

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Κ. ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ

# ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ



- ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
- ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ
- ΠΙΘΑΝΕΣ ΠΟΡΕΙΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Β' ΕΚΔΟΣΗ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΕΚΔΟΣΕΙΣ  
**Z**ΗΤΗ

ISBN 960-431-343-6

© Copyright: Γ. Κ. Παπαγεωργίου, Εκδόσεις Ζήτη, Νοέμβριος 1995, 1998, Θεσσαλονίκη  
Η κατά οποιονδήποτε τρόπο και μέσο αναπαραγωγή, δημοσίευση ή χρησιμοποίηση  
όλου ή μερών του βιβλίου αυτού απαγορεύεται χωρίς την έγγραφη άδεια του συγ-  
γραφέα και εκδότη.



**Φωτοσοικοιοθεσία**  
**- Εκτύπωση**

**Βιβλιοπωλείο**

**Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ**

18<sup>ο</sup> χλμ. Θεσ/νίκης-Περαιάς (στροφή Τριλόφου) ● Τ.Θ. 170 57  
Θεσσαλονίκη 542 10 ● ☎ & Fax (0392) 72 222 (3 γραμμές)

**ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ**

Αρμενοπούλου 27 ● ☎ (031) 203 720  
Θεσσαλονίκη 546 35 ● Fax (031) 211 305

*e-mail: ziti@hyper.gr*

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η χημεία είναι από τις επιστήμες εκείνες, των οποίων η διδακτική δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη στον Ελλαδικό χώρο, στο βαθμό που έχει κατορθωθεί από άλλες θετικές επιστήμες (όπως Μαθηματικά, Φυσική, κ.α.). Βέβαια, δεν είναι λίγες οι αξιόλογες προσπάθειες που έχουν γίνει προς την κατεύθυνση ανάπτυξης και καθιέρωσης των μεθόδων και των τεχνικών της διδακτικής στα σχολεία, στο μάθημα της Χημείας. Οι λίγες όμως ώρες διδασκαλίας των θεμάτων Χημείας σε γυμνάσιο και λύκειο (αλλά και στο δημοτικό), καθώς και τα στενά οριοθετημένα, για το χημικό - εκπαιδευτικό, πλαίσια διδασκαλίας, ευθύνονται ίσως για τη μη επίτευξη των προσδοκώμενων αποτελεσμάτων των προσπαθειών αυτών.

Η ιδέα συγγραφής του συγκεκριμένου βιβλίου ξεκινά από την πρόθεση δημιουργίας ενός ευέλικτου οδηγού διδακτικής του μαθήματος της Χημείας. Οι στόχοι του βιβλίου εστιάζονται στη σύντομη αναφορά και, στη συνέχεια, άμεση εφαρμογή βασικών κανόνων διδακτικής, επιστημονικών μεθόδων και τεχνικών πάνω σε γνωστά θέματα Χημείας. Τα θέματα αυτά επιλέχθηκαν με βάση την ύλη της Χημείας που διδάσκει ο χημικός της Β/βάθμιας εκπαίδευσης στο γυμνάσιο ή το λύκειο, αλλά και αυτή που ο εκπαιδευτικός της Α/βάθμιας εκπαίδευσης καλείται να διδάξει στα σχετικά με τη Χημεία μαθήματα.

Επειδή στις επιδιώξεις του συγγραφέα είναι και η άμεση χρησιμοποίηση του βιβλίου από τον εκπαιδευτικό στις αίθουσες διδασκαλίας, γίνονται ανάλογες προσπάθειες όπως: παρατίθενται εικόνες που, με τη φωτοτύπισή τους σε διαφάνειες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα (σε επιδιασκόπια), προτείνονται απλά και εύκολα πραγματοποιήσιμα πειράματα κ.λ.π. Τα πειράματα που προτείνονται, έχουν εκτελεστεί αρκετές φορές από το συγγραφέα, τόσο κατά τη διάρκεια των μαθημάτων επιμόρφωσης στα ΠΕΚ Αλεξανδρούπολης (τα περισσότερα από αυτά), όσο (αρκετά ακόμη) και κατά τις πανεπιστημιακές παραδόσεις σχετικών μαθημάτων του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θ.

Το βιβλίο περιλαμβάνει δύο κύρια μέρη:

Στο πρώτο μέρος του βιβλίου γίνεται αναφορά σε βασικά θέματα διδακτικής, με έμφαση στην άμεση εφαρμογή τους, με την παράθεση συγκεκριμένων παραδειγμάτων από την ύλη της Χημείας. Με τον τρόπο αυτό γίνεται μια προσπάθεια, ώστε ο χημικός-εκπαιδευτικός που δεν είχε την

ευκαιρία να ασχοληθεί ποτέ με θέματα διδακτικής, να κατατοπιστεί σύντομα, συγκεκριμένα και χωρίς μακροσκελείς αναφορές σε επιμέρους ειδικά θέματα της διδακτικής.

Στο δεύτερο μέρος του βιβλίου γίνεται επεξεργασία θεμάτων Χημείας με εφαρμογή των μεθόδων και τεχνικών της διδακτικής που αναπτύχθηκαν στο πρώτο μέρος. Τα θέματα αυτά αναφέρονται στη χημική αντίδραση, το περιοδικό σύστημα και τη σημαντικότερη ίσως ανόργανη ένωση, το νερό.

Εκτός από τα Ελληνικά και διεθνή βιβλιογραφικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη συγγραφή του συγκεκριμένου βιβλίου, ο συγγραφέας έχει λάβει υπόψη του, κατά τη διατύπωση ορισμένων προτάσεων, απόψεις και σκέψεις καθηγητών της μέσης εκπαίδευσης (κλάδου ΠΕ4) του ΠΕΚ Αλεξανδρούπολης, οι οποίες διατυπώθηκαν κατά τη διάρκεια των αντίστοιχων επιμορφωτικών μαθημάτων. Για το λόγο αυτό θα ήθελε να τους ευχαριστήσει για τη συμβολή τους αυτή.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον τ. Σχολικό Σύμβουλο Β.Δ. Καρώνη για τις πολύ εύστοχες παρατηρήσεις και υποδείξεις του για τη βελτίωση των κειμένων, αλλά και γενικότερα της όλης παρουσίασης του βιβλίου.

Το βιβίο αποτελεί μέρος της προσπάθειας του συγγραφέα για μια καλύτερη χημική παιδεία στην Ελλάδα. Για το λόγο αυτό θα ήταν ευπρόσδεκτη οποιαδήποτε υπόδειξη σχετική με παραλείψεις ή ασάφειες του κειμένου, ή άλλη υπόδειξη που θα συνέβαλε θετικά σε μία πληρέστερη παρουσίαση του συγγράμματος.

*Νοέμβριος 1998*

*Γ. Κ. Παπαγεωργίου*

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

### Α. ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

---

#### Κεφάλαιο 1: ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1. Τι είναι η διδακτική της Χημείας. ....	11
1.2. Τι είναι το μάθημα (της Χημείας). ....	11
1.3. Ο σχεδιασμός του μαθήματος (της Χημείας). ....	12
1.4. Η διεξαγωγή του μαθήματος (της Χημείας). ....	13
1.5. Οι ιδιαιτερότητες στη νόηση των μαθητών. ....	13
1.6. Οι ιδιαιτερότητες του μαθήματος της Χημείας. ....	14

#### Κεφάλαιο 2: ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

2.1. Η ικανότητα του μαθητή να κατανοεί τα διδασκόμενα θέματα. ....	15
2.1.1. Η θεωρία του Piaget. ....	16
2.1.2. Άλλες απόψεις για τη μάθηση. ....	23
2.2. Η μέθοδος διδασκαλίας. ....	29
2.2.1. Επαγωγική μέθοδος. ....	29
2.2.2. Παραγωγική ή απαγωγική μέθοδος. ....	31
2.2.3. Ανακαλυπτική μέθοδος. ....	32
2.2.4. Ερευνητική μέθοδος. ....	33
2.3. Το διδακτικό μοντέλο. ....	35
2.3.1. Τριμερής πορεία διδασκαλίας. ....	35
2.3.2. Αμερικανικό μοντέλο διδασκαλίας. ....	36
2.3.3. Βρετανικό μοντέλο διδασκαλίας. ....	37
2.3.4. Σωκρατικό πρότυπο διδασκαλίας. ....	38
2.3.5. Ένα παράδειγμα. ....	39
2.4. Δύο ενδιαφέροντα εργαλεία της διδακτικής. ....	44
2.4.1. Το διάγραμμα V. ....	44
2.4.2. Οι νοητικοί χάρτες. ....	48

