



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ

ΧΗΜΕΙΑ

(Τάξεις: Α', Β', Γ')

ΓΕΝΙΚΟ ΛΥΚΕΙΟ

2015



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΕΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ:	Παυλάτου Ευαγγελία, Αν. Καθηγήτρια Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου (Συντονίστρια) Μαυρόπουλος Αβραάμ, Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04.02 Λευκοπούλου Σουλτάνα Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04.02 Αποστολόπουλος Κωνσταντίνος, Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04.02
ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ:	Καφετζόπουλος Κωνσταντίνος, Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ04.02
ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ:	Αγγελόπουλος Βασίλειος, Εκπαιδευτικός Δημόσιου τομέα ΠΕ04.02 Βαμνιές Δημήτριος, Εκπαιδευτικός Δημόσιου τομέα ΠΕ04.02 Κοψίδας Γεράσιμος, Εκπαιδευτικός Δημόσιου τομέα ΠΕ12.08 Παπαδόπουλος Χρήστος, Σχολικός Σύμβουλος ΠΕ12.10 Στεφανίδου Παναγιώτα, Εκπαιδευτικός Δημόσιου τομέα ΠΕ04.02 Φαλδάμη Ελένη, Εκπαιδευτικός Δημόσιου τομέα ΠΕ04.02

«ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών»
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ «ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
Σωτήριος Γκλαβάς
Πρόεδρος του Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Υπεύθυνη Πράξης
Γεωργία Φέρμελη
Σύμβουλος Α' Ινστιτούτου Εκπαιδευτικής Πολιτικής



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Το παρόν συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και εθνικούς πόρους στο πλαίσιο της πράξης «ΝΕΟ ΣΧΟΛΕΙΟ (Σχολείο 21ου αιώνα) – Νέο Πρόγραμμα Σπουδών» του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Διά Βίου Μάθηση»

Οδηγός του εκπαιδευτικού Α΄ Λυκείου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Σκοπός του οδηγού του εκπαιδευτικού	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Διδακτική Μεθοδολογία.....	4
2.1. Σκοποί-στόχοι διδασκαλίας	4
2.2. Επιστημονικός Εγγραμματισμός	7
2.3. Διδακτικές μέθοδοι	11
2.4 Αξιολόγηση των μαθητών	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Η Διδασκαλία της Χημείας.....	23
3.1. Στόχοι της διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας	23
3.2 Γενικά για τη διδασκαλία της Χημείας.....	25
3.3. Το πείραμα – εργαστηριακή άσκηση στη διδασκαλία της Χημείας	26
1. Σκοποί – στόχοι εργαστηριακών ασκήσεων	26
2. Ασφάλεια στο εργαστήριο	27
3. Είδη εργαστηριακών ασκήσεων-πειραμάτων	30
4. Αξιολόγηση του μαθητή στο εργαστήριο.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Σχεδιασμός και αξιολόγηση της διδασκαλίας	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Σχέδια Μαθήματος	39
1 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Εισαγωγή-Η Χημεία στη ζωή μας.....	39
2 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η Δομή του ατόμου – Ο Περιοδικός Πίνακας.....	41
3 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ο χημικός δεσμός	56
4 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η γλώσσα της ανόργανης Χημείας (Ώρες: 6)	64
6 ^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η γλώσσα της οργανικής Χημείας (Ώρες: 9)	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Σκοπός του οδηγού του εκπαιδευτικού

Σύμφωνα με τους σκοπούς του Γενικού Λυκείου στην Α΄ και Β΄ τάξη πρέπει να παρέχεται γενική παιδεία, η οποία θα συμβάλλει στην ισόρροπη γνωστική, συναισθηματική, πνευματική και σωματική ανάπτυξη όλων των μαθητών. Επιπλέον πρέπει να διασφαλίζει τη δυνατότητα στους μαθητές να προάγουν την κριτική σκέψη, την πρωτοβουλία, τη δημιουργικότητα και την ικανότητα να αναπτύσσουν δεξιότητες εφαρμογής της γνώσης, να αξιοποιούν τις νέες τεχνολογίες και να επιλύουν προβλήματα.

Στο πλαίσιο αυτό, ο οδηγός του εκπαιδευτικού για τη Χημεία της Α΄ και Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου στοχεύει στην υποστήριξη του εκπαιδευτικού ώστε να μπορέσει να υλοποιήσει κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο το νέο Πρόγραμμα Σπουδών (Π.Σ.). Ο οδηγός δεν επιδιώκει να δώσει στον εκπαιδευτικό «συνταγές» για το τι θα κάνει στην τάξη του, αλλά προσπαθεί να τον υποστηρίξει σε ζητήματα που αφορούν στον σχεδιασμό, την εφαρμογή και την αξιολόγηση της διδασκαλίας, να τον βοηθήσει να αναζητά καινοτόμες δράσεις, να αξιοποιεί τα σύγχρονα ψηφιακά εκπαιδευτικά μέσα και να συνδέει το μάθημα με την κοινωνία και την καθημερινή ζωή. Ο οδηγός στοχεύει στην υποστήριξη του διδάσκοντα στο να προσαρμόζει την διδασκαλία του σύμφωνα με τους στόχους του Π.Σ. και να καθορίζει τα μέσα με τα οποία θα μπορέσει να τους επιτύχει, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες των μαθητών. Ακόμα, ο οδηγός τον βοηθάει να σχεδιάζει τα εργαλεία με τα οποία θα αξιολογήσει την επίτευξη των στόχων, να επιλέγει και να αναπτύσσει εκπαιδευτικό υλικό, να προγραμματίζει την κατανομή των διδακτικών ωρών και τέλος να πειραματίζεται με νέες διδακτικές προσεγγίσεις.

Δεδομένου ότι, η χημεία είναι ένα κατεξοχήν εργαστηριακό μάθημα, ο οδηγός του εκπαιδευτικού προσπαθεί να βοηθήσει τον διδάσκοντα σε ζητήματα ειδικών εργαστηριακών τεχνικών στις συνθήκες διδασκαλίας του Λυκείου.

Η Χημεία, ως μάθημα, αποτελεί ένα ιδανικό πλαίσιο εφαρμογής της *διερευνητικής μεθόδου* μάθησης καθώς και πρακτικών, οι οποίες στηρίζονται στην εποικοδομητική κατάκτηση της γνώσης και πλαισιώνονται από κλασικές εργαστηριακές μεθόδους, πειράματα καθημερινής ζωής, από πειράματα με απλά μέσα και από σχετικά σύγχρονες μεθόδους που μπορούν να καλύψουν κάθε είδους καινοτόμο δράση που σχετίζεται με τις φυσικές επιστήμες. Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες τα πραγματικά πειράματα δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν, είτε λόγω υψηλού κόστους, είτε γιατί είναι χρονοβόρα, είτε γιατί είναι επικίνδυνα όταν πραγματοποιούνται από μαθητές, υπάρχει η δυνατότητα να αναζητηθούν στο διαδίκτυο πειράματα με την υποστήριξη τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας (ΤΠΕ), καθώς και προσομοιώσεις με παρουσίαση εικονικών ή βιντεοσκοπημένων πειραμάτων.

Τέλος, να επισημανθεί ότι τα σχέδια μαθημάτων που παρουσιάζονται στον οδηγό του εκπαιδευτικού είναι ενδεικτικά και μπορούν να αναπροσαρμοστούν, να εμπλουτισθούν ή και να διαφοροποιηθούν από τον κάθε διδάσκοντα.

2.1. Σκοποί-στόχοι διδασκαλίας

Ο όρος **σκοπός** χρησιμοποιείται κυρίως ως γενικός όρος στους νόμους και τα προεδρικά διατάγματα, με τα οποία η πολιτεία θέτει το πλαίσιο της εκπαιδευτικής της πολιτικής. Αρχικά τίθενται οι σκοποί της εκπαίδευσης (educational goals), με βάση τους οποίους προσδιορίζονται στη συνέχεια οι σκοποί των επιμέρους βαθμίδων του εκπαιδευτικού συστήματος. Αυτοί με τη σειρά τους αποτελούν τη βάση για την επιλογή των διδασκόμενων μαθημάτων και τον καθορισμό των γενικών **σκοπών** διδασκαλίας του κάθε μαθήματος. Με τον τρόπο αυτό στοιχειοθετείται η αναγκαιότητα της διδασκαλίας καθενός μαθήματος στο πλαίσιο της προσπάθειας του σχολείου να διαμορφώσει ενεργούς, δημοκρατικούς πολίτες, δημιουργικούς, με ικανότητα να σκέφτονται κριτικά, να συνεργάζονται, να επιλύουν προβλήματα και να μαθαίνουν δια βίου. Οι σκοποί καθορίζονται από την πολιτεία και την αντίστοιχη επιστημονική κοινότητα.

Με τον όρο **στόχοι (ή διδακτικοί στόχοι)** αναφέρονται ακριβείς και πλήρεις περιγραφές της συμπεριφοράς την οποία επιδιώκουμε να εμφανίσει ο μαθητής μετά το πέρας της εκπαιδευτικής διαδικασίας (Mager 1975, οπ. αναφ. στο Κασσωτάκης & Φλουρής 2005) και με βάση αυτούς προγραμματίζεται, οργανώνεται και αξιολογείται η διδασκαλία και διαμορφώνονται εργαλεία με τα οποία αξιολογείται ο μαθητής (Gagne & Briggs 1979, οπ. αναφ. στο Φλουρής 1984). Εκτός από τον όρο στόχοι χρησιμοποιείται και ο όρος **προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα** (Expected Learning Outcomes) ο οποίος έχει παρεμφερές περιεχόμενο είναι δηλαδή προτάσεις οι οποίες προσδιορίζουν αυτά που αναμένεται ο μαθητής να μάθει, να καταλάβει ή να παρουσιάσει μετά την ολοκλήρωση μιας μαθησιακής διαδικασίας (π.χ. μιας διάλεξης, ενός πειράματος, ενός πλήρους μαθήματος κ.ά) (Kennedy 2002, European Communities 2009). Στα σχέδια μαθήματος του οδηγού χρησιμοποιείται ο όρος **στόχος** ως πιο ευρέως χρησιμοποιούμενος στην ελληνική βιβλιογραφία.

Οι **στόχοι** διατυπώνονται συνήθως:

- Από τους **συντάκτες των αναλυτικών προγραμμάτων (curricula)/προγραμμάτων σπουδών** και οριοθετούν την ανάπτυξη του περιεχομένου της κάθε ενότητας.
- Από τους **διδάσκοντες στο σχεδιασμό της διδασκαλίας** έτσι, ώστε να ικανοποιούνται οι επιδιώξεις του Π.Σ. και σε συνδυασμό με το επίπεδο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών της τάξης, στην οποία θα πραγματοποιηθεί η διδασκαλία.

Όταν ο εκπαιδευτικός ξεκινάει να σχεδιάσει μια διδασκαλία η πρώτη του φροντίδα πρέπει να είναι ο **καθορισμός των στόχων της διδασκαλίας** αυτής, δηλαδή τα επιθυμητά αποτέλεσμα τα οποία περιμένει από αυτήν. Ο Mager, ο οποίος έχει ασχοληθεί ιδιαίτερα με θέματα διδακτικής προσδιορίζει ως εξής το διδακτικό στόχο: «**Διδακτικός στόχος** είναι η συμπεριφορά την οποία αναμένεται να εμφανίσει ο μαθητής μετά το πέρας μιας εκπαιδευτικής διαδικασίας, η οποία οφείλει να είναι κατά αντικειμενικό τρόπο παρατηρήσιμη και επαληθεύσιμη». Οι διδακτικοί στόχοι:

- αποτελούν **βασικά κριτήρια για την επιλογή και τον προγραμματισμό του περιεχομένου, των μέσων και των μεθόδων διδασκαλίας,**
- **κατευθύνουν τη διδασκαλία και εστιάζουν την προσοχή των μαθητών** σ' αυτά που πρόκειται να μάθουν.
- **προσανατολίζουν το μαθητή σε συγκεκριμένες ενέργειες, τέτοιες ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι** - προσφέρουν και στο μαθητή μια βάση για το σχεδιασμό των δικών του προσπαθειών για την επίτευξή τους,
- αποτελούν τη **βάση για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων τόσο της διδασκαλίας όσο και των αποτελεσμάτων της.**

Κυρίαρχη **επιδίωξη μιας διδασκαλίας** κατά τον Bloom και τους συνεργάτες του (Bloom, 1986), πρέπει να είναι η τελική συμπεριφορά του μαθητή μετά την πραγματοποίηση της διδασκαλίας αυτής, δηλαδή **τι θα είναι σε θέση να «κάνει» ο μαθητής μετά το τέλος της διδασκαλίας.** Η έμφαση η οποία δίνεται στο τελικό αποτέλεσμα μιας διδασκαλίας, δηλαδή αν οι μαθητές έμαθαν αυτό που ο διδάσκων ήθελε να μάθουν, οδηγεί αναπόφευκτα στην **αξιολόγηση της διδασκαλίας.**

Για να γίνει μια οργανωμένη και συστηματική αξιολόγηση της διδασκαλίας απαιτείται: α) να έχουν καθοριστεί τα θέματα που απαρτίζουν την ενότητα που θα διδαχθεί και να καθοριστούν οι επιδιωκόμενοι στόχοι ως προς την τελική συμπεριφορά των μαθητών και β) να βρεθεί τρόπος με τον οποίο ο διδάσκων είναι σε θέση να εξετάσει αν οι στόχοι αυτοί επιτεύχθηκαν. Κι αυτό θα γίνει με κατάλληλες ερωτήσεις που θα δοθούν στους μαθητές, στο τέλος της διδασκαλίας, σύμφωνα με τους στόχους που είχαν τεθεί από τον διδάσκοντα γι' αυτή τη διδασκαλία. Συνεπώς, αν δεν υπάρχουν σαφώς καθορισμένοι στόχοι, δεν υπάρχει και σταθερή βάση για την επιλογή ή τη διαμόρφωση του διδακτικού υλικού, των περιεχομένων, των μέσων ή των μεθόδων. Εάν δεν γνωρίζουμε που θέλουμε να πάμε, είναι δύσκολο να επιλέξουμε τα κατάλληλα μέσα, για να φθάσουμε εκεί (Mager 1975).

Στη διατύπωση ενός συγκεκριμένου διδακτικού στόχου, εκτός από τη **δραστηριότητα** (τι αναμένεται να μπορεί να κάνει ο μαθητής μετά το τέλος της διδασκαλίας), μπορεί να περιέχονται και άλλα στοιχεία που εξασφαλίζουν εγκυρότητα και αντικειμενικότητα στη μέτρηση του αποτελέσματος, όπως: Οι **συνθήκες**: (περιγράφουν τις βασικές συνθήκες κάτω από τις οποίες θα εκτελεστεί η δραστηριότητα) ή/και τα **κριτήρια** (περιγράφουν τα απαραίτητα στοιχεία για να θεωρηθεί ικανοποιητική η επίτευξη του στόχου).

Δραστηριότητα: Στην περιγραφή του στόχου εκφράζεται τι θα πρέπει να είναι σε θέση να κάνει ο μαθητής μετά το τέλος της διδασκαλίας και εκφέρεται με ρήμα που δηλώνει συγκεκριμένη ενέργεια (βλέπε πίνακα 2.1).

Ρήματα που επιτρέπουν πολλές ερμηνείες και δεν είναι δυνατόν να εξακριβωθούν άμεσα από τον αξιολογητή, όπως: να γνωρίσει, να κατανοήσει, να εμβυθύνει, να πιστέψει, να προσέξει, να εσωτερικεύσει, να προβληματίσει, να ευαισθητοποιήσει κτλ. αποφεύγονται κατά τη διατύπωση στόχων, αλλά όχι των σκοπών.

Πίνακας 2.1. **Διατύπωση στόχων σε επίπεδο γνώσεων-δεξιοτήτων** (Μαυρόπουλος 2013, σ.32)

Ο μαθητής να είναι σε θέση να ...

Γνώση	Κατανόηση	Εφαρμογή	Ανάλυση & Σύνθεση	Αξιολόγηση	Κινητικές δεξιότητες
αναφέρει ...	αιτιολογεί ...	αναπτύσσει ...	Ανάλυση	αξιολογεί ...	εκτελεί ...
απαριθμεί ...	αναγνωρίζει ...	αξιοποιεί ...	αναλύει ...	αποτιμά ...	κατασκευάζει ...
αναγνωρίζει ...	αναπαριστά ...	αποδεικνύει ...	διακρίνει ...	διακρίνει ...	πραγματοποιεί ...
γράφει ...	απεικονίζει ...	επιλέγει ...	διαχωρίζει ...	διαλέγει ...	σχεδιάζει ...
διατυπώνει ...	διακρίνει ...	επιλύει/λύνει...	επαληθεύει ...	επιλέγει...	χειρίζεται ...
εκφράζει ...	εξηγεί ...	εφαρμόζει ...	κατατάσσει ...	κρίνει...	
ονομάζει ...	εξηγεί...	καθορίζει ...	κατηγοριοποιεί...	προτείνει ...	
περιγράφει ...	επισημαίνει ...	παράγει ...	ταξινομεί ...	συγκρίνει ...	
προσδιορίζει	ερμηνεύει ...	πειραματίζεται		συμπεραίνει ...	
...	«μεταφράζει»-	πραγματοποιεί	Σύνθεση		
	μετατρέπει...	προσαρμόζει ...	γενικεύει ...		
	προσδιορίζει ...	συσχετίζει ...	δημιουργεί ...		
	προβλέπει ...	χρησιμοποιεί ...	παράγει ...		
	υπολογίζει ...		συνδέει ...		
			συνδυάζει ...		
			συνθέτει ...		
			τεκμηριώνει...		

Συνθήκες επίτευξης στόχων: Πρόκειται για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες πρέπει να δείξει ο μαθητής ότι πέτυχε το στόχο. Τι επιτρέπεται να χρησιμοποιήσει και τι όχι. Στις συνθήκες αποσαφηνίζεται με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια η απαίτηση έτσι, ώστε να μη χωρούν παρερμηνείες από τους μαθητές.

Στα παραδείγματα που ακολουθούν οι **συνθήκες** είναι με έντονους χαρακτήρες (bold), ενώ οι **δραστηριότητες** είναι σε πλαίσιο.

- Από έναν κατάλογο με χημικές ενώσεις, να κυκλώσετε τις οργανικές ενώσεις.
- Να συναρμολογήσετε μια αποστακτική συσκευή, χρησιμοποιώντας τα όργανα τα οποία σας δίνονται.
- Να γράψετε τα προϊόντα των χημικών εξισώσεων όσων χημικών αντιδράσεων μπορούν να πραγματοποιηθούν από τα ζευγάρια των χημικών ενώσεων που σας δίνονται.
- Να γράψετε τους χημικούς τύπους των χημικών ενώσεων που αναγράφονται με λόγια.

Κριτήρια: Η περιγραφή ενός στόχου μπορεί να διευρύνεται με κριτήρια ποιοτικά ή/και ποσοτικά, ακρίβειας, ταχύτητας κ.ά. Με τα κριτήρια προσδιορίζεται το ικανοποιητικό της απόδοσης στη ζητούμενη από το μαθητή δραστηριότητα, όσον αφορά στο πόσο καλά ή πόσο γρήγορα ή στον καθορισμό του επιπέδου επίδοσης.

Στα παραδείγματα που ακολουθούν οι δραστηριότητες είναι σε πλαίσιο, οι συνθήκες είναι με παχιά γράμματα (bold) και τα κριτήρια υπογραμμισμένα.

- Από έναν κατάλογο με χημικές ενώσεις, να κυκλώσετε τις οργανικές ενώσεις.
- Να συναρμολογήσετε μια αποστακτική συσκευή, χρησιμοποιώντας τα όργανα τα οποία σας δίνονται.
- Να γράψετε τα προϊόντα των χημικών εξισώσεων όσων χημικών αντιδράσεων μπορούν να πραγματοποιηθούν από τα ζευγάρια των χημικών ενώσεων τα οποία σας δίνονται, αναφέροντας το λόγο για τον οποίο πραγματοποιείται η καθεμία.
- Να γράψετε τους χημικούς τύπους τουλάχιστον δέκα χημικών ενώσεων από τις είκοσι οι οποίες αναγράφονται με λόγια.

Ο διδακτικός στόχος και οι μαθητές

Κλείνοντας την αναφορά στους διδακτικούς στόχους αξίζει να απαντηθεί ένα σημαντικό ερώτημα: Πρέπει να γνωρίζουν οι μαθητές τους διδακτικούς στόχους τους οποίους επιδιώκει ο εκπαιδευτικός σε μια διδασκαλία; Η απάντηση των ειδικών στο ερώτημα αυτό είναι κατηγορηματικά ναι.

Ο Χ. Φράγκος (1984) υποστηρίζει ότι «Ο διδακτικός στόχος ο οποίος επιδιώκεται από μια διδασκαλία, δεν είναι χρήσιμος μόνο για το δάσκαλο, αλλά και για το μαθητή. Γιατί με τον τρόπο αυτό γνωρίζει που οδηγείται και έτσι συνεργεί στην επιτυχία του επιθυμητού αποτελέσματος».

