάς Γεώργιος	52	81	90
Σιμιτζής Αχιλλεύς	20	38	70
Σολιδάκη Βασιλική	30	57	63
Σούπουλη Μαρία	27	73	66
Σφουντούρης Μάριος	58	82	86
Τασιούλα Ειρήνη	53	88	83
Τζαφάρη Έλενα	70	72	98
Τρωμ Λαμπρινή	54	95	95
Τσιτσιλιάγκου Βασιλική	35	73	90

Πειραματική Ομάδα 3^{οο} ΓΕ.Λ. Ιλίου

Ομάδα 1η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Αχιλλέας	70	90
2.Μάριος	98	90
3.Φοίβος	88	90
4.Δημήτρης	80	90
5.Γιώργος	90	50

Ομάδα 2η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Κατερίνα	85	10
2.Θανάσης	73	20
3.Εριγκένα	85	30
4.Γιώργος Ν.	83	20
5.Βαγγέλης	50	20

Ομάδα 3η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Βασιλική	63	50
2.Ιωάννα	93	80
3.Ειρήνη	83	60
4.Λαμπρινή	95	50

Ομάδα 4η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Λευτέρης	60	60
2.Έλενα	98	90
3.Βάσια	90	90
4.Γιάννης	53	50
5.Μαρία	68	50

Πειραματική ομάδα 3^ο Γ.Ε.Λ.Ιλίου

Ομάδα 1η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Αχιλλέας	70	20	38	90
2.Μάριος	98	58	82	90
3.Φοίβος	88	83	94	90
4.Δημήτρης	80	37	55	90
5.Γιώργος Σ.	90	52	81	50

Ομάδα 2η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Κατερίνα	85	27	51	10
2.Θανάσης	73	22	52	20
3.Εριγκένα	85	50	68	30
4.Γιώργος Ν.	83	57	51	20
5.Βαγγέλης	50	25	37	20

Ομάδα 3η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Βασιλική	63	30	57	50
2.Ιωάννα	93	80	87	80
3.Ειρήνη	83	53	88	60
4.Λαμπρινή	95	54	95	50

Ομάδα 4η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Λευτέρης	60	40	51	60
2.Έλενα	98	70	72	90
3.Βάσια	90	35	73	90
4.Γιάννης	53	27	25	50
5.Μαρία	68	27	73	50

Σύγκριση ομάδων:

1. Η 1^η ομάδα έχει καλύτερη επίδοση.
2. Τα 4/5 της 1^{ης} ομάδας ανέβασαν το βαθμό στην κάρτα εξόδου.
3. Η 2^η και η 4^η ομάδα έριξαν όλοι τους βαθμούς στις κάρτες εξόδου.
4. Το 1/5 στην 3^η ομάδα ανέβασε το βαθμό στην κάρτα εξόδου.

4.10 Σύγκριση χαμηλόβαθμων, μέτριων και υψηλόβαθμων μαθητών του 3^{ου} ΓΕΛ Ιλίου:

➤ Χαμηλόβαθμοι:

Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Τζέσικα	45	28	47	15
2.Δήμητρα	53	30	57	50
3.Σοφία	53	34	28	15

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Βαγγέλης	50	37	50	20
2.Γιάννης	53	27	25	50
3.Λευτέρης	60	51	60	60

- Και οι δύο ομάδες έριξαν την επίδοσή τους στο Pre-test.
- Η Τζέσικα και η Σοφία έχουν χαμηλούς βαθμούς στην κάρτα εξόδου, συγκριτικά με τον Γιάννη και το Λευτέρη της πειραματικής ομάδας.
- Η Σοφία και ο Γιάννης μείωσαν τον βαθμό τους από το Pre-test στο Post-test.
- Ο Λευτέρης διατήρησε τον βαθμό της επίδοσής του στο Post-test και στην κάρτα εξόδου.

➤ Μέτριοι:

Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Δημήτρης Β.	68	51	64	50
2.Γιάννης Κ.	78	52	68	35
3.Παναγής	83	30	41	10

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Μαρία	66	37	50	25
2.Θανάσης	73	51	60	25
3.Δημήτρης Σ.	80	37	55	50

Δεν παρατηρήθηκε διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες. Και οι δύο ανέβασαν τους βαθμούς από τα Pre-test στα Post-test.

Και οι δύο ομάδες έχουν χαμηλές επιδόσεις στις κάρτες εξόδου.

➤ Υψηλόβαθμοι:

Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Γαβριήλ	98	71	83	100
2.Άννα	98	86	93	82
3.Σταυρούλα.	93	82	95	80

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Φοίβος	98	83	94	96
2.Έλενα	98	70	72	70
3.Λαμπρινή	95	54	95	100

-Δεν υπάρχει διαφορά στους υψηλόβαθμους των δύο ομάδων όσον αφορά τους βαθμούς στα Pre-test και Post-test.

-Και οι δύο ομάδες ανέβασαν τους βαθμούς των Pre-test.

-Η Λαμπρινή της πειραματικής ομάδας ανέβασε κατά 41 μονάδες τον βαθμό του Pre-test και διατήρησε τον βαθμό της επίδοσης.

Πειραματική ομάδα 5^ο ΓΕ.Λ. Πετρούπολης

Ομάδα 1η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Αθανασία	77	83
2.Γωγώ	56	83
3.Παντελής	55	70
4.Ευαγγελία	57	70
5.Μαρισούλα	69	50

Ομάδα 2η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Χρήστος	90	66
2.Ατζιράλντο	71	66
3.Σάββας	81	66
4.Κοσμάς	55	66
5.Αλέξης	64	50

Ομάδα 3η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Μιχάλης	73	66
2.Χάρης	83	66
3.Νικόλαος	91	83
4.Πέννυ	71	10
5. Αντώνης	100	100

Ομάδα 4η	Επίδοση	Κάρτα εξόδου
1.Ευγενία	59	30
2.Κατερίνα	23	30
3.Δέσποινα	34	30
4.Ειρήνη	87	30

- Η 2^η και η 4^η ομάδα στις κάρτες εξόδου λειτούργησαν ομαδικά παρά σε ατομικό επίπεδο.
- Η 1^η και η 3^η ομάδα έδωσε διαφορετικές απαντήσεις στην κάρτα εξόδου.
- Η 3^η και 4^η ομάδα είχαν και οι δύο χαμηλές επιδόσεις στην κάρτα εξόδου.
- Από την 2^η ομάδα μόνο ο Κοσμάς ανέβασε τον βαθμό στην κάρτα εξόδου συγκριτικά με την επίδοση.
- Η Πέννυ της 3^{ης} ομάδας δεν συμβαδίζει με τους βαθμούς της ομάδας της στην κάρτα εξόδου.

Πειραματική ομάδα 5^ο ΓΕ.Α. Πετρούπολης

Ομάδα 1η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Αθανασία	77	52	65	83
2.Γωγώ	56	39	51	83
3.Παντελής	55	39	72	70
4.Ευαγγελία	57	45	78	70
5.Μαρισούλα	69	26	66	50

Ομάδα 2η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Χρήστος	90	42	93	66
2.Ατζιράλντο	71	63	68	66
3.Σάββας	81	52	84	66
4.Κοσμάς	55	33	50	66
5.Αλέξης	64	64	-	50

Ομάδα 3η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Μιχάλης	73	18	58	66
2.Χάρης	83	-	37	66
3.Νικόλαος	91	39	69	83
4.Πέννυ	71	37	55	10
5. Αντώνης	100	70	88	100

Ομάδα 4η	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Ευγενία	59	35	66	30
2.Κατερίνα	23	27	70	30
3.Δέσποινα	34	18	67	30
4.Ειρήνη	87	62	67	30

- Και οι 4 ομάδες ανέβασαν τους βαθμούς από το pre-test στο post-test.
- Και οι 4 ομάδες έριξαν τον βαθμό της επίδοσής τους στο pre-test.
- Η Πέννυ που έγραψε χαμηλό βαθμό στην κάρτα εξόδου είναι αξιοσημείωτο ότι ανέβασε τον βαθμό της από το pre-test στο post-test.

Σύγκριση χαμηλόβαθμων, μέτριων και υψηλόβαθμων μαθητών του 5^{ου} ΓΕΛ Πετρούπολης:

- Χαμηλόβαθμοι:
Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Νικολέτα	61	39	60	66
2.Κωνσταντίνα	60	19	31	33
3.Έλενα	34	13	20	35

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Ευγενία	59	35	66	30
2.Ευαγγελία	57	45	78	70
3.Δέσποινα	34	18	67	30

-Και οι δύο ομάδες έριξαν την επίδοσή τους στο Pre-test

-Η πειραματική ομάδα φαίνεται να έφερε καλύτερα αποτελέσματα στο Post-test.

-Η Ευαγγελία βελτίωσε σημαντικά το βαθμό της επίδοσης στην κάρτα εξόδου (57→70) και το βαθμό του Pre-test στο Post-test (45→78)

➤ Μέτριοι:

Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Δημήτρης Α.	71	56	60	60
2.Ηλίας	67	20	38	40
3.Ναταλία	73	13	23	10

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Πέννυ	71	37	55	25
2.Μαρισούλα	69	26	66	25
3.Μιγάλης.	73	18	58	50

-Η πειραματική ομάδα έχει καλύτερη επίδοση στα Post-test συγκριτικά με την ομάδα ελέγχου.

-Η ομάδα ελέγχου έχει καλύτερες επιδόσεις στις κάρτες εξόδου.

➤ Υψηλόβαθμοι:

Ομάδα Ελέγχου

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Ευθυμία.	85	26	65	66
2.Νίκος Β.	96	52	60	50

Πειραματική Ομάδα

Όνομα	Επίδοση	Pre-test	Post-test	Κάρτα εξόδου
1.Χρήστος	90	42	93	66
2.Νίκος Κ.	91	39	69	83

-Η πειραματική ομάδα έφερε καλύτερα αποτελέσματα στα Post-test

και στις κάρτες εξόδου.

Ο Νίκος Κ. έφερε καλύτερο βαθμό στην κάρτα εξόδου συγκριτικά με τον Νίκο Β. της ομάδας ελέγχου και βελτίωσε σημαντικά το βαθμό του Pre-test στο Post-test κατά 30 μονάδες.

4.11 Στατιστική Επεξεργασία αποτελεσμάτων έρευνας

Αξιολόγηση αξιοπιστίας του 1^{ου} τεστ από τα δεδομένα του 3^{ου} ΓΕΛ

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,506	10

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item1	5,2051	3,430	,295	,464
item2	5,2051	4,062	-,192	,567
item3	5,6923	2,955	,423	,406
item4	5,3077	4,113	-,220	,592
item5	5,6667	3,439	,123	,509
item6	5,5128	2,783	,525	,366
item7	5,4103	3,354	,191	,487
item8	5,4615	3,308	,203	,483
item9	5,6667	2,807	,515	,370
item10	5,5641	3,200	,253	,466

Από το δείκτη διακριτικής ικανότητας φαίνεται ότι οι ερωτήσεις 1, 3, 6, 9 μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές έως πολύ καλές. Παράλληλα, επιλέγοντας αυτές τις ερωτήσεις επιτυγχάνουμε τον μέγιστο δείκτη αξιοπιστίας Cronbach's Alpha.

Με βάση τις 4 επιλεγμένες ερωτήσεις προκύπτουν οι πίνακες:

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0,737	4

Item-Total Statistics				
	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item1	1,3590	1,447	,439	,729
item3	1,8462	1,081	,581	,646
item6	1,6667	1,070	,574	,651
item9	1,8205	1,099	,548	,667

Τα ερωτήματα έχουν τους παρακάτω δείκτες δυσκολίας:

Ερώτημα	Δείκτης δυσκολίας
1	0,872
3	0,385
6	0,564
9	0,410
Μέσος όρος	0,558

οι οποίοι ακολουθούν κανονική κατανομή:

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Δείκτης δυσκολίας	,245	4	.	,863	4	,270

a. Lilliefors Significance Correction

Αφού $p > 0,05$

Έλεγχος ισοδυναμίας – σύγκριση των τμημάτων από την 1^η έρευνα.

Καθώς τα σκορ των μαθητών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή:

Tests of Normality							
	Ομάδα	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Corrected Post-test1	Π.Ο.	,321	19	,000	,793	19	,001
	Ο.Ε.	,237	20	,005	,857	20	,007
Corrected Pre-test1	Π.Ο.	,246	19	,004	,883	19	,024
	Ο.Ε.	,165	20	,157	,882	20	,019

a. Lilliefors Significance Correction

χρησιμοποιούμε μη παραμετρικά τεστ.

α. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων πριν την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
Corrected Pre-test1	Π.Ο.	19	18,76	356,50
	Ο.Ε.	20	21,18	423,50
	Total	39		

Test Statistics ^a	
	Corrected Pre-test1
Mann-Whitney U	166,500
Wilcoxon W	356,500
Z	-,680
Asymp. Sig. (2-tailed)	,496
ExactSig. [2*(1-tailed Sig.)]	,513 ^b
a. Grouping Variable: Ομάδα	
b. Not corrected for ties.	

και διαπιστώνουμε μεγαλύτερη επίδοση της Ο.Ε. πριν την διδασκαλία, η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$. Συνεπώς, τα δύο τμήματα μπορούν να θεωρηθούν αρχικά ως ισοδύναμα.

β. Έλεγχος βελτίωσης της επίδοσης των τμημάτων μετά την 1^η έρευνα

Εφαρμόζουμε Wilcoxon Signed Ranks Test.

Π.Ο.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Corrected Pre-test1	19	1,47	,905	0	3
Corrected Post-test1	19	2,47	1,504	0	4

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Corrected Post-test1 - Corrected Pre-test1	NegativeRanks	2 ^a	4,50	9,00
	PositiveRanks	13 ^b	8,54	111,00
	Ties	4 ^c		
	Total	19		
a. Corrected Post-test1 < Corrected Pre-test1				
b. Corrected Post-test1 > Corrected Pre-test1				
c. Corrected Post-test1 = Corrected Pre-test1				

Test Statistics ^a	
	Corrected Post-test1 - Corrected Pre-test1
Z	-2,969 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

και διαπιστώνουμε στατιστικά σημαντική αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία.

OE

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Corrected Pre-test1	20	1,85	1,496	0	4
Corrected Post-test1	20	2,00	1,257	0	4

Ranks				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Corrected Post-test1 - Corrected Pre-test1	Negative Ranks	4 ^a	6,38	25,50
	Positive Ranks	7 ^b	5,79	40,50
	Ties	9 ^c		
	Total	20		
a. Corrected Post-test1 < Corrected Pre-test1				
b. Corrected Post-test1 > Corrected Pre-test1				
c. Corrected Post-test1 = Corrected Pre-test1				

Test Statistics ^a	
	Corrected Post-test1 - Corrected Pre-test1
Z	-,711 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,477
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

και διαπιστώνουμε αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία που όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική.

γ. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μετά την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
total	Π.Ο.	19	22,03	418,50
	Ο.Ε.	20	18,08	361,50
	Total	39		

Test Statistics^a	
	total
Mann-Whitney U	151,500
Wilcoxon W	361,500
Z	-1,108
Asymp. Sig. (2-tailed)	,268
ExactSig. [2*(1-tailed Sig.)]	,283 ^b
a. Grouping Variable: Ομάδα	
b. Not corrected for ties.	

και διαπιστώνουμε μεγαλύτερη επίδοση της Π.Ο. η οποία όμως δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$.

Αξιολόγηση αξιοπιστίας του 2^{ου} τεστ από τα δεδομένα του 3^{ου} ΓΕΛ και σύγκριση ομάδων

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,482	8

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item1	4,1538	2,186	,384	,382
item2	4,3846	1,980	,455	,336
item3	4,5897	2,511	,104	,494
item4	4,1795	2,677	-,001	,531
item5	4,2051	2,115	,405	,368
item6	4,0256	2,552	,201	,457
item7	4,5385	2,623	,015	,531
item8	4,2051	2,325	,238	,440

Από το δείκτη διακριτικής ικανότητας φαίνεται ότι οι ερωτήσεις 1, 2, 5, 8 μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές έως πολύ καλές. Παράλληλα, επιλέγοντας αυτές τις ερωτήσεις επιτυγχάνουμε τον μέγιστο δείκτη αξιοπιστίας Cronbach's Alpha.

Με βάση τις 4 επιλεγμένες ερωτήσεις προκύπτουν οι πίνακες:

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
,698	4

Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
item1	1,8974	1,147	,554	,593
item2	2,1282	1,062	,526	,606
item5	1,9487	1,260	,370	,702
item8	1,9487	1,155	,491	,629

Τα ερωτήματα έχουν τους παρακάτω δείκτες δυσκολίας:

Ερώτημα	Δείκτης δυσκολίας
1	0,744
2	0,513
5	0,692
8	0,692
Μέσος όρος	0,660

οι οποίοι ακολουθούν κανονική κατανομή:

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00001	,373	4	.	,821	4	,145

a. Lilliefors Significance Correction

Αφού $p > 0,05$

Έλεγχος ισοδυναμίας – σύγκριση των τμημάτων από την 1^η έρευνα.

Καθώς τα σκορ των μαθητών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή:

Tests of Normality

	Ομάδα	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pre-test2	Π.Ο.	,213	19	,023	,896	19	,041
	Ο.Ε.	,202	20	,031	,892	20	,029
post-test2	Π.Ο.	,268	19	,001	,788	19	,001
	Ο.Ε.	,175	20	,110	,885	20	,022

a. Lilliefors Significance Correction

χρησιμοποιούμε μη παραμετρικά τεστ.

α. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων, πριν την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks

	Ομάδα	N	MeanRank	SumofRanks
pre-test 2	Π.Ο.	19	23,16	440,00
	Ο.Ε.	20	17,00	340,00
	Total	39		

Test Statistics^a

	pre-test2
Mann-Whitney U	130,000
Wilcoxon W	340,000
Z	-1,731
Asymp. Sig. (2-tailed)	,083
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,095 ^b

a. Grouping Variable: Ομάδα

b. Not corrected for ties.

Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$. Συνεπώς, τα δύο τμήματα μπορούν να θεωρηθούν αρχικά ως ισοδύναμα.

β. Έλεγχος βελτίωσης της επίδοσης των τμημάτων μετά την 1^η έρευνα

Εφαρμόζουμε Wilcoxon Signed Ranks Test

Π.Ο.

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
post-test2 - pre-test2	Negative Ranks	2 ^a	5,00	10,00
	Positive Ranks	11 ^b	7,36	81,00
	Ties	6 ^c		
	Total	19		

a. post-test2 < pre-test2

b. post-test2 > pre-test2

c. post-test2 = pre-test2

Test Statistics^a

	post-test2 - pre-test2
Z	-2,586 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,010

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

και διαπιστώνουμε στατιστικά σημαντική αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία.

OE

Ranks

		N	Mean Rank	Sum of Ranks
post-test2 - pre-test2	Negative Ranks	0 ^a	,00	,00
	Positive Ranks	10 ^b	5,50	55,00
	Ties	10 ^c		
	Total	20		

a. post-test2 < pre-test2

b. post-test2 > pre-test2

c. post-test2 = pre-test2

Test Statistics^a

	post-test2 - pre-test2
Z	-2,877 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

και διαπιστώνουμε αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία που είναι στατιστικά σημαντική.

γ. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μετά την διδασκαλία της 2^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
post-test2	Π.Ο.	19	22,11	420,00
	Ο.Ε.	20	18,00	360,00
	Total	39		

Test Statistics ^a	
	post-test2
Mann-Whitney U	150,000
Wilcoxon W	360,000
Z	-1,165
Asymp. Sig. (2-tailed)	,244
ExactSig. [2*(1-tailed Sig.)]	,270 ^b

a. Grouping Variable: Ομάδα

b. Not corrected for ties.

Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$. Συνεπώς τα δύο τμήματα μπορούν να θεωρηθούν και τελικά ισοδύναμα.

Χρησιμοποιούμε για την σύγκριση των ομάδων και του 5^{ου} ΓΕΛ τις ερωτήσεις 1, 3, 6, 9.

Έλεγχος ισοδυναμίας – σύγκριση των τμημάτων από την 1^η έρευνα.

Καθώς τα σκορ των μαθητών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή:

Tests of Normality							
	Ομάδα	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
post-test1	Π.Ο.	,226	19	,012	,866	19	,012
	Ο.Ε.	,321	18	,000	,842	18	,006
pre-test1	Π.Ο.	,210	19	,027	,888	19	,030
	Ο.Ε.	,257	18	,003	,815	18	,003

a. Lilliefors Significance Correction

$p < 0,05$

χρησιμοποιούμε μη παραμετρικά τεστ.

α. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων, πριν την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pre-test1	Π.Ο.	19	18,58	353,00
	Ο.Ε.	18	19,44	350,00
	Total	37		

και διαπιστώνουμε μεγαλύτερη επίδοση της Ο.Ε. πριν την διδασκαλία, η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$. Συνεπώς, τα δύο τμήματα μπορούν να θεωρηθούν αρχικά ως ισοδύναμα.

β. Έλεγχος βελτίωσης της επίδοσης των τμημάτων μετά την 1^η έρευνα

Εφαρμόζουμε Wilcoxon Signed Ranks Test:

Π.Ο.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
post-test1	19	2,79	,918	1	4
pre-test1	19	1,68	,946	0	3

Test Statistics ^a	
	pre-test1 - post-test1
Z	-3,086 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	,002
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on positive ranks.	

και διαπιστώνουμε αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία που είναι στατιστικά σημαντική.

OE

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
post-test1	18	2,33	,840	1	4
pre-test1	18	1,78	1,114	0	3

Test Statistics^a	
	pre-test1 - post-test1
Z	-2,140 ^b
Asymp. Sig. (2- tailed)	,032
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on positive ranks.	

διαπιστώνουμε αύξηση της επίδοσης μετά την διδασκαλία που είναι στατιστικά σημαντική.

γ. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μετά την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
post-test1	Π.Ο.	19	21,53	409,00
	Ο.Ε.	18	16,33	294,00
	Total	37		

Test Statistics^a	
	post-test1
Mann-Whitney U	123,000
Wilcoxon W	294,000
Z	-1,558
Asymp. Sig. (2-tailed)	,119
ExactSig. [2*(1-tailed Sig.)]	,150 ^b
a. Grouping Variable: Ομάδα	
b. Not corrected for ties.	

και διαπιστώνουμε μεγαλύτερη επίδοση της Π.Ο., η οποία, όμως, δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$.

2^η έρευνα του 5^{ου} ΓΕΛ και σύγκριση ομάδων

Χρησιμοποιούμε τις ερωτήσεις: 1, 2, 5, 8

Έλεγχος ισοδυναμίας – σύγκριση των τμημάτων από την 1^η έρευνα.

Καθώς τα σκορ των μαθητών δεν ακολουθούν κανονική κατανομή:

Tests of Normality							
	Ομάδα	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pre-test2	Π.Ο.	,199	20	,037	,871	20	,012
	Ο.Ε.	,233	15	,028	,880	15	,048
post-test2	Π.Ο.	,267	20	,001	,879	20	,017
	Ο.Ε.	,251	15	,012	,798	15	,003

a. Lilliefors Significance Correction

χρησιμοποιούμε μη παραμετρικά τεστ.

α. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test, για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων, πριν την διδασκαλία της 1^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	Mean Rank	Sum of Ranks
pre-test2	Π.Ο.	20	16,43	328,50
	Ο.Ε.	15	20,10	301,50
	Total	35		

Test Statistics ^a	
	pre-test2
Mann-Whitney U	118,500
Wilcoxon W	328,500
Z	-1,087
Asymp. Sig. (2-tailed)	,277
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,298 ^b
a. Grouping Variable: Ομάδα	
b. Not corrected for ties.	

Η διαφορά δεν είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p > 0,05$. Συνεπώς, τα δύο τμήματα μπορούν να θεωρηθούν αρχικά ως ισοδύναμα.

β. Έλεγχος βελτίωσης της επίδοσης των τμημάτων μετά την 1^η έρευνα

Εφαρμόζουμε Wilcoxon Signed Ranks Test

Π.Ο.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
post-test2	20	2,45	1,276	0	4
pre-test2	20	1,30	1,261	0	4

Test Statistics ^a	
	pre-test2 - post-test2
Z	-2,968 ^b
Asymp. Sig. (2- tailed)	,003
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on positive ranks.	

O.E.

Descriptive Statistics					
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
post-test2	15	1,27	,704	0	2
pre-test2	15	1,67	,976	0	4

Test Statistics ^a	
	pre-test2 - post-test2
Z	-1,403 ^b
Asymp. Sig. (2- tailed)	,161
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

και διαπιστώνουμε μικρή μείωση της επίδοσης μετά την διδασκαλία, που δεν είναι όμως στατιστικά σημαντική.

γ. Εφαρμόζουμε το Mann-Whitney U Test για να εξετάσουμε την ισοδυναμία των τμημάτων μετά την διδασκαλία της 2^{ης} έρευνας:

Ranks				
	Ομάδα	N	MeanRank	SumofRanks
post-test2	Π.Ο.	20	22,23	444,50
	O.E.	15	12,37	185,50
	Total	35		

Test Statistics ^a	
	post-test2
Mann-Whitney U	65,500
Wilcoxon W	185,500
Z	-2,897
Asymp. Sig. (2-tailed)	,004
ExactSig. [2*(1-tailed Sig.)]	,004 ^b
a. GroupingVariable: Ομάδα	
b. Not corrected for ties.	

Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική καθώς $p < 0,05$.

A1 5^ο ΓΕ.Λ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ Ομάδα Ελέγχου Επίδοση

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Επίδοση</u>
Αριστοτέλης	68
Δημήτρης	71
Νικολέτα	61
Βασίλης	69
Α. Ευθυμία	85
Α. Κωνσταντίνα	60
Ηλίας	67
Ναταλία	73
Κωνσταντίνος	29
Φλώρα	77
Β. Νικόλαος	96
Αργυρώ	79
Έλενα	34
Αλεξάνδρα	78
Μαριάντζελα	75

A1 5^ο ΓΕ.Λ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ Ομάδα Ελέγχου

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Επίδοση</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>
Αριστοτέλης	68	50	20
Δημήτρης	71	56	60
Νικολέτα	61	13	20
Βασίλης	69	38	80
Α.Ευθυμία	85	30	20
Α. Κωνσταντίνα	60	25	35
Ηλίας	67	20	38
Ναταλία	73	13	23
Κωνσταντίνος	29	38	20
Φλώρα	77	32	15
Β. Νικόλαος	96	13	63
Αργυρώ	79	50	59
Έλενα	34	13	20
Αλεξάνδρα	78	44	50
Μαριάντζελα	75	20	25

Α2 5^ο ΓΕ.Λ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ **Πειραματική Ομάδα**

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Επίδοση</u>
Μαρισούλα	69
Αντώνης	100
Σάββας	81
Δέσποινα	34
Νικόλας	91
Γεωργία Κ.	56
Ευαγγελία	57
Μιχάλης	73
Ατζιράλντο	71
Χρήστος	90
Χάρης	83
Ευγενία	59
Κοσμάς	55
Κατερίνα	23
Παντελής	55
Ειρήνη	87
Αλέξης	64
Αθανασία	77
Αναστασία	68
Πέννυ	71

Α₂ 5^ο ΓΕ.Λ. Πετρούπολης Πειραματική Ομάδα

Πίνακας με την Επίδοση, τα Pre-test και Post-Test

<u>Όνοματεπώνυμο Μαθητών</u>	<u>Επίδοση</u>	<u>Pre-Test</u>	<u>Post-Test</u>
Μαρισούλα	69	26	66
Αντώνης	100	70	88
Σάββας	81	52	84
Δέσποινα	34	18	67
Νικόλαος	91	39	69
Γεωργία	56	39	51
Ευαγγελία	57	45	78
Μιχάλης	73	18	58
Ατζιράλντο	71	63	68
Χρήστος	90	42	93
Χάρης	83		37
Ευγενία	59	35	66
Κοσμάς	55	33	50
Κατερίνα	23	27	70
Παντελής	55	39	72
Ειρήνη	87	62	67
Αλέξης	64	64	
Αθανασία	77	52	65
Αναστασία	68	18	
Πέννυ	71	37	55

Κεφάλαιο 5^ο

Συμπεράσματα-Προτάσεις και Δυσκολίες κατά την υλοποίηση της έρευνας

5.1 Συμπεράσματα και σχόλια πάνω στην έρευνα

- Η **καθοδηγούμενη ανακάλυψη (guided discovery)**, σύμφωνα με τα αποτελέσματα και ευρήματα της έρευνάς μας, μπορεί να επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα συγκριτικά με την παραδοσιακή διδασκαλία.
- Ο εκπαιδευτικός στη μάθηση, όμως, για να έχει η διδασκαλία του (βασισμένος στην καθοδηγούμενη ανακάλυψη) θετικά αποτελέσματα, θα πρέπει να κοπιάσει περισσότερο, να προετοιμάσει προσεκτικά τα φύλλα εργασίας του, να έχει σαφείς οδηγίες δίπλα σε κάθε πάγκο και ανά δεκάλεπτα να κάνει ανακεφαλαιώσεις, ώστε να παροτρύνει τους μαθητές όχι μόνο να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα, αλλά και μέσα στον ελάχιστο απαιτούμενο χρόνο.
- Οι μαθητές των τμημάτων της Α΄ Λυκείου προερχόμενοι από το Γυμνάσιο, όπου έχουν δει μόνο πειράματα επίδειξης από τον εκπαιδευτικό τους, μαθαίνουν διαδικασίες (ζύγιση, αραίωση, συμπύκνωση, ανάμιξη), αναγνωρίζουν και εξοικειώνονται με χημικά όργανα, σκεύη και χημικές ουσίες, κάνουν υποθέσεις, συζητάνε, προχωράνε στο πείραμα και καταλήγουν σε συμπεράσματα για την επαλήθευση ή τη διάψευση αυτών των υποθέσεων. Επίσης, κάνουν χρήση υλικών, χρήση ορολογίας, πειραματίζονται, αναμειγνύουν διαλύματα ίδιας ουσίας ή διαλύματα διαφορετικών ουσιών και λειτουργούν ως μικροί επιστήμονες.

5.2 Προτάσεις του ερευνητή για περαιτέρω έρευνα πάνω στην Καθοδηγούμενη Ανακάλυψη:

1. Να γίνει η έρευνα σε επίπεδο μεταπτυχιακού ή και διδακτορικού σε περισσότερα σχολεία της Δυτικής Αττικής για να έχουμε μια σαφή και καθαρή εικόνα αν η καθοδηγούμενη ανακάλυψη επιφέρει καλύτερα αποτελέσματα από την παραδοσιακή διδασκαλία (γιατί το δείγμα μας ήταν μικρό).
2. Να γίνει η έρευνα παράλληλα σε σχολεία των βορείων ή νοτίων προαστίων και στην Δυτική Αττική, έτσι ώστε να δούμε αν ο οικονομικός παράγοντας συμβάλλει ή όχι στην μάθηση με καθοδηγούμενη ανακάλυψη.
3. Να γίνει η έρευνα με φύλλα εργασίας που θα έχουν λιγότερες ερωτήσεις, αλλά από πριν να έχουν δοκιμαστεί ότι είναι αυξημένης αξιοπιστίας.
4. Όταν οι μαθητές έχουν εξοικειωθεί με εργασία στο εργαστήριο από τον εκπαιδευτικό της τάξης, τότε κερδίζεται πολύτιμος χρόνος στην εισαγωγή των μαθητών στην εργασία σε ομάδες σε συνθήκες καθοδηγούμενης ανακάλυψης. Άρα, η απόσταση που χωρίζει την εργασία σε εργαστήριο από την εργασία σε εργαστήριο με τη μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης είναι μικρή.
5. Η έρευνα δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφορές στην επίδοση μεταξύ πειραματικής και ομάδας ελέγχου. Είδαμε, όμως, ποιοτικές διαφορές μεταξύ των δυο ομάδων προς όφελος της πειραματικής ομάδας. Αυξάνοντας το δείγμα και το πλήθος των παρεμβάσεων, θεωρούμε ότι θα είμαστε σε θέση να εκφράσουμε πιο ασφαλή και αξιόπιστα αποτελέσματα.

5.3 Δυσκολίες κατά την υλοποίηση της έρευνάς μας

- Ο ερευνητής δεν ήταν διδάσκων και στα δύο σχολεία, όπου έγινε η έρευνα.

Όπως αναφέραμε και παραπάνω, η έρευνά μας έγινε σε 4 τμήματα της Α΄ Λυκείου και σε δύο Λύκεια: στο 3^ο ΓΕ.Λ. Ιλίου και στο 5^ο ΓΕ.Λ. Πετρούπολης. Στο 3^ο ΓΕΛ Ιλίου ο ερευνητής ήταν και διδάσκων, οπότε οι μαθητές ήταν πιο συνεργάσιμοι, γιατί είχαν εξοικείωση με τον τρόπο προσέγγισης του μαθήματος και, πιθανόν, τη δέσμευση της βαθμολογίας τους στη Χημεία, ενώ στο 5^ο ΓΕΛ Πετρούπολης ο ερευνητής δεν ήταν διδάσκων.

- **Δυσκολίες προγραμματισμού λόγω αναλυτικού και ωρολογίου προγράμματος του κάθε σχολείου**

Είχαμε πρόβλημα εύρεσης ελεύθερων ωρών για την υλοποίηση της έρευνας, λόγω αναλυτικού προγράμματος και προσπάθειας αποπεράτωσης της ύλης (κυρίως στο 5^ο ΓΕ.Λ. Πετρούπολης).