#### Κεφάλαιο 3: ΤΑ ΕΠΟΠΤΙΚΑ ΜΕΣΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ

3.1. Το επιδασκόπιο. ....	51
3.1.1. Η χρήση διαφανειών στο επιδασκόπιο. ....	53
3.1.2. Η πραγματοποίηση πειράματος με χρήση επιδασκοπίου. ....	57
3.1.3. Επιδασκόπιο και ηλεκτρονικός υπολογιστής. ....	59

3.2. Το πείραμα.....	60
3.3. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής. ....	64
3.4. Τηλεόραση και Video. ....	65

---

## **Β. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ**

---

### **Κεφάλαιο 4: Η ΧΗΜΙΚΗ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗ**

4.1. Η έννοια της χημικής αντίδρασης. ....	69
4.2. Η ταχύτητα της αντίδρασης. ....	70
4.3. Η αμφίδρομη αντίδραση. ....	77
4.4. Θερμοχημικές αντιδράσεις. ....	80
4.5. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις.....	82

### **Κεφάλαιο 5: ΤΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ**

Το Περιοδικό Σύστημα (και η διδασκαλία του). ....	85
---	----

### **Κεφάλαιο 6: ΤΟ ΝΕΡΟ**

6.1. Η πολικότητα του νερού.....	95
6.2. Μια χρήσιμη ιδιορρυθμία στις ιδιότητες του νερού.....	97
6.3. Η διάσπαση του νερού στα συστατικά του (ηλεκτρόλυση).....	98
6.4. Η διάσταση του νερού και το pH.....	100

<i>Βιβλιογραφία</i> .....	105
---------------------------	-----

---

**ΜΕΡΟΣ Α**  
***ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ***

---



**ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ****1.1 Τι είναι η διδακτική της Χημείας**

Ο όρος "διδακτική" ή, σύμφωνα με τα Γερμανικά πρότυπα, "ειδική διδακτική" ενός μαθήματος χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει την παιδαγωγική διάσταση του συγκεκριμένου μαθήματος. Μεταφέροντας την "παιδαγωγική διάσταση" σε καθημερινό επίπεδο, θ' αναφερόταν κανείς σ' αυτό που συχνά ακούγεται ως "ο τρόπος" ή "η τεχνική" ή "το πώς" διδάσκεται ένα μάθημα. Παράλληλα όμως, ο προσδιορισμός "διδακτική" παραπέμπει σ' έναν ολόκληρο κλάδο της επιστήμης, στην οποία αναφέρεται το μάθημα. Έτσι όταν αναφέρεται κανείς στη "διδακτική της Χημείας" δε θα πρέπει να έχει στο νου του μια μαγική συνταγή, που μαθαίνει το πώς διδάσκει κανείς τη Χημεία, αλλά έναν επιστημονικό κλάδο της Χημείας, ο οποίος μελετά την εφαρμογή σύγχρονων παιδαγωγικών μεθόδων στη διδασκαλία της Χημείας και ερευνά για την ανακάλυψη νέων. Ασχολείται με οποιοδήποτε ζήτημα έχει σχέση με τη διδασκαλία της Χημείας. Ως επιστημονικός κλάδος ξεκινά από τη βιβλιογραφία (η οποία είναι πλούσια, ιδίως στις προηγμένες Ευρωπαϊκές χώρες και τις Η.Π.Α.), γίνεται χρήσιμη και αναγκαία με την εφαρμογή των βιβλιογραφικών δεδομένων στην καθημερινή διδασκαλία και προοδεύει με την ανακάλυψη νέων δεδομένων και την κατάθεσή τους πάλι στη βιβλιογραφία.

**1.2. Τι είναι το μάθημα (της Χημείας)**

Για ένα χημικό, ο οποίος μετά την απόκτηση του βασικού του πτυχίου δεν έτυχε να ασχοληθεί με τη διδασκαλία της Χημείας ή οποιοδήποτε μαθήματος, ο όρος "μάθημα" αντιπροσωπεύει μια μεταβίβαση γνώσεων, η οποία γίνεται από τον εκπαιδευτικό προς τους μαθητές και πραγματοποιείται μέσα στην τάξη. Ακόμη και σ' αυτήν την πρωταρχική έννοια ("μάθημα"), η άποψη της διδακτικής είναι διαφορετική. Αυτό που αντιλαμβάνεται ο πρωτοδιοριζόμενος χημικός - εκπαιδευτικός ως "μάθημα" δεν είναι παρά το στάδιο, που στη διδακτική ονομάζεται "διεξαγωγή του μαθήμα-



τος". Το μάθημα ξεκινά πολύ πριν από τη διεξαγωγή του, κατά το "σχεδιασμό" του. Ο σχεδιασμός είναι ένα πολύ σημαντικό στάδιο του μαθήματος. Εάν ο σχεδιασμός είναι λανθασμένος, δεν μπορεί παρά και η διεξαγωγή να βαδίζει προς λανθασμένη κατεύθυνση. Μετά το σχεδιασμό και τη διεξαγωγή του μαθήματος ακολουθεί το τρίτο και τελευταίο μέρος, που είναι η "αξιολόγηση του μαθήματος". Κατά την αξιολόγηση, ο εκπαιδευτικός προσπαθεί να επισημάνει το βαθμό επιτυχίας του μαθήματος και το αν ο σχεδιασμός, που είχε κάνει αρχικά, ήταν σωστά δομημένος. Η αξιολόγηση είναι επίσης πολύ σημαντική διαδικασία, γιατί καθορίζει το αν η διδασκαλία του συγκεκριμένου μαθήματος θα συνεχίσει να πραγματοποιείται με το συγκεκριμένο σχέδιο ή θα πρέπει να γίνει επαναπροσδιορισμός του σχεδίου του μαθήματος.

Η διδακτική της Χημείας όμως, δεν ενδιαφέρει μόνο το νέο χημικό - εκπαιδευτικό. Μπορεί η έννοια του "μαθήματος" να γίνεται αντιληπτή σ' όλη της τη διάσταση και να μη συγκινεί τον πεπειραμένο χημικό - εκπαιδευτικό, οι λεπτομέρειες όμως του καθενός σταδίου του μαθήματος παραμένουν πολύ ενδιαφέρουσες, όπως ενδιαφέρουσες είναι οι παιδαγωγικές, ψυχολογικές και κοινωνιολογικές απόψεις και τεχνικές, οι οποίες εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια του μαθήματος.

### 1.3. Ο σχεδιασμός του μαθήματος (της Χημείας)

Αρχικά λοιπόν γίνεται από τον εκπαιδευτικό ο σχεδιασμός του μαθήματος, γνωστός ως "**σχέδιο μαθήματος**" ή "**πιθανή πορεία διδασκαλίας**". Αυτός περιλαμβάνει μια καταγραφή των ενεργειών που προβλέπεται να γίνουν μέσα στην τάξη κατά την ώρα του μαθήματος. Συνήθως καταγράφονται στην αρχή οι στόχοι που θα πρέπει να εκπληρωθούν κατά τη διαδικασία του μαθήματος, ακολουθούν οι επιμέρους ενέργειες του εκπαιδευτικού ή και των μαθητών, ενώ προς το τέλος του σχεδίου αναφέρονται πιθανά παραδείγματα, εφαρμογές, τεστ κ.λ.π. Η όλη καταγραφή μπορεί να είναι αναλυτική ή συνοπτική, αυστηρή ή ελαστική. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, όπου προβλέπεται μια ελαστικότητα διαφοροποίησης του σχεδίου (ανάλογα με τις απορίες ή γενικότερα τις αντιδράσεις των μαθητών, κ.λ.π.) ταιριάζει περισσότερο ο όρος "πιθανή πορεία διδασκαλίας" παρά "σχέδιο μαθήματος". Είναι γεγονός βέβαια, ότι από πολλούς εκπαιδευτικούς (ιδίως στον Ελλαδικό χώρο) ο σχεδιασμός του μαθήματος γίνεται υπό τύπο απομνημόνευσης, χωρίς να κρατηθούν γραπτά στοιχεία. Αρκετά παραδείγματα σχεδιασμών μαθημάτων θα αναφερθούν στα επιμέρους κεφάλαια που ακολουθούν.