Ο μαθητής είναι έντιμο να γνωρίζει τους στόχους της διδασκαλίας, γιατί αυτό θα τον βοηθήσει να προσαρμόσει την πορεία της σκέψης του, τις ενέργειές του και τον προσανατολίζει που θα εντείνει την προσοχή του, εφόσον γνωρίζει τι θα του ζητηθεί κατά την αξιολόγηση που συναρτάται από τη στοχοθεσία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bloom B. S. (1986). *Ταξινομία Διδακτικών Στόχων* (Μετάφραση Λαμπράκη-Παγανού (1986). Αθήνα: Κώδικας.
- European Communities, Education and Culture DG (2009). *ECTS Users' Guide*. Διαθέσιμο στο: http://ec.europa.eu/education/tools/docs/ects-guide_en.pdf (πρόσβαση: 29 Ιανουαρίου 2015).
- Κασωτάκης, Μ., Φλουρής, Γ. (2005): *Μάθηση και διδασκαλία τ. Β*. Αθήνα: Αυτοέκδοση.
- Kennedy, D. (2002). *Writing and Using Learning Outcomes A Practical Guide*, Διαθέσιμο στο <file:///C:/Users/KA/Downloads/A%20Learning%20Outcomes%20Book%20D%20Kennedy.pdf>. (πρόσβαση: 29 Ιανουαρίου 2015).
- Μαυρόπουλος Μ. (2013). *Σχέδιο μαθήματος*, Αθήνα: αυτοέκδοση
- Φλουρής, Γ. Σ. (1984). Η αρχιτεκτονική της διδασκαλίας και η διαδικασία της μάθησης. Αθήνα: Εκδ. Γρηγόρη.
- Φράγκος, Χ. (1984). *Ψυχοπαιδαγωγική*. Αθήνα: Gutenberg

2.2. Επιστημονικός Εγγραμματισμός

Γενικά - Εγγραμματισμός

Η εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της ζωής των ανθρώπων και στην ευημερία της κοινωνίας. Ταυτόχρονα δημιουργεί ένα πιο σύνθετο κοινωνικό περιβάλλον στο οποίο ο πολίτης πρέπει να μπορεί να χειρίζεται, να χρησιμοποιεί και να αξιοποιεί παραγωγικά τις νέες επιστημονικές γνώσεις και τις τεχνολογικές εφαρμογές τους. Παράλληλα, έχουν ανακύψει ζητήματα περιβαλλοντικά, οικονομικά, ηθικά και κοινωνικά, όπως η ρύπανση του περιβάλλοντος, οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί και τα γενετικά τροποποιημένα τρόφιμα, το ποιός «ελέγχει» την παραγωγή γενετικά τροποποιημένων οργανισμών και τροφίμων, η κλωνοποίηση ανθρώπων, η επιλογή παιδιών μέσω της γενετικής, η διακίνηση της πνευματικής ιδιοκτησίας μέσω του διαδικτύου, η δυνατότητα συμμετοχής σε δημόσια συζήτηση για μεγάλα ζητήματα όπως η βιώσιμη ανάπτυξη, οι εναλλακτικές πηγές ενέργειας, η βιομηχανική παραγωγή, η πράσινη χημεία, η διατήρηση της πολιτιστικής παράδοσης και κληρονομιάς, οι μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις αναπτυγμένες και τις αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς και η κοινωνική ανισότητα (πρόσβαση στην υγεία, την παιδεία, ακόμη και στην τροφή). Αυτά είναι μερικά μόνο από τα θέματα που πρέπει οι διδάσκοντες να λαμβάνουν υπόψη στη διδασκαλία και να εξοπλίζουν τους μαθητές με κατάλληλες γνώσεις, δεξιότητες και στάσεις προκειμένου να μπορέσουν στο μέλλον να αναπτύξουν τη δική τους άποψη, αλλά και να μετουσιώσουν τη γνώση τους και τη στάση τους σε δράση, προς όφελος των ίδιων και της κοινωνίας. Με άλλα λόγια να γίνουν ενεργοί πολίτες. Οι παραπάνω ανάγκες οδήγησαν στην έννοια του Εγγραμματισμού και ειδικότερα του Επιστημονικού Εγγραμματισμού

Ο Εγγραμματισμός ή αλφαριθμητισμός ή γραμματισμός (literacy) παραδοσιακά σχετιζόταν με την ικανότητα του ανθρώπου να διαβάζει και να γράφει, δηλαδή να χρησιμοποιεί λέξεις, αριθμούς, εικόνες και άλλα μέσα, ώστε να κατανοεί και να χρησιμοποιεί λειτουργικά τα κυρίαρχα συμβολικά συστήματα μιας κοινωνίας (κουλτούρας). Σήμερα ο όρος έχει διευρυνθεί και σύμφωνα με την UNESCO (2006:13), «εγγραμματισμός είναι η ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει, να κατανοεί, να ερμηνεύει να δημιουργεί, να επικοινωνεί και να υπολογίζει χρησιμοποιώντας γραπτά κείμενα που αφορούν ποικίλα πλαίσια. Επίσης ο εγγραμματισμός περιλαμβάνει μια διαρκή μαθησιακή διαδικασία κατά την οποία το άτομο επιτυγχάνει τους σκοπούς του ως προς την ανάπτυξη της γνώσης αλλά και της συμμετοχής του στην κοινότητα και την ευρύτερη κοινωνία.»

Από τον εγγραμματισμό στον επιστημονικό εγγραμματισμό

Υπάρχουν πολλά είδη εγγραμματισμού ανάλογα με το πλαίσιο και το σκοπό. Έτσι αναφερόμαστε στον αναγνωστικό, στον μαθηματικό και στον επιστημονικό εγγραμματισμό για παράδειγμα, αλλά και στον λειτουργικό, σχολικό και τεχνολογικό εγγραμματισμό (Ματσαγγούρας 2007:23-26). Από τα είδη των εγγραμματισμών που υπάρχουν οι Φυσικές Επιστήμες ασχολούνται κυρίως με τον Επιστημονικό Εγγραμματισμό (ως προς το πλαίσιο), παράλληλα με άλλα είδη όπως ο λειτουργικός και ο σχολικός (ως προς το σκοπό).

Ο Επιστημονικός Εγγραμματισμός ως έννοια έχει τρεις κυρίως άξονες: 1. Το περιεχόμενο της επιστήμης (δηλωτική γνώση), 2. την ερμηνεία πραγματικών προβλημάτων χρησιμοποιώντας τις επιστημονικές γνώσεις (λειτουργική γνώση) και 3. τη φύση της επιστήμης (δηλαδή τη γνώση των διαδικασιών, της ιστορίας και της φιλοσοφίας της επιστήμης καθώς και την κριτική γύρω από αυτήν). Στην βιβλιογραφία υπάρχουν πολλοί ορισμοί για τον Επιστημονικό Εγγραμματισμό (Holbrook & Rannikmäe 2009, Hurd 1998, Bond 1989, Laugksch 2000, Deboer 2000, Shwartz, Ben-Zvi & Hofstein 2005, OECD 1999:60, OECD 2003:133, OECD 2006:23, OECD 2013:7), οι οποίοι διαφέρουν στην βαρύτητα που δίνει καθένας από αυτούς στους παραπάνω άξονες καθώς και τους σκοπούς που εξυπηρετεί. Ενδεικτικά αναφέρεται ο ορισμός του ΟΟΣΑ για το PISA 2015 (OECD, 2013:7) «Επιστημονικός εγγραμματισμός είναι η ικανότητα να εμπλέκεται κάποιος με θέματα που συνδέονται με τις Φυσικές Επιστήμες καθώς και με τις ιδέες των Φυσικών Επιστημών, ως αναστοχαζόμενος πολίτης. Ως εκ τούτου, ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι πρόθυμος να εμπλακεί σε διάλογο με επιχειρήματα σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, ο οποίος προϋποθέτει τις ικανότητες:

1. Να εξηγεί φαινόμενα με επιστημονικό τρόπο:

- Να αναγνωρίζει, να εξηγεί και να αξιολογεί ένα πλήθος φυσικών φαινομένων και τεχνολογικών εφαρμογών.
2. Να εκτιμά και να σχεδιάζει επιστημονικές έρευνες:
- Να περιγράφει επιστημονικές έρευνες, να μπορεί να εκτιμήσει τη σημαντικότητα τους και να προτείνει τρόπους να απαντηθούν ερωτήματα με επιστημονικό τρόπο.
3. Να ερμηνεύει πληροφορίες και δεδομένα με επιστημονικό τρόπο:
- Να αναλύει και να αξιολογεί δεδομένα, ισχυρισμούς και επιχειρήματα σε μια ποικιλία περιπτώσεων και να εξάγει κατάλληλα επιστημονικά συμπεράσματα».

Σύμφωνα με τους Shwartz, Ben-Zvi και Hofstein (2005) οι συνηθισμένες διαστάσεις του επιστημονικού εγγραμματισμού είναι:

1. Η κατανόηση της φύσης της επιστήμης (νόρμες, και μεθόδους της επιστήμης), καθώς και η φύση της επιστημονικής γνώσης
2. Η κατανόηση των εννοιών κλειδιά για την επιστήμη, των αρχών και των θεωριών (γνώση επιστημονικού περιεχομένου)
3. Ο τρόπος που η επιστήμη και η τεχνολογία συνεργάζονται
4. Η εκτίμηση και η κατανόηση της επίδρασης της επιστήμης και της τεχνολογίας στην κοινωνία
5. Η επικοινωνιακή επάρκεια σε επιστημονικά πλαίσια (την ικανότητα να διαβάζει, να γράφει και να κατανοεί την συστηματοποιημένη ανθρώπινη γνώση)
6. Η εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης και επιχειρηματολογίας στην καθημερινή ζωή.

Βεβαίως το ακριβές περιεχόμενο και βάθος κάθε διάστασης καθώς και η ισορροπία μεταξύ γνώσης, δεξιότητας και στάσεων είναι οι λόγοι για την έλλειψη μιας γενικής ομοφωνίας του ορισμού.

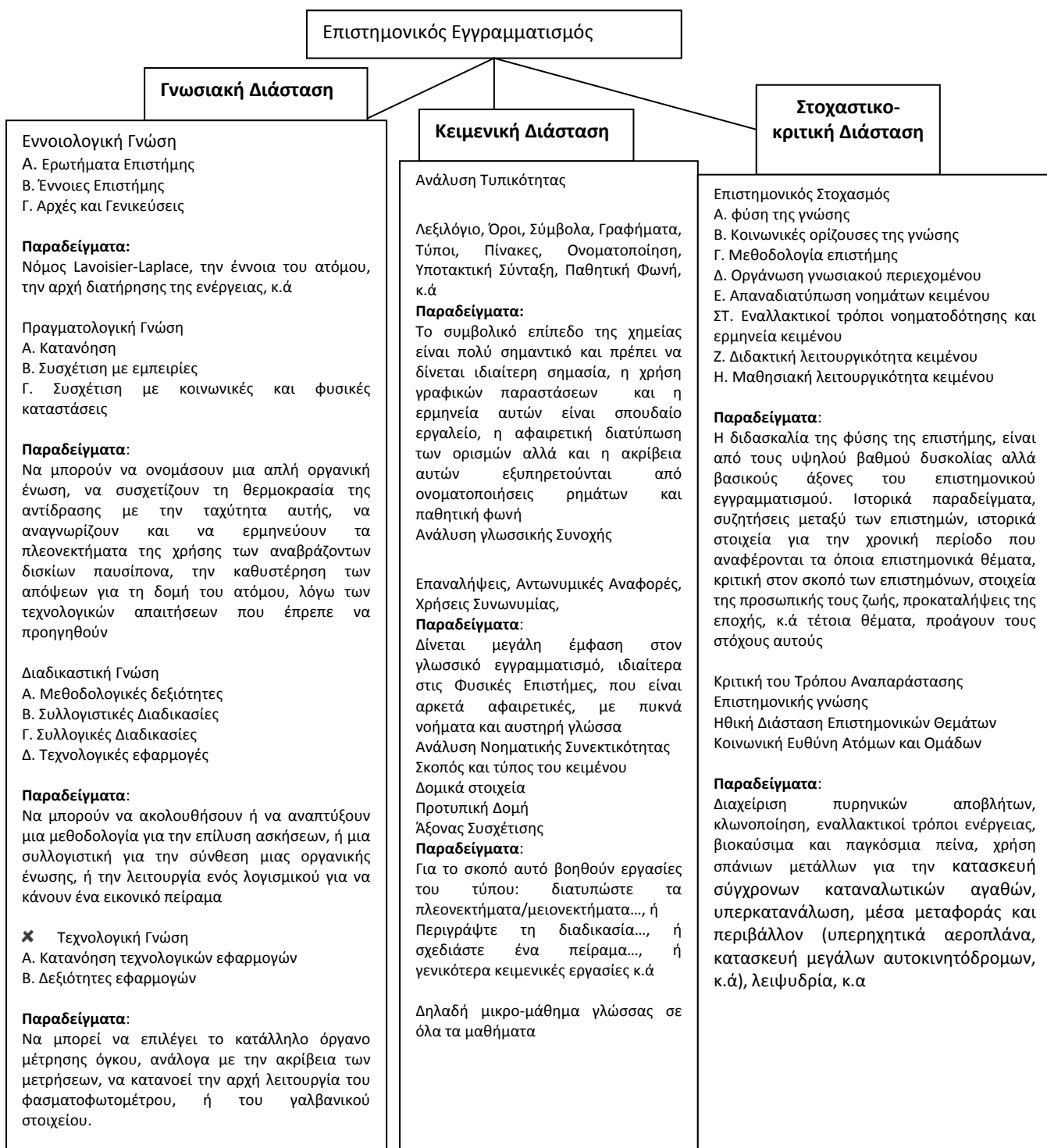
Ο Επιστημονικός εγγραμματισμός στην πράξη

Είναι ο Επιστημονικός Εγγραμματισμός μια καινούργια παιδαγωγική θεωρία ή μια νέα διδακτική προσέγγιση; Πώς μπορεί να ενσωματωθεί στη διδασκαλία;

Η πρόκληση είναι πώς θα μπορούσαν οι ιδέες του Επιστημονικού Εγγραμματισμού να ενταχθούν στη διδακτική πράξη. Πρέπει να γίνει σαφές ότι ο Επιστημονικός Εγγραμματισμός δεν είναι μια νέα παιδαγωγική θεωρία ούτε φυσικά μια εξελιγμένη διδακτική μέθοδος. Δεν πρόκειται για στρατηγική διδασκαλίας, μοντέλο ή μέθοδο.

Ως έννοια ορίζεται μόνο από τους στόχους - το επιθυμητό αποτέλεσμα της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Ο Επιστημονικός Εγγραμματισμός δεν απορρίπτει καμία παιδαγωγική-διδακτική προσέγγιση και κανένα εκπαιδευτικό συλ.

Διδάσκοντας όμως με στόχο τον επιστημονικό εγγραμματισμό και ανεξάρτητα από την στρατηγική ή μέθοδο που ακολουθείται θα πρέπει η διδασκαλία να διέπεται από τρεις πυλώνες: α. της γνωσιακής, β. της κειμενικής και γ. της στοχαστικοκεντρικής διάστασης του θέματος. Και ενώ η γνωσιακή (περιεχόμενο της επιστήμης) είναι σχεδόν αυτονόητη, η στοχαστικοκεντρική (ανάπτυξη κριτικής σκέψης κυρίως μέσα από τη διδασκαλία της φύσης της επιστήμης) είναι γνωστή αλλά όχι συχνά ενταγμένη στη διδασκαλία, η κειμενική διάσταση είναι σχεδόν άγνωστη και παραμελημένη. Στον άξονα αυτό μαζί με το περιεχόμενο αναλύεται και η γλώσσα, δηλαδή η χρήση ονοματοποιήσεων, παθητικής φωνής, η δομή του κειμένου, οι άξονες συσχέτισης και άλλα παρόμοια στοιχεία που αναφέρονται αναλυτικότερα στον πίνακα που ακολουθεί (Ματσαγγούρας 2007:201).



Επίπεδα Επιστημονικού Εγγραμματισμού

Τα χαρακτηριστικά του Επιστημονικού Εγγραμματισμού που περιγράφηκαν, είναι όλα ανεπτυγμένα στον ίδιο βαθμό; Φυσικά και όχι, αλλά όπως υποστηρίζει η βιβλιογραφία (Shwartz, Ben-Zvi και Hofstein 2006, Bybee 1997α, Bybee 1997β) υπάρχει μια διαβάθμιση από τον λιγότερο στον περισσότερο ανεπτυγμένο Επιστημονικό Εγγραμματισμό. Για παράδειγμα οι μαθητές με λιγότερο ανεπτυγμένο Επιστημονικό Εγγραμματισμό είναι ικανοί να ανακαλέσουν στην μνήμη τους απλές επιστημονικές γνώσεις (ονόματα, γεγονότα, απλούς κανόνες) και χρησιμοποιώντας αυτά να σχεδιάσουν ή να καταλήξουν σε συμπεράσματα. Αντίθετα μια ανεπτυγμένη μορφή

Επιστημονικού Εγγραμματισμού έχει ως αποτέλεσμα ο μαθητής να χρησιμοποιεί ή να δημιουργεί απλά εννοιολογικά μοντέλα για να κάνει προβλέψεις, ή να ερμηνεύει με ακρίβεια, να αναλύει επιστημονικές ανακαλύψεις σε σχέση με τα πειραματικά δεδομένα, να χρησιμοποιεί τα δεδομένα ως στοιχεία για να εκτιμά εναλλακτικές απόψεις ή διαφορετικές κατευθύνσεις και τις επιπτώσεις τους.

Υπάρχουν λοιπόν διάφορες κλίμακες - βαθμοί και τύποι του Επιστημονικού Εγγραμματισμού. Αυτός διευρύνεται και βαθιάει κατά την διάρκεια της ζωής, και όχι μόνο κατά τα σχολικά χρόνια.

Χημικός εγγραμματισμός

Πολλοί επιστήμονες μέχρι τώρα έχουν προτείνει διάφορους ορισμούς για τον Χημικό Εγγραμματισμό (Shwartz, Ben-Zvi και Hofstein 2006, Gilbert 2004). Επειδή καθένας από αυτούς δίνει έμφαση και σε διαφορετικό τομέα, εδώ θα παρατεθεί μια τομή τους.

Χημικά Εγγράμματος θεωρείται εκείνος που:

1. Γνωρίζει έννοιες χημείας.
2. Περιγράφει διαδικασίες σχετικές με τη χημεία.
3. Κατανοεί τη γλώσσα της Χημείας και μπορεί να την αναπαράγει.
4. Μπορεί και κινείται ταυτόχρονα στα τρία επίπεδα (μικροσκοπικό, μακροσκοπικό και συμβολικό).
5. Σχεδιάζει και εκτελεί πειράματα χημείας.
6. Αναγνωρίζει τη συμβολή της χημείας στη βελτίωση της ζωής του ανθρώπου καθώς και το ρόλο της χημείας σε διάφορα ζητήματα της καθημερινής ζωής, όπου χρειάζεται παίρνει θέση σε αυτά.
7. Έχει την ικανότητα να αντλεί, να αξιολογεί και να διαχειρίζεται την πληροφορία.
8. Μπορεί να αναπτύσσει επιχειρηματολογία.
9. Αναλαμβάνει ενεργό δράση σε θέματα που αφορούν τη Χημεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Bond, D. (1989) In Pursuit of Chemical Literacy: a place for chemical reactions *Journal of Chemical Education*, Vol. 66, No. 2, p.157
- Bybee, R. W., (1997α), *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*, Portsmouth, NH, Heinmann Publishing, pp. 82-86.
- Bybee, R. W. (1997β). *Toward an Understanding of Scientific Literacy*. In W. GRABER & C. BOLTE (Eds), *Scientific Literacy*. Kiel: IPN
- Deboer, G. E. (2000). *Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform*. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Gilbert, J. (2004) *Chemical Literacy: An Approach Through Models and Modelling*, Proceedings in 7th ECRICE, 3rd ECCE, Ljubljana Slovenia
- Holbrook, J., Rannikmae, M. (2009) *The Meaning of Scientific Literacy* *International Journal of Environmental & Science Education* Vol. 4, No. 3, 275-288.
- Hurd P. D., (1998) *Scientific Literacy: Nea Minds for a changing world*, *Science Education*, Vol. 82, 407-416
- Laugksch, R. C. (2000). *Scientific Literacy: A Conceptual Overview*. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- Ματσαγγούρας, Γ. Η. (2007), *Σχολικός Εγγραμματισμός*. Εκδ. ΓΡΗΓΟΡΗ
- OECD (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment*. Paris: OECD.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.
- OECD (2006). *Assessing Scientific Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD
- OECD (2013). *PISA 2015 Draft Science Framework*. Διαθέσιμο στο <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm>
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., Hofstein, A. (2006), *The use of scientific literacy taxonomy for assessing the development of chemical literacy among high-school students*, *Chemistry Education Research and practice*, 7(4), 203-225
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., Hofstein A. (2005), *The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of “chemical literacy”*, *Int. J. Educ.*, Vol. 27., No 3., 323-344
- UNESCO (2006). *The plurality of Literacy and its implications for Policies and Programmes*. Διαθέσιμο στο <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001362/136246e.pdf> (προσπελάστηκε στις 30/01/2015)

2.3. Διδακτικές μέθοδοι

Τη διδασκαλία την πλαισιώνουν μια σειρά από παράγοντες, όπως ο ρόλος του καθηγητή, ο ρόλος του μαθητή και ο τρόπος που μαθαίνει ο μαθητής, οι σκοποί του αντικειμένου που διδάσκεται, οι ικανότητες που επιδιώκεται να αποκτήσει ο μαθητής, κ.ά. Με βάση τους παραπάνω παράγοντες δημιουργήθηκαν οι διάφορες διδακτικές μέθοδοι ή μέθοδοι διδασκαλίας, κάθε μια από τις οποίες ακολουθεί ένα σύνολο αρχών, που είναι συνεπείς σε μια φιλοσοφία ή θεωρία. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει μια γενικά αποδεκτή θεωρία μάθησης, είναι φυσικό να υπάρχουν διαφορές και στο επίπεδο της διδακτικής μεθοδολογίας

Οι σύγχρονες μέθοδοι διδασκαλίας, σε αντίθεση με τις παλαιότερες, έχουν ως σκοπό την ανάπτυξη της ικανότητας σκέψης του μαθητή και τη σφαιρική ολοκλήρωση της προσωπικότητάς του, και όχι την απλή συσσώρευση πληροφοριών. Εκτός των άλλων, λαμβάνουν υπόψη τους την αλληλεπίδραση των μαθητών μεταξύ τους καθώς και με τον εκπαιδευτικό και διαθέτουν ευελιξία, ώστε να βρίσκουν εφαρμογή σε πολλά μαθήματα. Βασική αρχή των νέων μεθόδων είναι η συνειδητή και ενεργός συμμετοχή του μαθητή σε όλη τη διαδικασία της μάθησης.