- **Δυσκολίες εύρεσης χημικών οργάνων, σκευών και υλικών**
 - Είχαμε πρόβλημα εύρεσης ζυγών και χημικών οργάνων. Αναγκαστήκαμε να δανειστούμε ζυγούς και χημικά όργανα από άλλα σχολεία.
 - Στην 1^η έρευνα στο 3^ο ΓΕ.Λ. Ιλίου, επειδή εφαρμόζαμε για πρώτη φορά τη μέθοδο της καθοδηγούμενης ανακάλυψης, πειστήκαμε πολύ για να έχουμε θετικά αποτελέσματα, όπως και στην τελευταία έρευνα στο 5^ο ΓΕ.Λ. Πετρούπολης, που έγινε την πρώτη ημέρα μετά το Πάσχα και μία εβδομάδα πριν τις ενδοσχολικές εξετάσεις.
 - Το ελληνικό σχολείο ευνοεί την ατομική εργασία και επικεντρώνεται σε διαδικασίες μελέτης (συνήθως αποστήθισης) του ενός και μόνου εγχειριδίου, επίλυσης τυπικών ασκήσεων και εκτέλεσης συμβατικών εργασιών (Κωστής, Σιόρεντα&Τζιμογιάννης 2011)

- **Δυσκολίες κατά την εκτέλεση της 2^{ης} έρευνας στο 5 Γ.Ε.Λ. Πετρούπολης**

Κατά την υλοποίηση του τελευταίου μέρους της έρευνάς μας στο 5 Γ.Ε.Λ. Πετρούπολης αντιμετωπίσαμε δυσκολίες για θετικά αποτελέσματα, που κατά τη γνώμη οφείλονται στα παρακάτω:

1. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε την πρώτη ημέρα μετά τις διακοπές του Πάσχα και, όπως αναμενόταν, ήταν δύσκολο να μπουν σε ρυθμό οι μαθητές.
2. Φταίει ο προγραμματισμός του δώρου από τη διεύθυνση: έγινε την 4^η και 5^η ώρα. Την 4^η ώρα τα παιδιά είχαν στο πρόγραμμά τους κανονικά Χημεία, είχαν καλή διάθεση και ήταν συνεργάσιμοι. Μετά τη λήξη της 4^{ης} ώρας άρχισαν να βαριούνται, να δυσφορούν και να θέλουν να τελειώσουν γρήγορα, για να μην χάσουν το μάθημα της γυμναστικής .
3. Την αρνητική τους στάση οι μαθητές την έδειξαν και στην κάρτα εξόδου, η οποία ήταν κυρίως ομαδική παρά ατομική.
4. Ο διδάσκων δεν τους είχε δικούς του μαθητές (δεν δίδασκε) στο συγκεκριμένο σχολείο.
5. Η διδασκαλία σε διαφάνειες είχε μαθησιακό αποτέλεσμα και δόθηκε και χρόνος να λύσουν τις απορίες τους οι μαθητές, όμως κατά την διάρκεια του πειραματικού μέρους δεν έγινε σωστή διαχείριση και έπρεπε να γίνονται σύντομες ανακεφαλαιώσεις που θα βοηθούσαν καλύτερα τη διαδικασία ανακάλυψης από τους μαθητές.
6. Το μισό ποσοστό των μαθητών εργάστηκε σοβαρά και έμεινε μέχρι το τέλος της 2^{ης} ώρας.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. Κουλουμπαρίτση, Α., Δόκτορ Παιδαγωγικής, «Θεωρίες Μάθησης και η Αξιοποίησή τους στην Εφαρμοσμένη Παιδαγωγική», ΔΙΧΗΝΕΤ 2016
2. Ζινέλη, Κ., Διπλωματική εργασία «Μικροί Ερευνητές» Καθοδηγούμενη διερεύνηση εφαρμοζόμενη σε μελέτη περίπτωσης για μαθητές Λυκείου, Αθήνα 2015
3. Χαλκιά, Κ., «Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες», Τόμος Β` Εκδόσεις Πατάκης, Αθήνα 2010
4. Mathews M.R., «Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες», επιστημονική επιμέλεια και εισαγωγή από Φ.Σέρογλου, Επίκεντρο 2007, Θεσσαλονίκη
5. Κόκκοτας-Βλάχος-Καρανίκας, 10^ο Συνέδριο Μία εποικοδομητική προσέγγιση στην διδασκαλία Μαθηματικών και Φυσικής, 2004
6. Κολιόπουλος Δ., «Θέματα διδακτικής των Φυσικών Επιστημών», Μεταίχμιο, Αθήνα 2006
7. Βλάχος Ι., «Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες. Η πρόταση της εποικοδόμησης», Αθήνα 2004, εκδόσεις Γρηγόρη
8. Κόκκοτας Π., «Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φ.Ε. Σύγχρονοι προβληματισμοί, Αθήνα 2000
9. Bruner, J.S. (1966a). *Onknowing: Essays for the left hand*. New York, NY: Atheneum. Bruner, J.S. (1966b). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: The Belknap Press of Harvard University Press.
10. Bruner, J.S. (1991). *The narrative construction of reality*. *Critical Inquiry*, 18, 1-15. Retrieved from <http://liquidnarrative.csc.ncsu.edu/classes/csc582/papers/Bruner.pdf>

11. Ψύλλος, Δ., *Ερευνητές και έρευνα στη διδακτική των Φυσικών Επιστημών (σ.35-43) «Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21^{ου} αιώνα. Προβλήματα και Προοπτικές», Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα 2001.*
12. Βοσνιάδου. Σ., Σκέψη. «Γνωστική Ψυχολογία-Μέρος Β` (σ.203-211)». Εισαγωγή στη Ψυχολογία Τόμος Α', Εκδόσεις GUTENBERG, Αθήνα 2001.
13. Ματσαγγούρας. Η., *Θεωρία και Πράξη της Διδασκαλίας. Στρατηγικές Διδασκαλίας (σ.493-508) Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη, Εκδόσεις GUTENBERG, Αθήνα 2007.*
14. Βλάση. Μαρία., 2008, «Σύγκριση δύο διδακτικών μεθόδων της Καθοδηγούμενης-Ανακαλυπτικής και της Παραδοσιακής ως προς τη σύσταση της ύλης και τον Χημικό Δεσμό», Διδακτορική διατριβή, ΕΚΠΑ.
15. Huston, C. T, *Comparing rates of retention between guided inquiry and traditional styles of classroom instruction, Master of Science Education, Montana State University, 2000.*
16. McKinnon, J.W., and Renner, J.W., *American Journal of Psychology, 1971, 39, 1047-1052*
17. Huston C.T, 2000, “Comparing rates of retention between guided inquiry and traditional styles of classroom instruction”, *Master of Science in Science Education, Montana State University*
18. *Effect of Guided-Discovery, Student- Centred Demonstration and the Expository Instructional Strategies on Students' Performance in Chemistry (Pp. 389-398) Udo, Mfon Effiong - Department of Science Education, University of Uyo, Uyo Cross River State, Nigeria, (2010)*
19. Ντόντση. Αι., *Διπλωματική εργασία «Μία διδακτική προσέγγιση για τα διαλύματα στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση», Μάρτιος 2003*
20. Δημητρόγλου. Ευ., *Διπλωματική εργασία «Το μοντέλο της αντίστροφης τάξης στη διδασκαλία της Βιολογίας στο Λύκειο», Αθήνα, Μάρτιος 2015*
21. Πράττα. Ε., *«Η κατανόηση της διάλυσης και του νερού ως διαλύτη: Εξέλιξη των αντιλήψεων των μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης», Αθήνα 2015*

22. Χημεία Α΄ Λυκείου, (σ. 20-22 & 141-146) Λιοδάκης. Σ., Γάκης. Δ., Θεοδωρόπουλος. Δ., Θεοδωρόπουλος. Π., Κάλλης. Α., Αθήνα 2014
23. Βασικές Αρχές Ανόργανης Χημείας Πνευματικάκης. Γ., Μητσοπούλου . Χ., Μεθενίτης. Κ (σ.327-342), Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε 2006
24. Σαλτερής. Κ., Διδάκτωρ Χημείας, «Χημεία Α΄ Λυκείου», εκδόσεις Σαββάλας (σ. 394-405), Αθήνα 2001
25. Ποιοτική Ανάλυσις και Χημική Ισορροπία, (1990), Χατζηιωάννου. Θ. Π, (σ.13-14)
26. Massialas, B., Παιδαγωγική Ψυχολογική Εγκυκλοπαίδεια, Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα 1989.
27. Creemers, B.P.M., & Kyriakides, L. (2012). *Improving Quality in Education: Dynamic Approaches to School Improvement*. London: Routledge
28. Lawton, J.T., Saunders, R.A., & Muhs, P. (1980). *Theories of Piaget, Bruner, and Ausubel: Explications and implications*. *The Journal of Genetic Psychology*, 136(1), 121-136. Retrieved from <http://wf2dnvr13.webfeat.org/8IASM11558/url=http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=1&hid=3&sid=78eb1714-ee4c-4b24-bceb-d0916334e4d5%40sessionmgr10&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=eric&AN=EJ225970>
29. Lyle, S. (2000). *Narrative understanding: Developing a theoretical context for understanding how children make meaning in classroom settings*. *Journal of Curriculum Studies*, 32(1), 45-63. Retrieved from <http://wf2dnvr13.webfeat.org/8IASM11574/url=http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=1&hid=108&sid=7f8f2e51-70a7-4fa4-a562-50006ba92cdc%40sessionmgr104&bdata=JnNpdGU9ZWwhvc3QtbGl2ZQ%3d%3d#db=aph&AN=3811747>
30. Olson, D.R. (May, 1992). *The mind according to Bruner*. *Educational Researcher*, 21(4), 29-31. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1177209>

31. Smith, M.K. (2002). *Jerome S. Bruner and the process of education. The Encyclopedia of Informal Education*. Retrieved from <http://www.infed.org/thinkers/bruner.htm>
32. National Research Council(b) *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and the School. Expanded Edition.*, J. Bransford. Ed., Washington. DC, 2000
33. Ξένος Δ.Κ., *Σημειώσεις Αναλυτικής Χημείας, Μεσολόγγι 1983.*
34. Ξένος Δ.Κ., *Εργαστηριακές Ασκήσεις Γενικής Χημείας, Μακεδονικές Εκδόσεις, 1998.*
35. Χατζηιωάννου Π.Θ., *Εργαστηριακές Ασκήσεις Ποσοτικής Αναλυτικής Χημείας, Αθήνα 1984.*
36. *Loeblein chemistry clickerquestions2013.pdf.*
<http://phet.colorado.edu/el/contributions/view/3214>
37. Brown, Lemay, Bursten, Murphy, Woodward, *Chemistry the central science p.139-142. (2012)*
38. *Inorganic Chemistry, Principles of structure and reactivity, James E. Huheey, Ellen A. Keiter, Richard L. Keiter, (1993)*
39. *Inorganic Chemistry, Shriver & Atkins, Fifth edition, (2010)*
40. *The Heuristic Method, Precursor of Guided Inquiry: Henry Armstrong and British Girls' Schools, 1890–1920 Geoff Rayner-Canham* and Marelene Rayner-Canham Chemistry Department, Grenfell Campus, Memorial University, Corner Brook, Newfoundland A2H 6P9, Canada J. Chem. Educ., 2015, 92 (3), pp 463–466*
41. *The Process-Oriented Guided (Discovery and inquiry) Laboratory*
Ram S. Lamba^{1,3} and Frank J. Creegan²
¹ Department of Chemistry, University of Puerto Rico at Cayey, Cayey, Puerto Rico 00736
² Department of Chemistry, Washington College, Chestertown, MD 21620
³ Current Address: Chancellor, University of Puerto Rico at Cayey, Cayey, Puerto Rico 00736

Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)

Chapter 16, pp 186–199

42. Brown, Patrick L., and Abell, Sandra K., January 2007, *Examining the learning cycle: Perspectives: Research and Tips to Support Science Education*, p. 58-59.δ

43. Edelson, D.C., Pitts, V.M., Salierno, C.M., and Sherin, B.L., 2006, *Engineering geosciences learning experiences using the Learning-for-Use design framework*, in Manduca, C.A., and Mogk, D.W., eds., *Earth and Mind: How Geologists Think and Learn about the Earth: Geological Society of America Special Paper 413*, p. 131-144

44. Gerver, Robert K. and Sgroi, Richard J., 2003, *Creating and using guided-discovery lessons*, *Mathematics Teacher*, v. 96, no. 1, p. 6-13

45. Hmelo-Silver, Cindy E., Duncan, Ravit Golan and Chinn, Clark A., 2007, *Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006)*, *Educational Psychologist*, v. 4, no. 2, p. 99-107

46. Hogan, K., and Pressley, M., 1997, *Scaffolding scientific competencies within classroom communities of inquiry*, in Hogan, K., and Pressley, M., eds., *Scaffolding Student Learning: Instructional Approaches & Issues: Brookline Books*, p. 74-107

47. National Research Council, 2000, *Inquiry and the National Science Education Standards, a Guide for Teaching and Learning* : National Academy Press, Washington, DC, 201 pages.

48. Vygotsky, L.S., 1978, *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*: Cambridge, MA: Harvard University Press.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Φύλλα εργασίας (Pre και Post-test), φύλλα εργασίας καθοδηγούμενης ανακάλυψης και κάρτες εξόδου πάνω στις δύο έρευνες

1^ο Φύλλο εργασίας

Τάξη και Μάθημα: Α' τάξη ... ΓΕ.Λ. Μάθημα: Χημεία

Ενότητα: Εκφράσεις Περιεκτικότητας Διαλυμάτων

1. Σ' ένα κουτί γάλακτος υπάρχει η ένδειξη: $3,7\% \frac{w}{w}$. Αυτό σημαίνει ότι:
 - A. Σε 100g γάλακτος υπάρχουν 3,7 g λιπαρών
 - B. Σε 100mL γάλακτος υπάρχουν 3,7 g λιπαρών
 - Γ. Σε 100mL γάλακτος υπάρχουν 3,7 mL λιπαρών
 - Δ. Σε 1.000mL γάλακτος υπάρχουν 3,7 mL λιπαρών
2. Σ' ένα μπουκάλι μπίρας υπάρχει η ένδειξη 5^0 . Αυτό σημαίνει ότι:
 - A. Σε 100 g μπίρας υπάρχουν 5 g οιοπνεύματος.
 - B. Σε 100 mL μπίρας υπάρχουν 5 g οιοπνεύματος.
 - Γ. Σε 100 mL μπίρας υπάρχουν 5 mL οιοπνεύματος.
 - Δ. Σε 1.000mL μπίρας υπάρχουν 5 mL οιοπνεύματος.
3. Διαθέτουμε τα εξής όργανα και υλικά: ύαλο ωρολογίου, ζυγαριά, στερεή ζάχαρη, ογκομετρική φιάλη και υδροβολέα με απιονισμένο νερό. Προτείνετε ένα τρόπο παρασκευής διαλύματος ζάχαρης $4\% \frac{w}{V}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Να αντιστοιχίσετε σωστά τα διαλύματα της στήλης Α με το διαλύτη της στήλης Β:

Στήλη Α (Διαλύματα)	Στήλη Β (Διαλύτες)
1. Σόδα αεριούχα	Α. Νερό
2. Βάμμα Ιωδίου	Β. Αλκοόλη
3. Αναψυκτικό	Γ. Ακετόνη (Ασετόν)
4. Ξύδι	Δ. Νέφτι
5. Βερνίκι νυχιών	
6. Λαδομπογιά	

1 → 3 → 5 →
 2 → 4 → 6 →

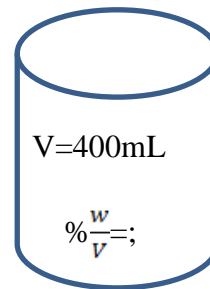
5. Σε 300g νερό διαλύονται 30 g ζάχαρης και προκύπτει διάλυμα όγκου V=300mL. Για το διάλυμα που προκύπτει, να συμπληρώσετε τα παρακάτω:

- Α. Μάζα διαλύτη=.....
- Β. Μάζα διαλυμένης ουσίας=.....
- Γ. Μάζα διαλύματος=.....
- Δ. Πυκνότητα διαλύματος: ρ =.....
- Ε. Η $\% \frac{w}{w}$ περιεκτικότητα του διαλύματος:
- Στ. Η $\% \frac{w}{V}$ περιεκτικότητα του διαλύματος:

6. Για να μετρήσουμε τον όγκο του SO₂ που υπάρχει στον αέρα (πολύ αραιωμένο διάλυμα), χρησιμοποιούμε την έκφραση περιεκτικότητας:

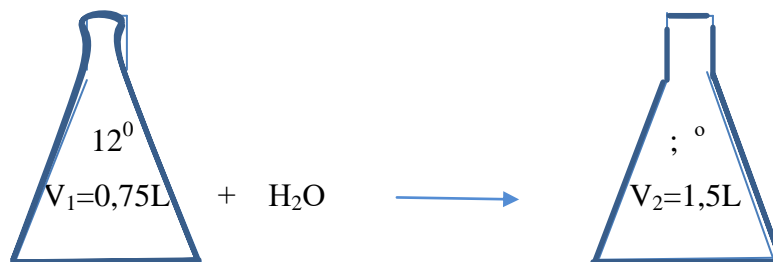
- Α. $\% \frac{w}{w}$ Β. $\% \frac{w}{V}$ Γ. $\% \frac{V}{V}$ Δ. ppm

7. Σε 400 mL διαλύματος NaCl υπάρχουν 40 g καθαρό αλάτι NaCl. Η $\% \frac{w}{V}$ περιεκτικότητα του διαλύματος είναι:



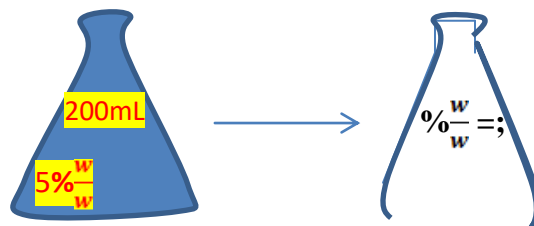
- A. $40\% \frac{w}{V}$ B. $10\% \frac{w}{V}$ Γ. $20\% \frac{w}{V}$ Δ. $5\% \frac{w}{V}$