## 1.4. Η διεξαγωγή του μαθήματος (της Χημείας)

Η διεξαγωγή του μαθήματος περιλαμβάνει ένα σύνολο ενεργειών, τις οποίες κάνει ο εκπαιδευτικός και που στόχο έχουν να ενεργοποιήσουν, να ενισχύσουν και να προωθήσουν όλες εκείνες τις εσωτερικές διεργασίες που γίνονται σε κάθε μαθητή, ώστε τελικά να γίνει εμπέδωση των γνώσεων και ανάπτυξη των δεξιοτήτων από το μαθητή. Το σύνολο αυτό των ενεργειών του εκπαιδευτικού είναι γνωστό με τον όρο "**διδασκαλία**", ενώ η απόκτηση των γνώσεων και ανάπτυξη των δεξιοτήτων από το μαθητή είναι το ποθητό αποτέλεσμα της διδασκαλίας, γνωστό ως "**μάθηση**".

Κατά τη διεξαγωγή (διδασκαλία) του μαθήματος ο κάθε εκπαιδευτικός, για να πετύχει το στόχο του (μάθηση), εφαρμόζει μια "τακτική". Η διδακτική της Χημείας μπορεί να βοηθήσει τον χημικό - εκπαιδευτικό να υιοθετεί την καλύτερη δυνατόν "τακτική", ανάλογα με την περίπτωση (τάξη, ηλικία μαθητών, ιδιαιτερότητες μαθήματος, κ.λ.π.), αλλά και να την επαναπροσδιορίζει εύκολα και συστηματικά. Η "τακτική" αυτή προσδιορίζεται κυρίως:

- α) Από τη χρήση των μεθόδων, τις οποίες εφαρμόζει ο εκπαιδευτικός για να ανέβει από ένα χαμηλότερο επίπεδο μάθησης σ' ένα υψηλότερο επίπεδο μάθησης. Η μέθοδος αυτή είναι γνωστή στη διδακτική με τον όρο "**μέθοδος διδασκαλίας**" (αναπτύσσεται στην παράγραφο 2.2.)
- β) Από το γενικότερο πλαίσιο μέσα στο οποίο κινείται ο εκπαιδευτικός κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, γνωστό ως "**διδακτικό πρότυπο**" ή "**διδακτικό μοντέλο**" (αναπτύσσεται στην παράγραφο 2.3.).

Ακολουθώντας ένα διδακτικό πρότυπο και με τη χρήση διαφόρων διδακτικών μεθόδων, ο εκπαιδευτικός, κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας, προσπαθεί να επιτύχει τη μάθηση, κάνοντας πολλές φορές χρήση διαφόρων υλικότεχνικών μέσων, γνωστών ως "**εποπτικά μέσα**". Πέρα από το παραδοσιακό εποπτικό μέσο, που είναι ο μαυροπίνακας, η διδακτική της Χημείας προτείνει τη χρήση μιας σειράς άλλων εποπτικών μέσων, όπως του απλού διδακτικού πειράματος, του επιδασκοπίου και των διαφανειών, των εικόνων, του ηλεκτρονικού υπολογιστή, κ.λ.π. (αναπτύσσονται στο κεφάλαιο 3).

## 1.5. Οι ιδιαιτερότητες στη νόηση των μαθητών

Είναι προφανές ότι η δυνατότητα αντίληψης μιας έννοιας διαφέρει από μαθητή σε μαθητή, ανάλογα με την ηλικία του, την κοινωνική του μόρφωση, αλλά και από άλλους ακόμη παράγοντες. Αυτό όμως δε σημαί-

νει κατ' ανάγκη, ότι σ' ένα μαθητή, όπου η δυνατότητα αντίληψης είναι πολύ χαμηλή, δεν υπάρχει τρόπος να διδαχθεί μια δύσκολη έννοια. Η διδακτική της Χημείας μπορεί να συμβάλλει σημαντικά σ' αυτό ακριβώς το σημείο. Δανειζόμενη στοιχεία από σύγχρονες και επιστημονικά τεκμηριωμένες ψυχολογικές αντιλήψεις, προσπαθεί να εκμεταλλευτεί τα χαρακτηριστικά της νόησης του κάθε μαθητή για να διαμορφώνει κατάλληλα διδακτικά μοντέλα και μεθόδους κατά περίπτωση. Υιοθετεί τις απόψεις σύγχρονων ερευνητών περί "**σταδίων**" στη νόηση των μαθητών, περί ύπαρξης κοινωνικών, κληρονομικών και άλλων παραγόντων που επηρεάζουν αυτή τη νόηση, καθώς και άλλες απόψεις, για να προσαρμόσει κατάλληλα τις διδασκόμενες γνώσεις στο νοητικό πλαίσιο του κάθε μαθητή. Ακόμη μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να ανακαλύπτει την ποιότητα του ακροατηρίου του και να μεταβάλλει τη μορφή του μαθήματος ανάλογα με αυτήν (την ποιότητα).

## 1.6. Οι ιδιαιτερότητες του μαθήματος της Χημείας

Η ύπαρξη ιδιαιτεροτήτων στη νόηση των μαθητών αποτελεί ξεχωριστό πρόβλημα για το μάθημα της Χημείας. Το πρόβλημα εστιάζεται στο γεγονός ότι, σύμφωνα με τις σύγχρονες ψυχολογικές απόψεις, μερικοί μόνο από τους μαθητές μπορούν να αντιληφθούν έννοιες που είναι αφηρημένες, ενώ άλλοι μόνο αυτές που είναι συγκεκριμένες. Επειδή όμως η διδασκαλία της Χημείας στηρίζεται πάνω σε αφηρημένες έννοιες (συμβολισμοί στοιχείων, χημικών τύπων, εκφράσεις χημικών αντιδράσεων με μορφή εξισώσεων, έννοιες όπως το pH, κ.λ.π.), είναι αναγκαίο πολλές αφηρημένες από τη φύση τους έννοιες, να γίνουν αντιληπτές από όλους τους μαθητές. Η διδακτική της Χημείας εκμεταλλευόμενη τη γνώση των χαρακτηριστικών του κάθε "νοητικού σταδίου" και την έκταση και το χαρακτήρα της κάθε αφηρημένης χημικής έννοιας, κάνει τέτοιες διδακτικές προσεγγίσεις, ώστε αυτές να γίνονται αντιληπτές και σε "συγκεκριμένο" επίπεδο νόησης. Επίσης, αναλύοντας διδακτικά το κάθε χημικό ζήτημα, το παρουσιάζει στους μαθητές με όσο το δυνατόν κατάλληλο, εύκολο, προσιτό και εποικοδομητικό τρόπο.