Δασκαλοκεντρικές μέθοδοι

Το κέντρο αυτών των μεθόδων, οι οποίες είναι από τις πιο παλιές και περισσότερο εφαρμοσμένες μεθόδους διδασκαλίας, είναι ο δάσκαλος, ο οποίος είναι η αυθεντία μέσα στην τάξη, όπου διευθύνει, καθοδηγεί, παραδίδει και προσφέρει. Ο σχεδιασμός και η οργάνωση των μεθόδων αυτών γίνεται με βασική αρχή την προσαρμογή του μαθητή στο ρυθμό και στο τρόπο σκέψης του δασκάλου, ενώ η διδασκαλία εστιάζει στη μεταφορά γνώσης από τον καθηγητή προς το μαθητή, με αποτέλεσμα ο μαθητής να έχει παθητικό ρόλο.

Μαθητοκεντρικές μέθοδοι

Βασική αρχή των μαθητοκεντρικών μεθόδων είναι η συνειδητή και ενεργός συμμετοχή του μαθητή σε όλη τη διαδικασία της μάθησης. Η φιλοσοφία των μεθόδων αυτών είναι ότι, σε κάθε διδασκαλία πρέπει να λαμβάνεται υπόψη: Τι πρέπει, τι μπορεί και τι ενδιαφέρεται να μάθει ο μαθητής. Ο δάσκαλος παρακολουθεί την δραστηριότητα των μαθητών και τους καθοδηγεί όταν κριθεί αναγκαίο. Τους ενθαρρύνει να εκφράζουν τις απόψεις τους, να παίρνουν μέρος σε συζητήσεις και τους δίνει τη δυνατότητα να επιλέξουν το πλάνο εργασίας. Η διδασκαλία έχει ως σκοπό να προσφέρει στον μαθητή τις απαραίτητες γνώσεις και να τον μάθει να επεκτείνει και να γενικεύει τις γνώσεις μόνος του.

Ο Dewey (ό.α. Bigge, 1990), ήταν ο εισηγητής μιας νέας μεθόδου διδασκαλίας, της βιωματικής (Learning by doing), η οποία δίνει μεγάλη έμφαση στην ενεργητική συμμετοχή του μαθητή και στη μάθηση μέσα από πραγματικές προβληματικές καταστάσεις.

Ομαδοσυνεργατική μέθοδος

Η έκφραση «διδασκαλία σε ομάδες» εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην παιδαγωγική ορολογία από τα τέλη του 19^{ου} αιώνα. (Meyer 1987). Η εργασία σε ομάδες αποτέλεσε μια από τις βασικές αρχές της Νέας Αγωγής (Rohrs, 1984). Με την εργασία σε ομάδες ικανοποιούνται τόσο παιδαγωγικοί στόχοι όπως είναι η χαρά της συνεργασίας και της ομαδικότητας, όσο και κοινωνικοί στόχοι όπως είναι η προώθηση της συνεργατικότητας και της συλλογικότητας.

Επίσης, στον χώρο της γνωστικής ψυχολογίας κυριάρχησαν ψυχοκοινωνιολογικές θεωρίες για τη μάθηση όπου εξετάζεται ο ρόλος της επίδρασης του κοινωνικού πλαισίου στη μάθηση. Η ικανότητά ενός ατόμου να μαθαίνει εντοπίζεται σε δύο επίπεδα (Vygotsky, 1962) – Ζώνη Επικείμενης Ανάπτυξης (ZPD):

- το κατώτερο επίπεδο, στο οποίο ο μαθητής μπορεί να κάνει πράγματα από μόνος του και
- στο ανώτερο επίπεδο, στο οποίο ο μαθητής μπορεί να πετύχει πράγματα με την υποστήριξη του δασκάλου ή με τη βοήθεια των φίλων/συμμαθητών του.

Αυτό σημαίνει ότι η διανοητική ανάπτυξη των μαθητών βελτιστοποιείται, όταν αντιμετωπίζουν την πρόκληση να κάνουν με τη βοήθεια άλλων ό,τι δεν μπορούν να κάνουν μόνοι τους. Αυτό ακριβώς συνιστά τη συνεργατική μάθηση, η οποία συμβάλλει και στη διανοητική ανάπτυξη των μαθητών.

Η ομαδοσυνεργατική διδασκαλία αποτελεί κατάλληλο μέσο για την επίτευξη κοινωνικών, ψυχολογικών και μαθησιακών σκοπών (Ματσαγγούρας 2000), όπως:

α) Κοινωνικοί:

- προσφέρονται περισσότερες ευκαιρίες επικοινωνίας ανάμεσα στα άτομα της ομάδας.
- καλλιεργείται η ικανότητα επίλυσης των διαφορών μέσα από διάλογο.
- αναπτύσσεται η αίσθηση της αλληλεξάρτησης και της αποδοχής των άλλων.
- περιορίζονται τα κρούσματα απειθαρχίας, καθώς όλοι μπορούν να αντλήσουν ικανοποίηση (μαθησιακή ή κοινωνική) μέσα από την ομαδική εργασία.
- αναπτύσσεται θετική στάση προς τη μάθηση και το σχολείο.

β) Ψυχολογικοί:

- αυξάνεται η αυτοεκτίμηση των μαθητών.
- βελτιώνεται η ψυχική υγεία τους μέσα από την ανάπτυξη ομαλών κοινωνικών σχέσεων
- μειώνεται το άγχος και ο ανταγωνισμός ανάμεσα στους μαθητές.

γ) Μαθησιακοί:

- προάγεται η νοητική ανάπτυξη των μαθητών.
- προάγεται η γλωσσική τους ανάπτυξη.
- αυξάνεται ο χρόνος της ενεργητικής συμμετοχής τους στο μάθημα με αποτέλεσμα τη βελτίωση της επίδοσής τους. (Ματσαγγούρας 2000).

Συγκρότηση των ομάδων

Γενικά ως ομάδα νοείται ένα σύνολο ατόμων τα οποία έχουν:

- λειτουργική σχέση μεταξύ τους (οργάνωση)
- ατομική και ομαδική συνείδηση
- αίσθηση πραγματοποίησης κοινών στόχων
- αίσθηση κοινής ευθύνης
- αντίληψη ειδικής θέσης, ειδικών ρόλων και ύπαρξης ιεραρχίας
- συνειδητή υπακοή σε κοινούς κανόνες
- συνοχή μεταξύ των μελών της ομάδας
- σχέση αλληλοβοήθειας, αλληλεξάρτησης, αλληλεπίδρασης και αλληλοσυμπλήρωσης μεταξύ τους.

Ο εκπαιδευτικός, κατά την ομαδοσυνεργατική διαδικασία, θέτει κοινούς σκοπούς και κοινούς κανόνες, ορίζει θέσεις, αναθέτει ρόλους και διδάσκει στους μαθητές τη συνεργατική διαδικασία μάθησης και αξιοποίησης της γνώσης. Επισημαίνεται ότι στην ομάδα όλοι οι μαθητές πρέπει να αναλαμβάνουν συγκεκριμένους ρόλους και ευθύνες για την ολοκλήρωση του έργου της ομάδας.

Ένα ερώτημα το οποίο τίθεται κατά τη συγκρότηση των ομάδων είναι πόσοι μαθητές θα συμμετέχουν σε κάθε ομάδα. Ο ελάχιστος αριθμός για να λειτουργήσει μια ομάδα είναι τρία μέλη και ο μέγιστος αριθμός δεν πρέπει να ξεπερνά τα έξι μέλη. Όσο αυξάνεται ο αριθμός των μελών μιας ομάδας τόσο η λειτουργία της δυσχεραίνεται, γίνεται χρονοβόρα και η αποτελεσματικότητα της ομάδας μειώνεται. Ακόμα υπάρχει ο κίνδυνος κάποια μέλη της να μπουκ στο περιθώριο λόγω μικρότερης δυνατότητας συμμετοχής. Για τους παραπάνω λόγους ο συνήθης αριθμός μελών των ομάδων στο σχολικό πλαίσιο είναι τέσσερα μέλη.

Ένα δεύτερο ερώτημα το οποίο τίθεται κατά τη συγκρότηση των ομάδων είναι με ποια κριτήρια θα γίνει η επιλογή των μελών κάθε ομάδας. Για παιδαγωγικούς λόγους, προκρίνονται συνήθως οι ανομοιογενείς, ως προς το επίπεδο μαθησιακών ικανοτήτων και το φύλο, τετραμελείς ομάδες, οι οποίες ιδεατά συμπεριλαμβάνουν έναν μαθητή (ή μαθήτριά) υψηλής σχολικής επίδοσης, δύο μέτριας και έναν χαμηλής. Η ανομοιογένεια έχει αποδειχθεί ότι δεν βοηθά μόνο τους χαμηλής επίδοσης μαθητές, αλλά και τους μαθητές με υψηλή σχολική επίδοση. Οι τελευταίοι, αναλαμβάνοντας διδακτικούς ρόλους εντός της ομάδας, αναγκάζονται να ανασυγκροτήσουν την γνώση τους σε ανώτερο επίπεδο οργάνωσης και γενίκευσης, προκειμένου να την εξηγήσουν στους υπόλοιπους. Αυτές οι διαδικασίες συνιστούν εμβάθυνση της γνώσης και ενίσχυση των στρατηγικών μάθησης.

Μια ομάδα έχει συνοχή όταν:

- υπάρχει διάθεση των μελών να μένουν ενωμένα
- υπάρχει συμφωνία αντιμετώπισης από κοινού των σκοπών και στόχων που έχουν τεθεί

- τα μέλη ενεργοποιούνται συνεργατικά για τη λύση κοινών μαθησιακών προβλημάτων
- τα μέλη ικανοποιούνται από την επίτευξη των στόχων.

Οι φάσεις που περνά μια ομάδα μέχρι την ολοκλήρωσή της είναι σύμφωνα με τη θεωρία του Carle (1978) οι εξής:

1. *Φάση προσανατολισμού και προσαρμογής.* Στη φάση αυτή τα μέλη της ομάδας συζητούν, ανταλλάσσουν απόψεις και προσπαθούν να οριοθετήσουν το ρόλο τους. Επειδή οι στόχοι και οι κανόνες δεν είναι καθορισμένοι το κάθε μέλος εργάζεται ατομικά, προσπαθεί να προσανατολιστεί και να γνωρίσει τα άλλα μέλη.
2. *Φάση συγκρούσεων.* Στη φάση αυτή παρατηρείται μεγάλος αριθμός συγκρούσεων, αντιπαραθέσεων και προστριβών μεταξύ των μελών της ομάδας. Τα μέλη της ομάδας προσπαθούν να διατηρούν την ατομικότητά τους με αποτέλεσμα να εμφανίζονται διάφορες διαλυτικές τάσεις στην ομάδα και χρειάζεται ο εκπαιδευτικός να τις γνωρίζει ώστε να είναι σε θέση να τις χειριστεί με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.
3. *Φάση σύνδεσης.* Στη φάση αυτή τα μέλη της ομάδας συνειδητοποιούν ότι, αν δεν υπάρχει συνοχή στην ομάδα, αυτή δεν αποδίδει. Έτσι τα μέλη της ομάδας συμφωνούν στην κατανομή των ρόλων, τον καταμερισμό της εργασίας, τον τρόπο με τον οποίο θα λαμβάνονται οι αποφάσεις και γενικά σε ό,τι έχει σχέση με τη λειτουργία της.
4. *Φάση απόδοσης.* Στη φάση αυτή υπάρχει μια δυναμική ισορροπία στην ομάδα η οποία λειτουργεί και αποδίδει, καθώς η ομάδα έχει ξεπεράσει τα εσωτερικά προβλήματα και επικεντρώνεται στην επίτευξη των στόχων της. Στη φάση αυτή παρατηρείται η ανάπτυξη μηχανισμού επανατροφοδότησης μέσω του οποίου μπορεί να επαναπροσδιορίζει τους στόχους, τους ρόλους και τις λειτουργίες για την επίτευξη του τελικού σκοπού της.
5. *Φάση τερματισμού.* Στη φάση αυτή η ομάδα ή διαλύεται ή μεταλλάσσεται σε νέα ομάδα η οποία αναλαμβάνει νέο έργο.

Ο χρόνος παραμονής σε κάθε φάση ποικίλλει. Ο σημαντικότερος παράγοντας για τον χρόνο παραμονής είναι ο συνολικός χρόνος που έχει στη διάθεσή της η ομάδα για να επιτελέσει τον ρόλο της. Αν παρατηρηθεί παραμονή στις αρχικές φάσεις για μεγάλο διάστημα και δεν διαλυθεί εκ των έσω η ομάδα τότε παρεμβαίνει ο καθηγητής και διερευνά τα αίτια αυτής της καθυστέρησης.

Διερευνητική μέθοδος

Στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ο Dewey θεώρησε ότι η αυθεντική μάθηση επιτυγχάνεται μέσα από διαδικασίες ενεργητικής διερεύνησης προβληματικών καταστάσεων. Αυτές οι θέσεις καθιερώθηκαν αργότερα από τον Bruner (Bigge 1990) ως βασικές αρχές οργάνωσης του αναλυτικού προγράμματος και της ωριαίας διδασκαλίας (discovery learning). Ο Bruner θεωρεί ότι η *διερεύνηση* είναι μια διαδικασία που μπορεί να δώσει στους μαθητές την *ώθηση*, έτσι ώστε να μαθαίνουν να χειρίζονται το περιβάλλον τους ενεργητικά και να ικανοποιούνται από αυτό έχοντας επιλύσει προβλήματα μόνοι τους. Στόχος της διερευνητικής μάθησης είναι να παρακινήσει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τις πληροφορίες και τις γνώσεις που κατέχουν για να λύσουν προβλήματα και αυτό να μπορεί να πραγματοποιηθεί κάτω από πολλές διαφορετικές συνθήκες. Βασική αρχή της είναι ότι, το αντικείμενο μάθησης δεν προσφέρεται έτοιμο στους μαθητές, αλλά τίθεται με τη μορφή ερωτήματος, προβλήματος, θέματος που χρήζει απάντησης. Ο μαθητής μπορεί να προσεγγίσει τη γνώση μέσω πειραματισμού και πρακτικής και έτσι να αποκτήσει καινούριες δεξιότητες.

Η διερευνητική μάθηση κατά τους Levy & Lamerias αποτελεί μία διδακτική προσέγγιση η οποία μπορεί να οριστεί ως μια σκόπιμη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων, σχεδιασμού πειραμάτων, αναζήτησης πληροφοριών, διατύπωσης υποθέσεων, κατασκευής μοντέλων, συζήτησης και τεκμηρίωσης μέσω αντιπαραθέσης επιχειρημάτων.

Κεντρική ιδέα της μεθόδου είναι η διατύπωση από τον εκπαιδευτικό απλών ερωτημάτων ή προβλημάτων σχετικών με το προς μελέτη θέμα. Τα ερωτήματα πρέπει να είναι προσिता στους μαθητές, προερχόμενα είτε από την καθημερινή τους εμπειρία είτε συναφή με όσα έχουν μέχρι στιγμής διδαχθεί και εμπεδώσει, ώστε να τους κινήσουν την περιέργεια. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να κατευθύνει τους μαθητές του να βρουν απαντήσεις ή να διατυπώσουν τη γνώμη τους σε αυτά τα αρχικά ερωτήματα. Οι μαθητές παρατηρούν, διατυπώνουν ερωτήσεις, κάνουν υποθέσεις, συγκεντρώνουν πληροφορίες, σχεδιάζουν πειράματα, ανταλλάσσουν απόψεις, ελέγχουν την ορθότητα ή μη των υποθέσεών τους, βρίσκουν εναλλακτικές λύσεις, βγάζουν συμπεράσματα, κ.ά.

Αυτή η διδακτική προσέγγιση στηρίζεται περισσότερο στις ερωτήσεις, αναζητήσεις και δραστηριότητες των μαθητών παρά στη παρουσίαση της διδακτέας ύλης (του μαθήματος) από τον εκπαιδευτικό. Στη λογική του

«μαθαίνω πως να μαθαίνω» παρά στην απλή παράθεση και απομνημόνευση πληροφοριών. Ο βαθμός ελευθερίας της «ερευνητικής» αυτονομίας των μαθητών εξαρτάται από το βαθμό που οι μαθητές έχουν εξασκηθεί σε τέτοια μορφή επιστημονικές δεξιότητες και από την ηλικία τους.

Για τον επιτυχή σχεδιασμό και την υλοποίηση στη σχολική πράξη της διερευνητικής μεθόδου, ο εκπαιδευτικός μπορεί να ακολουθήσει τα παρακάτω βήματα: (Ραγιαδάκος 2011, Χαλκιά 2010).

1. Επιλογή ή σχεδιασμός ερωτήματος ή προβλήματος (προσανατολισμός)

- Επιλογή ενός γενικού ερωτήματος ή προβλήματος στο πλαίσιο των δυνατοτήτων, των εμπειριών και των ενδιαφερόντων μαθητών.
- Προσδιορισμός των ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών του ερωτήματος
- Έλεγχος των ανεξάρτητων μεταβλητών.

2. Πρόβλεψη

- Διατύπωση προβλέψεων (το πιθανό αποτέλεσμα).
- Ανίχνευση των πιθανών παρανοήσεων των μαθητών.
- Σχεδιασμός απλού πειράματος ή μαθητικής δραστηριότητας.
- Επιλογή και χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού (υλικών, οργάνων, συσκευών, Η/Υ, λογισμικών).
- Έλεγχος των κινδύνων, κανόνες ασφαλείας στο εργαστήριο.

3. Μετρήσεις και καταγραφή των δεδομένων (εφαρμογή)

- Συλλογή στοιχείων με παρατήρηση.
- Πραγματοποίηση μετρήσεων στο εργαστήριο ή σε εικονικό-ψηφιακό περιβάλλον.
- Καταγραφή των δεδομένων.

4. Σύγκριση αποτελεσμάτων με την πρόβλεψη (επαλήθευση-απόρριψη)

- Συνοπτική περιγραφή, συσχετίσεις και ερμηνεία των δεδομένων.
- Συζήτηση των αποτελεσμάτων.
- Εξαγωγή συμπερασμάτων.

5. Αξιολόγηση

- Παρουσίαση στην ολομέλεια της τάξης.
- Αξιολόγηση της όλης διαδικασίας, αναστοχασμός.

Εποικοδομισμός.

Ο εποικοδομισμός (constructivism) αποτελεί μια φιλοσοφική-επιστημολογική θεωρία η οποία όμως παρέχει στέγαστρο σε πολλές και ποικίλες άλλες θεωρίες. Η επιστημολογική παραδοχή ότι τόσο η γνώση, όσο και η μάθηση δεν αποκτιέται ούτε μεταβιβάζεται, όπως τα διάφορα αντικείμενα, αλλά κατασκευάζεται με την ενεργό συμμετοχή των ίδιων των υποκειμένων (μαθητών), μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με το κοινωνικό τους περιβάλλον, τεκμηριώθηκε για πρώτη φορά, επιστημονικά και ερευνητικά από τον Piaget (ό.α. Τσαπαρλής 1989).

Ο γνωστικός εποικοδομισμός δεν θεωρεί τον ανθρώπινο νου ως μια αποθήκη ή απλό επεξεργαστή πληροφοριών και δεδομένων, αλλά και ως ερμηνευτή των μεταξύ τους σχέσεων. Κατασκευάζει θεωρίες και πλάθει νοήματα, τα οποία λειτουργούν όχι μόνο αθροιστικά αλλά συνδυαστικά, όπως το σύστημα ενός ζωντανού οργανισμού.

Σύμφωνα με την άποψη του εποικοδομισμού, η νόηση είναι μια λειτουργία κατασκευής νοημάτων βασισμένη πάνω στην όλη εμπειρία του ατόμου. Η δόμηση της γνώσης επομένως είναι μια λειτουργία που βασίζεται στις προϋπάρχουσες εμπειρίες, τις νοητικές κατασκευές, τις πεποιθήσεις, τις θεωρίες, τις οποίες ο κάθε μαθητής χρησιμοποιεί, προκειμένου να ερμηνεύσει αντικείμενα ή γεγονότα και τις οποίες δεν μπορεί να αγνοεί ή να υποτιμά ο δάσκαλος κατά τις διδακτικές του επιδιώξεις. Η συμβολή του εποικοδομισμού στην εκπαίδευση είναι ότι έστρεψε την προσοχή στη σημασία της κατανόησης και της εμπλοκής της προηγούμενης εμπειρίας των μαθητών στη διαδικασία της μάθησης, πάνω στην οποία ο μαθητής θα πρέπει να έχει περισσότερο ενεργό ρόλο. Αμφισβήτησε την ορθότητα της γνώσης οποιασδήποτε αυθεντίας, εισήγαγε περισσότερο μαθητοκεντρικά και ανοιχτά μοντέλα διδασκαλίας, και ανέδειξε τη σημασία του κοινωνικού πλαισίου της μάθησης. Βοήθησε ώστε να αναδειχθεί η αξία των γόνιμων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαθητών-εκπαιδευτικού-συμμαθητών με αποτέλεσμα να σχεδιάζονται και να εφαρμόζονται όλο και πιο συχνά ομαδοσυνεργατικές διδασκαλίες. Η διερευνητική, ανακαλυπτική, συνεργατική, αυτόνομη, μάθηση της πράξης, η οποία είχε υιοθετηθεί από

διάφορους μαθητοκεντρικούς θεωρητικούς, υποστηρίζονται τώρα συνολικά με την επιστημονική θεωρία και την έρευνα της σχολής του εποικοδομισμού.