8. Σ' ένα διάλυμα κρασιού 12° και όγκου $V_1=0,75L$, αραιώνουμε με νερό μέχρι ο όγκος να γίνει $V_2=1,5L$. Η νέα περιεκτικότητα του διαλύματος κρασιού μπορεί να είναι:



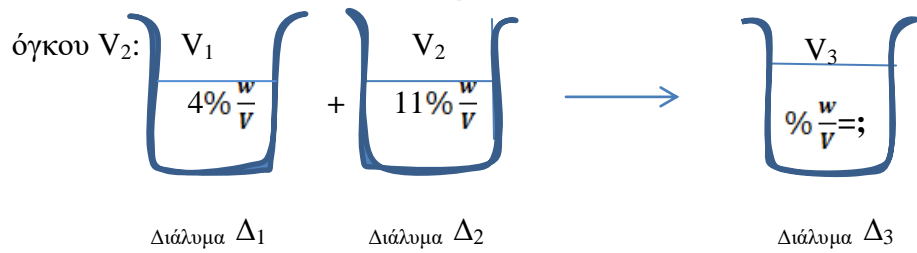
- A. 12° B. 6° Γ. 14° Δ. 24°

9. Σε 200 mL διαλύματος αλατιού $5\% \frac{w}{w}$ προσθέτουμε 2g επιπλέον αλάτι. Η νέα περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει, μπορεί να είναι:



- A. $3\% \frac{w}{w}$ B. $5\% \frac{w}{w}$ Γ. $6\% \frac{w}{w}$ Δ. $1\% \frac{w}{w}$

10. Αναμειγνύουμε διάλυμα HCl $4\% \frac{w}{V}$ και όγκου V_1 με διάλυμα HCl $11\% \frac{w}{V}$ και



Αν $V_1 = V_2$, τότε η περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει μπορεί να είναι:

- A. $15\% \frac{w}{V}$ B. $3\% \frac{w}{V}$ Γ. $7,5\% \frac{w}{V}$ Δ. $18\% \frac{w}{V}$

1^ο Φύλλο εργασίας Καθοδηγούμενης Ανακάλυψης

Φύλλο Εργασίας Ονοματεπώνυμο:

Τάξη και Μάθημα: Α' τάξη ... ΓΕ.Λ. **Μάθημα:** Χημεία

Ενότητα: Εκφράσεις Περιεκτικότητας Διαλυμάτων

1. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ογκομετρική φιάλη, ηλεκτρικό ζυγό, υδροβολέα, στερεή ζάχαρη και ράβδο ανάδευσης. Πως μπορούμε να φτιάξουμε ένα **διάλυμα ζάχαρης** $4\% \frac{w}{w}$;

➤ Πως νομίζεις ότι μπορείς να φτιάξεις το παραπάνω διάλυμα;

➤ Γιατί;

2. Διαθέτουμε ένα διάλυμα ζάχαρης $6\% \frac{w}{w}$ και όγκου

200mL. Αν αραιώσουμε το παραπάνω διάλυμα με 300 mL νερό, τότε η νέα περιεκτικότητα του διαλύματος πώς μεταβάλλεται;

Ποια θα είναι η νέα περιεκτικότητα;

A. $6\% \frac{w}{w}$ B. $2.4\% \frac{w}{w}$ Γ. $12\% \frac{w}{w}$

Γιατί;

<p>3. Διαθέτουμε ένα διάλυμα ζάχαρης $8\% \frac{w}{w}$. Επιθυμούμε να κάνουμε συμπύκνωση του παραπάνω διαλύματος.</p> <p>Πώς μπορούμε να κάνουμε την συμπύκνωση;</p> <p>Γιατί;</p>	
---	--

<p>4. Θέλω να κάνω ανάμειξη δύο διαλυμάτων.</p> <p>A. Τι διαλύματα μπορώ να χρησιμοποιήσω;</p> <p>B. Τι διαλύματα χρησιμοποιείτε στην καθημερινή ζωή σας;</p>	
---	--

1^ηΚάρτα εξόδου

Όνοματεπώνυμο:

... Γ.Ε.Λ.....

Σε **200g νερό** διαλύουμε **20g αλατιού** και προκύπτει διάλυμα όγκου **V=200mL**. Να υπολογίσετε:

A. Τη **μάζα** του διαλύματος που προκύπτει.

B. Την **πυκνότητα** του διαλύματος.

Γ. Τις **% w/w** και **%w/v** περιεκτικότητες του διαλύματος που προκύπτει.

Φύλλο Εργασίας

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη: Α΄..... τάξη ... Γ.Ε.Λ. **Μάθημα:** Χημεία

Ενότητα: Συγκέντρωση Διαλυμάτων

Ερωτήσεις και ασκήσεις για απάντηση

1. Η έκφραση **1M** για την συγκέντρωση διαλύματος σημαίνει:
 - A. 1mol διαλυμένης ουσίας σε 100g διαλύματος.
 - B. 1mol διαλυμένης ουσίας σε 100mL διαλύματος.
 - Γ. 1mol διαλυμένης ουσίας σε 1L διαλύματος.
 - Δ. 1mol διαλυμένης ουσίας σε 1L διαλύτη.

2. Για να παρασκευάσω ένα διάλυμα **NaOH 0,1M** ($M_r=40$), πρέπει να προσθέσω:
 - A. 40g NaOH σε ορισμένη ποσότητα νερού και να συμπληρώσω μέχρι 1L.
 - B. 40g NaOH σε 1L νερού.
 - Γ. 4g NaOH σε ορισμένη ποσότητα νερού και να συμπληρώσω μέχρι 100mL.
 - Δ. 4g NaOH σε ορισμένη ποσότητα νερού και να συμπληρώσω μέχρι 1L.

3. Προτείνετε ένα τρόπο παρασκευής ενός διαλύματος αλατιού **NaCl 0.1M** ($M_{rNaCl}=58,5$). Διαθέτουμε τα εξής χημικά όργανα και αντιδραστήρια: ογκομετρικές φιάλες των 0,1L, 0,5L και 1L, ηλεκτρικό ζυγό, ύαλο ωρολογίου, άλας **NaCl** και υδροβολέα.

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

4. Διαθέτουμε ένα διάλυμα ζάχαρης 5M και το αραιώνουμε. Η τελική συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος:

- A. Θα αυξηθεί B. Θα μείνει ίδια Γ. Θα μειωθεί

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

Αιτιολογήστε την απάντησή σας

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

5. Ένα διάλυμα NaOH όγκου 400mL που περιέχει 20g καθαρού NaOH ($M_{\text{NaOH}}=40$), έχει συγκέντρωση:

- A. 1,25M B. 0,8M Γ. 5M Δ. 1M

6. Σ' ένα διάλυμα ζάχαρης συγκέντρωσης 8M προσθέτουμε και άλλη ποσότητα ζάχαρης. Η τελική συγκέντρωση του διαλύματος που θα προκύψει, μπορεί να είναι:

- A. 5M B. 8M Γ. 1M Δ. 10M

Επιλέξτε τη σωστή απάντηση.

Να αιτιολογήσετε την επιλογή σας.

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

7. Αναμειγνύουμε ένα διάλυμα HCl 0,6M και όγκου $V_1=200\text{mL}$ (Διάλυμα Δ₁) με ένα διάλυμα HCl 1,2M και όγκου $V_2=300\text{mL}$ (Διάλυμα Δ₂). Για το τελικό διάλυμα Δ₃ θα ισχύει:

A. Ο όγκος του τελικού διαλύματος θα

είναι: $V_3=$

.....

Β. Τα τελικά mol θα είναι:

$n_3 = \dots\dots\dots$

Γ. Η τελική του συγκέντρωση θα είναι:

$C_3 = \dots\dots\dots$

8. Αναμειγνύουμε ένα διάλυμα **NaOH 1M** με ένα διάλυμα **NaOH 3M**. Η τελική συγκέντρωση του διαλύματος δεν μπορεί να είναι:

A. 1.5M

B. 2M

Γ. 2,8M

Δ. 0,5M

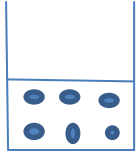
2^ο Φύλλο Εργασίας με καθοδηγούμενη ανακάλυψη

Όνοματεπώνυμο:

Τάξη και Μάθημα: Α' τάξη ... ΓΕ.Λ. Μάθημα: Χημεία

Ενότητα: Συγκέντρωση Διαλυμάτων

<p>1. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ζυγό, ογκομετρικές φιάλες (των 0,5L, 1,0 L και 1,5 L), ογκομετρικό κύλινδρο, στερεό αλάτι NaCl, χρωστική ζαχαροπλαστικής, υδροβολέα. Πώς μπορώ να παρασκευάσω ένα διάλυμα NaCl 0,1M; Δίνονται τα Ar: Na=23, Cl=35,5.</p>	<p>Περιγραφή διαδικασίας:</p>
--	-------------------------------

<p>2. Διαθέτουμε ένα αρχικό διάλυμα (Δ_1) όγκου V_1 και ως υποθέσουμε ότι περιέχει 6 μόρια διαλυμένης ουσίας, όπως στο σχήμα. Να ζωγραφίσετε:</p> <p>Α. Ένα αραιωμένο διάλυμα Δ_2</p> <p>Β. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_3 με αφαίρεση διαλύτη.</p> <p>Γ. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_4 με προσθήκη διαλυμένης ουσίας.</p>	<p>Αρχικό Διάλυμα</p>  <p>(Δ_1) Όγκος V_1</p>
---	---

3. Διαθέτουμε τα παρακάτω χημικά όργανα και υλικά: ζυγό, ογκομετρικούς κυλίνδρους, ογκομετρικές φιάλες, στερεό αλάτι **CuSO₄**, υδροβολέα.

- Πώς μπορώ να παρασκευάσω ένα διάλυμα **CuSO₄ 0,01M** (Διάλυμα Δ₁);
Δίνονται τα **Ar: Cu=63.5, O=16, S=32**
- Παίρνουμε **10mL** από το παραπάνω διάλυμα και το αραιώνουμε σε **100mL**.
Ποια η συγκέντρωση του νέου διαλύματος (Διάλυμα Δ₂) που προκύπτει;
- Ποια διαφορά έχουν **στο χρώμα** τα παραπάνω διαλύματα;

2^η Κάρτα Εξόδου

4g **NaOH** διαλύονται σε **500 mL νερό** και προκύπτει διάλυμα **Δ_1** .

A. Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος αυτού **C_1** (Μοριακότητα κατ' όγκο);

B. Σε ποια ποσότητα νερού πρέπει να αραιώσουμε το παραπάνω διάλυμα **Δ_1** , για να προκύψει διάλυμα **Δ_2** συγκέντρωσης **0,05M**;

Δίνονται τα Ar: Na=23, O=16, H=1

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Ασκήσεις για λύση με περιεκτικότητες και συγκεντρώσεις

(Για μαθητές που αγαπούν τη Χημεία και συναδέλφους χημικούς)

1. Υδατικό διάλυμα NaOH έχει περιεκτικότητα 6% w/v. Ποια η συγκέντρωσή του;

Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, Na=23

2. Σε 480g νερού διαλύονται 40g NaOH, οπότε προκύπτει διάλυμα με πυκνότητα $1,04 \frac{g}{mL}$.

Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος. Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, Na=23 .

3. Υδατικό διάλυμα HNO₃ έχει συγκέντρωση 2M και πυκνότητα $1,05 \frac{g}{mL}$. Να υπολογιστεί η w/w περιεκτικότητα του διαλύματος. Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, N=14 .

4. Να υπολογιστεί η συγκέντρωση των παρακάτω διαλυμάτων:

α) 8,96 L αερίου HCl, μετρημένα σε STP συνθήκες, διαλύονται σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα όγκου V=500 mL.

β) Σε 400 mL υδατικού διαλύματος H₂SO₄ περιέχονται 19,6gH₂SO₄.

Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, S=32

5. Σε 400 mL υδατικού διαλύματος H₂SO₄ 2,45% w/v προσθέτουμε 100 mL νερού. Να υπολογίσετε τη συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος.

Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, S=32

6. Υδατικό διάλυμα HNO₃ έχει περιεκτικότητα 12,6% w/v.

α) Ποια η συγκέντρωση του διαλύματος αυτού;

Β) Πόσα mL νερού πρέπει να προσθέσουμε σε 125 mL του διαλύματος αυτού, ώστε να προκύψει διάλυμα συγκεντρώσεως 0,4M;

Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, N=14

7. Αναμειγνύουμε 200 mL διαλύματος NaOH έχει περιεκτικότητα 3% w/v με 300 mL διαλύματος NaOH έχει περιεκτικότητα 8% w/v. Να υπολογιστούν:

A) Η % w/v περιεκτικότητα του διαλύματος που προκύπτει.

B) Η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος

Δίνονται τα Ar: H=1, O=16, Na=23

8. Διαθέτουμε δύο υδατικά διαλύματα HCl, το ένα περιεκτικότητας 7,3% w/v και το άλλο με C₂=0,5M. Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε τα παραπάνω δύο διαλύματα, ώστε να προκύψει διάλυμα συγκέντρωσης 1M; Δίνονται τα Ar: H=1, Cl=35,5

9. 4,48L NH₃, μετρημένα σε STP συνθήκες, διαλύονται σε νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ₁ όγκου 200 mL.
- A) Να υπολογιστεί η συγκέντρωση του διαλύματος Δ₁.
- B) 50 mL από το διάλυμα Δ₁ αραιώνονται με νερό, οπότε προκύπτει διάλυμα Δ₂ συγκέντρωσης 0,25M. Να υπολογιστεί ο όγκος του νερού που προστέθηκε.
- Γ) Με ποια αναλογία όγκων πρέπει να αναμείξουμε το διάλυμα Δ₁ με διάλυμα NH₃ 0,34% w/v, ώστε να προκύψει διάλυμα Δ₃ συγκέντρωσης 0,4M;
- Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες (Ar): N=14, H=1
10. Διαθέτουμε υδατικό διάλυμα H₂SO₄ 4,9% w/v (Δ₁) και υδατικό διάλυμα H₂SO₄ 2M (Δ₂).
- A. Ποιο από τα δύο διαλύματα είναι πυκνότερο;
- B. Πόσα mL ενός από τα δύο διαλύματα πρέπει να αναμείξουμε, ώστε να παρασκευάσουμε 400 mL διαλύματος συγκέντρωσης 0,8M;
- Γ. Πόσα mL από καθένα από τα διαλύματα Δ₁ και Δ₂ πρέπει να αναμείξουμε, ώστε να προκύψουν 600 mL διαλύματος συγκέντρωσης 1M;
- Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες (Ar): H=1, S=32, O=16 .

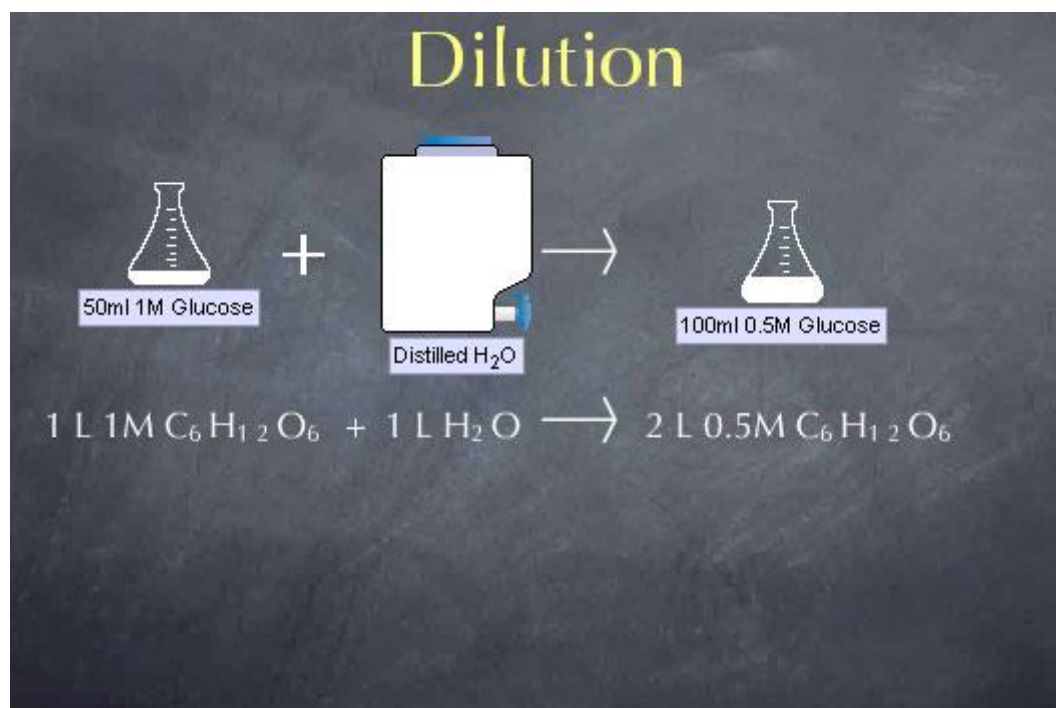
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Ξένη βιβλιογραφία για αραίωση-συμπύκνωση και ανάμειξη διαλυμάτων

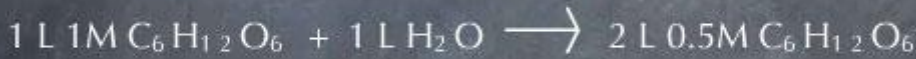
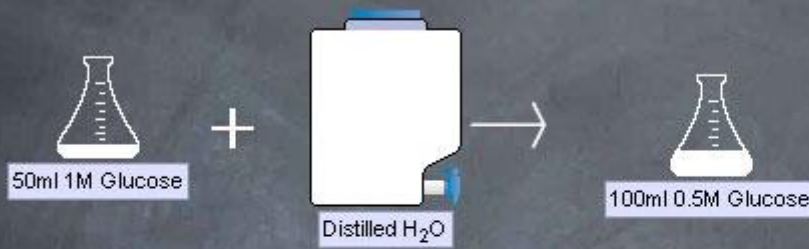
1. Πολυμεσική εφαρμογή για την αραίωση

When we add water to a solution, we lower the concentration of the substances dissolved in that solution through a process called dilution. We can take advantage of dilution to make solutions of any desired concentration when we start with a more concentrated solution. Consider, for instance, a chemical stockroom that contains a solution of 1.00 M glucose. Let's say we want to make a solution that is 0.50 M in glucose; i.e., we want to cut the concentration in half. We can do this by mixing equal volumes of our 1.00 M glucose solution with distilled water. For example, if we mix 1.0 liter of 1.0 M glucose with 1.0 liter of distilled water, we double the volume to 2.0 liters and cut the concentration in half to 0.50 M.