## **ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ**

Αφού το αποτέλεσμα της διδασκαλίας είναι κατά κύριο λόγο η μάθηση, θα πρέπει οι προσπάθειες του κάθε διδάσκοντος να εστιάζουν στην επίτευξή της, σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό μαθητών. Για να γίνει όμως κάτι τέτοιο, θα πρέπει κατ' αρχήν ο εκπαιδευτικός να είναι γνώστης των παραμέτρων που επηρεάζουν τη μάθηση. Είναι φανερό ότι το ποσοστό των μαθητών, το οποίο αντιλαμβάνεται τις έννοιες που αναπτύσσονται σ' ένα μάθημα, επηρεάζεται από ένα πλήθος παραγόντων, όπως: τον τρόπο ή το συνολικό πλαίσιο διδασκαλίας, το νοητικό επίπεδο των μαθητών, τις ικανότητες του ίδιου του διδάσκοντος, το ενδιαφέρον και γενικότερα τη ψυχολογική διάθεση του ακροατηρίου, κ.α. Αν και κάθε ένας από αυτούς έχει ιδιαίτερη σημασία για την επίτευξη της μάθησης, η ανάλυση όλων των παραγόντων ξεφεύγει από τους στόχους του βιβλίου. Για το λόγο αυτό, στη συνέχεια αναπτύσσονται οι σημαντικότεροι παράγοντες, η γνώση των οποίων πιστεύεται ότι θα διευκολύνει στη διδασκαλία της Χημείας.

### **2.1. Η ικανότητα του μαθητή να κατανοεί τα διδασκόμενα θέματα**

Εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς, ότι οι μαθητές μιας τάξης δεν μπορούν να κατανοήσουν μια έννοια με τον ίδιο τρόπο και την ίδια ευκολία. Ακόμη, ο τρόπος με τον οποίο διδάσκει ένας εκπαιδευτικός και το πλαίσιο μέσα στο οποίο κινείται για να αναπτύξει ένα θέμα, διαφοροποιούνται ανάλογα με την τάξη στην οποία απευθύνεται. Έτσι, αν από τις παραμέτρους που επηρεάζουν τη μάθηση απομονώσουμε τον παράγοντα "ικανότητα μαθητή", μπορούμε να μιλήσουμε για *διαφορετική ικανότητα* του κάθε μαθητή ν' αντιλαμβάνεται τις έννοιες. Το ζητούμενο, βέβαια, είναι κάτω από ποιες συνθήκες διαμορφώνεται η ικανότητα αυτή σε κάθε άτομο. Ποιοι είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξή της ως προς το ρυθμό και το

μέγεθος; Την απάντηση στις σκέψεις αυτές προσπάθησαν να δώσουν αρκετοί ερευνητές, που ασχολήθηκαν με το θέμα. Περιοριζόμενοι στις βασικότερες από αυτές, αναφέρουμε στη συνέχεια τις θεωρίες των: Jean Piaget, David Ausubel, Jerome Bruner και Robert Gagne.

### **2.1.1. Η θεωρία του Piaget**

Η θεωρία του Piaget διατυπώθηκε μετά από ένα πολύ μεγάλο διάστημα έρευνας (πάνω από πενήντα χρόνια), η οποία πραγματοποιήθηκε από τον ίδιο, σχετικά με τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού. Υποστηρίζει, στην ουσία, ότι σαφώς υπάρχουν στάδια διανοητικής ανάπτυξης σ' ένα άτομο και ότι τα στάδια αυτά είναι συνάρτηση της ηλικίας του. Βέβαια, διατυπώνει την άποψη, ότι η συνάρτηση αυτή επηρεάζεται από ένα πλήθος άλλων παραγόντων, τους οποίους και καθορίζει. Ο Piaget διακρίνει τέσσερα κύρια στάδια στη νόηση ενός ατόμου, στα οποία όμως το νοητικό επίπεδο μπορεί να διαφοροποιείται σε αρχικό και τελικό, ή να εμφανίζονται νοητικά επίπεδα με κοινά χαρακτηριστικά δύο κυρίων σταδίων:

**1. Αισθησιοκινητικό στάδιο (Sensori-motor stage):** Είναι το νοητικό στάδιο που αναπτύσσει ένα άτομο αμέσως μετά τη γέννησή του. Στο στάδιο αυτό η συμπεριφορά του ατόμου καθορίζεται από το ένστικτο και τα αντανακλαστικά του, ενώ δεν μπορεί να μιλήσει κανείς για ανάπτυξη λογικής σκέψης. Κύρια χαρακτηριστικά του σταδίου είναι:

- α) *Υπάρχει αντίληψη του χώρου που βρίσκεται γύρω από το άτομο.*
- β) *Η αντίληψη του χρόνου είναι μόνο παροντική.*
- γ) *Δεν μπορεί να αναπτυχθεί καμία πράξη, ενώ γίνονται αντιληπτά μόνο εξωτερικά ερεθίσματα.*

Ο Piaget καθόρισε την ηλικία του ατόμου, όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο στάδιο, από 0 έως 2 έτη.

**2. Προλειτουργικό στάδιο (Pre-operational stage):** Είναι το πρώτο στάδιο όπου εμφανίζεται η λογική στη σκέψη του ατόμου. Η λογική όμως αυτή περιορίζεται σε μικρές ταξινομήσεις αντικειμένων, είναι ανολοκλήρωτη και ασαφής. Το άτομο βασίζεται περισσότερο στη διαίσθησή του και υπάρχει μια έντονη δυσκολία στη σύνθεση των εξωτερικών ερεθισμάτων. Κύρια χαρακτηριστικά του σταδίου είναι:

- α) *Έχει αναπτυχθεί η πράξη της ταξινόμησης, ανάλογα όμως με μία (ή το πολύ δύο) παράμετρο (ιδιότητα).*
- β) *Δεν έχει αναπτυχθεί η πράξη της αντιστρεψιμότητας και της διατήρησης (όγκου, μάζας, μήκους κ.λ.π.)*
- γ) *Ο χώρος επεκτείνεται στο σπίτι και τη γειτονιά.*

- δ) Ο χρόνος επεκτείνεται στο εγγύς παρελθόν και το εγγύς μέλλον.  
 ε) Υπάρχει έντονη εγωκεντρικότητα.

Ο Piaget καθόρισε την ηλικία του ατόμου, όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο στάδιο, από 2 έως 7 ή 8 έτη. Το προσυλλογικό στάδιο συμβολίζεται συνήθως με τον αριθμό 1, ενώ 1A είναι το αρχικό και 1B το τελικό νοητικό επίπεδο του σταδίου.

### **3. Στάδιο συγκεκριμένων λειτουργιών (Concrete operational stage):**

Στο στάδιο αυτό το άτομο αρχίζει να αναπτύσσει σημαντικές λογικές πράξεις όπως η πράξη της αντιστρεψιμότητας ή της διατήρησης. Ακόμη οι ταξινομήσεις που κάνει μπορεί να περιλαμβάνουν περισσότερες παραμέτρους. Ωστόσο, οι σκέψεις του δεν μπορούν να ξεφύγουν από το συγκεκριμένο που του παρουσιάζεται μια δεδομένη στιγμή. Δεν μπορεί να κάνει υποθέσεις για άλλες καταστάσεις (πέραν των συγκεκριμένων) που διαφέρουν σε κάποια παράμετρο. Προς το τέλος του σταδίου μόνο, μπορεί και κάνει κάποιες αφαιρετικές σκέψεις, όπως για παράδειγμα, έχει αντίληψη του συμβολισμού (κάτι πολύ σημαντικό για το μάθημα της Χημείας). Κύρια χαρακτηριστικά του σταδίου είναι:

- α) Έχουν αναπτυχθεί αρκετές σημαντικές πράξεις όπως: η παρατήρηση, η διατήρηση, η μέτρηση, η αντιστρεψιμότητα, η ταξινόμηση (με αρκετές παραμέτρους), κ.α.  
 β) Η έννοιες του χώρου και του χρόνου διευρύνονται σημαντικά.  
 γ) Υπάρχει η δυνατότητα περιορισμένων αφαιρετικών σκέψεων προς το τέλος του σταδίου.

Ο Piaget καθόρισε την ηλικία του ατόμου, όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο στάδιο, από 7 ή 8 έως 11 ή 12 έτη. Το συγκεκριμένων λειτουργιών στάδιο συμβολίζεται συνήθως με τον αριθμό 2, ενώ 2A είναι το αρχικό και 2B το τελικό νοητικό επίπεδο του σταδίου.