Η εποικοδομική παιδαγωγική προϋποθέτει ειδικές συνθήκες διδασκαλίας, στις οποίες οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να χρησιμοποιούν ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και πηγών πληροφοριών για να λύνουν τα προβλήματά τους και να επιτυγχάνουν τους στόχους τους. (Ádám Merényi et. al. 2010, σελ 11)

Ο εκπαιδευτικός ή παιδαγωγικός κονστρουκτιβισμός, γνωστός και ως εποικοδομισμός είχε κυρίαρχη και επικρατούσα θέση στη Διδακτική των Φ.Ε. κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Πολυάριθμες ερευνητικές προσπάθειες σε ευρεία έκταση θεμάτων έχουν διεξαχθεί σε σχέση με αυτήν την προσέγγιση και έχουν συμβάλει σημαντικά στις εξελίξεις στην εκμάθηση και στη διδασκαλία της επιστήμης (Driver 1989, 1994, Millar and Driver 1987), ενώ παράλληλα εκφράστηκαν και σκληρές κριτικές (Matthews 1993, 1997a,b, 1998, 2000, Ogborn 1997). Κατά τον Scerif (2003) όλα αυτά οδήγησαν σε σύγχυση γύρω από τον εκπαιδευτικό, παιδαγωγικό και ψυχολογικό κονστρουκτιβισμό που είναι ένα σημαντικό ρεύμα στη Διδακτική των Φ.Ε. και της Χημείας κατά τις τελευταίες δεκαετίες (Driver 1989, 1994, Millar and Driver 1987), παρά τις κριτικές (Osborne 1996, Ogborn 1997, Matthews 1993, 1997). Στον κονστρουκτιβισμό η διαδικασία της μάθησης αντιμετωπίζεται ως μια ανθρώπινη δραστηριότητα και η γνώση θεωρείται μια προσωπική και κοινωνική κατασκευή. Ο εκπαιδευτικός κονστρουκτιβισμός τονίζει την ατομική δημιουργία της γνώσης, την κατασκευή των εννοιών (Osborne & Fryberg 1985, Driver 1989) και τη σημασία της ομάδας για την ανάπτυξη και την επικύρωση των ιδεών (Vygotsky, 1978). Όμως, παρά το γεγονός ότι ο κονστρουκτιβισμός υπήρξε το κυρίαρχο ρεύμα στη διδακτική των φυσικών επιστημών για περισσότερο από δύο δεκαετίες, υπήρξαν σημαντικές αντιρρήσεις από την αρχή της εφαρμογής του (Matthews 1993, Solomon 1994, Osborne 1996, Ogborn 1997, Matthews 1997a,b, 1998, 2000). Η παράδοση του επιστημονικού ρεαλισμού υποστηρίζει ότι οι μαθητές πρέπει να αποκτήσουν τη γνώση η οποία αντιστοιχεί σε αυτό που είναι πραγματικό και αληθινό (Κουλαϊδής & Ogborn, 1995). Εξάλλου, η ίδια η ερευνητική ομάδα της Driver, εξέχουσα προσωπικότητα και από τους θεμελιωτές του εκπαιδευτικού κονστρουκτιβισμού, υποστήριξε ότι: « ... η εκμάθηση της επιστήμης περιλαμβάνει την εισαγωγή στην λογική των φυσικών επιστημών. Αν οι μαθητές πρόκειται να αποκτήσουν πρόσβαση στο γνωσιακό σύστημα της επιστήμης, η διαδικασία κατασκευής της γνώσης πρέπει να πάει πέραν της προσωπικής εμπειρικής αναζήτησης. Στους μαθητές δεν πρέπει να δοθεί μόνο πρόσβαση σε φυσικές εμπειρίες αλλά και στις έννοιες και τα πρότυπα της συμβατικής επιστήμης» (Driver, 1994).

Στάδια της εποικοδομικής διδασκαλίας:

- **Πρόκληση ενδιαφέροντος:** Επιλογή ενός θέματος Χημείας (θα αφορά την ενότητα που σκοπεύει να διδάξει ο εκπαιδευτικός) που θα κεντρίσει το ενδιαφέρον των μαθητών ή θα προκαλέσει ακόμη και σύγκρουση απόψεων
- **Συγκρότηση ομάδων:** Δημιουργία μεικτών ομάδων (ως προς τις ικανότητες, το φύλο, κ.ά.).
- **Ανάπτυξη ομάδας:** Ο εκπαιδευτικός εντοπίζει κοινά χαρακτηριστικά και κοινές απόψεις που ενισχύουν τη συνοχή της ομάδας.
- **Επιλογή θέματος:** Το επιλεγμένο θέμα (π.χ. αλκοόλες) χωρίζεται σε μικρότερα μέρη από την τάξη (ανάλυση του θέματος σε υποενότητες για παράδειγμα παρασκευές, ιδιότητες, χρήσεις κ.α.) Κάθε ομάδα έχει το δικό της υποθέμα, ώστε για το τελικό αποτέλεσμα να έχουν εργαστεί όλα τα μέλη της ομάδας.
- **Περαιτέρω κατανομή του θέματος:** Τα υποθέματα μοιράζονται περαιτέρω στο πλαίσιο της ομάδας και κάθε μέλος είναι υπεύθυνο για το δικό του μικρότερο θέμα (για παράδειγμα κάποιο μέλος της ομάδας με υπόθεμα χημικές ιδιότητες αλκοολών, θα ασχοληθεί με την οξείδωση αλκοολών).
- **Επεξεργασία υποθέματος:** Οι μαθητές συγκεντρώνουν και επεξεργάζονται ο καθένας μόνος του το υλικό των μικρών θεμάτων τους. Επιτρέπεται να βοηθούν ο ένας τον άλλο, ώστε όλοι να έχουν πραγματικά την αίσθηση ότι εκπλήρωσαν το στόχο τους. Τα μέλη συζητούν το υποθέμα τους στην ομάδα.
- **Προετοιμασία κοινής παρουσίασης από την ομάδα:** Τα μέλη κάθε ομάδας συζητούν, πείθουν και υποστηρίζουν το ένα το άλλο στο πλαίσιο της συνεργασίας τους.
- **Παρουσίαση της ομάδας σχετικά με το υποθέμα:** Οι ομάδες παρουσιάζουν μια έκθεση με τα αποτελέσματα της εργασίας τους στην τάξη.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Driver, R. (1994), "Planning and Teaching a Chemistry Topic from Constructivist Perspective", Proceedings of "The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning", in Fensham, Gunstone and White (Eds.).
- Driver, R., (1989), The Construction of Scientific Knowledge in School Classrooms, in Millar, R. (ed.), Doing Science: Images of Science in Science Education, Falmer Press, Lewes.
- Millar, R. & Driver, R., (1987), Beyond Processes, Studies in Science Education 14, 33-62.
- Matthews, M.R., (1993), Constructivism and Science Education: Some Epistemological problems, Journal of Science Education and Technology 2(1), 359-370
- Matthews, M.R., (1997a), Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education, Science & Education 6, 5-14.
- Matthews, M.R., (1997b), Problems with Piagetian Constructivism, Science & Education 6, 105-119.
- Matthews, M.R., (2000), Appraising constructivism in science and mathematics education. In Phillips, D.C. (Eds.), Constructivism in Education: Opinions and Second Opinions on Controversial Issues, Chicago: National Society for the Study of Education, 161-192.
- Ogborn, J. (1997), Constructivist Metaphors of Learning Science, Science & Education, 6, 121-133.
- Scerri, E., (2003), Philosophical confusion in chemical education. J Chem Educ 80:468-474.
- Osborne J., (1996), Beyond Constructivism. Science Education, 80 (1), 53-82.
- Osborne, R. & Fryberg, P. (1985), Learning in Science: The implications of children's Science, Heinemann, London.
- Vygotsky, L.S., (1978), Mind in society: The development of higher psychological processes, Cole, John-Steiner, Scribner & Souberman (eds.), Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Solomon J., (1994), The Rise and Fall of Constructivism. Studies in Science Education 23, 1-19.
- Koulaidis, V. and Ogborn, J. (1995), Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? International Journal of Science Education, 17 (3), 273-283.

2.4 Αξιολόγηση των μαθητών

Η αξιολόγηση του μαθητή αποτελεί αναπόσπαστη συνιστώσα της μαθησιακής διαδικασίας. Στη διδακτική διαδικασία ο εκπαιδευτικός, καταρχάς, θα θέσει τους στόχους. Στη συνέχεια θα προσπαθήσει να επιτευχθούν αυτοί, μέσω του σχεδιασμού και της διεξαγωγής μιας αποτελεσματικής διδασκαλίας και τέλος θα αξιολογήσει το έργο του και τις επιδόσεις των μαθητών του.

Όμως, όπως έχει αναφερθεί και πιο πάνω, πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στους στόχους οι οποίοι θα τεθούν και στον τρόπο διατύπωσης τους. Κατά τον M. Scriven (1987), πρώτα πρέπει να αξιολογηθούν οι στόχοι και μετά να ελεγχθεί ο βαθμός επίτευξής τους, διότι αν οι στόχοι δεν αξίζουν, τότε δεν ενδιαφέρει και πόσο αυτοί έχουν επιτευχθεί.

Η αξιολόγηση διακρίνεται σε τρεις τύπους:

1. **Διαγνωστική** (*diagnostic*): Σκοπός της είναι η κατάταξη των μαθητών σε επίπεδα ή η αναζήτηση και ανεύρεση των αιτίων των αδυναμιών που παρατηρούνται κατ' επανάληψη στη μάθηση ενός αντικειμένου.
2. **Διαμορφωτική** (*formative*): Σκοπός της είναι η νοητική διαδρομή του μαθητή κατά τη διδασκαλία, προς την κατεύθυνση της κατάκτησης των αντικειμενικών στόχων. Σ' αυτήν τη μορφή αξιολόγησης βασίζονται οι τροποποιήσεις διδακτικών μεθοδολογιών με σκοπό τη βελτίωση του μαθησιακού αποτελέσματος.
3. **Συνολική** (*summative*): Η αντιστοίχιση της αξιολόγησης σε τυπικό βαθμό, ο οποίος αντιπροσωπεύει τη συνολική εκτίμηση του διδάσκοντα για το ποσοστό επιτυχίας από το μαθητή των στόχων που είχαν τεθεί.

Είδη ερωτήσεων

Για την αξιολόγηση των μαθητών χρησιμοποιούνται διάφορα είδη ερωτήσεων:

- Ελεύθερης απάντησης ή ανοιχτού τύπου.
- Αντικειμενικού τύπου ή κλειστού τύπου.

Ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης

Οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης διακρίνονται σε ερωτήσεις μακροσκελούς απάντησης και σύντομης απάντησης

Ερωτήσεις μακροσκελούς απάντησης

Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου μακροσκελούς απάντησης είναι οι ερωτήσεις στις οποίες ο μαθητής απαντά ελεύθερα εκθέτοντας τις απόψεις του. Χαρακτηρίζονται και ερωτήσεις πραγματείας διότι πολλές φορές ο μαθητής διατυπώνει προσωπικές απόψεις, οι οποίες ίσως εμπεριέχουν λογικές σχέσεις και τις οποίες έχει την αξίωση να γίνουν αποδεκτές ως αληθείς. Είναι οι γνωστές ερωτήσεις που χρησιμοποιούνται στον παραδοσιακό τρόπο εξέτασης των μαθητών. Στις ερωτήσεις αυτές δεν υπάρχει κανένας περιορισμός στην έκταση της απάντησης.

Οι ερωτήσεις αυτές ενδείκνυνται για να μετρηθούν σύνθετα μαθησιακά αποτελέσματα. Πρέπει να συνδέονται, όσο είναι δυνατόν, απευθείας στα μαθησιακά αποτελέσματα που επιθυμεί ο εκπαιδευτικός να μετρηθούν. Σε αυτές οφείλει ο εκπαιδευτικός να διατυπώνει τις ερωτήσεις, έτσι ώστε να απαιτούν μια ξεκάθαρα προσδιορισμένη αντιμετώπιση από το μαθητή, για να μην δημιουργείται η ανάγκη για διευκρινιστικές ερωτήσεις, παρά μόνο αν το γνωστικό αποτέλεσμα το απαιτεί. Οι ερωτήσεις ελεύθερης απάντησης είναι κατάλληλες για κατανόηση, εφαρμογή και ανάλυση αποτελεσμάτων. Είναι ο καλύτερος τύπος για σύνθεση και αξιολόγηση συμπερασμάτων. Από την άλλη πλευρά οι ερωτήσεις αυτές δεν προσφέρονται για την εξέταση μεγάλης σε έκταση ύλης, η διόρθωση είναι χρονικά απαιτητική, και παρουσιάζει υψηλό βαθμό υποκειμενικότητας άρα σχετικά μικρή αξιοπιστία.

Βασικοί κανόνες για τη βαθμολόγηση των ερωτήσεων ανοιχτού τύπου μακροσκελούς απάντησης:

- Οι απαντήσεις πρέπει να βαθμολογούνται σύμφωνα με τα μαθησιακά αποτελέσματα, τα οποία είχαν τεθεί για να μετρηθούν από την αντίστοιχη στοχοθεσία.
- Στα θέματα, τα οποία δίνονται στους μαθητές για απάντηση, πρέπει να αναγράφονται οι μονάδες τις οποίες παίρνει κάθε θέμα. Οι μονάδες πρέπει να υπολογίζονται με τη χρήση ενός υποδείγματος απάντησης ως οδηγό. Αν οι απαντήσεις είναι εκτεταμένες οι μονάδες πρέπει να υπολογίζονται με τη μέθοδο της εκτίμησης, χρησιμοποιώντας ως οδηγό ξεκάθαρα προσδιορισμένα κριτήρια.
- Πριν ξεκινήσει η βαθμολόγηση κάθε ερώτησης, πρέπει να διαβάζονται οι απαντήσεις όλων των μαθητών στην ερώτηση αυτή.
- Αν υπάρχουν θέματα, στα οποία υπάρχει αμφιβολία ως προς την ορθότητα της αξιολόγησης, καλό είναι να ζητείται η άποψη και άλλων καθηγητών.

Ερωτήσεις σύντομης απάντησης

Οι ερωτήσεις ανοιχτού τύπου σύντομης απάντησης (short essay) είναι οι ερωτήσεις στις οποίες η έκταση της απάντησης πρέπει να είναι περιορισμένη σε λίγες γραμμές. Από πολλούς παιδαγωγούς κατατάσσονται στις ερωτήσεις ανοιχτού τύπου. Το σκεπτικό τους είναι ότι η απάντηση, αν και πρέπει να είναι σύντομη, μπορεί να διατυπωθεί με διαφορετικούς τρόπους οι οποίοι εξαρτώνται και διαφοροποιούνται από την προσωπικότητα του μαθητή ο οποίος δίνει την απάντηση. Υπάρχουν όμως ορισμένες ερωτήσεις σύντομης απάντησης, των οποίων η απάντησή αναφέρεται σε κάποιο συγκεκριμένο στοιχείο, διεργασία ή γεγονός, που δεν μπορεί να απαντηθεί με ποικιλία διατυπώσεων από τον εξεταζόμενο. Αν μάλιστα προβλεφθούν από το συντάκτη όλες οι τυχόν ισοδύναμες λύσεις έτσι ώστε να μην υπεισέρχεται ο παράγοντας υποκειμενικής αξιολόγησης, μπορούν να θεωρηθούν κλειστού τύπου.

Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου ή κλειστού τύπου

Οι ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου ή κλειστές ερωτήσεις δεν αφήνουν περιθώρια υποκειμενικής εκτίμησης στον εξεταστή όσον αφορά την αξιολόγηση. Γενικά, μπορεί να λεχθεί ότι οι ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου μετράνε κυρίως την ικανότητα του εξεταζόμενου να ανακαλεί και να αναγνωρίζει γεγονότα, τύπους, νόμους κ.ά.

Οι μη σταθμισμένες ερωτήσεις περιλαμβάνουν αντικειμενικές ερωτήσεις κατασκευασμένες από οποιονδήποτε εκπαιδευτικό με σχετική πείρα. Οι σταθμισμένες ερωτήσεις κατασκευάζονται από εξειδικευμένους επιστήμονες

για να προσδιοριστεί η επίδοση του μαθητή σε σύγκριση με εκείνη ενός αντιπροσωπευτικού δείγματος μαθητών που επιλέγεται ως ομάδα αναφοράς.

Πλεονεκτήματα:

- Η αξιολόγηση θεωρείται αντικειμενική, αφού δεν υπάρχουν περιθώρια υποκειμενικής ερμηνείας
- Διορθώνονται γρήγορα και εύκολα.
- Αξιολογείται μεγάλη ποσότητας εξεταζόμενης ύλης.
- Βοηθούν τους μαθητές με μικρή γλωσσική ικανότητα στην έκφραση

Μειονεκτήματα:

- Δεν αξιολογείται η ευρύτητα των γνώσεων των μαθητών.
- Δεν αξιολογείται η συνθετική και δημιουργική ικανότητα των μαθητών.
- Κάποιες απαντήσεις μπορεί να είναι σωστές από τύχη.
- Υπάρχει μεγαλύτερη δυνατότητα στους μαθητές να αντιγράψουν.

Είδη ερωτήσεων αντικειμενικού τύπου

Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής (multiple choice questions)

Αυτές αποτελούνται από το στέλεχος (stem) και μία λίστα εναλλακτικών απαντήσεων.

- Το στέλεχος (stem) είναι το μέρος στο οποίο αναγράφεται το βασικό περιεχόμενο της ερώτησης. Σε αυτό είτε παρατίθεται ένα κείμενο το οποίο απαιτεί κάποια απάντηση ή λογική συνέχεια, είτε παρουσιάζεται κάποιο δεδομένο, όπως ένα διάγραμμα ή σχήμα, από το οποίο να εξαγονται συμπεράσματα κατόπιν συνδυασμού γνώσης, παρατήρησης και σκέψης.

- Η λίστα εναλλακτικών απαντήσεων συνήθως αποτελείται από 4 έως 5 σε αριθμό απαντήσεις ή λογικές συνέχειες, στις οποίες συμπεριλαμβάνεται και η σωστή (key). Ο μαθητής πρέπει να μελετήσει προσεκτικά όλες τις απαντήσεις που του δίνονται στη λίστα των εναλλακτικών απαντήσεων και να διαλέξει τη σωστή. Οι υπόλοιπες (παρεμβολές) σκοπεύουν να προβληματίσουν το μαθητή, δημιουργώντας «θόρυβο» (σύγχυση) μέσα από τον οποίο οφείλει ο εξεταζόμενος να διακρίνει το «σήμα» (τη σωστή). Απαραίτητη προϋπόθεση για την κατασκευή επιτυχημένων ερωτήσεων αυτής της μορφής είναι η ομοιομορφία στο ύφος των εναλλακτικών απαντήσεων έτσι, ώστε να μην είναι δυνατόν να ξεχωρίζει από τη δομή η σωστή απάντηση.

Απαντήσεις στις οποίες απαιτείται να γίνουν πολλοί υπολογισμοί, ουσιαστικά να επιλυθεί μια άσκηση ή ένα πρόβλημα με νοητική απαίτηση πάνω από δύο βήματα, δεν είναι κατάλληλες για ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Επιτρεπτές εναλλακτικές απαντήσεις μπορεί να είναι αριθμητικά δεδομένα που για να εξαχθούν απαιτείται κατανόηση έννοιας και απλός μαθηματικός υπολογισμός της μιας ή δύο αριθμητικών πράξεων.

Καλό επίσης είναι να αποφεύγονται οι αρνητικές προτάσεις (που περιέχουν «δεν και ρήμα» ή εμπεριέχουν στερητικά μόρια). Εξάλλου, οι απαντήσεις πρέπει να έχουν λεπτές ειδοποιητές διαφορές ώστε να προβληματίζουν τον εξεταζόμενο, εκτός από μία που πρέπει να απορρίπτεται από τον μαθητή που έχει μελετήσει, με την πρώτη ματιά.

Οι ερωτήσεις αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των μαθητών στη γνώση, την κατανόηση, την επέκταση, την εφαρμογή και άλλα μαθησιακά επίπεδα της ταξινομίας του Bloom, σε διεργασίες, μετασχηματισμούς και φαινόμενα, σε πολύ σύντομο χρόνο. Ακόμα έχουν και το πλεονέκτημα ότι μπορούν να δοθούν πολλές παραλλαγές της ίδιας ερώτησης αλλάζοντας τη σειρά των απαντήσεων, για μαθητές που κάθονται σε γειτονικές θέσεις.

Για την αξιολόγηση με χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, δίνεται στους μαθητές χρόνος που καθορίζεται από τον αριθμό των ερωτήσεων και τη δυσκολία των ερωτήσεων. Δεν πρέπει να είναι μεγάλος, γιατί τότε αρχίζει να υπάρχει η δυνατότητα αντιγραφής, ούτε όμως και πολύ σύντομος γιατί τότε οι μαθητές δεν προλαβαίνουν να σκεφθούν και αρχίζουν να απαντούν στην τύχη.

Ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης - του τύπου «σωστό - λάθος»

Ο εξεταζόμενος καλείται να αξιολογήσει κάθε μία πρόταση, από μια λίστα προτάσεων που του δίνονται, αν είναι σωστή ή λανθασμένη. Συνήθως δίνεται μια λίστα 5 προτάσεων με περιεχόμενο από ορισμένο πεδίο ύλης, οι οποίες συνιστούν ένα εξεταζόμενο θέμα. Οι προτάσεις δεν είναι απαραίτητο να απαιτούν απλά ανάκληση γνώσης. Μπορεί να είναι εκτιμήσεις επί κειμένου, διαγράμματος ή σχήματος το οποίο τίθεται ως βάση. Ασφαλώς δεν πρέπει να είναι προτάσεις αποφαντικές (προσωπικής κρίσης) του υποκειμένου το οποίο απαντά. Επίσης,

συνιστάται να αποφεύγονται οι αρνητικές προτάσεις (δεν και ρήμα) και να μην ζητείται από το μαθητή να εξετάσει την ταυτόχρονη ορθότητα δύο η περισσοτέρων, έστω και σχετικών, εννοιών.

Για να αποφευχθεί η επίδραση του παράγοντα τύχη, που σε αυτές τις ερωτήσεις είναι 50%, μπορούν να χρησιμοποιηθούν δικλείδες ασφαλείας όπως:

- Να ζητείται στις εσφαλμένες προτάσεις να υπογραμμισθούν οι λέξεις που κάνουν την πρόταση λανθασμένη.
- Να ζητείται να διορθωθεί η λανθασμένη πρόταση στην ορθή της μορφή.
- Να ζητείται αιτιολόγηση.

Στις περιπτώσεις αυτές αποκτούν χαρακτήρα ανοικτού τύπου, σύντομης απάντησης.

Να αναφέρουμε ότι δεν είναι απαραίτητο να χαρακτηρίζονται μόνο με τους όρους «σωστό-λάθος», μπορούν να χαρακτηριστούν και ως: μεγαλύτερο-μικρότερο, ίδιο-διαφορετικό, ποτέ –συχνά - πάντα, φυσικό-χημικό, κ.τ.λ.