To understand the effects of dilution on concentration, we note that the amount of glucose is not altered by adding water to the solution. Adding water to the solution doesn't make or destroy glucose molecules. This means that the number of moles of glucose present before the dilution is equal to the number of moles of glucose present after the dilution.

Dilution



Number of moles glucose before dilution = Number of moles after

$$\left(\frac{1 \text{ mol}}{\text{L}}\right) 1 \text{ L} = \left(\frac{0.5 \text{ mol}}{\text{L}}\right) 2 \text{ L}$$

$$1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 1 \text{ mol } \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

Before the dilution we had 1.0 mole per liter * 1 liter, or 1.0 mole of glucose. After the dilution we have 0.5 moles per liter * 2 liters, or, again, 1.0 mole of glucose. This is a particular instance of a more general expression for dilution, $C_1 V_1 = C_2 V_2$. C_1 and V_1 are the concentration and volume of the solution before the dilution. Their product $C_1 V_1$ is the number of moles of glucose present before the dilution. Similarly, $C_2 V_2$ is the number of moles of glucose present after the dilution. $C_1 V_1 = C_2 V_2$ captures the fact that dilution does not change the moles of glucose or other solute.

Dilution

General Expression for Dilution

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

C_1 Concentration before dilution

V_1 Volume before dilution

$C_1 V_1$ Number of moles of glucose present before dilution

C_2 Concentration after dilution

V_2 Volume after dilution ()

$C_2 V_2$ Number of moles of glucose present after dilution

Say I want to make 100 mL of 0.29 M glucose, and my starting material is 1.0 M glucose. How do I go about this? I start with my expression $C_1 V_1 = C_2 V_2$. I then consider what I know about this situation. I know that my initial concentration, C_1 , is 1.0 M. I also know that my desired concentration after the dilution, C_2 is 0.29 M. I know that I want to make 100 mL of solution, so my volume after the dilution, V_2 , is 100 mL. I can solve this for V_1 , my volume before the dilution, and get 29 mL. Note that I do not need to convert the volume from mL to liters. The units of molarity cancel, giving me V_1 in units of mL.

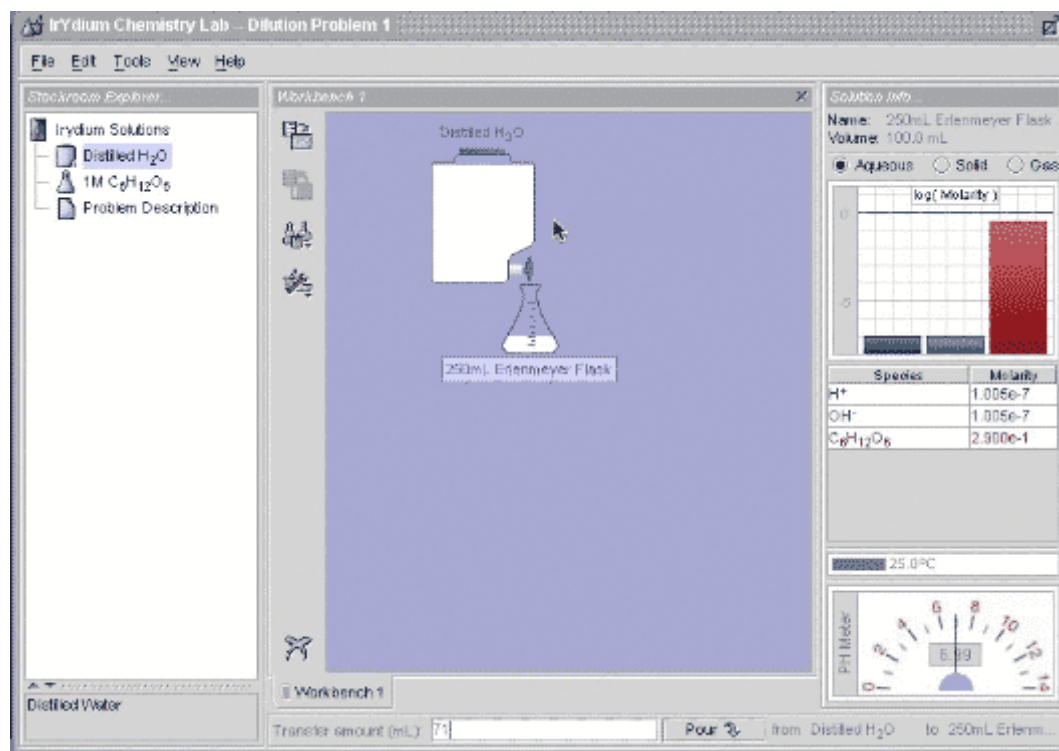
Dilution

Our Goal: To make 100 mL of 0.29 M Glucose
Starting Material: 1.0 M Glucose

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$
$$C_1 = 1.0 \text{ M} \quad C_2 = 0.29 \text{ M} \quad V_2 = 100 \text{ mL}$$
$$V_1 = \left(\frac{C_2}{C_1}\right) V_2 = 29 \text{ mL}$$

29 mL 1 M $C_6H_{12}O_6$ + 71 mL $H_2O \implies$ 100 mL Solution
0.29 M $C_6H_{12}O_6$

So how would I perform this dilution in the laboratory? V_1 is the volume of the solution before the dilution, so I begin by taking 29 mL of 1.0 M glucose. V_2 is the volume after the dilution, meaning that after I add the water, the volume should be 100 mL. To get a final volume of 100 mL, I add 100-29 or 71 mL of water. Adding 71 mL of water will give me 100 mL of solution with a concentration of 0.29 M.



Let's go do this in the Virtual Lab. I take 29 mL of 1.0 M glucose and add 71 mL of distilled water, and you can see that I get 100 mL of 0.29 M glucose.

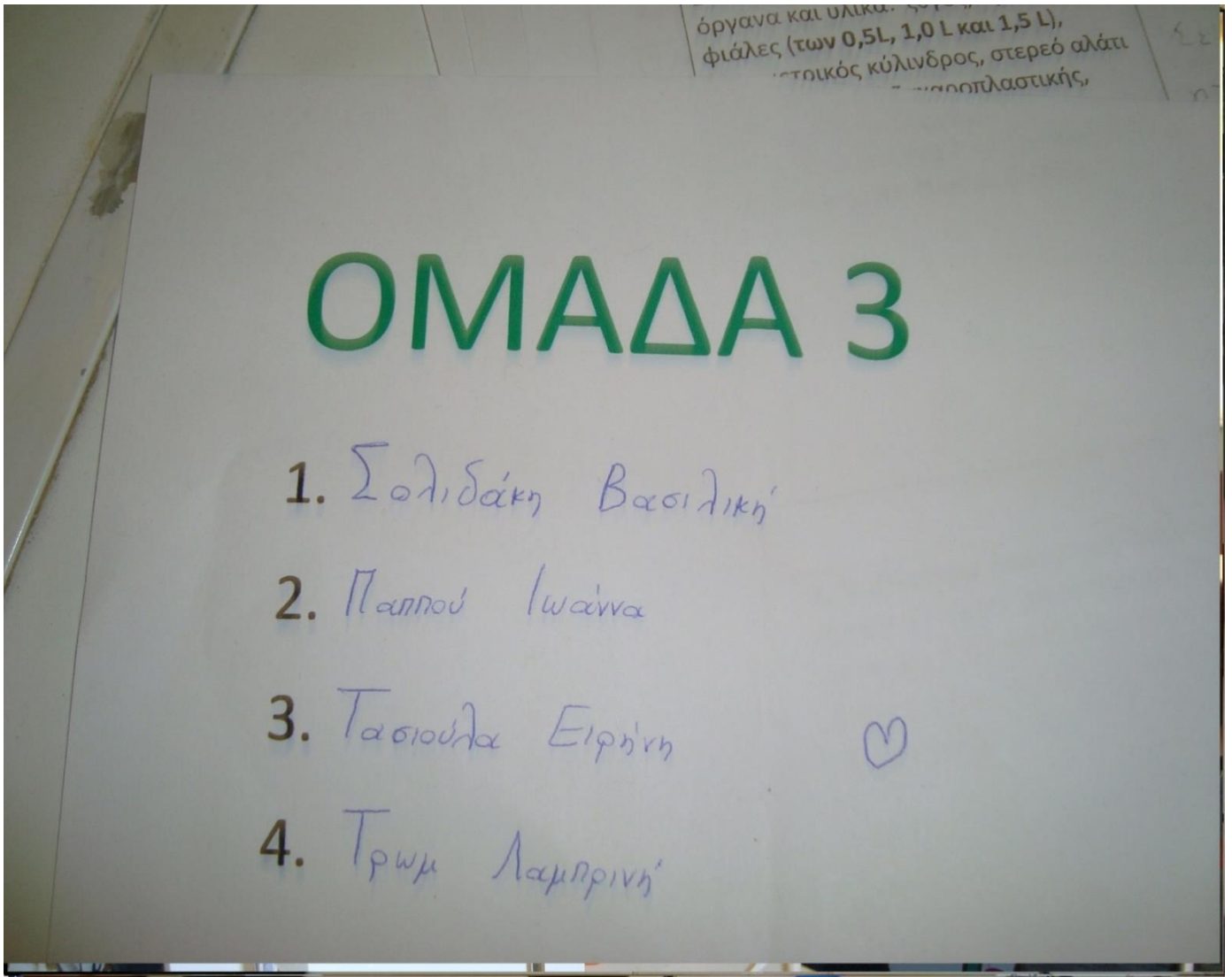
Πανόραμα

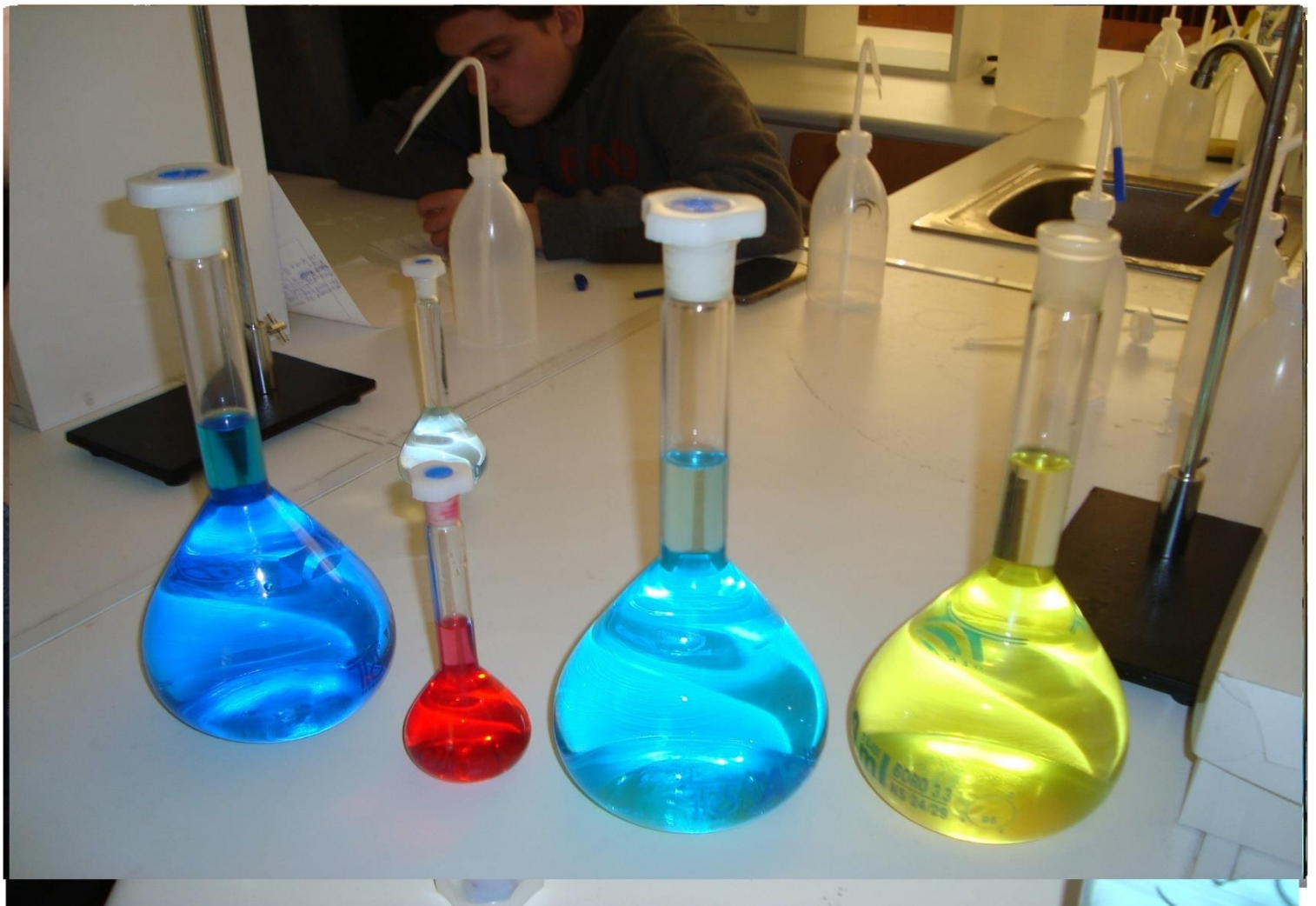
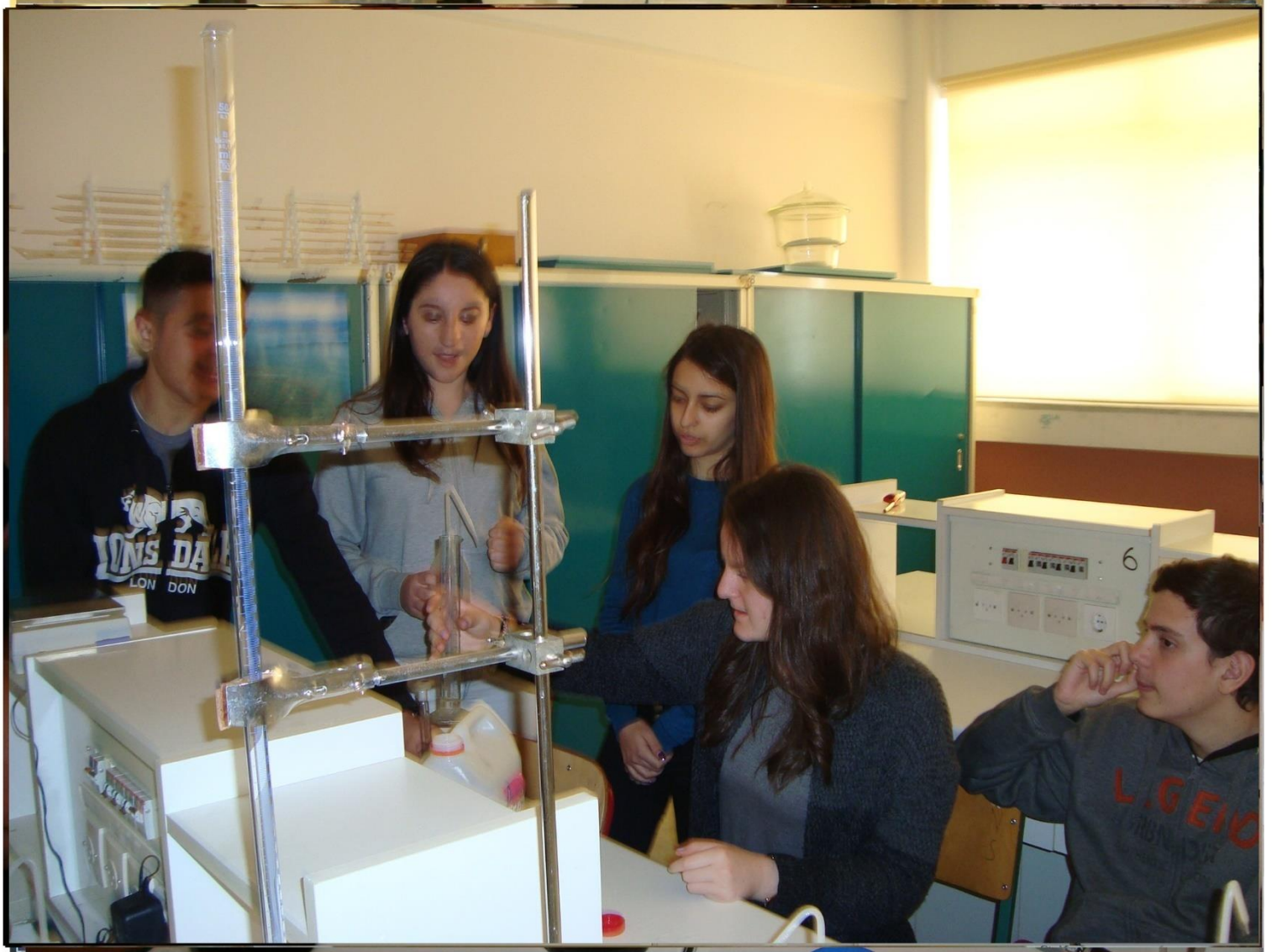
Μετά τις επισημάνσεις και τις διορθώσεις της τριμελούς επιτροπής προτείνουμε τις εξής αλλαγές:

A) Η έννοια **συμπύκνωση διαλυμάτων** στη σελίδα 69 αντικαθίσταται από την έννοια **αύξηση περιεκτικότητας ή αύξηση συγκέντρωσης**.