### **4. Στάδιο αφηρημένων λειτουργιών (Formal operational stage):**

Είναι το τελικό στάδιο της νοητικής ανάπτυξης ενός ατόμου. Στο στάδιο αυτό ολοκληρώνεται η αφαιρετική σκέψη και το άτομο μπορεί πλέον να κάνει υποθέσεις, λογικές πράξεις και να αντιλαμβάνεται αφηρημένες έννοιες. Κύρια χαρακτηριστικά του σταδίου είναι:

- α) Έχουν αναπτυχθεί και οι πλέον λογικές πράξεις (αντιστοιχία, αντικατάσταση, πρόσθεση, διαίρεση κ.λ.π.).  
 β) Μπορούν να αναλύονται αφηρημένες καταστάσεις.  
 γ) Μπορούν να γίνονται υποθέσεις και να κατανοούνται θεωρίες.  
 δ) Οι αντιλήψεις για το χώρο και το χρόνο ολοκληρώνονται.

Ο Piaget καθόρισε την ηλικία του ατόμου, όπου αναπτύσσεται το συγκεκριμένο στάδιο, από 11 ή 12 έως 16 ή 17 έτη. Το αφαιρετικό στάδιο

συμβολίζεται συνήθως με τον αριθμό 3, ενώ 3A είναι το αρχικό και 3B το τελικό νοητικό επίπεδο του σταδίου.

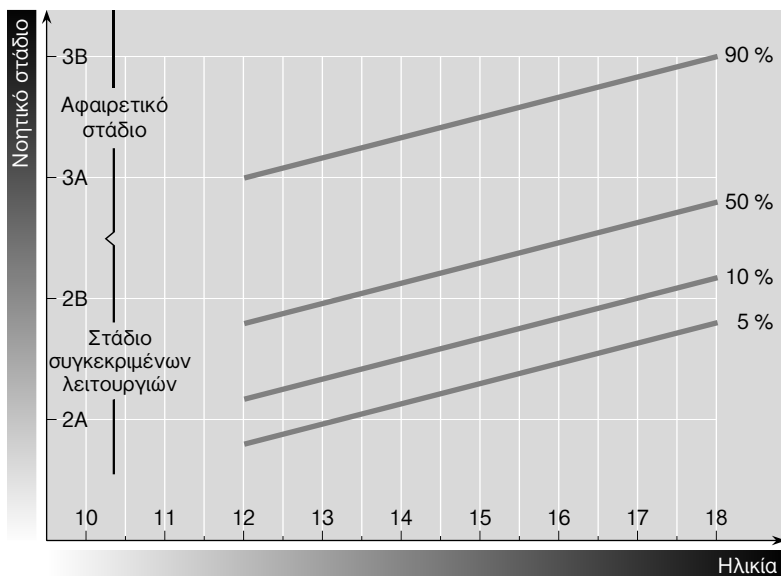
Ενώ όμως η θεωρία ύπαρξης νοητικών σταδίων υποστηρίχθηκε και υποστηρίζεται θερμά από πολλούς, η απόδοση συγκεκριμένων ηλικιών ανά στάδιο δημιούργησε αρνητικές και εξωπραγματικές εντυπώσεις. Ακόμη και ο ίδιος ο Piaget αντιλήφθηκε από ένα χρονικό σημείο και μετά, ότι οι ηλικίες αυτές επηρεάζονται και από άλλες παραμέτρους και μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά και να διαφοροποιούνται από αυτές που είχε αρχικά υποστηρίξει. Οι παράμετροι που επιστημάνθηκαν από τον Piaget είναι:

- α) η κληρονομικότητα,
- β) η φυσική εμπειρία,
- γ) η κοινωνική παιδεία και
- δ) η εξισορρόπηση.

Η τελευταία παράμετρος είναι μια καινούργια ιδέα του Piaget, σύμφωνα με την οποία: κάθε καινούργια πληροφορία διαταράσσει την «ισορροπία», που υπάρχει στο νου του ανθρώπου, οπότε χρειάζεται να γίνει μια αναδιάταξη των πληροφοριών για να αποκατασταθεί η "ισορροπία", με τρόπο ώστε να συναρμοστεί και η νέα πληροφορία.

Το τελικό αποτέλεσμα, πάντως, της επίδρασης άλλων παραμέτρων, πέραν της ηλικίας, στη νοητική ανάπτυξη ενός ατόμου, έχει ως αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της νοητικής εξέλιξης ανά άτομο. Η διαφοροποίηση αυτή γίνεται εντονότερη όσο αυξάνεται η ηλικία του ανθρώπου. Εκείνο βέβαια, που ενδιαφέρει τον εκπαιδευτικό στη συγκεκριμένη περίπτωση, είναι να γνωρίζει (περίπου) πόσα από τα παιδιά της τάξης που διδάσκει (ως ποσοστό) βρίσκονται σ' ένα συγκεκριμένο νοητικό στάδιο. Προς την κατεύθυνση αυτή κινήθηκαν αρκετοί ερευνητές που βασίστηκαν στη θεωρία του Piaget, αλλά ασχολήθηκαν συστηματικά και με άτομα μεγαλύτερης ηλικίας (πέραν των 12 ή 14 ετών) απ' ότι ο ίδιος ο Piaget. Ένας από αυτούς, ο Shayer, παρουσίασε διάφορα διαγράμματα "νοητικής ανάπτυξης" που μπορούν να βοηθήσουν τον εκπαιδευτικό για το σκοπό αυτό (M. Shayer, 1981-1991). Η μορφή ενός τέτοιου διαγράμματος παρουσιάζεται στη συνέχεια (σχήμα 2.1). Στο διάγραμμα σχετίζονται οι ηλικίες των μαθητών με το ποσοστό που αντιστοιχεί σ' ένα νοητικό στάδιο.

Από το διάγραμμα του σχήματος 2.1 μπορεί ένας εκπαιδευτικός να έχει μια ενδεικτική εικόνα για τη νοητική κατάσταση των παιδιών της τάξης που διδάσκει, ως εξής: Αν η μέση ηλικία των παιδιών της τάξης είναι π.χ. 14 ετών, τότε από τον αριθμό 14 της κλίμακας των ηλικιών υψώνεται κάθετος. Το σημείο τομής της καθέτου με τη γραμμή, που εκφράζει το ποσοστό που μας ενδιαφέρει, αντιστοιχίζεται με το νοητικό στάδιο του άξονα των νοητικών σταδίων. Αν αυτό είναι π.χ. 2B (περίπου) για το ποσο-



**Σχήμα 2.1:** Διάγραμμα Shayer (ενδεικτική παράσταση), που παρουσιάζει τις ηλικίες των μαθητών σε σχέση με το ποσοστό που αντιστοιχεί σε κάθε νοητικό στάδιο.

στό 50% και 3A για το 90%, τότε αυτό σημαίνει ότι αντίστοιχα 50% των μαθητών βρίσκονται σε νοητικά στάδια **κάτω** του 2B και 90% βρίσκονται σε νοητικά στάδια **κάτω** του 3A. Δηλαδή στην ηλικία των 14 ετών μόνο ένα 10% βρίσκεται σε νοητικό στάδιο που να μπορεί να σκέφτεται αφαιρετικά.