Οι ερωτήσεις διαζευκτικής απάντησης πλεονεκτούν για πολλούς λόγους. Εξασφαλίζουν ταχύ έλεγχο ευρέος φάσματος εξεταστέας ύλης, διορθώνονται εύκολα και μπορούν να «ανοιχθούν» κατά βούληση μεγεθύνοντας την αξιοπιστία και εγκυρότητα του εξεταστικού μέσου.

Ερωτήσεις σύζευξης

Ζητείται από τον εξεταζόμενο να συσχετίσει δεδομένα δύο (ή τριών) ομάδων στοιχείων. Ο αριθμός των στοιχείων κάθε ομάδας μπορεί να είναι ο ίδιος ή και διαφορετικός. Η αντιστοίχιση λοιπόν μπορεί να είναι αμφιμονοσήμαντη (ένα προς ένα στοιχείο) ή σε ένα στοιχείο να αντιστοιχούν δύο από την παράλληλη σειρά. Είναι δυνατόν τα προς συσχέτιση στοιχεία να τοποθετούνται σε παράλληλες στήλες ή σειρές. Ο εξεταζόμενος συσχετίζει τα στοιχεία των δύο (ή τριών) ομάδων συνδέοντάς τα με μια γραμμή ή γράφοντας τα διατεταγμένα ζεύγη, αν τα στοιχεία των δύο (ή τριών) ομάδων έχουν αριθμηθεί (με διαφορετική αρίθμηση). Στις ερωτήσεις σύζευξης εντάσσονται και οι πίνακες διπλής εισόδου, με στοιχεία στην κάθετη στήλη που πρέπει να κατηγοριοποιηθούν σε ενότητες που αναφέρονται στην πρώτη σειρά του πίνακα.

Όλα τα στοιχεία των ομάδων πρέπει απαραίτητα να είναι στην ίδια σελίδα για τεχνικούς λόγους. Ο αριθμός των συσχετιζόμενων στοιχείων κυμαίνεται ανάλογα με την ηλικία των εξεταζομένων και το βαθμό δυσκολίας που θέλει ο εξεταστής να έχει η ερώτηση. Απαραίτητη είναι και η γραμματική και συντακτική ομοιογένεια των στοιχείων κάθε ομάδας. Τα πλεονεκτήματα των ερωτήσεων σύζευξης (matching block) είναι, όπως και για τους άλλους τύπους κλειστών ερωτήσεων, η σάρωση μεγάλου φάσματος εξεταστέας ύλης, η ευελιξία στην κατασκευή, ανάλογα με το βαθμό δυσκολίας που επιθυμεί ο εξεταστής και ο σύντομος χρόνος αξιολόγησης.

Ερωτήσεις διάταξης

Ερωτήσεις διάταξης, ιεράρχησης ή κλιμάκωσης είναι οι ερωτήσεις κλειστού τύπου στις οποίες ζητείται από τον μαθητή να διατάξει σε λογική σειρά κάποια στοιχεία με βάση το κριτήριο που αναφέρεται στο στέλεχος της ερώτησης. Τα στοιχεία μπορεί να είναι προτάσεις, αριθμοί, σύμβολα, σχήματα κ.ά.

Ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού

Σε αυτές τις ερωτήσεις δίνεται στον εξεταζόμενο ένα κείμενο από το οποίο λείπουν στοιχεία (όπως λέξεις, χαρακτηριστικοί όροι, χημικοί τύποι, μαθηματικές εκφράσεις κτλ.) και καλείται ο μαθητής από τα συμφραζόμενα να συμπεράνει τον όρο που λείπει και να συμπληρώσει την πρόταση. Συχνά δίνονται οι ελλείποντες όροι σε κατάλογο και ο εξεταζόμενος επιλέγει ποιον θα τοποθετήσει στην κατάλληλη θέση του κειμένου. Μια άλλη παραλλαγή είναι να είναι εμφανής ο αριθμός των ελλειπόντων γραμμάτων κάθε κενού. Αν θέλει ο εξεταστής υψηλότερο βαθμό δυσκολίας δεν παρατίθενται οι απαντήσεις προς επιλογή ούτε καθορίζεται ο αριθμός των γραμμάτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όταν επιδιώκεται ο έλεγχος γνωστικών δεξιοτήτων ή η γνώση μεθόδου διεξαγωγής, δεν είναι απαραίτητο η συμπλήρωση να προκύπτει από τα συμφραζόμενα.

Προϋποθέσεις για επιτυχημένες ερωτήσεις συμπλήρωσης κενού (completion) είναι να είναι κατανοητό και συνταγμένο σωστά το κείμενο, να μην είναι υπερβολικός ο αριθμός των κενών στην ίδια πρόταση, να εμπεριέχονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία στα συμφραζόμενα έτσι, ώστε να μην δημιουργούνται αμφιβολίες και ασάφεια, και να είναι επαρκής ο διαθέσιμος κενός χώρος.

Ερωτήσεις τύπου πλέγματος (grid).

Βασίζεται στη χρήση πληροφοριών που δίνονται στα κουτάκια ενός πλέγματος (grid) και σε ένα κατάλογο ερωτήσεων σχετικά με αυτές.

Βασική δομή και αξιοπιστία: Κατασκευάζεται ένα πλέγμα με αριθμημένα κουτάκια (βροχίδες). Ο αριθμός τους εξαρτάται από την ηλικία των μαθητών, για παράδειγμα για μαθητές γυμνασίου 12 κουτάκια και λυκείου 16 κουτάκια.

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Η επαναληψιμότητα και η αξιοπιστία αυτής της μορφής του τεστ μελετήθηκε, από τον ερευνητή Gallacher (1984) του Πανεπιστημίου της Glasgow.

- Σε κάθε κουτάκι του πλέγματος υπάρχει μια πληροφορία που μπορεί να είναι: χημικός τύπος, φράση, χημική εξίσωση κτλ.
- Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτήσεων που παρατίθενται στο πλέγμα.
- Για κάθε ερώτημα οι μαθητές είναι υποχρεωμένοι να «σαρώνουν» με τη ματιά τους το πλέγμα ώστε να εντοπίσουν σε ποιο ή ποια κουτάκια υπάρχει ή υπάρχουν πληροφορία ή πληροφορίες που είναι απαντήσεις στη προκειμένη ερώτηση.
- Οφείλουν να γράψουν τον αριθμό με τα κουτάκια τα οποία περιέχουν σωστές απαντήσεις δίπλα στην συγκεκριμένη ερώτηση.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις, ανάλογα με την ερώτηση, έχει σημασία η σειρά με την οποία θα γραφούν οι αύξοντες αριθμοί στα κουτάκια.
- Συνεχίζουν οι μαθητές στην επόμενη ερώτηση «σαρώνοντας» εκ νέου το πλέγμα, όπως και την πρώτη φορά.

Πλεονεκτήματα

- Κάθε κουτάκι μπορεί να περιέχει πληροφορία-απάντηση σε περισσότερες από τις παρακείμενες ερωτήσεις ή και να περιέχει και εντελώς άσχετη πληροφορία.
- Οι μαθητές δεν γνωρίζουν ποιός είναι ο αριθμός των σωστών απαντήσεων. Έτσι περιορίζεται αρκετά η περίπτωση επιλογής στην τύχη, σε αντίθεση με άλλου τύπου ερωτήσεων, όπως τεστ πολλαπλής επιλογής.
- Αλλάζοντας το περιεχόμενο στα κουτάκια του πλέγματος, καθώς και τη σειρά των παρακειμένων ερωτήσεων, διαμορφώνονται δύο ή και τέσσερα εντελώς ισότιμα τεστ για μαθητές που κάθονται κοντά, αποκλείοντας την αντιγραφή.
- Ο εξεταστής έχει πολύ καλές πληροφορίες σχετικά με τις γνώσεις των παιδιών.
- Βγάζει συμπεράσματα τόσο από τις σωστές επιλογές όσο και από τις λανθασμένες.
- Μπορεί να προσδιορίσει τις σωστές ιδέες, τις παρανοήσεις, τις παραλείψεις, τόσο καθενός μαθητή ξεχωριστά, όσο και του συνόλου της τάξης.

Η δυναμική του τεστ

- Οι λανθασμένες απαντήσεις περικλείουν διαγνωστική πληροφορία για τον εξεταστή.
- Οι σωστές απαντήσεις που έχουν παραληφθεί οδηγούν σε μια δεύτερη σκέψη σχεδιασμού της τεχνικής αυτής. Η διατύπωση της ερώτησης πρέπει να επανεξεταστεί γιατί μπορεί να μην βοηθάει τους μαθητές, να αντιληφθούν ότι περιλαμβάνεται και η σωστή απάντηση η οποία έχει παραληφθεί.

Βαθμολόγηση των απαντήσεων

Για κάθε ερώτηση υπάρχει ένα σύνολο από κουτάκια με σωστές πληροφορίες-απαντήσεις και ένα σύνολο από κουτάκια (τα υπόλοιπα) με λανθασμένες ή άσχετες προς την ερώτηση πληροφορίες. Το άθροισμά τους ισοδυναμεί με τον αριθμό των τετραγωνιδίων του πλέγματος.

Κάθε ερώτηση βαθμολογείται με τη διαφορά των δύο κλάσμάτων: Του κλάσματος των ορθών απαντήσεων μείον το κλάσμα των λανθασμένων απαντήσεων.

$$\frac{\text{αριθμός ορθών απαντήσεων}}{\text{σύνολο ορθών απαντήσεων}} - \frac{\text{αριθμός λανθασμένων απαντήσεων}}{\text{σύνολο λανθασμένων απαντήσεων}} = \text{βαθμός υποερώτησης}$$

Προφανώς το άθροισμα των παρονομαστών ταυτίζεται με τον αριθμό των τετραγωνιδίων του πλέγματος.

Παράδειγμα ερωτήσεων και βαθμολόγησης τύπου πλέγματος

Παρατηρήστε προσεκτικά τις ενώσεις που περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα.

1. CH ₄	2. CH≡CH	3. CH ₂ =CHCH ₃
4. $\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	5. CH ₃ CH ₃	6. CH ₃ CH ₂ OH
7. $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CCH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	8. CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	9. CH ₃ C≡CH

Γράψτε στο διάστικτο χώρο τους αριθμούς των τετραγώνων στα οποία υπάρχουν ενώσεις οι οποίες έχουν τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά:

- Είναι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες
- Είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες.....
- Παρουσιάζουν συντακτική ισομέρεια θέσης
- Ανήκουν στις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες
- Είναι αλκίνια
- Είναι πρωτοταγείς αλκοόλες

Έστω ότι μαθητής έδωσε τις απαντήσεις

Βαθμολόγηση

- Είναι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες 1, 5..... $\frac{2}{2} - \frac{0}{7} = 1,00$
- Είναι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες 2, 3..... $\frac{2}{3} - \frac{1}{6} = 0,50$
- Παρουσιάζουν συντακτική ισομέρεια θέσης 4, 8.... $\frac{2}{2} - \frac{0}{7} = 1,00$
- Ανήκουν στις κορεσμένες μονοσθενείς αλκοόλες 6 8... $\frac{2}{4} - \frac{2}{5} = 0,10$
- Είναι αλκίνια 2, 3, 9..... $\frac{2}{2} - \frac{0}{7} = 1,00$
- Είναι πρωτοταγείς αλκοόλες 6, 8

$$\frac{2}{2} - \frac{1}{7} = 0,86$$

$$\text{Σύνολο} \quad \frac{4,46}{6} \quad \text{ή} \quad \frac{74,33}{100}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Bigge, L. M. (1990). *Θεωρίες μάθησης για εκπαιδευτικούς*. (Μεταφραση. Α. Κάντας & Α. Χαντζή. Αθήνα: Πατάκης)
 Bloom B. S. (1986). *Ταξινομία Διδακτικών Στόχων* (Μετάφραση Λαμπράκη-Παγανού (1986). Αθήνα: Κώδικας.

- Κολιάδης, Ε. Α. (2002) *Γνωστική Ψυχολογία, Γνωστική Νευροεπιστήμη και Εκπαιδευτική Πράξη*. τ. δ'. Μοντέλο Επεξεργασίας Πληροφοριών. Αθήνα: αυτοέκδοση
- Mager, R. F. (1985). *Διδακτικοί στόχοι και διδασκαλία* (Μετάφραση από τη γερμανική έκδοση), Θεσσαλονίκη: Αφοι. Κυριακίδη
- Ματσαγγούρας Η. (2000). *Ομαδοσυνεργατική Διδασκαλία*, Αθήνα: Γρηγόρης.
- Μαυρόπουλος Μ. (2013). *Σχέδιο μαθήματος*, Αθήνα: αυτοέκδοση
- Meyer, E. (1987). *Ομαδική διδασκαλία: θεμελίωση και παραδείγματα*, (Μετάφραση Λ. Κουτσούκης, Θεσσαλονίκη: Αφοι Κυριακίδη
- Ραγιαδάκος, Χ. (2011), *Βασικά χαρακτηριστικά της διερευνητικής μεθόδου στη μάθηση και τη διδασκαλία*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο.
- Rohrs, H. (1984). *Το κίνημα της προοδευτικής εκπαίδευσης*, Θεσσαλονίκη: Αφοι Κυριακίδη.
- Σταυρίδου, Ε. (2000), *Συνεργατική Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες*, στο: Βασικό επιμορφωτικό υλικό, τόμος Β: Ειδικό μέρος ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών, «Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης», Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2011
- Τσαπαρλής, Γ. (1989), *Θέματα διδακτικής φυσικής και χημείας στη μέση εκπαίδευση*. Ιωάννινα.
- Φράγκος, Χ. (1984). *Ψυχοπαιδαγωγική*. Αθήνα: Gutenberg
- Χαλκιά, Κ. (2010), *Διδάσκοντας Φυσικές Επιστήμες*, τομ. Α, Αθήνα: Πατάκη,
- Vygotsky, (1962), *Νους και κοινωνία*

Ξενόγλωσση

- Ádám Merényi, Vince Szabó, Attila Takács, (2010). 101 ιδέες για πρωτοπόρους εκπαιδευτικούς, Εκδόσεις Καλειδοσκόπιο, Αθήνα
- Caple R. B., (1978) *The sequential stages of group development*. Small Group Behavior, 9, 470-476
- Hramiak A., Hudson T. (2012): *Understanding Learning & Teaching in Secondary Schools*, Pearson

3.1. Στόχοι της διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας

Η Διδακτική της Χημείας εντάσσεται στο ευρύτερο πλαίσιο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) και επομένως μπορεί να εκμεταλλεύεται και να αξιοποιεί τον πλούτο της έρευνας και του προβληματισμού που έχουν αναπτυχθεί διεθνώς σε αυτό το χώρο για δεκαετίες (Βαμβακερός, Παυλάτου, Σπυρέλλης, σ. 2).

Το Π.Σ. Χημείας της Α΄ και Β΄ τάξης Γενικού Λυκείου αποτελεί πρόγραμμα Γενικής Παιδείας, κοινό και υποχρεωτικό για όλους τους μαθητές και στοχεύει στο να αναπτύξει γνώσεις, δεξιότητες στάσεις και συμπεριφορές που είναι απαραίτητες στον πολίτη του 21ου αιώνα. Ειδικότερα, επιδιώκεται οι μαθητές να:

- Κατακτήσουν ένα επαρκές και συνεκτικό σώμα χημικών γνώσεων, το οποίο αφενός θα τους προσφέρει εννοιολογικά και μεθοδολογικά εργαλεία για να για να συνεχίσουν να μαθαίνουν αυτόνομα και αφετέρου να εφοδιάσει τον μελλοντικό πολίτη με μια κουλτούρα επιστημονικής διερεύνησης των πραγμάτων, η οποία θα του δίνει τη δυνατότητα κριτικής και αναστοχαστικής διαχείρισης της γνώσης.
- Αναπτύξουν ικανότητες απαραίτητες τόσο για την ολόπλευρη ανάπτυξη τους όσο και για την ικανοποιητική και ενεργό συμμετοχή τους στη σύγχρονη κοινωνική και πολιτιστική ζωή, όπως η κριτική σκέψη, η δημιουργικότητα, η επικοινωνία, η συνεργασία, η άριστη και συνετή χρήση των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας.
- Καλλιεργήσουν αξίες, στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν το μορφωμένο σύγχρονο πολίτη και συμβάλλουν θετικά στην πορεία τους προς την αυτοπραγμάτωση με σεβασμό στην ιδιαιτερότητα του ανθρωπίνου προσώπου, έτσι ώστε να αναγνωρίζουν και να σέβονται την ιδιοπροσωπία του άλλου, χωρίς συγχρόνως να υποβαθμίζουν τα στοιχεία της ιδιοπροσωπίας του τόπου μας.

Οι στόχοι σε επίπεδο διδασκαλίας, αφορούν στα προσδοκώμενα αποτελέσματα που αναμένεται να επιτευχθούν μετά το πέρας της διδασκαλίας των μαθημάτων της Χημείας και μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τη γενική φιλοσοφία του Π.Σ. της Χημείας γενικού Λυκείου (2014) ως εξής:

Σκοποί διδασκαλίας της Χημείας:

Οι μαθητές:

- Να αναπτυχθούν πολύπλευρα, μέσα στο πλαίσιο των δικών τους δυνατοτήτων, συμμετέχοντας σε δραστηριότητες ερευνητικού τύπου, ελέγχοντας και κατευθύνοντας τη δική τους σκέψη και μάθηση.
- Να γίνουν σκεπτόμενοι, ικανοί, ευέλικτοι και επιστημονικά ενημερωμένοι πολίτες, σε ένα κόσμο που αλλάζει συνεχώς και με γρήγορους ρυθμούς.
- Να αποκτήσουν ένα ικανοποιητικό επίπεδο Επιστημονικού Εγγραμματισμού (*Scientific Literacy*) για έννοιες, νόμους και διαδικασίες της Χημείας.
- Να κατανοήσουν την κοινωνικο-πολιτισμική διάσταση της Χημείας - τη σημασία της Χημείας στην καθημερινή ζωή.
- Να αναπτύξουν την κριτική και δημιουργική σκέψη τους.
- Να αναπτύξουν την ικανότητα τους για επικοινωνία και συνεργασία.
- Να αποκτήσουν ικανότητα επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων.
- Να αναπτύξουν στάσεις και συμπεριφορές που διακρίνουν τον ενεργό πολίτη.

Στόχοι διδασκαλίας της Χημείας είναι (Μαυρόπουλος, 1997, σ. 51):

Γνώσεις

Οι μαθητές:

- να γνωρίσουν έννοιες, μεγέθη, θεωρίες, νόμους-αρχές που αφορούν φυσικά - χημικά φαινόμενα που θα τους καταστήσουν ικανούς στην ερμηνεία φαινομένων και στην αναγνώριση μηχανισμών και κανονικότητας
- να εξοικειωθούν με τη χημική γλώσσα και την ορολογία και να συνειδητοποιήσουν τον διεθνή χαρακτήρα της.

- να συνειδητοποιήσουν τις σχέσεις της Χημείας με τις άλλες επιστήμες (φαρμακευτική, ιατρική, βιολογία, γεωλογία, γεωπονική, επιστήμη περιβάλλοντος, κ.ά.).
- να γνωρίσουν την εξελικτική πορεία της Χημείας.
- να γνωρίσουν τις πρακτικές εφαρμογές και τη συμβολή της Χημείας στη βελτίωση της ποιότητας της ζωής του ανθρώπου καθώς και τις ποικίλες επιπτώσεις της σε τοπικό και ευρύτερο επίπεδο (για παράδειγμα, κοινωνικές, οικονομικές, περιβαλλοντικές).

Δεξιότητες

α) Οι μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες επιστημονικής μεθοδολογίας - να ασκηθούν στον επιστημονικό τρόπο σκέψης:

- Να παρατηρούν, να συλλέγουν, να ταξινομούν, να οργανώνουν, να αναλύουν, να αξιολογούν και να χειρίζονται δεδομένα.
- Να κάνουν υποθέσεις και να τις ελέγχουν πειραματικά ή με βάση τις υπάρχουσες θεωρίες.
- Να επιλέγουν και να χρησιμοποιούν έγκυρες πηγές για την επαλήθευση ή διάψευση μιας άποψης.
- Να σχεδιάζουν - οργανώνουν και να πραγματοποιούν πειράματα
- Να αξιολογούν πορείες/διαδικασίες και να εξακριβώνουν αδυναμίες-σφάλματα, ώστε να βελτιώνουν την έρευνά τους.
- Να ερμηνεύουν πειραματικά αποτελέσματα ή και φαινόμενα χρησιμοποιώντας τη θεωρία ή να επαληθεύουν τη θεωρία με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα.
- Να ερμηνεύουν τα χημικά φαινόμενα του περιβάλλοντος και να προβλέπουν τις φυσικές και κοινωνικές τους επιπτώσεις.
- Να εξάγουν, να εκτιμούν, να ερμηνεύουν, να παρουσιάζουν συμπεράσματα γενικεύοντάς τα, όπου είναι δυνατόν
- Να εφαρμόζουν τη χημική γνώση στην «επίλυση προβλημάτων» της καθημερινής ζωής.
- Να συνεργάζονται και να επικοινωνούν αποτελεσματικά (ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων).
- Να χρησιμοποιούν τα μέσα τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνίας για να παρατηρούν, να συλλέγουν, να οργανώνουν δεδομένα, πληροφορίες κ.α.

β) Οι μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες εργαστηριακής τεχνικής:

- Να εφαρμόζουν τους κανόνες υγιεινής και ασφάλειας.
- Να επιλέγουν και να χρησιμοποιούν / χειρίζονται όργανα, υλικά, ουσίες και συσκευές στο εργαστήριο
- Να ακολουθούν οδηγίες (γραπτές ή και προφορικές) με ακρίβεια, υπευθυνότητα και κριτικό πνεύμα.
- Να αναγνωρίζουν, να επιλέγουν και να ελέγχουν διάφορες μεταβλητές.
- Να κάνουν μετρήσεις και να εκφράζουν το αποτέλεσμα με ακρίβεια.
- Να προσδιορίζουν-εκτιμούν πειραματικά σφάλματα και τις πιθανές αιτίες τους.
- Να διαχειρίζονται διάφορα απόβλητα, με σεβασμό στο περιβάλλον.