B) Στις προτάσεις μας για περαιτέρω έρευνα σε ένα νέο συνάδελφο που θα έκανε κάτι ανάλογο με την έρευνά μας θα του προτείναμε να φτιάξει **ένα φύλλο εργασίας** και μία **παρουσίαση σε διαφάνειες (ppt)**.

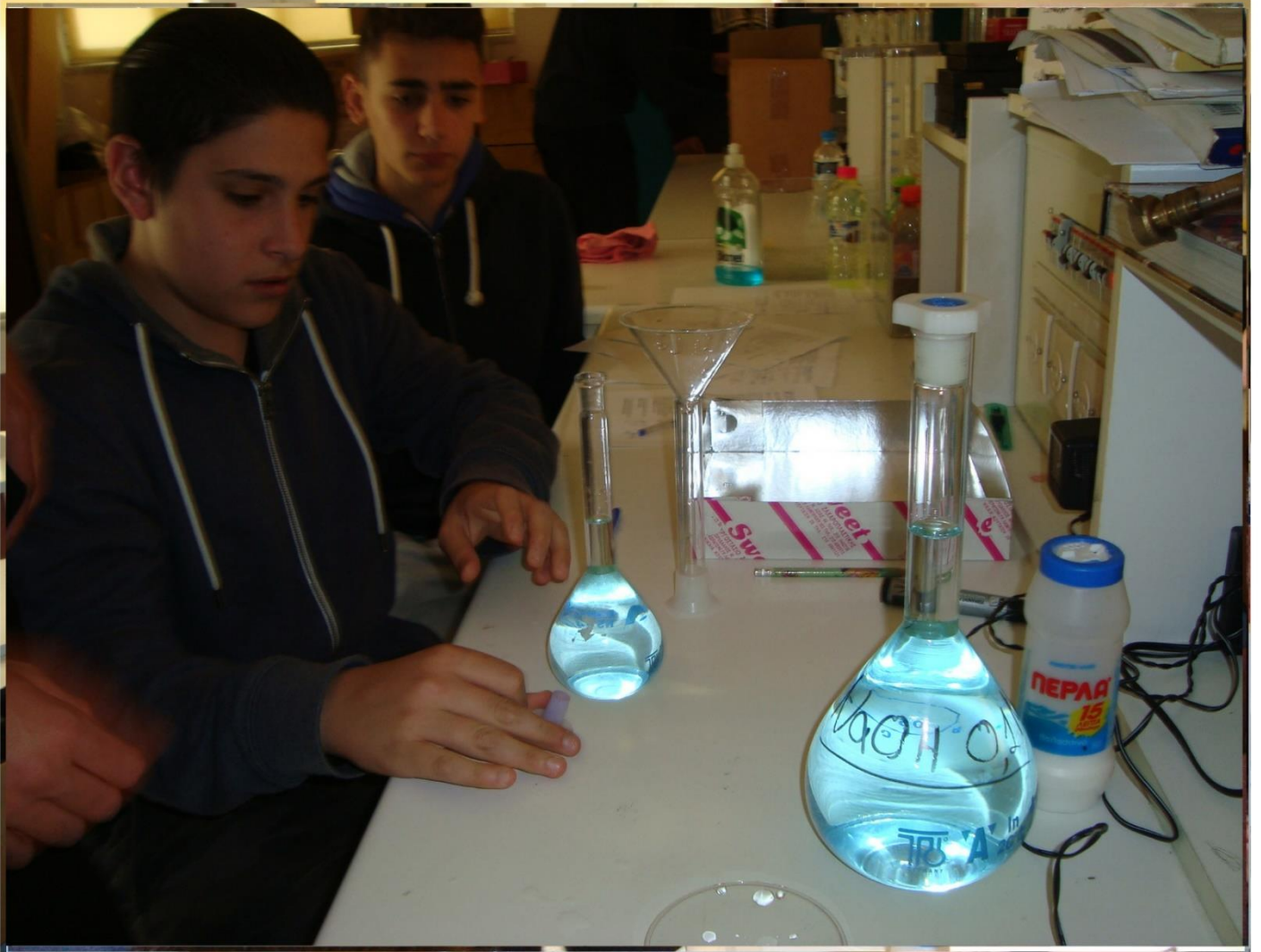
Εικόνες κατά την διεξαγωγή της έρευνας

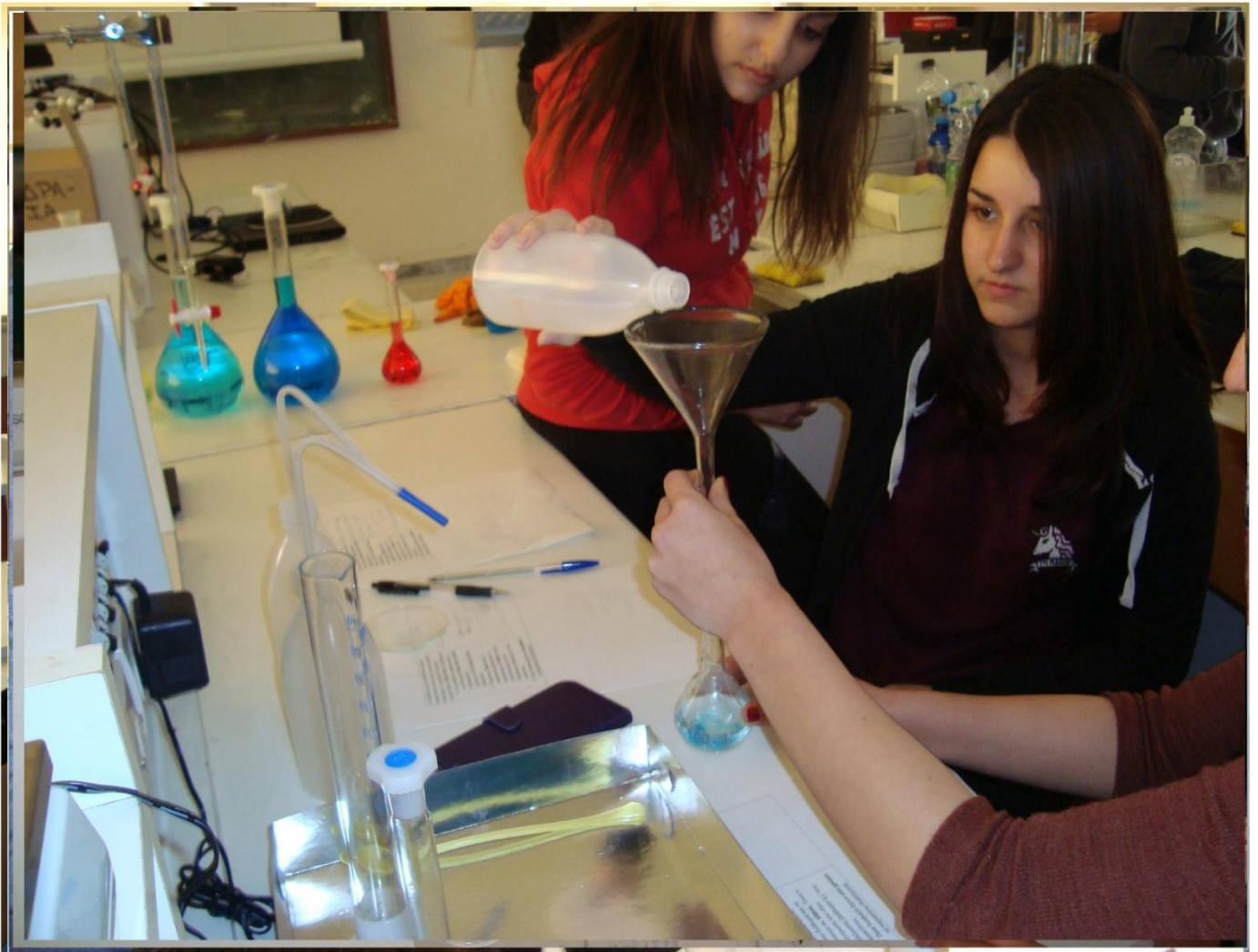




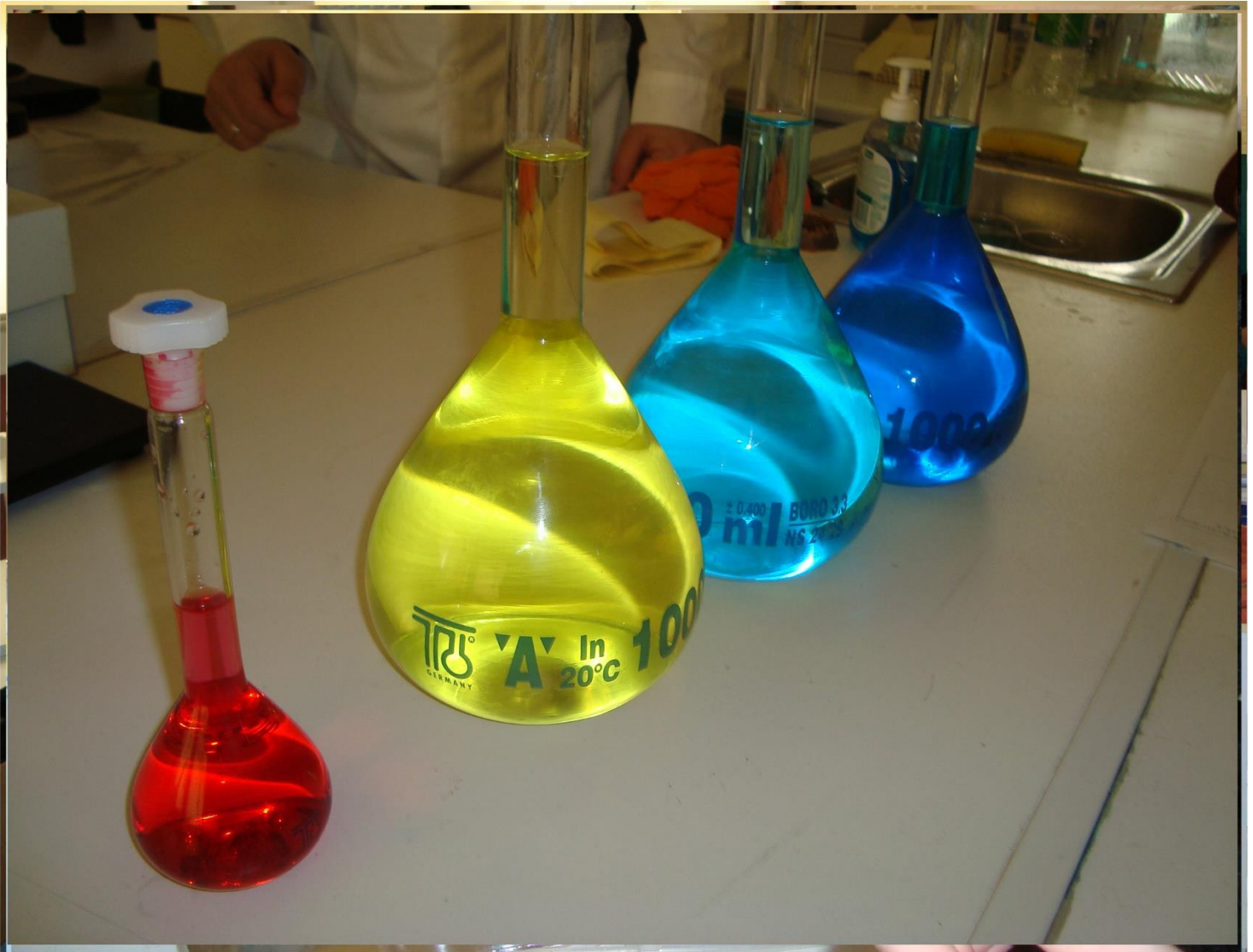












1 L. Μετά προσθέτουμε νερό μέχρι να φτάσει η ένδειξη στο 1 L.

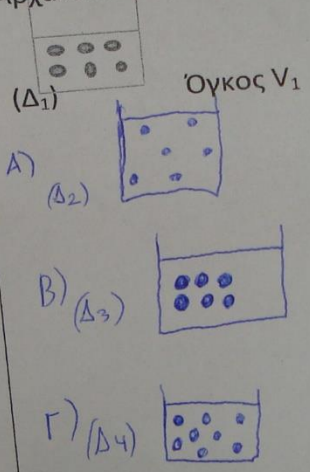
2. Διαθέτουμε ένα αρχικό διάλυμα (Δ_1) όγκου V_1 και ας υποθέσουμε ότι περιέχει 6 μόρια διαλυμένης ουσίας όπως στο σχήμα. Να ζωγραφίσετε:

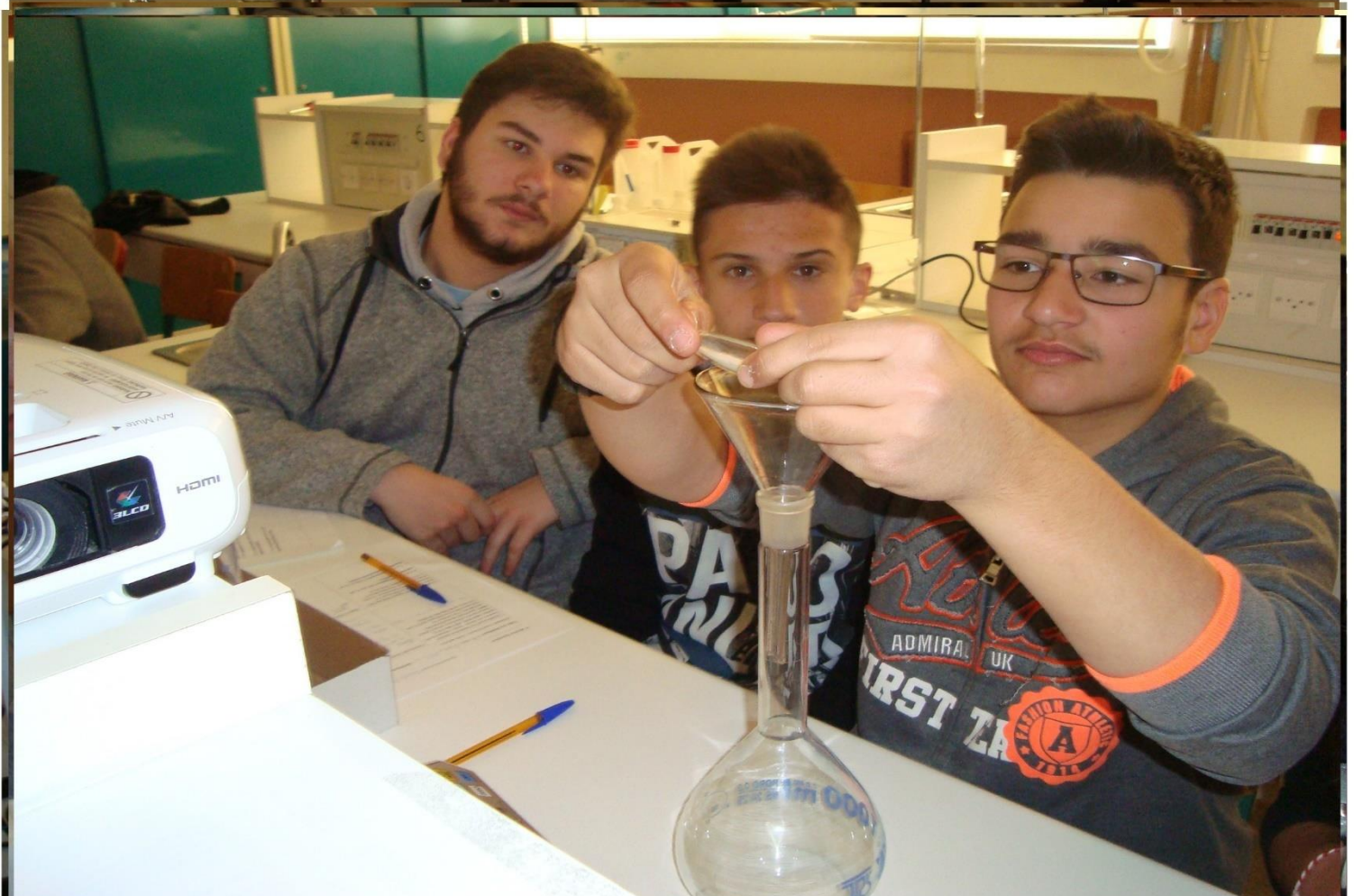
A. Ένα αραιωμένο διάλυμα Δ_2

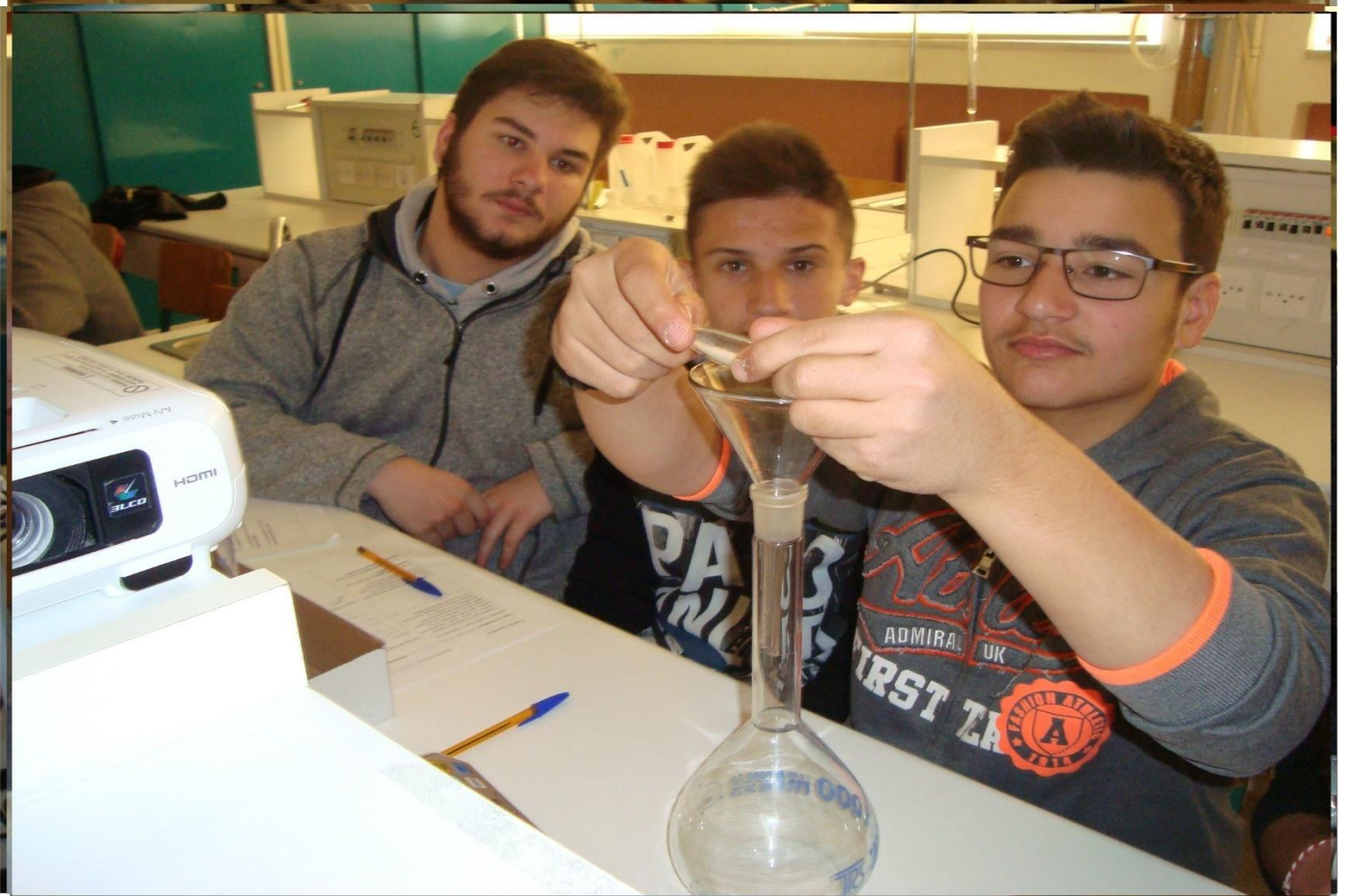
B. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_3 με αφαίρεση διαλύτη.

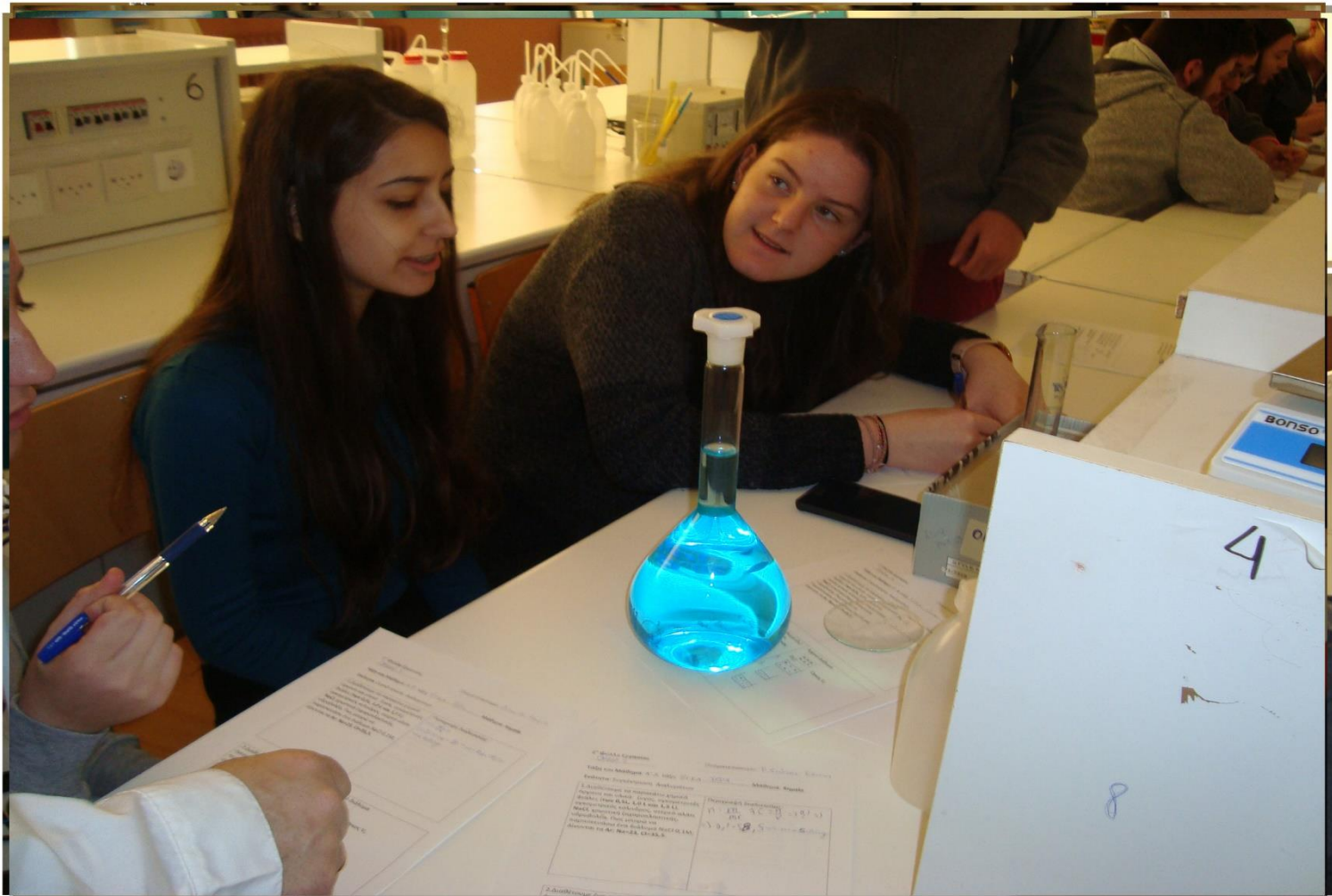
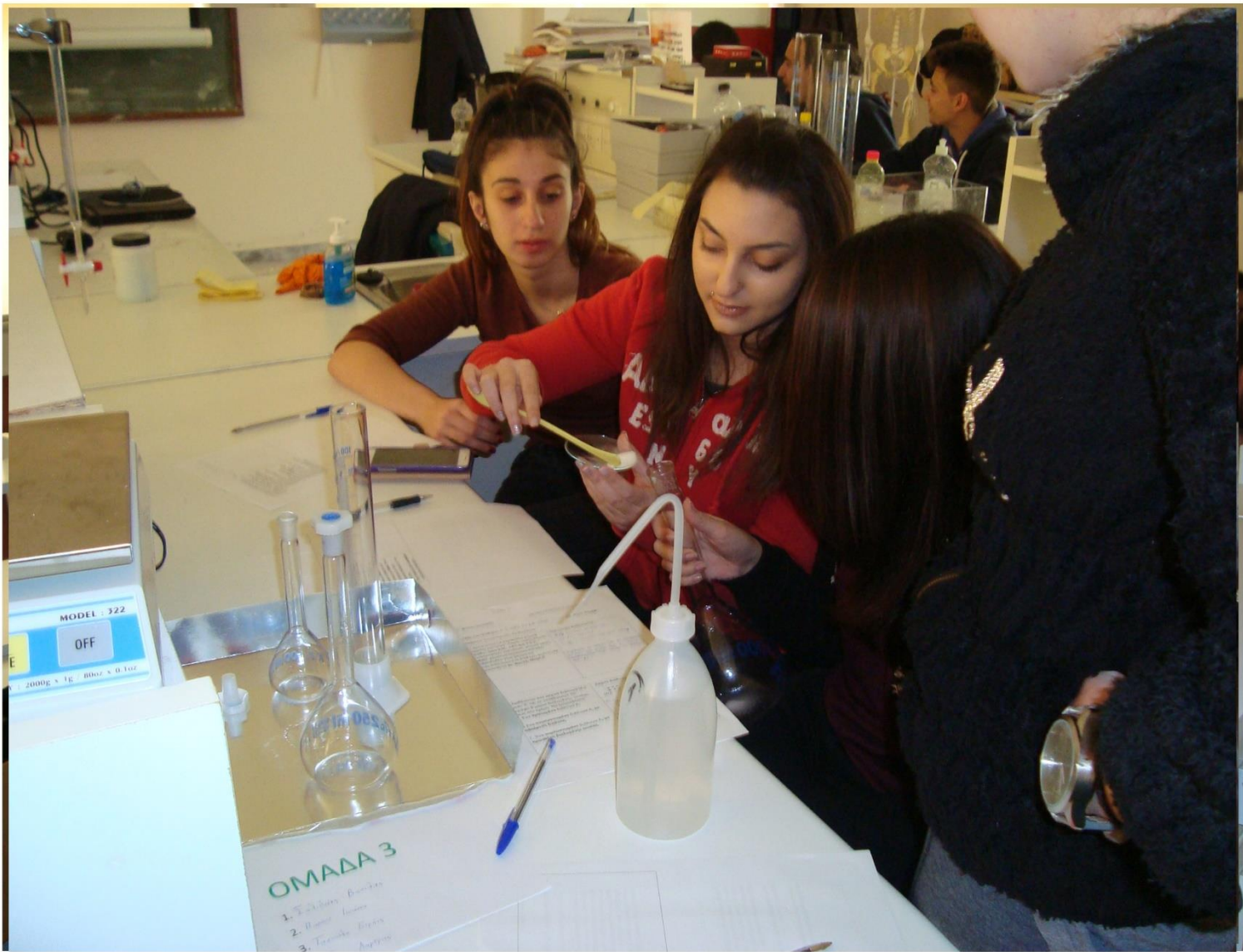
Γ. Ένα συμπυκνωμένο διάλυμα Δ_4 με προσθήκη διαλυμένης ουσίας.