Εκείνο που θα πρέπει να γίνει σαφές, είναι ότι η χημεία διδάσκεται σε άτομα, που κατά βάση βρίσκονται στα δύο ανώτερα στάδια 2 και 3 (συγκεκριμένων λειτουργιών και αφαιρετικό). Έτσι ο κύριος προβληματισμός του χημικού - εκπαιδευτικού στρέφεται γύρω από το κατά πόσο η διδασκαλία του θα πρέπει να περιέχει συγκεκριμένες ή αφηρημένες έννοιες, καθώς και από τον τρόπο παρουσίασής τους. Ο τρόπος παρουσίασης ενός θέματος Χημείας θα πρέπει να προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά του κάθε νοητικού σταδίου, το οποίο επικρατεί σε μια τάξη. Έτσι, ένα θέμα που παρουσιάζεται σε περισσότερες από μία τάξεις, όπως (για παράδειγμα) το θέμα "οξέα - βάσεις", διαφοροποιείται ανά τάξη ανάλογα με την ικανότητα αντίληψης του θέματος από το μαθητή, ως εξής:



## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

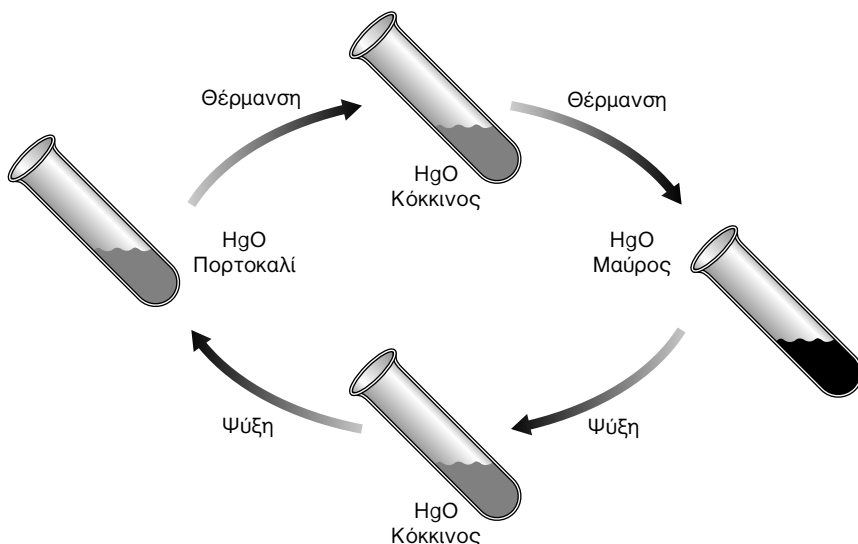
Νοητικό στάδιο	<p style="text-align: center;"><b>Ικανότητα αντίληψης του θέματος "οξέα - βάσεις" από το μαθητή</b></p>
2A	<p>Οι έννοιες "οξύ" ή "βάση" γίνονται αντιληπτές ως σύνολο μεμονωμένων ιδιοτήτων.</p> <p><b>Οξέα</b> είναι τα σώματα που συγκεντρώνουν τα (ασύνδετα) χαρακτηριστικά: όξινη γεύση, αλλαγή του χρώματος των δεικτών, κ.λ.π.</p> <p><b>Βάσεις</b> είναι τα σώματα που συγκεντρώνουν τα (ασύνδετα) χαρακτηριστικά: καυστική γεύση, σαπωνοειδή αφή, αλλαγή του χρώματος των δεικτών διαφορετικά από τα οξέα, κ.λ.π</p>
2B	<p>Στις μεμονωμένες ιδιότητες που εξακολουθούν να χαρακτηρίζουν τα οξέα και τις βάσεις προστίθεται και μια αντίθεση που παρουσιάζουν. Η αντίδραση εξουδετέρωσης δίνει την εντύπωση μιας συγκεκριμένης πράξης εκδήλωσης της αντίθεσης αυτής. Ποσοτικές σχέσεις μπορούν πλέον να γίνονται αντιληπτές, οπότε μπορεί να γίνει ποσοτική μελέτη της εξουδετέρωσης με συγκεκριμένα πάντα δεδομένα.</p>
3A	<p>Η γενίκευση και η κατανόηση συμβολισμών κάνει την εμφάνιση της. Έτσι ξεφεύγοντας από το συγκεκριμένο οξύ ή τη συγκεκριμένη βάση, γίνεται παράσταση του όξινου χαρακτήρα από το υδρογονοκατιόν (<math>H^+</math>) και του βασικού από το υδροξυλιόν (<math>OH^-</math>). Η εξουδετέρωση γίνεται αντιληπτή από τη σχέση:</p> $H^+ + OH^- \rightarrow H_2O.$ <p>Οι υπολογισμοί γίνονται με άνεση σε γενικότερο επίπεδο, όπως με τη χρήση τύπων:</p> $gr-eq = N \cdot V / 1000$
3B	<p>Η αφαιρετική σκέψη ολοκληρώνεται. Η εξουδετέρωση γίνεται πλέον αντιληπτή ως <b>αμφίδρομη αντίδραση</b>, οπότε κατανοείται και η σημαντική ισορροπία που υπάρχει ανάμεσα στα <math>H^+</math> και τα <math>OH^-</math>. Έτσι μπορεί να γίνει αντιληπτή η έννοια του <math>pH</math> και να υπολογίζεται στα όξινα, αλλά και τα βασικά διαλύματα.</p>

Η γνώση των χαρακτηριστικών του κάθε σταδίου (και ιδιαίτερα των 2 και 3, που ενδιαφέρουν το χημικό - εκπαιδευτικό) είναι σημαντική και βοηθούν τον εκπαιδευτικό να κατανοήσει και να σχεδιάσει σωστά τον τρόπο παρουσίασης ενός θέματος:

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Οι έννοιες του χημικού και του φυσικού φαινομένου είναι αφηρημένες και δύσκολα αντιληπτές από το μαθητή. Έτσι, η διδασκαλία ενός τέτοιου θέματος σε ακροατήριο, που βρίσκεται στην πλειοψηφία του στο στάδιο 2 (συγκεκριμένων λειτουργιών) (όπως π.χ. στη Β Γυμνασίου), θα μπορούσε να γίνει κατανοητή, αν ο δάσκαλος εκμεταλλευτεί κάποιο(α) από τα χαρακτηριστικά του σταδίου αυτού. Έστω ότι το χαρακτηριστικό αυτό είναι η πράξη της αντιστρεψιμότητας, η οποία έχει αναπτυχθεί στο στάδιο 2:

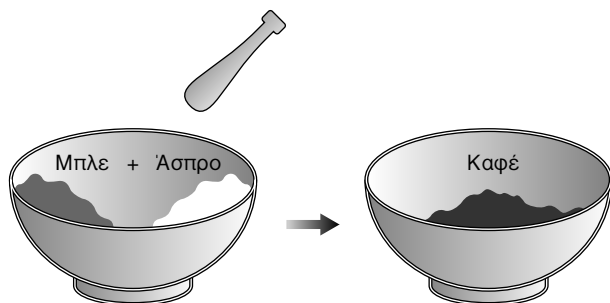
- A) Το φυσικό φαινόμενο παρουσιάζεται ως ένα φαινόμενο αναστρέψιμο. Ένα απλό πείραμα που θα μπορούσε να διενεργηθεί για το σκοπό αυτό, περιλαμβάνει τη θέρμανση του οξειδίου του υδραργύρου II,  $\text{HgO}$ . Η ουσία αυτή έχει πορτοκαλί χρώμα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ με θέρμανση γίνεται σταδιακά κόκκινη και τελικά μαύρη. Η διεργασία είναι αναστρέψιμη και η ψύξη του  $\text{HgO}$  ακολουθεί χρωματικά την αντίστροφη πορεία (μαύρο - κόκκινο - πορτοκαλί. Η αντιστρεψιμότητα αυτή μπορεί να σχετιστεί με την έννοια του φυσικού φαινομένου.



**Σχήμα 2.2:** Η χρωματική αντιστρεψιμότητα του  $\text{HgO}$  υποδηλώνει την έννοια του φυσικού φαινομένου.

- B) Το χημικό φαινόμενο παρουσιάζεται ως ένα φαινόμενο μη αναστρέψιμο. Ένα απλό πείραμα που θα μπορούσε να διενεργηθεί για το σκοπό

αυτό, περιλαμβάνει την αντίδραση σε στερεά κατάσταση (σ' ένα γουδί) του ένυδρου θειικού χαλκού,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (μπλέ χρώμα) με ιωδιούχο κάλιο,  $\text{KI}$  (άσπρο χρώμα). Το ιώδιο ( $\text{I}_2$ ) που δημιουργείται από την αντίδραση, έχει καφετί χρώμα που δεν αντιστρέφεται προς μπλε και άσπρο. Η μη αντιστρεψιμότητα της πορείας αυτής μπορεί να σχετιστεί με την έννοια του χημικού φαινομένου.