γ) Οι μαθητές να καλλιεργήσουν την κριτική και δημιουργική σκέψη τους αναπτύσσοντας δεξιότητες όπως:

- Ανάπτυξη επιχειρημάτων για υπεράσπιση μιας θέσης.
- Ετοιμότητα για απάντηση σε αντίθετα επιχειρήματα.
- Παραγωγή και εφαρμογή κριτηρίων.
- Συναγωγή συμπερασμάτων.
- Σύγκριση, συσχέτιση και κατηγοριοποίηση ιδεών και επιχειρημάτων.
- Αξιολόγηση με εσωτερικά και εξωτερικά κριτήρια.
- Παραγωγή εναλλακτικών προτάσεων, λύσεων, τρόπων δράσης.
- Γνώση, επιλογή και χρήση διαδικασιών/στρατηγικών.

Στάσεις

Οι μαθητές:

- Να αναγνωρίζουν τις σχέσεις επιστήμης, τεχνολογίας και κοινωνίας, τον ρόλο των επιστημόνων στην κοινωνία και τα ηθικά διλήμματα.
- Να αναγνωρίζουν την επιστήμη σαν ανθρώπινη περιπέτεια, τη σημασία των ρήξεων στην ιστορία των επιστημών και τον ρόλο των αντιθέσεων στην πορεία της επιστημονικής έρευνας.
- Να αποκτήσουν θετική στάση απέναντι στην επιστημονική έρευνα, τη Χημεία και γενικότερα τις Φυσικές Επιστήμες.
- Να αποκτήσουν κοινωνική υπευθυνότητα και να υπερασπίζονται τις αξίες της κοινωνικής δικαιοσύνης και της αλληλεγγύης.
- Να σέβονται και να προστατεύουν το φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον και να προωθούν την αειφόρο ανάπτυξη.
- Να εντοπίζουν τους τρόπους με τους οποίους οι στάσεις και οι συμπεριφορές των ανθρώπων και των κοινωνικών ομάδων επηρεάζουν τη γνώση.
- Να διαπιστώσουν τη συμβολή της Χημείας στην κοινωνική ανάπτυξη και ευημερία αλλά και τα όριά της.

3.2 Γενικά για τη διδασκαλία της Χημείας

Για τη διδασκαλία της Χημείας μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλες οι μέθοδοι διδασκαλίας και καλό είναι να χρησιμοποιούνται συνδυαστικά. Ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που κρίνει ανάλογα με τις απαιτήσεις της τάξης και επιλέγει κάθε φορά τη μέθοδο και το βαθμό χρήσης της (βλέπε 2.3).

Η Ποιοτική Διδασκαλία

Η ποιοτική διδασκαλία είναι το ζητούμενο κάθε εκπαιδευτικού συστήματος. Η ποιοτική διδασκαλία δεν έχει σταθερότητα μορφής και περιεχομένου, αλλά προσαρμόζει τα μεθοδολογικά, ψυχολογικά και δεοντολογικά στοιχεία της στα δεδομένα των μαθητών, του κοινωνικο-πολιτισμικού πλαισίου και των εκπαιδευτικών πόρων, προκειμένου να επιτελέσει αποτελεσματικότερα το έργο της μάθησης και της ανάπτυξης (Fenstermacher & Richardson 2005, σ. 207 όπ. αναφ. στο Ματσαγγούρας, 2014). Στηρίζεται στη διασφάλιση ευκαιριών και δυνατοτήτων ενεργού εμπλοκής όλων των μαθητών σε μαθησιακές διαδικασίες, αδιακρίτως προελεύσεως, με στόχο την κατανόηση, την κριτική και την δημιουργική σκέψη και την ανάπτυξη κοινωνικών ικανοτήτων, στάσεων και αξιών (Isore, 2009, σ. 24 όπ. αναφ. στο Ματσαγγούρας, 2014, σ. 14)

Οι κύριοι **παράγοντες που καθορίζουν την ποιοτική διδασκαλία της Χημείας** είναι:

1. Η ύπαρξη κατάλληλων αναλυτικών προγραμμάτων, διδακτικών βιβλίων και λογισμικών που αφορούν τη διδασκαλία της Χημείας.
2. Η κατάλληλη υλικοτεχνική υποδομή (εξοπλισμένα εργαστήρια, εποπτικά μέσα, υπολογιστές με πρόσβαση στο δίκτυο, διαδραστικά προγράμματα προσομοίωσης κ.α.).
3. Η σωστή θεωρητική και εργαστηριακή προετοιμασία της διδασκαλίας της Χημείας από τον εκπαιδευτικό.
4. Η καλλιέργεια κινήτρων για ενεργοποίηση της συμμετοχής των μαθητών είτε μέσα στο εργαστήριο είτε μέσα στη τάξη.
5. Η σωστή ακολουθία και ο κατάλληλος ρυθμός ανάπτυξης και παρουσίασης της ύλης εναλλάσσοντας το πείραμα, την προσομοίωση στον υπολογιστή και τη διδασκαλία μέσω του πίνακα.
6. Η ικανότητα του εκπαιδευτικού να αντιλαμβάνεται το κλίμα της τάξης και να αντιδρά άμεσα με την κατάλληλη ανατροφοδότηση της διδακτικής πράξης, όταν διαπιστώνει έλλειψη προηγούμενης γνώσης σε βασικά κεφάλαια της Χημείας.
7. Η ανάπτυξη καλών διαπροσωπικών σχέσεων ανάμεσα σε εκπαιδευτικούς, μαθητές και γονείς που στηρίζονται στην αποδοχή, τον διάλογο και την ενθάρρυνση.
8. Η ενσυναίσθηση του εκπαιδευτικού, με τη φροντίδα για την παροχή ίσων ευκαιριών και δυνατοτήτων μάθησης σε όλους τους μαθητές.
9. Ο δημοκρατικός τρόπος συμπεριφοράς του εκπαιδευτικού στη τάξη.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βαμβακερός, Ξ., Παυλάτου Ε., Σπυρέλλης Ν.(2007) Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, , Τεύχος Β', 15-18 Μαρτίου 2007, σελ. 671-679.

Ματσαγγούρας, Η. (2014), Επιμορφωτικό Υλικό για την Αξιολόγηση Στελεχών και Εκπαιδευτικών Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης (ΠΔ 152/2013) Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής Αθήνα

Μαυρόπουλος Μ. Σ. (1997). Διδάσκω Χημεία. Εκδ. Σαββάλας, Αθήνα.

ΙΕΠ (9/2014): Γενική φιλοσοφία και σκοποί του Π.Σ. σύμφωνα και με τα διεθνή πρότυπα γνώσεων-δεξιοτήτων-ικανοτήτων. Άξονες και κριτήρια για τη σύνταξη των νέων Προγραμμάτων Σπουδών και των Οδηγών για τον Εκπαιδευτικό με βάση το ωρολόγιο πρόγραμμα

3.3. Το πείραμα – εργαστηριακή άσκηση στη διδασκαλία της Χημείας

Οι εργαστηριακές δραστηριότητες κατέχουν έναν διακριτό και κεντρικό ρόλο στη διδασκαλία της Χημείας. Το πείραμα, οποιασδήποτε μορφής και κυρίως αυτό που πραγματοποιείται από τους μαθητές, πρέπει να αποτελεί σημαντικό τμήμα της διδακτικής πράξης, αφού η Χημεία είναι *πειραματική επιστήμη* και σαν τέτοια πρέπει να διδάσκεται. Η Χημεία είναι η επιστήμη που έχει ήχο, χρώμα και φως, μυρωδιά, γεύση και εκρήξεις Άρα οι μαθητές για να μάθουν Χημεία χρειάζεται να ακούσουν, να δουν, να μυρίσουν, να σκεφτούν και ΝΑ ΚΑΝΟΥΝ ΧΗΜΕΙΑ! (Μαυρόπουλος 1997).

Ο μεγάλος Γερμανός Χημικός Η. Kolbe (1818-1884) έδινε μεγάλη σημασία στην εργαστηριακή άσκηση γράφοντας: « Το να μαθαίνει κανείς Χημεία μόνο από μαθήματα και βιβλία είναι σαν να διδάσκεται ένας τυφλός για τα χρώματα. Από τα βιβλία μπορεί να μάθει το αλφάβητο της Χημείας, γραφή και ανάγνωση, αλλά για να μιλάει, να σκέφτεται και να φιλοσοφεί πάνω σε χημικά θέματα, χρειάζεται απαραίτητα η ενασχόληση με τα φαινόμενα».

Έρευνες της διδακτικής έχουν δείξει ότι οι κατάλληλες εργαστηριακές δραστηριότητες μπορούν να βοηθήσουν αποτελεσματικά τους μαθητές να δομήσουν τη γνώση τους, να αναπτύξουν ερευνητικού τύπου δεξιότητες, καθώς και ικανότητες επίλυσης προβλημάτων (Tobin 1990, Gunstone 1991). Επιπλέον οι εργαστηριακές δραστηριότητες έχουν σημαντική δυναμική στην προώθηση θετικών στάσεων προς την επιστήμη και στην παροχή ευκαιριών στους μαθητές για ανάπτυξη κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως συνεργασία και επικοινωνία.

Το σχολικό εργαστήριο, εκτός από το μοναδικό μαθησιακό περιβάλλον που προσφέρει, ταυτόχρονα παρέχει ευκαιρίες στους εκπαιδευτικούς για ποικιλία στις διδακτικές τεχνικές τους, ώστε να αποφευχθεί η μονοτονία, που μπορεί να χαρακτηρίσει ένα μάθημα στην αίθουσα.

Από τα παραπάνω προκύπτει η σαφής ανάγκη για ένταξη σωστά σχεδιασμένων εργαστηριακών δραστηριοτήτων σε ένα Πρόγραμμα Σπουδών Χημείας, το οποίο θα προωθή την ανάπτυξη κριτικής σκέψης στους μαθητές και θα καταδεικνύει τη σύνδεση της Χημείας με την καθημερινή ζωή, μέσω της ένταξης, στα παραδοσιακά μαθήματα Χημείας, εργαστηριακών και πρακτικών θεμάτων, σχετικών με την επιστήμη, την τεχνολογία, το περιβάλλον και την κοινωνία, ώστε να γίνει η μάθηση της Χημείας πιο ελκυστική στους μαθητές.

1. Σκοποί – στόχοι εργαστηριακών ασκήσεων

Κύριοι **σκοποί** των εργαστηριακών ασκήσεων στη διδασκαλία της Χημείας (Μαυρόπουλος, 1997):

- ✓ Να αυξηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών για το μάθημα και την επιστήμη της Χημείας.
- ✓ Να εφοδιαστούν οι μαθητές με δεξιότητες σε εργαστηριακές τεχνικές και στο σχεδιασμό και στη διεξαγωγή πειραμάτων (χρήση επιστημονικής μεθόδου)
- ✓ Να διευκολυνθεί η κατανόηση και εμπέδωση των εννοιών, αρχών και νόμων της Χημείας.
- ✓ Να αναδειχθεί ο ρόλος των εργαστηρίων Χημείας σε διάφορους τομείς της καθημερινής ζωής (εύρεση ποιοτικής και ποσοτικής σύστασης υλικών, προσδιορισμός νοθείας, ανίχνευση φυτοφαρμάκων, παραγωγή νέων χημικών ουσιών κ.ά.

Στόχοι των πειραμάτων-εργαστηριακών ασκήσεων (Μαυρόπουλος, 1997):

α) Οι μαθητές να αποκτήσουν τεχνικές δεξιότητες, δηλαδή να είναι σε θέση:

- ✓ Να χειρίζονται εργαστηριακά όργανα και χημικές ουσίες.
 - ✓ Να επιλέγουν τα κατάλληλα όργανα και χημικές ουσίες για συγκεκριμένα πειράματα.
 - ✓ Να κάνουν παρατηρήσεις και ακριβείς μετρήσεις (με το βαθμό ακρίβειας του οργάνου που χρησιμοποιούν)
 - ✓ Να ακολουθούν με ακρίβεια και κριτική σκέψη τις οδηγίες για την εκτέλεση των πειραμάτων
 - ✓ Να εργάζονται ακολουθώντας τους κανόνες ασφάλειας και υγιεινής του εργαστηρίου, προστατεύοντας τους εαυτούς τους και το περιβάλλον τους.
- β)** Οι μαθητές να εργάζονται ακολουθώντας την επιστημονική μεθοδολογία, δηλαδή να είναι σε θέση:
- ✓ Να παρατηρούν συστηματικά και να διατυπώνουν ερωτήσεις για να διερευνηθούν κατά τη μελέτη ενός φαινομένου.
 - ✓ Να διατυπώνουν υποθέσεις ή/και προβλέψεις.
 - ✓ Να προτείνουν, να σχεδιάζουν, να υλοποιούν και να αξιολογούν πειράματα, κατά προτίμηση με καθημερινά υλικά, στο πλαίσιο των οποίων να ελέγχουν τις υποθέσεις ή προβλέψεις τους (έλεγχος μεταβλητών).
 - ✓ Να εξάγουν και να εκτιμούν συμπεράσματα από τα πειραματικά δεδομένα και να τα ανακοινώνουν.
 - ✓ Να συσχετίζουν τα πειραματικά αποτελέσματα με τη θεωρία.
 - ✓ Να εκτιμούν το πειραματικό σφάλμα και τις πιθανές αιτίες του.
- γ)** Οι μαθητές να αναπτύξουν κοινωνικές δεξιότητες: να επικοινωνούν και να συνεργάζονται αποτελεσματικά με άλλους ανθρώπους.
- δ)** Οι μαθητές να είναι σε θέση να χρησιμοποιούν έννοιες, αρχές και νόμους της Χημείας, για ταξινόμηση και σύγκριση ουσιών, αντικειμένων και φαινομένων καθώς και για την περιγραφή, την ερμηνεία και την πρόβλεψη καταστάσεων της καθημερινής ζωής.
- ε)** Οι μαθητές να κατανοήσουν τη φύση της Επιστήμης της Χημείας και τη συμβολή των εργαστηρίων στην ανάπτυξη του ανθρώπινου πολιτισμού, δηλαδή να είναι οι μαθητές σε θέση να αξιολογούν ζητήματα της καθημερινής ζωής τα οποία σχετίζονται με τη Χημεία και αφορούν το περιβάλλον, την ανθρώπινη υγεία και την τοπική κοινωνία, καθώς και να προτείνουν και να αναλαμβάνουν συγκεκριμένες δράσεις για την αντιμετώπισή τους.

2. Ασφάλεια στο εργαστήριο

Οδηγίες ασφαλείας υπάρχουν σε κάθε εργαστήριο, σχολικό, ερευνητικού κέντρου ή βιομηχανίας. Οι οδηγίες ασφαλείας είναι απαραίτητες για να προειδοποιούνται οι εργαζόμενοι στο εργαστήριο σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους που υπάρχουν, ώστε να προλαμβάνονται τα ατυχήματα. Οι οδηγίες ασφαλείας πρέπει να τηρούνται σχολαστικά.

Ο χώρος του σχολικού εργαστηρίου πρέπει να ακολουθεί όλες τις προδιαγραφές και να διαθέτει τα μέσα που εξασφαλίζουν την ασφάλεια τόσο του ίδιου του χώρου όσο και των χρηστών του σχολικού εργαστηρίου, όπως είναι:

- Συστήματα πυρόσβεσης, πυρανίχνευσης και συναγερμού
- Κιβώτιο πρώτων βοηθειών με: γάζες, βαμβάκι, αυτοκόλλητους επιδέσμους, κ.ά.
- Ασφάλιση με πόρτα ασφαλείας ή κλειδαριά ασφαλείας
- Προστασία από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία (με την τοποθέτηση κουρτινών, περσίδων κλπ.) και από την υγρασία.

Είναι απαραίτητο ο καθηγητής στο εργαστήριο να γνωρίζει πολύ καλά τους κανόνες ασφαλείας και να μπορεί να τους εφαρμόζει αποτελεσματικά και να ενημερώνει σωστά τους μαθητές του.

Ο κίνδυνος ατυχήματος μπορεί να προέλθει από την απρόσεκτη χρήση: του ηλεκτρικού ρεύματος, του λύχνου θέρμανσης, των χημικών ουσιών, των πολύ θερμών σωμάτων ή των καυτών υγρών, των παραγομένων τοξικών και εκρηκτικών αερίων, των σπασμένων γυάλινων σκευών και οργάνων, αλλά και από την αποθήκευση ασύμβατων μεταξύ τους χημικών ουσιών.

Γενικές οδηγίες χειρισμού γυάλινων οργάνων και συσκευών

- Να μη χρησιμοποιούνται γυάλινα σκεύη, εάν έχουν ρωγμές ή χαραγές, διότι το γυαλί καθίσταται επικίνδυνο για θραύση.
- Τα γυάλινα όργανα με μεγάλο μήκος, όπως είναι τα σιφώνια και οι προχοϊδες, να μεταφέρονται σε κατακόρυφη θέση.
- Να μην αναρροφούνται ποτέ με το στόμα υγρά σε σωλήνες ή σε σιφώνια.
- Να απομακρύνονται τυχόν σπασμένα γυαλικά με σκούπα και φαράσι και ποτέ με γυμνά χέρια.
- Κατά τη θέρμανση με τη χρήση εργαστηριακού λύχνου υγραερίου, να διατηρείται φλόγα χαμηλή και να χρησιμοποιείται πυρίμαχο πλέγμα για να αποφεύγεται η τοπική θέρμανση.
- Τα δοχεία με υγρά θα πρέπει να θερμαίνονται αργά και να ψύχονται αργά. Η μετάβαση πρέπει να γίνεται σταδιακά στις μεταβολές θερμοκρασίας για να μη ραγίσει ή σπάσει το γυαλί

Γενικές οδηγίες για την αποθήκευση και το χειρισμό χημικών ουσιών

- Τα δοχεία με τα χημικά να φυλάγονται σε ξηρό, καλά αεριζόμενο χώρο (ακόμη και από καλά κλεισμένα δοχεία αναδύονται ατμοί που μπορεί να είναι τοξικοί ή διαβρωτικοί).
- Αποφεύγεται η χρήση φωτιάς κοντά στους χώρους αποθήκευσης.
- Πρέπει να επιθεωρούνται συχνά τα αποθηκευμένα χημικά και να απομακρύνονται τα αλλοιωμένα είδη.
- Οι χημικές ουσίες να ασφαρίζονται και οι μαθητές να μην έχουν (άμεση) πρόσβαση σε αυτές. Να ταξινομούνται σε ομάδες ομοειδών αντιδραστηρίων. (Οι βαριές γυάλινες φιάλες που περιέχουν ισχυρά οξέα ή άλλα οξειδωτικά, να τοποθετούνται στα χαμηλά ράφια) .
- Να αναζητείται πάντα η ετικέτα πριν το άνοιγμα της συσκευασίας και να λαμβάνονται υπόψη οι σημάνσεις κινδύνων, περιλαμβανομένων και των πιθανών αντιδράσεων μεταξύ των ουσιών. (Δοχείο που δεν έχει ετικέτα δε χρησιμοποιείται και καταστρέφεται).
- Το άνοιγμα του δοχείου να γίνεται προσεκτικά σε καλά αεριζόμενο περιβάλλον (ή σε κατάλληλο απαγωγό) και να χρησιμοποιούνται προστατευτικά ενδύματα και εξοπλισμός.
- Το άνοιγμα του δοχείου να γίνεται προσεκτικά σε καλά αεριζόμενο περιβάλλον και να χρησιμοποιούνται προστατευτικά ενδύματα και εξοπλισμός.
- Να αποφεύγεται η μεταφορά των επικίνδυνων χημικών ουσιών (πυκνά οξέα, βάσεις κτλ.) από τους μαθητές. Καλό είναι ο εκπαιδευτικός να προετοιμάζει τα είδη και τις ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν από τις ουσίες αυτές και να τις τοποθετεί στους πάγκους εργασίας των μαθητών.
- Ο χειρισμός των υγρών αποβλήτων να γίνεται με τις απαραίτητες προφυλάξεις και μεθόδους αντίστοιχες των πιθανών κινδύνων.
- Σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να αναμειγνύονται άγνωστες ουσίες, επειδή υπάρχει κίνδυνος να παραχθούν επικίνδυνα αέρια ή να προκύψει βίαιη αντίδραση.

Σήμανση χημικών ουσιών και χημικών αντιδραστηρίων

Η κατάλληλη σήμανση των συσκευασιών των αντιδραστηρίων - χημικών ουσιών, στοχεύει στην ενημέρωση των χρηστών σχετικά με τους κινδύνους που ενέχει η χρήση τους, καθώς και τον ασφαλή χειρισμό τους. Στις 20 Ιανουαρίου 2009 τέθηκε σε εφαρμογή ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός CLP (1272/2008) για την Ταξινόμηση (Classification), Επισήμανση (Labeling) και Συσκευασία (Packaging) Χημικών Ουσιών και Μειγμάτων. Μέσω αυτού θεσπίζονται τα νέα κριτήρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την ταξινόμηση και επισήμανση, βάσει του Παγκόσμιου Εναρμονισμένου Συστήματος των Ηνωμένων Εθνών (Globally Harmonized System-GHS). Σύμφωνα με τις πρόνοιες του Κανονισμού CLP, από την 1η Δεκεμβρίου 2010 όλες οι χημικές ουσίες που διατίθενται στην αγορά πρέπει να ταξινομούνται, να επισημαίνονται και να συσκευάζονται σύμφωνα με τα κριτήρια του CLP.

Οι ετικέτες επισήμανσης των χημικών αντιδραστηρίων πρέπει να παρέχουν με ευκρίνεια τις παρακάτω πληροφορίες:

- Το όνομα της ή των κυριότερων χημικών ουσιών, και τους χαρακτηριστικούς κωδικούς αριθμούς τους (CAS, EINECS).
- Το όνομα, τη διεύθυνση και το τηλέφωνο του παρασκευαστή ή του εισαγωγέα στην Ε.Ε.
- Το/τα Εικονόγραμμα/τα Κινδύνου
- Όλες τις δηλώσεις επικινδυνότητας και μέχρι 6 δηλώσεις προφύλαξης χημικής ουσίας ή του μείγματος.