Αρχικό Διάλυμα





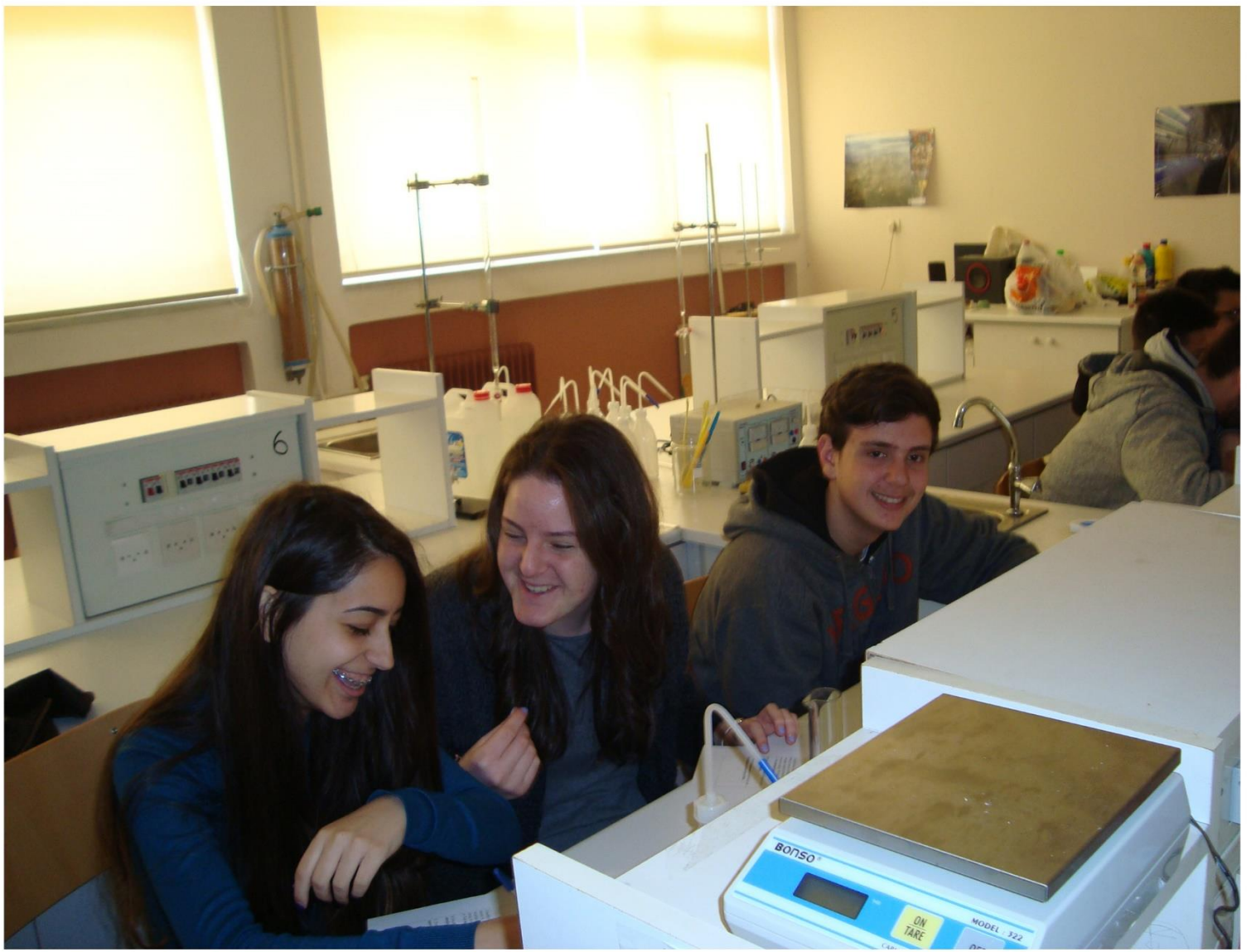


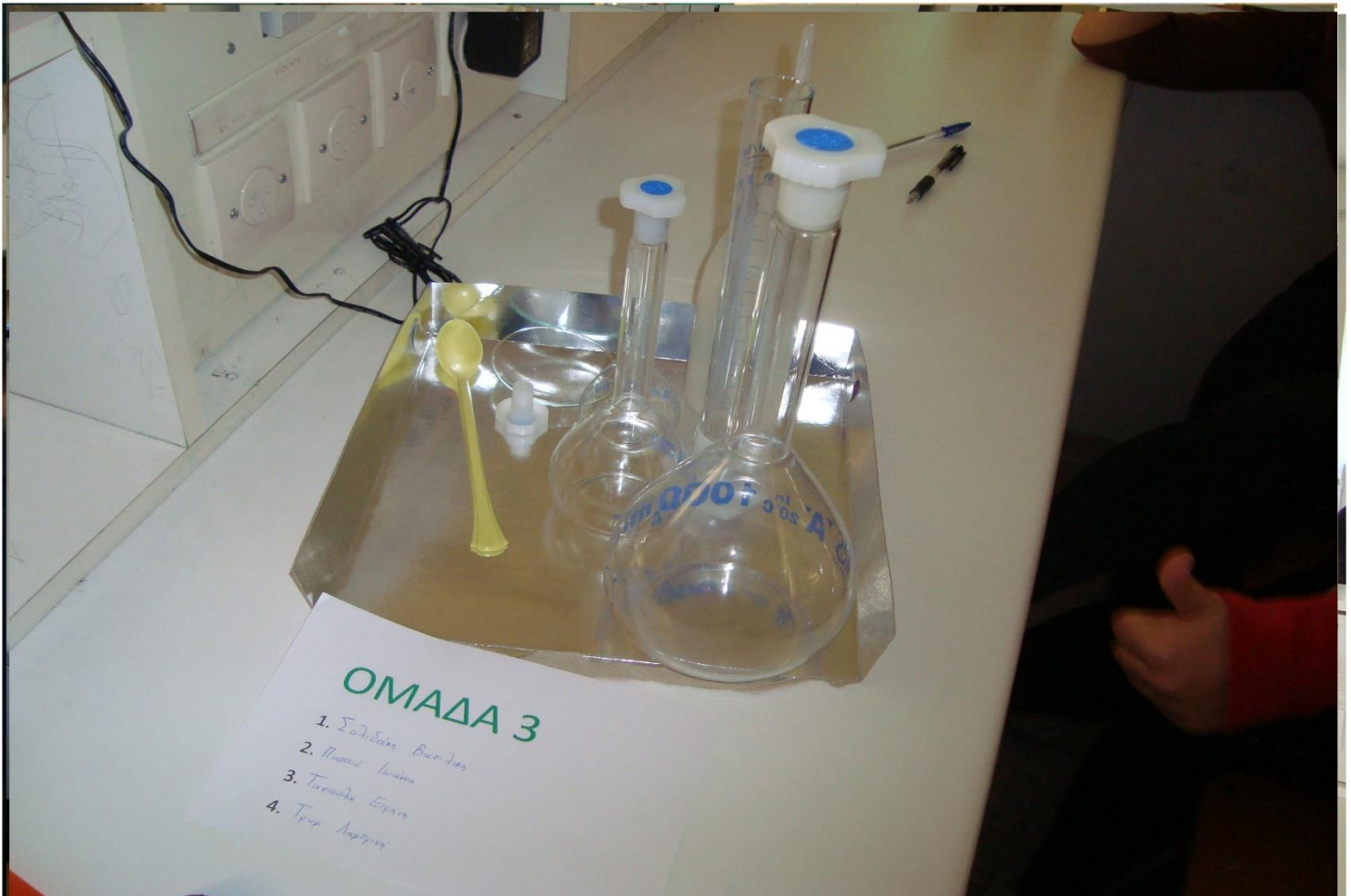


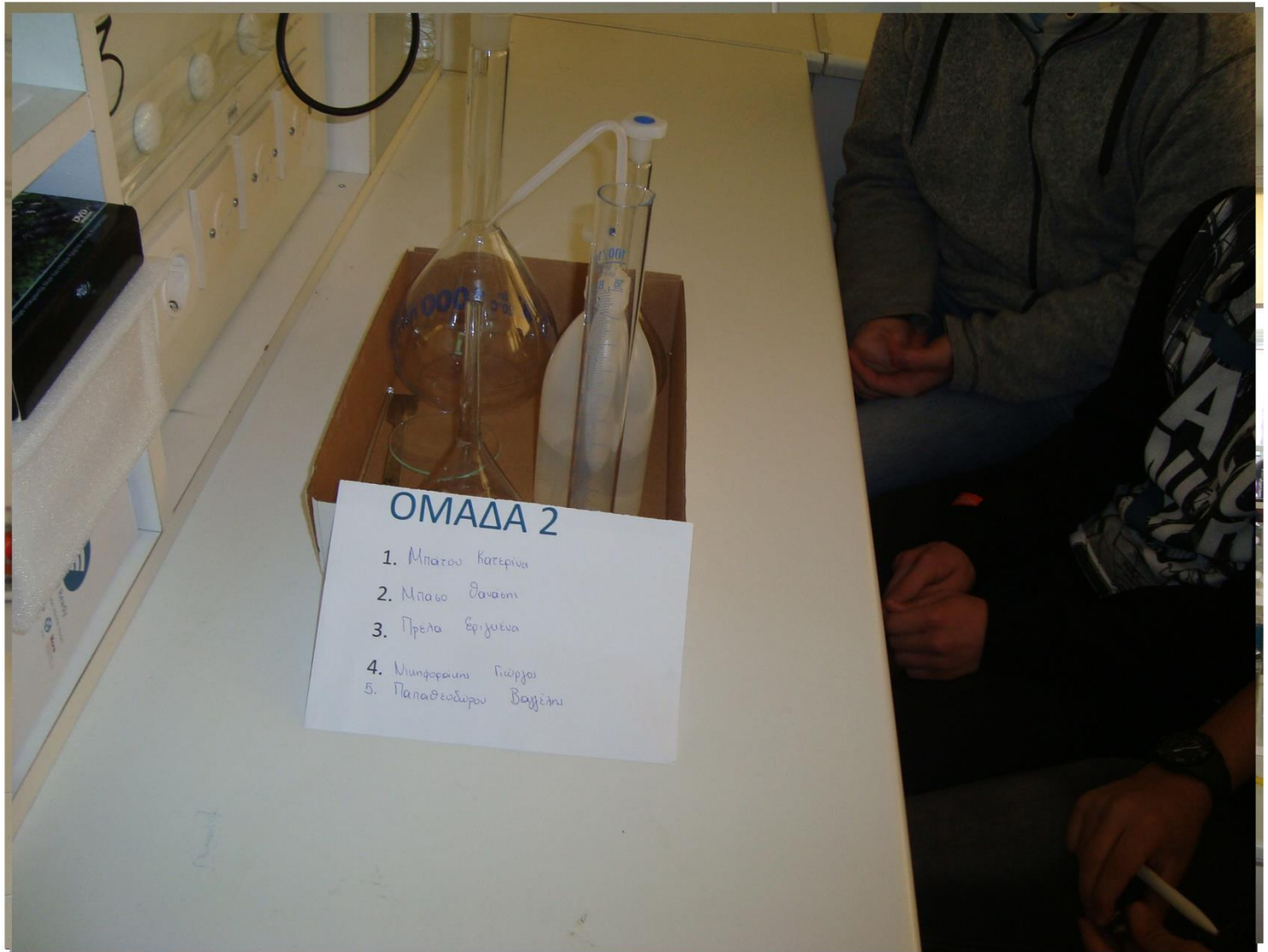


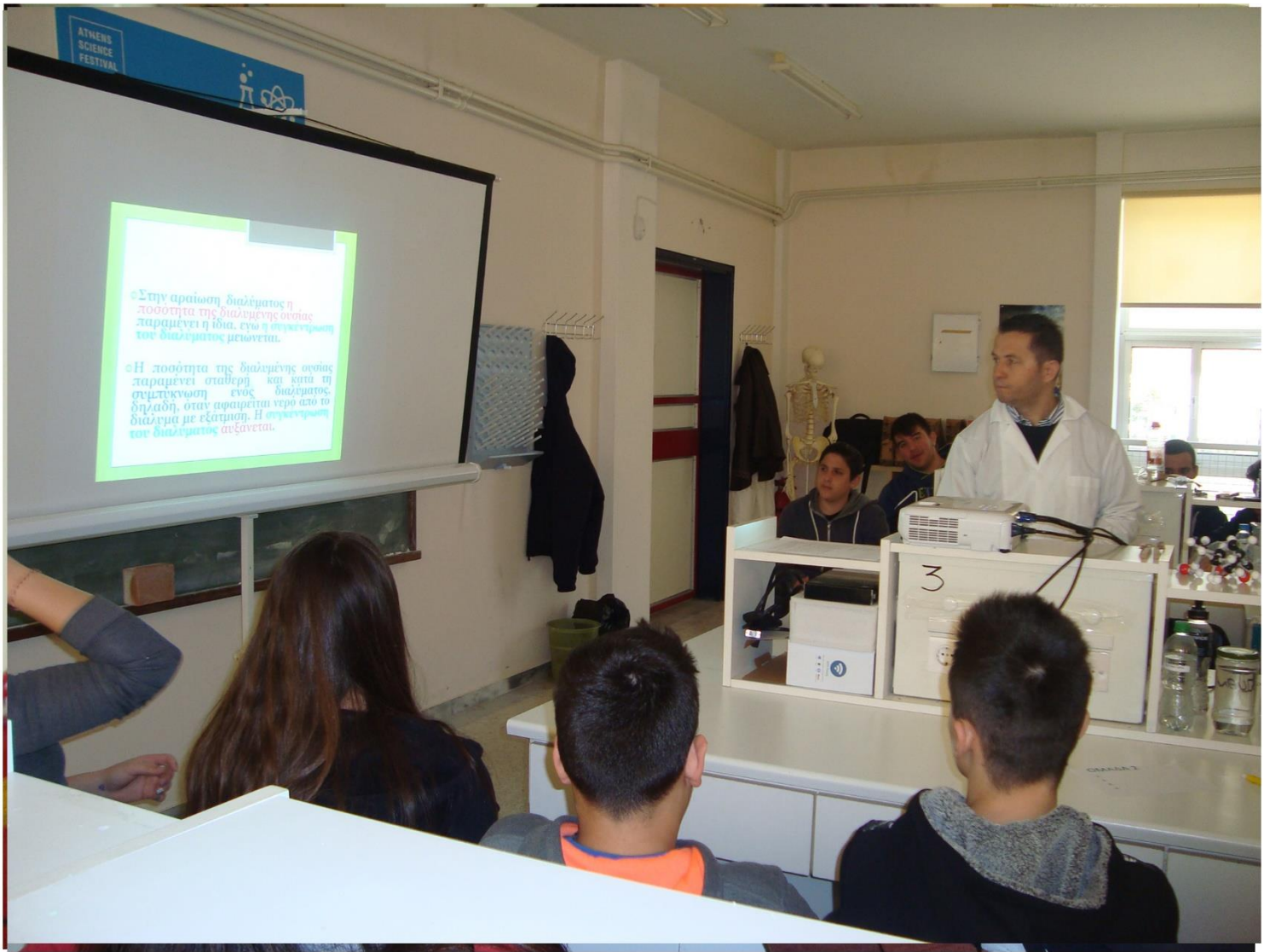




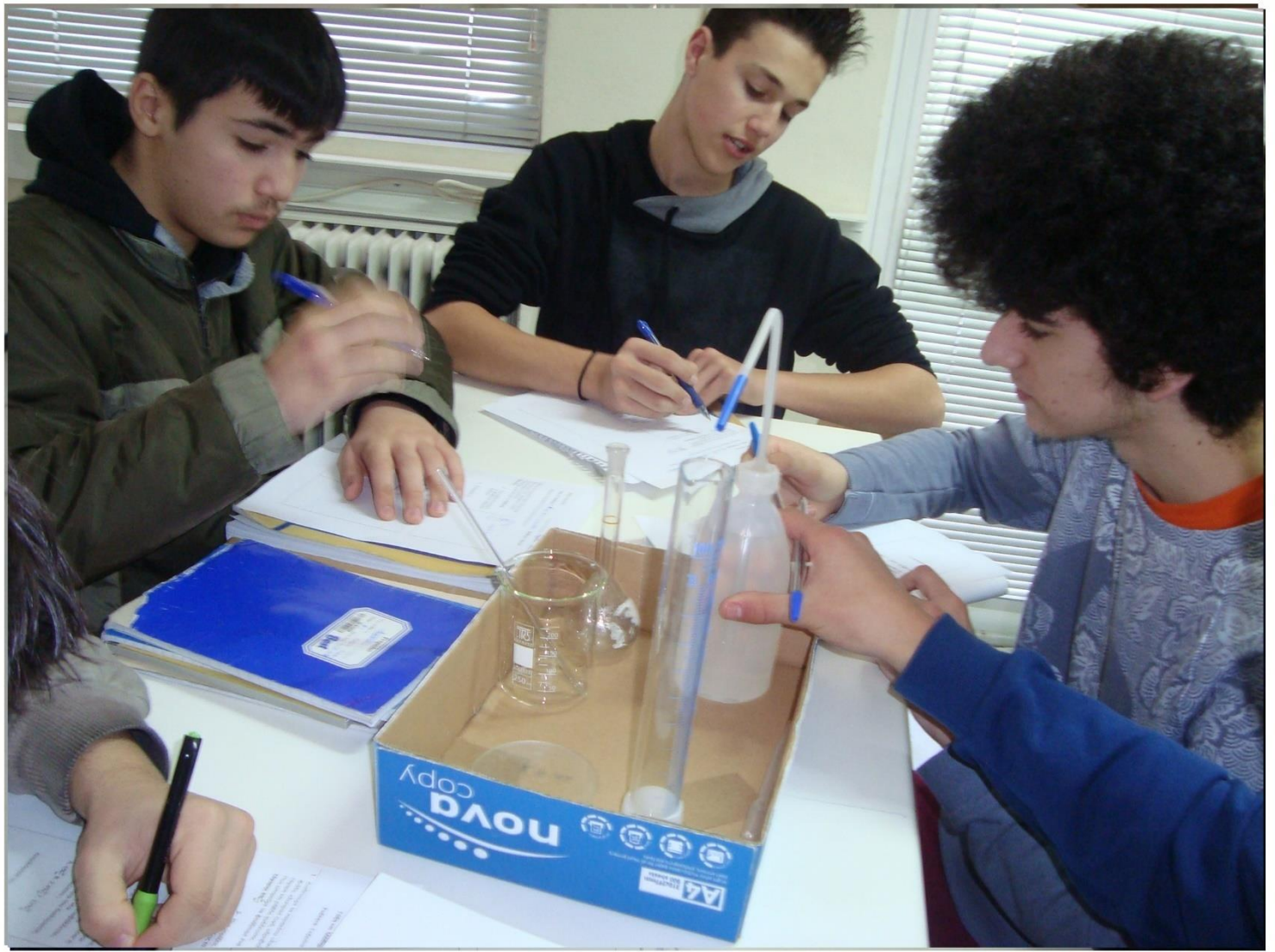






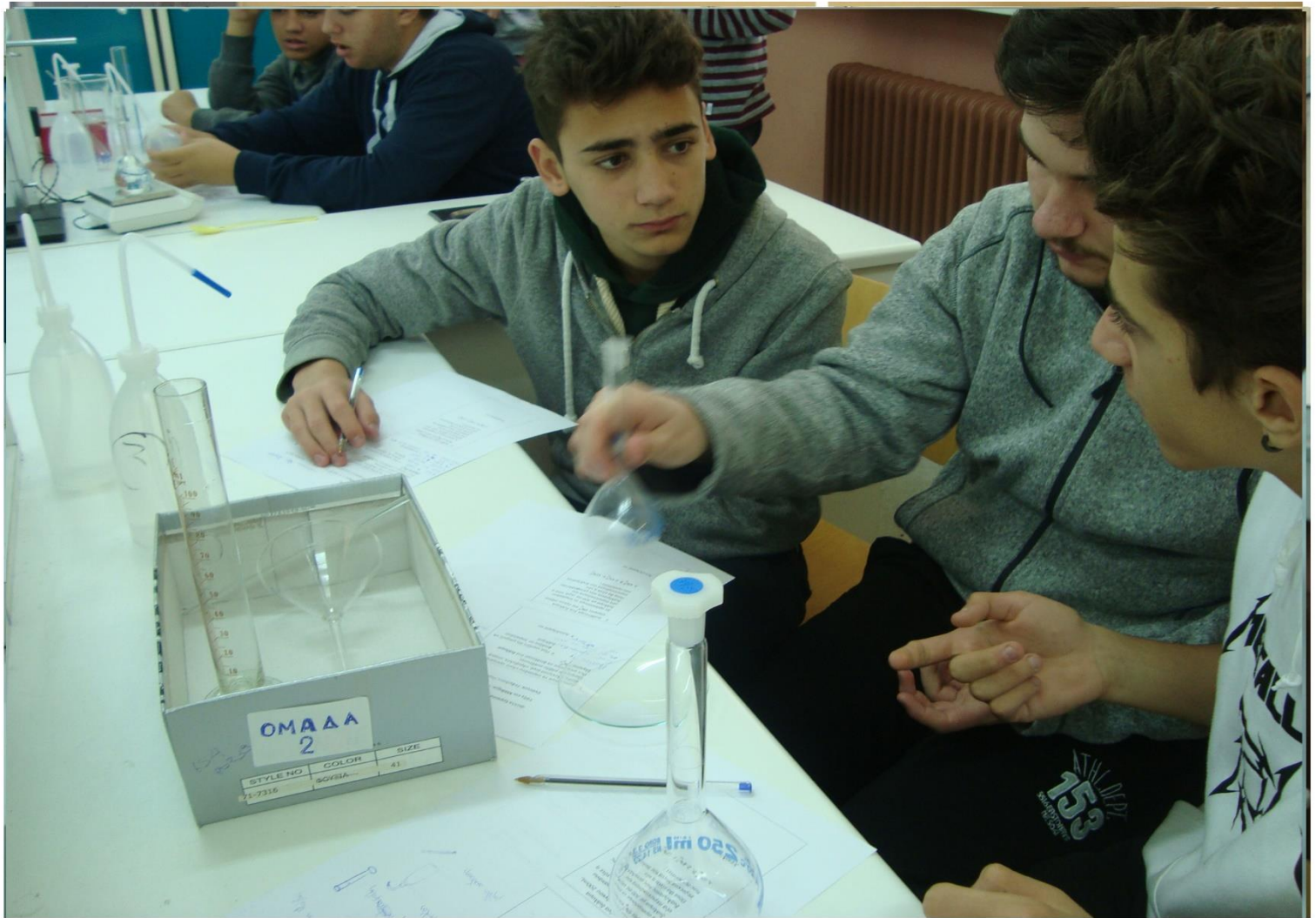




















Τ. Ίρωμ Λαμπρινή