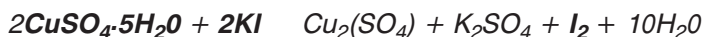


**Σχήμα 2.3:** Η μη χρωματική αντιστρεψιμότητα της αντίδρασης  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  με  $\text{KI}$  υποδηλώνει την έννοια του χημικού φαινομένου.

Ακόμη η έννοια της χημικής αντίδρασης μπορεί να εισαχθεί με τον τρόπο αυτό, σε μικρές τάξεις, ως η πορεία:

μπλε ουσία + άσπρη ουσία = καφέ ουσία.

αντί της:



Το παραπάνω παράδειγμα υπενθυμίζει, ότι το πείραμα είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τον εκπαιδευτικό και μάλλον θα πρέπει να θεωρηθεί πλεονέκτημα του χημικού - εκπαιδευτικού. Διευκολύνει πολύ στο να γίνουν συγκεκριμένες κάποιες δύσκολα κατανοητές έννοιες. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί, ότι η συγκεκριμενοποίηση μιας αφηρημένης έννοιας, είτε με τη χρήση του πειράματος, είτε με οποιονδήποτε άλλο τρόπο, έχει ένα τίμημα: η έννοια γίνεται μεν πιο κατανοητή, αλλά πιθανότατα δεν εκτείνεται στην ολότητα που εκφράζει. Γίνεται δηλαδή αντιληπτό ένα μέρος μόνο της έννοιας, αυτό που βρίσκεται πολύ κοντά στη συγκεκριμένη αναπαράσταση, η οποία εκφράζεται με το πείραμα. Γενικά η χρήση του πειράματος βοηθά πολύ στην εισαγωγή εννοιών και είναι περισσότερο αναγκαία σε χαμηλά (κατά Piaget) νοητικά στάδια (π.χ. Γυμνάσιο), όπου το μεγάλο πρόβλημα είναι οι αφηρημένες έννοιες.

Η θεωρία του Piaget σήμερα, όπως "βελτιώθηκε" και από άλλους ερευνητές, είναι από τις επικρατέστερες στον κόσμο της διδακτικής των φυσι-

κών επιστημών και βοηθά στην κατανόηση πολλών διδακτικών προβλημάτων. Δεν είναι λίγες οι θεωρίες που διατυπώθηκαν μετά τον Piaget, οι οποίες είναι βασισμένες στις απόψεις του (νεο-Πιαζέτιες θεωρίες). Μια τέτοια, για παράδειγμα, "νεο-Πιαζέτια" θεωρία διατυπώθηκε από τον Pascual-Leone και μπορεί να βρει εφαρμογή στη Χημεία, στη λύση ασκήσεων. Σύμφωνα με αυτήν: ανάλογα με το νοητικό στάδιο ενός ατόμου αναπτύσσεται η λεγόμενη "δύναμη M", η οποία εκφράζει το μέγιστο αριθμό παραγόντων που μπορούν να συντονιστούν συγχρόνως, ώστε να γίνει μια σειρά νοητικών μετασχηματισμών (πίνακας 2.1). Εφαρμόζοντας μια τέτοια θεώρηση στη λύση των χημικών ασκήσεων, κατά το σχεδιασμό μιας άσκησης, θα πρέπει να υπολογίζονται εκ των προτέρων οι παράμετροι αυτές, οι οποίες ουσιαστικά εκφράζουν τα "δύσκολα" στάδια της άσκησης. Τα στάδια αυτά θα πρέπει να είναι λιγότερα ή το πολύ ίσα με τη δύναμη M που αντιστοιχεί στο νοητικό στάδιο των παιδιών, στα οποία απευθύνεται η άσκηση. Τότε μόνο είναι δυνατή η λύση της άσκησης από τους μαθητές της συγκεκριμένης τάξης.

**Πίνακας 2.1:** Η "δύναμη M" της θεωρίας Pascual-Leone σε σχέση με τα νοητικά στάδια του Piaget.

Δύναμη M	1	2	3	4	5	6	7
Νοητικό στάδιο	1A	1B	2A	2B	2B/3A	3A	3B

### 2.1.2. Άλλες απόψεις για τη μάθηση

Πέρα όμως από τη θεωρία του Piaget, η οποία δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα στο νοητικό στάδιο του μαθητή, έχουν διατυπωθεί και άλλες θεωρίες σχετικά με τη μάθηση, οι οποίες αποδυναμώνουν τη σημασία του νοητικού σταδίου. Τέτοιες θεωρίες εστιάζουν περισσότερο στον παράγοντα "δάσκαλο" και στον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζονται οι γνώσεις στο "μαθητή". Ουσιαστικά υποστηρίζουν ότι η προσεκτικά δομημένη παροχή γνώσης αποτελεί προϋπόθεση μιας επιτυχημένης διδασκαλίας. Οι πιο ενδιαφέρουσες από τις θεωρίες αυτές έχουν διατυπωθεί από τους Bruner, Ausubel και Gagne:

Ο Bruner υποστηρίζει ότι η μάθηση επιτυγχάνεται από το μαθητή με την ανακάλυψη. Δίνει μεγάλη σημασία στην κατανόηση του τρόπου σύνδεσης της διδασκόμενης έννοιας με άλλες, ήδη γνωστές, έννοιες. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται, υποστηρίζει ο Bruner, αν ο μαθητής ανακαλύψει μόνος του τον τρόπο αυτό. Έτσι ο ρόλος του διδάσκοντος διαμορφώνεται σε καθοδηγητικό, χωρίς όμως να χάνει σε σημαντικότητα, αφού χωρίς ή με λανθασμένη καθοδήγηση δεν μπορεί (κατά το Bruner) να επιτευχθεί

η μάθηση. Η θερμή υποστήριξη του Bruner για την ανακάλυψη δικαιολογείται ακόμη περισσότερο από την άποψη που διατύπωσε σχετικά με το τί είναι μνήμη. Πιστεύει ότι μνήμη δεν είναι απλά η αποθήκευση πληροφοριών, αλλά και η ικανότητα του ατόμου να τις ανακαλεί με τρόπο ώστε να μπορεί να τις χρησιμοποιεί αποδοτικά. Η ικανότητα αυτή της ανάκτησης έχει άμεση σχέση με τον τρόπο απόκτησης των γνώσεων. Έτσι, πιστεύει ότι η ενεργή απόκτηση των γνώσεων με την ανακάλυψη εγγυάται τη γρήγορη και εύστοχη ανάκλησή τους.

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

Συχνά στα βιβλία της μέσης εκπαίδευσης παρουσιάζεται μια ταξινόμηση των διαφόρων ουσιών με την παράθεση ενός σχήματος και με μια πολύ σύντομη αναφορά στις επιμέρους κατηγορίες υλικών σωμάτων.

Η απλή αυτή παράθεση δε βοηθά (κατά το Bruner) τα παιδιά στο να ανακαλούν τις γνώσεις που προκύπτουν από την ταξινόμηση αυτή και να τις χρησιμοποιούν σωστά. Αντίθετα, για να γίνει κάτι τέτοιο, θα πρέπει μόνα τους τα παιδιά να ταξινομήσουν τις ουσίες και να ανακαλύψουν τις σχέσεις μεταξύ τους. Θα ήταν προτιμότερο να δοθεί στα παιδιά ένας αντιπρόσωπος από κάθε κατηγορία (σχήμα 2.4) π.χ.:

- α) διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου,  $KMnO_4$  (ογκομετρική φιάλη) ως αντιπρόσωπος διαλύματος,
- β) μίγμα νερού κιμωλίας (ποτήρι ζέσης) ως αντιπρόσωπος των ετερογενών σωμάτων,
- γ) οξυγόνο,  $O_2$  (κύλινδρος συλλογής αερίων) ως αντιπρόσωπος των στοιχείων,
- δ) νερό,  $H_2O$  (τριβλίο Petri) ως αντιπρόσωπος χημικής ένωσης.