- (ε) Την ποσότητα που περιέχεται στο δοχείο και
(στ) Άλλες συμπληρωματικές πληροφορίες.

Διαχείριση χημικών αποβλήτων

Οι μη τοξικές υδατοδιαλυτές χημικές ουσίες (οξέα, βάσεις, άλατα κ.ά.), μπορούν να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης και να εκπλυθούν με μεγάλη ποσότητα νερού.

Για κάθε ουσία υψηλού κινδύνου, η αποβολή γίνεται αφού πρώτα βρεθεί η κατάλληλη διαδικασία, με ευθύνη του υπεύθυνου του εργαστηρίου.

Τα γυαλικά πλένονται με άφθονο νερό και απορρυπαντικό, ενώ τα στερεά απόβλητα (διηθητικά χαρτιά, άδεια πλαστικά) πετιούνται στις πλαστικές σακούλες σκουπιδιών.

Προσοχή: Σπασμένα γυαλικά, σύριγγες και μυτερά αντικείμενα, καθώς και άδεια γυάλινα φιαλίδια και μπουκάλια χημικών ουσιών τοποθετούνται προσεκτικά σε ειδικούς και επισημασμένους για το σκοπό αυτό κάδους και σε πλαστική συσκευασία που θα είναι ασφαλής για τους εργαζόμενους στην καθαριότητα.

Ειδικοί κανόνες ασφάλειας κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων Χημείας

1. Φοράμε την εργαστηριακή ποδιά καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μας.
2. Φοράμε γυαλιά προστασίας καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μας.
3. Χρησιμοποιούμε γάντια όταν κρίνεται απαραίτητο και αφαιρούνται αμέσως μόλις λήξει η σχετική εργασία.
4. Ο χώρος εργασίας πρέπει να είναι τακτοποιημένος και καθαρός
5. Χρησιμοποιούμε μόνο όσα σκεύη και αντιδραστήρια έχουν σχέση με το πείραμα που θα πραγματοποιήσουμε και διαθέτουν ετικέτα με το περιεχόμενο στη συσκευασία τους, την οποία και διαβάζουμε προσεκτικά πριν τη χρήση της ουσίας. Δεν τα δοκιμάζουμε, δεν τα μυρίζουμε.
6. Δεν παίρνουμε υγρό με σιφώνιο βάζοντας το σιφώνιο μέσα στο δοχείο, αλλά πρώτα βάζουμε το υγρό σε ποτήρι ζέσεως και μετά με το σιφώνιο γίνεται η μεταφορά (προς αποφυγή μόλυνσης του αντιδραστήριου).
7. Η αναρρόφηση με οποιονδήποτε τύπο σιφωνίου, γίνεται πάντοτε με τη βοήθεια ελαστικού αναρροφητήρα (πουάρ) και ποτέ με το στόμα.
8. Στερεές ουσίες ζυγίζονται σε ύαλο ωρολογίου ή σε κομμάτι διηθητικού χαρτιού.
9. Ποτέ δεν στρέφουμε δοκιμαστικό σωλήνα που θερμαίνουμε, στο πρόσωπό μας ή στο πρόσωπο άλλων.
10. Δεν θερμαίνουμε δοκιμαστικό σωλήνα στον πυθμένα του, αλλά λίγο παραπάνω από την επιφάνεια του υγρού, ανακινώντας συγχρόνως τον σωλήνα. Έτσι αποφεύγουμε τον απότομο βρασμό και την εκτίναξη του περιεχομένου του.
11. Ογκομετρικοί κύλινδροι και φιάλες αντιδραστηρίων ουδέποτε θερμαίνονται, γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν.
12. Ουδέποτε ανακατεύουμε δύο οποιαδήποτε αντιδραστήρια.
13. Ουδέποτε πιάνουμε στερεό αντιδραστήριο με το χέρι. Χρησιμοποιούμε πάντοτε σπάτουλα (ή λαβίδα).
14. Πάντοτε επικολλάμε μια ετικέτα με τα χαρακτηριστικά του αντιδραστήριου που παρασκευάσαμε στο μπουκάλι στο οποίο θα αποθηκευτεί.
15. Κατά τις αραιώσεις των πυκνών οξέων, ιδιαίτερα του θεικού οξέος ποτέ δεν προστίθεται το νερό στο οξύ, αλλά το οξύ προστίθεται αργά – αργά στο νερό.
16. Δεν επιστρέφουμε την ποσότητα του αντιδραστήριου που μας περίσσεψε στο δοχείο από όπου αρχικά το πήραμε (προς αποφυγή μόλυνσης του αντιδραστήριου).
17. Το πώμα που βγάζουμε από κάθε φιάλη πρέπει να το βάζουμε στην ίδια και όχι σε άλλη.
18. Όταν θέλουμε να μυρίσουμε ένα αντιδραστήριο, δεν το πλησιάζουμε στη μύτη μας, αλλά με τη βοήθεια της παλάμης μας δημιουργούμε ρεύμα αέρα.
19. Αν η χρήση αντιδραστηρίων παράγει τοξικούς, διαβρωτικούς ή δύσσομους ατμούς, τότε η χρήση του απαγωγού είναι απαραίτητη. Ελέγχουμε πριν ξεκινήσουμε το πείραμα, αν ο απαγωγός είναι ενεργοποιημένος και υπάρχει ροή αέρα .
20. Ουδέποτε πωματίζουμε συσκευές ή δοχεία που θερμαίνονται ή που μέσα τους γίνεται χημική αντίδραση συνοδευόμενη από έκλυση αερίου.

21. Στο τέλος του πειράματος καθαρίζουμε και τακτοποιούμε το εργαστήριο.

3. Είδη εργαστηριακών ασκήσεων-πειραμάτων

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ευδιάκριτων μορφών εργαστηριακής διδασκαλίας - πειραμάτων:

1. Πείραμα που πραγματοποιείται από το δάσκαλο (πείραμα επίδειξης),
2. Πείραμα που πραγματοποιείται από τους μαθητές (εργαστηριακή άσκηση). Διακρίνεται: α) σε κλασικό (πραγματοποιείται με συγκεκριμένες οδηγίες) και β) σε διερευνητικό / ανακαλυπτικό (δίνεται μόνο το ερώτημα-πρόβλημα που πρέπει να λυθεί πειραματικά και ο μαθητής σχεδιάζει το πείραμα).

Τα πειράματα επίδειξης δεν θεωρούνται τόσο αποτελεσματικά όσο η ενεργός εκτέλεση των πειραμάτων από τους μαθητές, αλλά χρησιμοποιούνται όταν απαιτούνται ακριβή όργανα ή επικίνδυνα υλικά ή όταν δεν υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα όργανα (Μαυρόπουλος, 1997).

Επιλέγονται επίσης όταν οι μαθητές χρειάζεται :

- ✓ Να γνωρίσουν τη χρήση ή τη λειτουργία μιας συσκευής
- ✓ Να παρατηρήσουν εντυπωσιακά πειράματα (διέγερση προσοχής-ενδιαφέροντος μαθητών)

Για να γίνει πιο αποδοτικό το πείραμα επίδειξης και να εξασφαλιστεί όσο γίνεται περισσότερο η συμμετοχή των μαθητών ο καθηγητής, κατά τη διάρκεια της επίδειξης, καλεί τους μαθητές να παρατηρούν και να καταγράφουν σε φύλλο εργασίας τις μεταβολές που παρατηρούνται στο πείραμα (αλλαγές χρωμάτων, σχηματισμός ιζημάτων ή αερίων, διάφορες μετρήσεις, μεταβολές μεγεθών,...)

Με βάση τις σημειώσεις τους οι μαθητές κάνουν γραφικές παραστάσεις και υπολογισμούς και αναζητούν τις αιτίες που προκαλούν το φαινόμενο καθώς και τους παράγοντες που το επηρεάζουν. Με τον τρόπο αυτό μαθαίνουν πώς να κάνουν υποθέσεις, να εξάγουν συμπεράσματα, να «ανακαλύπτουν» νόμους ή μεταβολές μεγεθών (ποιοτικές ή ποσοτικές).

Στην περίπτωση που κάτι δεν πάει καλά στο πείραμα, τότε ο καθηγητής σε συνεργασία με τους μαθητές, αναζητά το σφάλμα, φροντίζοντας να κατανοήσουν οι μαθητές ότι το σφάλμα είναι στοιχείο της πειραματικής διαδικασίας.

Στο πείραμα από τους μαθητές (κλασική εργαστηριακή άσκηση), οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες των 2-4 ατόμων και ακολουθούν τις οδηγίες που τους δίνονται, οι οποίες περιλαμβάνουν: τους στόχους του πειράματος, τα απαραίτητα όργανα και χημικές ουσίες, την πειραματική διαδικασία και τις απαραίτητες προφυλάξεις καθώς και φύλλο εργασίας που θα συμπληρωθεί από τους μαθητές. Μετά το τέλος του πειράματος, οι μαθητές κάνουν υπολογισμούς με βάση τις μετρήσεις τους και, αν χρειάζεται, συμπληρώνουν τις ερωτήσεις που υπάρχουν στο φύλλο εργασίας.

Η κλασική εργαστηριακή άσκηση από τους μαθητές μπορεί να πραγματοποιηθεί

- ✓ μετά τη διδασκαλία της ύλης μιας ενότητας, ώστε οι μαθητές να εφαρμόσουν και να επαληθεύσουν αυτά που έχουν διδαχθεί ή
- ✓ πριν τη διδασκαλία της αντίστοιχης θεωρίας, ώστε με κατάλληλη καθοδήγηση από τον καθηγητή, οι μαθητές να ανακαλύψουν νόμους-θεωρητικές αρχές, να ελέγξουν μια υπόθεση ή να διερευνήσουν διάφορα φαινόμενα καθώς και τους παράγοντες που τα επηρεάζουν (Μαυρόπουλος, 1997).

Μειονεκτήματα: δεν αφήνει τον μαθητή να στοχαστεί, να αυτενεργήσει, διότι εργάζεται μηχανιστικά, ακολουθώντας αυστηρά τις οδηγίες που του έχουν δοθεί.

Η ερευνητική εργαστηριακή άσκηση στηρίζεται στη διαδικασία της επιστημονικής μεθόδου και αποτελεί την πιο δημιουργική μορφή εργαστηριακής άσκησης, με το μεγαλύτερο βαθμό αυτενέργειας και συμμετοχής των μαθητών, αφού η πειραματική διαδικασία που θα ακολουθηθεί σχεδιάζεται από τους μαθητές (Μαυρόπουλος, 1997):

- Δίνεται στους μαθητές το «πρόβλημα» που πρέπει να αντιμετωπιστεί πειραματικά-εργαστηριακά.
- Οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις και στη συνέχεια κάνουν βιβλιογραφική έρευνα, αναζητώντας μεθόδους και μέσα για τη λύση του προβλήματος.
- Οι μαθητές σχεδιάζουν πειραματική διαδικασία και επιλέγουν τα απαραίτητα μέσα που θα χρησιμοποιήσουν.

- Ο καθηγητής ελέγχει το σχεδιασμό του πειράματος της κάθε ομάδας, από την άποψη απλότητας και ασφάλειας και κάνει τις απαραίτητες διορθώσεις και συμπληρώσεις.
- Οι μαθητές στη συνέχεια πραγματοποιούν το πείραμα, επεξεργάζονται τα αποτελέσματα και βγάζουν συμπεράσματα.

Οι ερευνητικές εργαστηριακές ασκήσεις απαιτούν πριν από το πείραμα χρόνο προετοιμασίας για το σχεδιασμό τους και μπορούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα με τη μορφή σχεδίων εργασίας (project). Με αυτές τις δραστηριότητες οι μαθητές αποκτούν πρωτοβουλία και υπευθυνότητα, αναπτύσσουν κριτική σκέψη και ερευνητικό πνεύμα και μαθαίνουν πώς να οργανώνουν μια έρευνα.

Η ερευνητική μέθοδος κατά την πραγματοποίηση εργαστηριακών δραστηριοτήτων στο μάθημα της Χημείας υπήρξε αντικείμενο έρευνας στο Ισραήλ (Hofstein, 2004). Η έρευνα αυτή κατέδειξε ότι μαθητές που συμμετείχαν σε εργαστηριακές δραστηριότητες στο μάθημα της Χημείας, με τρόπο διερευνητικό, ήταν σε θέση να διατυπώνουν περισσότερες και καλύτερες ερωτήσεις σχετικά με διάφορα χημικά φαινόμενα, σε σχέση με την ομάδα μαθητών που δεν συμμετείχαν σε τέτοιες εργαστηριακές δραστηριότητες. Ακόμη από την έρευνα αυτή προέκυψε ότι οι μαθητές της πρώτης ομάδας ήταν σε θέση να υποβάλλουν ερωτήσεις και σε μη εργαστηριακές μαθησιακές διεργασίες, όπως είναι η ανάγνωση επιστημονικών άρθρων. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μαθητές που συμμετείχαν σε ερευνητικές εργαστηριακές δραστηριότητες ανέπτυξαν μαθησιακές ικανότητες σε μεγάλο βαθμό. Η εργαστηριακή διδασκαλία βασισμένη στη διερεύνηση, όπως φαίνεται από τα παραπάνω, έχει πολλά πλεονεκτήματα. Θεωρείται ότι διευκολύνει την ανάπτυξη ανώτερης τάξης γνωστικών ικανοτήτων. Όμως έχει και μειονεκτήματα, είναι χρονοβόρος, αρκετά δαπανηρή για τα σχολεία της μέσης εκπαίδευσης και πολύ απαιτητική στην οργάνωση και εκτέλεσή της. Εντούτοις, οι Johnstone & Al-Shuaili (ό.α. στο Τσαπαρλής 2007) υποστήριξαν την ιδέα ότι «ένας πυρήνας περιγραφικών εργαστηρίων με ουσιαστικά ένθετα τύπου διερεύνησης θα συμβάλλουν αρκετά στην επίτευξη των επιθυμητών στόχων της εργαστηριακής διδασκαλίας».

4. Αξιολόγηση του μαθητή στο εργαστήριο

Η αξιολόγηση των μαθητών στην κλασική εργαστηριακή άσκηση, αποτιμά το βαθμό επίτευξης των στόχων που είχαν τεθεί και γίνεται (Μαυρόπουλος, 1997):

α) κατά τη διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας και αξιολογεί την ικανότητα του μαθητή:

- ✓ Να τηρεί τους κανόνες ασφαλείας
- ✓ Να ακολουθεί με ακρίβεια τη διαδικασία του πειράματος.
- ✓ Να χρησιμοποιεί και να χειρίζεται σωστά χημικές ουσίες και όργανα.
- ✓ Να κάνει σωστές παρατηρήσεις και μετρήσεις.

β) Μετά το τέλος της πειραματικής διαδικασίας (με βάση τη συμπλήρωση του φύλλου εργασίας) και αξιολογεί την ικανότητα του μαθητή

- ✓ Να κάνει σωστούς υπολογισμούς και γραφικές παραστάσεις.
- ✓ Να ερμηνεύει τις παρατηρήσεις και να εξάγει σωστά συμπεράσματα.
- ✓ Να σχεδιάζει πειραματικές διαδικασίες.

Οι μαθητές που συμμετείχαν με σοβαρότητα στις εργαστηριακές τους δραστηριότητες πρέπει να ανταμειφθούν για τις προσπάθειές τους, ώστε να συνεχίσουν να χαίρονται και να απολαμβάνουν την συνεργασία με τους συμμαθητές και τον καθηγητή τους κατά τις ώρες των εργαστηρίων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

Ζησιμόπουλος, Γ., Καφετζόπουλος, Κ., Μουτζούρη-Μανούσου, Ε., Παπασταματίου, Ν. (2002), *Θέματα διδακτικής για τα μαθήματα των φυσικών επιστημών*. Αθήνα: Πατάκη

Μαυρόπουλος, Μ. (1997): *Διδάσκω Χημεία*, εκδ. Σαββάλας.

Τσαπαρλής, Γ. (2007). *Οι πολλαπλές προσεγγίσεις της διδασκαλίας και της μάθησης της χημείας: έμφαση στο μακρο-επίπεδο και ο ρόλος της πρακτικής εργασίας*, Φλώρινα: 6^ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Ν.Τ. στην Εκπαίδευση». Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Πρακτικά Συνεδρίου, σσ. 36-53.

Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας του Υπουργείου Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων -Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Κύπρου (2011): *Οδηγός ασφάλειας και υγείας για εργαστήρια χημείας* Λευκωσία.
Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (2004), *Βασικές Αρχές Ασφαλείας Εργαστηρίων*
Χατζηιωάννου Θ. (1984), *Εργαστηριακές Ασκήσεις Ποσοτικής Αναλυτικής Χημείας*, Αθήνα.

Ξενόγλωσση

Hofstein, A.(2004) *The laboratory in chemistry education: Thirty years of experience with developments, implementation and evaluation*. Chemistry Education Research and Practice, 5, 247-264
Johnstone A.H. and Al-Shuaili A. (2001) *Learning in the laboratory; some thoughts from the literature*. University Chemistry Education, 5, 42-51.
J.F.Kerr (1963), *Practical work in school science: An account of an inquiry into the nature and purpose of practical work in school science teaching in England and Wales*, Leicester University Press, Leicester.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Σχεδιασμός και αξιολόγηση της διδασκαλίας

Διδασκαλία είναι το σύνολο των ενεργειών τις οποίες κάνει ο καθηγητής για να προκαλέσει, να ενισχύσει και να προωθήσει τη μάθηση (Gagné, όπως αναφέρεται στο βιβλίο Κασσωτάκη-Φλουρή 2006). Με τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών και την οργανωμένη καθοδήγηση του καθηγητή, μάθηση μπορεί να παράγει και ο μαθητής και να μη δέχεται παθητικά τη γνώση. Ενώ κατά τον Ξωχέλλη (Κασιμάτη 1997) διδασκαλία είναι οι ενέργειες και οι στρατηγικές στις οποίες προβαίνει ο καθηγητής για να βοηθήσει και να ενισχύσει τον μαθητή του να οικειοποιηθεί τις γνώσεις και να καλλιεργήσει τις δεξιότητές του. Η διδασκαλία χαρακτηρίζεται ως πολυδιάστατη, δυναμική, κοινωνική, σκόπιμη, λογική και σύνθετη διαδικασία (Κασιμάτη 1997). Για να αποδώσει όμως τα αναμενόμενα αποτελέσματα η διδασκαλία πρέπει να είναι σωστά οργανωμένη με μεθοδικότητα, γνώση και φαντασία.

Ετήσιος προγραμματισμός

Ο εκπαιδευτικός που αναλαμβάνει να διδάξει ένα μάθημα έχει υποχρέωση να προγραμματίσει σε ετήσια βάση τις ωριαίες ενότητες, αφού υπολογίσει με αρκετή ακρίβεια τις πραγματικές διδακτικές ώρες. Ο ετήσιος προγραμματισμός αποτελεί βασική προϋπόθεση για την οργάνωση της διδακτέας ύλης η οποία προβλέπεται από το Πρόγραμμα Σπουδών. Κάνοντας τον προγραμματισμό αυτόν ο εκπαιδευτικός αποφεύγει το δυσάρεστο φαινόμενο, είτε να βρεθεί στο τέλος της χρονιάς με μεγάλο μέρος αδίδακτης ύλης, είτε να έχει διδάξει όλη την ύλη πολύ νωρίς με προφανές πρόβλημα τη μικρή αφομοίωση της από τους μαθητές. Ο προγραμματισμός αυτός πρέπει να γίνεται με το ημερολόγιο. Να βρίσκεται το πλήθος των ημερών όλου του χρόνου, στις οποίες θα διδαχτεί το μάθημα, σύμφωνα με το εβδομαδιαίο πρόγραμμα διδασκαλίας. Να αφαιρούνται οι επίσημες αργίες, οι γιορτές, οι εκδρομές, η ώρα του ανακεφαλαιωτικού διαγωνίσματος και ό,τι άλλο μπορεί να γνωρίζει ή να σκεφθεί ο καθηγητής. Επίσης να προβλέπει κάποιες ώρες για εργαστηριακές ασκήσεις και κάποιες έκτακτες απώλειες ωρών.

Ενδεικτικός ετήσιος Προγραμματισμός

Παρακάτω ακολουθεί ο ετήσιος προγραμματισμός της ύλης. Τα κεφάλαια και οι ενότητες που αναφέρονται παρακάτω αντιστοιχούν στα κεφάλαια και τις ενότητες του Προγράμματος Σπουδών.

1^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Εισαγωγή-Η Χημεία στη ζωή μας (Ωρες 3)

- 1.1 Μελέτη περίπτωσης (Ωρες 2)
- 1.2 Το εργαστήριο Χημείας (Ωρα 1)

2^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η Δομή του ατόμου – Ο Περιοδικός Πίνακας (Ωρες: 6)

- 2.1 Δομή ατόμου. Κατανομή ηλεκτρονίων σε στιβάδες. (Ωρες 3)
- 2.2 Ταξινόμηση των στοιχείων (Ωρες 3)

3^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Ο χημικός δεσμός (Ωρες: 6)

- 3.1 Θεμελιώδη χαρακτηριστικά του ατόμου (ατομική ακτίνα, φορτίο πυρήνα, ηλεκτρόνια εξωτερικής στιβάδας) και 3.2 Ο χημικός δεσμός (Ωρες 2)
- 3.3 Ιοντικός δεσμός (Ωρες 2)
- 3.4 Ομοιοπολικός δεσμός (Ωρες 2)

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η γλώσσα της ανόργανης Χημείας (Ωρες: 6)

- 4.1 Πολυατομικά ιόντα και 4.2 Αριθμός οξειδωσης (Ωρες 2)
- 4.3 Συμβολισμός - γραφή των ανόργανων ενώσεων και 4.4 Ονοματολογία (Ωρες 4)

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η χημική αντίδραση (Ωρες: 18)

- 5.1 Η χημική αντίδραση (Ωρες: 6)
- 5.2 Κατηγορίες χημικών αντιδράσεων (Ωρες: 12)

6^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ: Η γλώσσα της οργανικής Χημείας (Ωρες: 9)

6.1 Οργανική Χημεία και 6.2 Ερμηνεία του σχετικά μεγάλου αριθμού των ενώσεων του άνθρακα (Ωρα 1)

6.3 Ταξινόμηση των ενώσεων του άνθρακα (Ωρες 2)

6.4 Ονοματολογία άκυκλων ενώσεων του άνθρακα κατά IUPAC (Ωρες 3)

6.5 Ισομέρεια - συντακτική ισομέρεια (Ωρες 3)

Μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός

Εκτός από τον ετήσιο προγραμματισμό ο καθηγητής πρέπει να κάνει και κάποιους μεσοπρόθεσμους προγραμματισμούς. Να χωρίσει την ύλη, η οποία πρέπει να διδαχτεί όλη τη διδακτική χρονιά, σε μικρότερες ενότητες με όμοιο επιστημονικό περιεχόμενο για παράδειγμα κεφάλαια. Αυτό βοηθάει:

- Στον έλεγχο της εκτέλεσης του ετήσιου προγραμματισμού σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό.
- Στην διόρθωση τυχών αποκλίσεων από τον ετήσιο προγραμματισμό.
- Στην σύνδεση κάθε ωριαίας διδασκαλίας με το προηγούμενο και το επόμενο διδακτικό αντικείμενο
- Στον σωστό προγραμματισμό του ετήσιου διαγωνίσματος ανακεφαλαίωσης.
- Στον έγκαιρο και σωστό προγραμματισμό των εργαστηριακών ασκήσεων.

Ο μεσοπρόθεσμος προγραμματισμός της διδασκαλίας πρέπει να γίνεται ανά δίμηνο ή τρίμηνο με στόχο να βοηθάει τον καθηγητή να εκτιμά τα αποτελέσματα της διδακτικής του εργασίας και να επαναπροσδιορίζει χρονικά την πορεία της. Μπορεί να έχει τη μορφή οργανογράμματος ή σχήματος ώστε να αναδεικνύονται οι εννοιολογικοί άξονες των διδακτικών εννοιών και οι σχέσεις μεταξύ τους.

Σχεδιασμός του μαθήματος της ημέρας (σχέδιο μαθήματος)

Ο σχεδιασμός της ωριαίας διδακτικής ενότητας προσανατολίζει τον εκπαιδευτικό στους στόχους της ενότητας και συντελεί στην ορθότερη κατανομή του διδακτικού χρόνου και στον τρόπο αξιολόγησης της επίδοσης τους.

Για τον σχεδιασμό της διδασκαλίας μιας ωριαίας θεματικής ενότητας απαιτούνται με τη σειρά οι παρακάτω ενέργειες: 1. Προγραμματισμός, 2. Σχεδίαση, 3. Οργάνωση, 4. Διεξαγωγή και 5. Αξιολόγηση.

1. Προγραμματισμός.

Ο εκπαιδευτικός οποίος αναλαμβάνει να διδάξει ένα μάθημα έχει υποχρέωση να προγραμματίσει και να προετοιμάσει την κάθε διδακτική ενότητα, με τη μεγαλύτερη δυνατή πληρότητα, φροντίζοντας να προβλέψει τυχόν ερωτήσεις, απορίες ή ενέργειες των μαθητών του οι οποίες θα μπορούσαν να ανατρέψουν τον αρχικό του σχεδιασμό. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι αν διαπιστώσει κάποια παράλειψη, ατέλεια ή κάποια αστοχία στον σχεδιασμό κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας ότι δεν πρέπει να διαφοροποιήσει τον αρχικό σχεδιασμό.

Για τον προγραμματισμό αυτό θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να λάβει υπόψη του:

- Τους στόχους του προγράμματος σπουδών για τη συγκεκριμένη ενότητα.
- Την υλικοτεχνική υποδομή του σχολείου (εργαστήριο, Η/Υ, προβολικά μηχανήματα, ταινίες, λογισμικά κ.ά.).
- Τον αριθμό των μαθητών ανά τμήμα.
- Το κοινωνικό περιβάλλον του σχολείου και των μαθητών.
- Τα ιδιαίτερα ενδιαφέροντα, κλίσεις, δεξιότητες, κτλ. των μαθητών.
- Την ηλικία των μαθητών.
- Το περιεχόμενο του σχολικού εγχειριδίου, το οποίο αποτελεί σημείο αναφοράς των μαθητών.

Σήμερα δεν νοείται καθηγητής, είτε είναι αρχάριος είτε είναι πεπειραμένος, που να μπορεί να διεκπεραιώνει με σοβαρότητα, αποτελεσματικά και επιτυχημένα το έργο του χωρίς επιμελημένη προετοιμασία και προγραμματισμό. Υπάρχουν πολλοί λόγοι οι οποίοι επιβάλλουν την προετοιμασία και τον προγραμματισμό, ακόμα και σε έναν καθηγητή με μεγάλη διδακτική εμπειρία, Μερικοί από αυτούς είναι:

- Δεν διδάσκει πάντα την ίδια τάξη.
- Οι μαθητές είναι διαφορετικοί από τμήμα σε τμήμα.
- Οι μαθητές συμπεριφέρονται διαφορετικά από ενότητα σε ενότητα.
- Η ύλη δεν ακολουθεί τις εξελίξεις της επιστήμης.

Οι λόγοι αυτοί δείχνουν ότι η προετοιμασία και ο σχεδιασμός της διδασκαλίας, ακόμη και από τους έμπειρους καθηγητές, αποτελούν βασικό επαγγελματικό τους καθήκον γιατί τους εξασφαλίζουν πληρότητα, ετοιμότητα και βεβαιότητα κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

2. Σχεδίαση (Σχέδιο μαθήματος)

Ένα ενδεικτικό σχέδιο μαθήματος, έχει τη μορφή (Μαυρόπουλος, 2013):

ΣΧΕΔΙΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (ενδεικτικό)		
Τάξη / τμήμα Ημερομηνία, Διδάσκων:		
Μάθημα-Διδακτική <u>ενότητα</u> :		
<input type="checkbox"/> Σκοπός της ενότητας:		
<input type="checkbox"/> Στόχοι της ενότητας:		
<input type="checkbox"/> Μέσα & υλικά διδασκαλίας:		
<input type="checkbox"/> Πορεία μαθήματος (φάσεις & διδακτικές-μαθησιακές ενέργειες):		
Διδακτικές ενέργειες εκπαιδευτικού	Μαθησιακές ενέργειες μαθητή	Χρόνος (min)
• Εισαγωγή	• Εισαγωγή	•
• Επεξεργασία	• Επεξεργασία	•
• Κλείσιμο	• Κλείσιμο	•
<input type="checkbox"/> Τεστ αξιολόγησης της διδασκαλίας – του μαθησιακού αποτελέσματος:		
<input type="checkbox"/> Βιβλιογραφία – Πηγές:.....		

Στον σχεδιασμό της διδασκαλίας πρέπει να ταξινομηθούν οι αποφάσεις που έλαβε ο εκπαιδευτικός κατά την προετοιμασία και τον προγραμματισμό. Για να γίνει αυτό πρέπει να δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα:

- *Ποια είναι τα κίνητρα μάθησης;*
Γενικά, αν δεν μας ενδιαφέρει κάτι δεν θα το προσέξουμε και δεν θα το μάθουμε. Κύριο μέλημά, λοιπόν, του εκπαιδευτικού είναι να κινήσει το ενδιαφέρον του μαθητή για ό,τι πρόκειται να αποκομίσει από την επικείμενη διδασκαλία. Έτσι, ο εκπαιδευτικός οφείλει να λάβει υπόψη του την ηλικία και το φύλο, τις ιδιαίτερες δεξιότητες, τις κλίσεις, τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες των μαθητών, κ.ά. Τα κίνητρα πρέπει να είναι εσωτερικά, να έχουν σχέση με τις αξίες των μαθητών και όχι εξωτερικά που αμείβονται με υλικές παροχές ή βαθμούς στην προφορική και γραπτή εξέταση. Ο μαθητής θα πρέπει να αισθανθεί από μόνος του την ανάγκη της νέας μάθησης έτσι, ώστε να συναισθάνεται τη μορφωτική αξία αυτών που καλείται να αφομοιώσει για να τον ισχυροποιήσουν στην αντιμετώπιση λύσης προβληματικής κατάστασης στην μετέπειτα ζωή του. Στο ξεκίνημα οφείλει ο εκπαιδευτικός «να διαταράξει την ισορροπία», λέει ο Piaget, γιατί δεν μπορούμε να ερμηνεύσουμε κάποιο φαινόμενο με τις υπάρχουσες γνώσεις. Προβληματική κατάσταση μπορεί να προκληθεί με μια ερώτηση πάνω σε εμπειρία των μαθητών, στην οποία αδυνατούν να απαντήσουν, με ένα πείραμα που ζητά προσεκτική παρατήρηση και ερμηνεία, με προβολή εικονικού υλικού, ακόμη και με μια επίσκεψη σε ένα χώρο. Επιδίωξη του διδάσκοντα είναι να αναπτυχθεί στο μαθητή αίσθημα περιέργειας, ενδιαφέροντος και εσωτερική παρόρμηση.
- *Πρέπει οι μαθητές να γνωρίζουν από την αρχή τους στόχους της διδασκαλίας;*
Όπως αναφέρεται και στο τμήμα του οδηγού πιο πάνω, το οποίο ασχολείται με τη στοχοθεσία, οι περισσότεροι ερευνητές της διδακτικής σήμερα απαντούν στο ερώτημα αυτό καταφατικά. Το «συμβόλαιο» του διδάσκοντα με το μαθητή επιβάλλει να γνωρίζει ο δεύτερος τους στόχους που έβαλε ο πρώτος για τη

διδασκαλία. Η σχέση διδάσκοντα μαθητή σε ένα δημοκρατικό, μη αυταρχικό εκπαιδευτικό σύστημα είναι σχέση συνεργασίας. Ο διδάσκων είναι βοηθός και καθοδηγητής στην ανακάλυψη της γνώσης, όχι η αυθεντία που διεκδικεί το αλάθητο. Ο μαθητής είναι έντιμο να γνωρίζει τους στόχους γιατί αυτό το βοηθά να προσαρμόσει την πορεία της σκέψης του, τις ενέργειές του, τον προσανατολίζει που θα εντείνει την προσοχή, εφόσον γνωρίζει και τι θα του ζητηθεί κατά την αξιολόγηση που συναρτάται από τη στοχοθεσία.

Να επισημάνουμε ότι, στο στάδιο της εισαγωγής, στην πορεία του μαθήματος μπορούν να συμπεριληφθούν τρεις διδακτικές ενέργειες: α) η *διέγερση του ενδιαφέροντος και της προσοχής των μαθητών*, β) η *ενημέρωση των μαθητών για τους στόχους του μαθήματος* και γ) η *ανάκληση των γνωστικών προαπαιτήσεων* (Gagne 1985, ό.α. στο Κασωτάκης –Φλουρής 2006).

- *Ποιες είναι οι προαπαιτούμενες γνώσεις;*
Στο εποικοδομητικό μοντέλο μάθησης, γνώσεις, ικανότητες, και δεξιότητες οι οποίες έχουν αποκτηθεί από το μαθητή στο παρελθόν είναι απαραίτητες για την απόκτηση της νέας γνώσης. Οφείλει ο εκπαιδευτικός να διερευνήσει σε ποιο βαθμό κατέχουν οι μαθητές τις γνώσεις αυτές και να τους βοηθήσει να τις ανακαλέσουν. Ακόμα πρέπει να διερευνήσει το βαθμό στον οποίο οι μαθητές έχουν αναπτύξει δεξιότητες, είτε νοητικές είτε κινητικές, για να τους βοηθήσει να τις αναδείξουν ώστε να τις χρησιμοποιήσουν στην κατάκτηση της νέας γνώσης. Η ενέργεια αυτή είναι πολύ σπουδαία ώστε να αποφευχθεί η έλλειψη ενδιαφέροντος ή η αδυναμία παρακολούθησης που αμφότερα αποτελούν αιτία δημιουργίας αταξίας στην τάξη.
- *Πώς θα αποκτηθεί και θα συγκρατηθεί η νέα μάθηση;*
Οι ερωτήσεις καθοδήγησης και προβληματισμού, το προβαλλόμενο εικονικό υλικό, οι νοηματικοί χάρτες, τα διαγράμματα, οι αναλογίες, οι προσομοιώσεις, τα μοντέλα, τα πειράματα, γενικά οι πολλαπλές αναπαραστάσεις, όπως και η σύνδεση μέσω παραδειγμάτων με την καθημερινή ζωή αποτελούν τα διδακτικά εργαλεία που συμβάλλουν αποφασιστικά στην κωδικοποίηση της νέας γνώσης μέσα από τον προσωπικό κώδικα μάθησης του μαθητή.
- *Πώς θα ενισχυθεί η συγκράτηση της αποκτηθείσας μάθησης;*
Οι ανακεφαλαιωτικές επαναλήψεις (revision) παίζουν ένα σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση της συγκράτησης της γνώσης. Όσο περισσότερες φορές επανέρχονται στη μνήμη εργασίας, γνώσεις από τη μακροπρόθεσμη μνήμη οι οποίες αξιοποιούνται για τη λύση προβληματικών καταστάσεων, τόσο καλύτερα θεμελιώνεται η μάθηση. Οι γνώσεις είναι καταχωρημένες και ενσωματωμένες σε νοητικές δομές στη μακροπρόθεσμη μνήμη και επανέρχονται στη μνήμη εργασίας για επεξεργασία ή χρησιμοποίηση κατά τη δημιουργία νέων γνώσεων. Πολλές φορές η διεργασία αυτή βοηθά ώστε η γνώση να ανακωδικοποιείται και να συνδέεται σταθερότερα σε περισσότερα σημεία στο νοητικό δέντρο των εννοιών.
- *Πώς ενισχύεται η μεταφορά της γνώσης;*
Δίνοντας ευκαιρίες στον μαθητή να συνδέσει τη νέα γνώση με την προηγούμενη. Ακόμα οι μαθητές πρέπει να βοηθούνται ώστε να συνδέουν τη νέα γνώση με τις προσωπικές εμπειρίες τους από την καθημερινή ζωή και με πληροφοριακό υλικό άλλων διδακτικών αντικειμένων του σχολείου. Τότε η γνώση θα είναι αυθεντική και θα μπορεί να εφαρμοστεί σε νέες άγνωστες καταστάσεις μάθησης.

3. Η Οργάνωση της διδασκαλίας

Η προετοιμασία του μαθήματος από τον καθηγητή απαιτεί οργάνωση στο χώρο διεξαγωγής της διδασκαλίας. Συγκεντρώνονται στην αίθουσα ή το εργαστήριο τα απαιτούμενα σκεύη, αντιδραστήρια, συσκευές και όποιες απαιτούμενες πειραματικές διατάξεις, τα προβλεπόμενα αντικείμενα επίδειξης, οι διαφάνειες και τα αντίστοιχα προβολικά μηχανήματα, και μονάδα Η/Υ και βίντεο-προβολέας αν υπάρχει κατάλληλο λογισμικό. Ο καθηγητής μπορεί να μεθοδεύσει την οργάνωση της διδασκαλίας με τη βοήθεια εναλλασσόμενης ή μόνιμης ομάδας δυο τριών μαθητών κάθε τάξης. Μπορεί να απαιτείται και διαμόρφωση των καθισμάτων και των θρανίων της τάξης. Ο έλεγχος λειτουργίας των συσκευών και οργάνων είναι επιβεβλημένος πριν το προβλεπόμενο χρόνο χρησιμοποίησής τους έτσι, ώστε να προβεί σε τυχόν διορθώσεις ή αντικαταστάσεις, προκειμένου να μη προκληθούν ανεπιθύμητες παρενέργειες που θα διαταράξουν τη διεξαγωγή της διδασκαλίας και θα παρεκκλίνουν από το σχεδιασμό της.

4. Η διεξαγωγή της διδασκαλίας

Όταν φθάσει η ώρα της εφαρμογής όσων έχουν σχεδιαστεί στο εκπαιδευτικό σενάριο, μαθητές και καθηγητής πρέπει να παίξουν ευσυνείδητα τον ρόλο τους. Το σχέδιο μαθήματος θα πρέπει να ολοκληρώνεται σταδιακά και αβίαστα. Η αίθουσα λειτουργεί ως χώρος εργασίας όπου οι μαθητές, καθοδηγούμενοι κατάλληλα από τον καθηγητή, παρατηρούν, συλλέγουν δεδομένα, κάνουν υποθέσεις, συλλογίζονται, προβληματίζονται, συζητούν απόψεις, συνεργάζονται, ερωτούν, διατυπώνουν ιδέες και καταλήγουν σε γενικεύσεις και συμπεράσματα.

Ο καθηγητής ενθαρρύνει εμπυχώνει, βοηθά και συντονίζει τη συζήτηση, δεν παρουσιάζεται ως αυθεντία και δεν διεκδικεί το αλάθητο. Σημαντικό μέρος της αποστολής του είναι και η αξιολόγηση του έργου του και της επίδοσης των μαθητών του. Παρατηρεί την ανταπόκριση των μαθητών στη νέα γνώση, αξιολογεί την εφαρμογή του σχεδίου μαθήματος και την εξυπηρέτηση των διδακτικών στόχων που είχε θέσει. Σε περίπτωση που η πλειονότητα των μαθητών δεν κατέκτησε τους αρχικούς στόχους σε ικανοποιητικό επίπεδο, ερευνά για τα αίτια και επανέρχεται με αναδιατύπωση των στόχων ή τροποποίηση της μεθοδολογίας για τη διδακτική προσέγγιση. Αποτελεσματική κρίνεται μια διδασκαλία όταν πολύ υψηλό ποσοστό μαθητών έχει κατακτήσει τους διδακτικούς στόχους

5. Αξιολόγηση της διδασκαλίας

Σύμφωνα με τον Mager (1975) η αποτελεσματικότητα μιας διδασκαλίας κρίνεται στο μέτρο που επιτυγχάνει να τροποποιήσει τη συμπεριφορά των μαθητών προς την επιθυμητή για το δάσκαλο κατεύθυνση και να μην παρεκκλίνει σε ανεπιθύμητες κατευθύνσεις. Στο τέλος μιας διδασκαλίας όσο περισσότεροι μαθητές μπορούν να πραγματοποιούν τις ενέργειες τις οποίες είχε θέσει από την αρχή ο διδάσκων, δηλαδή το στόχο ή τους στόχους του μαθήματος, τόσο περισσότερο επιτυχής κρίνεται η διδασκαλία αυτή.

Η σειρά των ενεργειών για επιτυχή διδασκαλία έχει ως εξής: Ο καθορισμός του αντικειμένου για διδασκαλία, η αποδοχή της μορφωτικής του αξίας, το επίπεδο των γνώσεων στο συγκεκριμένο αντικείμενο από την τάξη, καθώς και ποια αποτελέσματα επιδιώκει η διδασκαλία (στόχοι). Αυτά τα τρία σημεία αποτελούν το πρώτο μέρος της πορείας που είναι η φάση της ανάλυσης. Η διάρκεια αυτής της φάσης είναι ποικίλη και συνήθως αντιστρόφως ανάλογη προς την παιδαγωγική κατάρτιση του διδάσκοντος.

Ακολουθούν μια όσο το δυνατόν πιο εμπειριστατωμένη σφαιρική μελέτη γύρω από το θέμα, η επιλογή και ο προγραμματισμός του περιεχομένου μάθησης, η επιλογή της μεθόδου και ο σχεδιασμός της διδασκαλίας (εναρμονισμένοι με τους κανόνες που απορρέουν από τις θεωρίες μάθησης), καθώς και ο τρόπος αξιολόγησης της επίτευξης των στόχων (φύλλο εργασίας ή τεστ). Η φάση αυτή αποτελεί την σύνταξη.

Η τρίτη φάση είναι η εφαρμογή των όσων σχεδιάστηκαν στην τάξη και αποτελεί την εκτέλεση. Στην όλη διαδικασία οι διδακτικοί στόχοι καθορίζονται αφού πρώτα ολοκληρωθεί η ανάλυση και πριν προγραμματιστεί η διδασκαλία. Οι στόχοι περιγράφουν επιθυμητά αποτελέσματα, χωρίς να αναφέρονται στους τρόπους και τα μέσα με τα οποία θα επιτευχθούν.

Από την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της στρατηγικής που επέλεξε να ακολουθήσει ο καθηγητής θα οδηγηθεί στην επανατροφοδότηση του περιεχομένου και του σχεδιασμού της διδασκαλίας. Επιβεβαιώνεται η απόκτηση ή μη της γνώσης από τους μαθητές και σε ποιο βαθμό επιτεύχθηκαν οι στόχοι. Για αυτό επιβάλλεται η σωστή, σαφής και με τρόπο μετρήσιμο διατύπωση των διδακτικών στόχων. Μετά τη διαδικασία υπέρβασης αυτών των στόχων μέσω της διδακτικής πορείας πρέπει να αξιολογείται ο βαθμός επίτευξης των προσδοκιών του καθηγητή πριν προχωρήσει να θέσει νέους στόχους. Αν δεν είναι ικανοποιητικός ο βαθμός επίτευξής τους προσπαθεί να βρει τα αίτια και να επαναλάβει με διαφορετικό τρόπο τη διδακτική προσέγγιση. ή την αναδιαμόρφωση των στόχων. Αν οι στόχοι ήταν πολύ φιλόδοξοι για το επίπεδο της συγκεκριμένης τάξης μαθητών προχωρά στην αναμόρφωση και επαναδιατύπωση τους. Αυτή η μορφή αξιολόγησης λέγεται διαμορφωτική διότι ανάλογα με το αποτέλεσμα ο καθηγητής επανατροφοδοτεί και αναδιαμορφώνει τη διδασκαλία του.

Η αξιολόγηση της διδασκαλίας γίνεται με προφορικές ή γραπτές ερωτήσεις, για τις γραπτές προτιμώνται οι αντικειμενικού τύπου (πολλαπλής επιλογής, συμπλήρωσης κενού, σωστού λάθους, αντιστοίχισης κτλ.) ή απλές ασκήσεις.