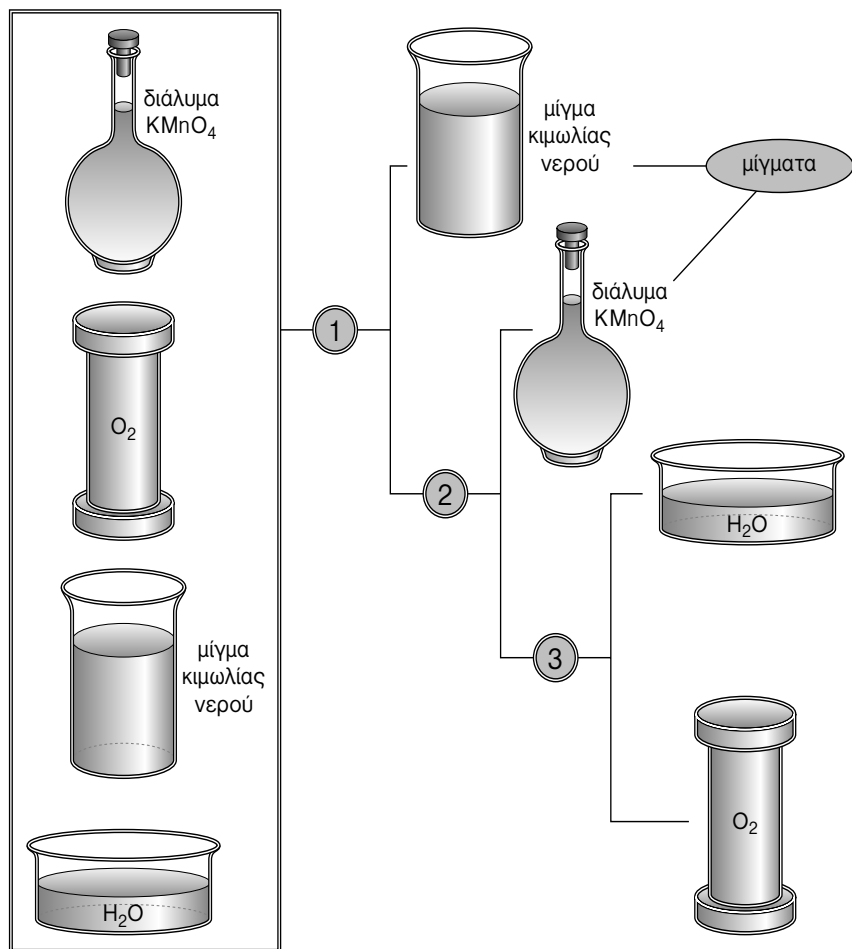
Γίνεται κατατάπιση για το σκοπό της ταξινόμησης, παρουσίαση των κριτηρίων της ταξινόμησης και στη συνέχεια ιεράρχιση τους, αποσαφηνίζοντας τους λόγους για τους οποίους η σειρά εφαρμογής των κριτηρίων είναι στη συγκεκριμένη περίπτωση:

ομοιογένεια (1) - είδος μορίων (2) - είδος ατόμων (3).

Απαραίτητη προϋπόθεση για όλα αυτά είναι η γνώση των εννοιών άτομο, μόριο, ομοιογένεια κ.λ.π., που θα χρησιμοποιηθούν. Τα παιδιά θα πρέπει μόνα τους να πειραματιστούν και να ταξινομήσουν τα δοθέντα σώματα (σχήμα 2.4). Έτσι μπορούν να βρουν και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των διαφόρων ουσιών, να κάνουν ομαδοποιήσεις (π.χ. περίπτωση μισμάτων) και να διατυπώσουν ορισμούς για κάθε κατηγορία (σχήμα 2.5).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μια τέτοια μέθοδος βοηθά και στην κατανόηση του τρόπου επιλογής των κριτηρίων μιας κατάταξης, της σημασίας

της σωστής ιεράρχησης των κριτηρίων, καθώς και του αν η συγκεκριμένη κατάταξη είναι η μοναδική που μπορεί να γίνει ή όχι.



**Σχήμα 2.4:** Ταξινόμηση τεσσάρων ειδών αντιπροσωπευτικών ουσιών:

- α) διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου (ογκομετρική φιάλη) ως αντιπρόσωπος διαλύματος,
- β) μίγμα νερού κινωλίας (ποτήρι ζέσης) ως αντιπρόσωπος των ετερογενών σωμάτων,
- γ) οξυγόνο (κύλινδρος συλλογής αερίων) ως αντιπρόσωπος των στοιχείων,
- δ) νερό (τριβλίο Petri) ως αντιπρόσωπος χημικής ένωσης.

Η ταξινόμηση γίνεται με τα κριτήρια :

- (1) ομοιογένεια, (2) είδος μορίων, (3) είδος ατόμων.



**Σχήμα 2.5:** Η γενίκευση της ταξινόμησης των αντιπροσωπευτικών ουσιών του παραδείγματος οδηγεί στην ταξινόμηση όλων των ουσιών. (Τα τριγωνικά σχήματα περιέχουν τα κριτήρια ταξινόμησης).

Ο Ausubel, αντίθετα με το Bruner υποστηρίζει ότι το "κλειδί της επιτυχίας", όσον αφορά την επίτευξη της μάθησης, είναι η συστηματική οργάνωση και παρουσίαση του μαθήματος από το διδάσκοντα. Δε συμμερίζεται την άποψη του Bruner για την ανακάλυψη και τη θεωρεί χρονοβόρα διαδικασία και αβέβαιη ως προς το αποτέλεσμα. Πιστεύει στην καθοδηγούμενη μάθηση και οι απόψεις του έχουν άμεση σχέση και με τις απόψεις του Gagne:

Ο Gagne υποστηρίζει ότι η επίτευξη ενός επιπέδου μάθησης στηρίζεται στο αμέσως προηγούμενο επίπεδο μάθησης που ήδη έχει επιτευχθεί. Θεωρεί δηλαδή ότι η γνώση είναι συσσωρευτικό φαινόμενο και δίνει

τεράστια σημασία στην οργάνωση της ύλης που θα διδαχθεί. Πιστεύει ότι ο καθορισμός του τελικού σκοπού πρέπει να γίνεται από την αρχή και για την επίτευξή του θα πρέπει να ικανοποιηθούν επιμέρους στόχοι, οι οποίοι θα πρέπει από την αρχή να έχουν σχεδιαστεί σωστά από το διδάσκοντα:

## **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**

---

Έστω ότι πραγματοποιείται ένα μάθημα σχετικά με τη γραφή των χημικών εξισώσεων. Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να σκεφθεί ο διδάσκων είναι ο σκοπός του μαθήματος. Εφόσον ο τελικός σκοπός είναι η γραφή μιας χημικής εξίσωσης, τότε ξεκινώντας από αυτόν και βαδίζοντας προς τα πίσω, θα πρέπει:

- 1) Να έχει πρώτα καθοριστεί η αναλογία των ουσιών που λαμβάνουν μέρος στη χημική εξίσωση (συντελεστές της χημικής εξίσωσης).
- 2) Αυτό σημαίνει ότι είναι προκαθορισμένες οι θέσεις των ουσιών στη χημική εξίσωση.
- 3) Αυτό όμως σημαίνει ότι είναι γνωστός ο τρόπος εύρεσης των υποδεικτών των χημικών τύπων κάθε καθορισμένης ουσίας, είτε με τους αριθμούς οξειδωσης των στοιχείων (για την περίπτωση χημικής ένωσης), είτε με την ατομικότητα (για την περίπτωση των χημικών στοιχείων).
- 4) Αυτό συνεπάγεται ότι είναι προκαθορισμένοι (είναι γνωστοί στους μαθητές) οι χημικοί τύποι των ουσιών αυτών.
- 5) Αυτονόητο είναι ότι θα πρέπει να είναι γνωστοί οι συμβολισμοί των στοιχείων.
- 6) Αυτό βέβαια σημαίνει ότι είναι προκαθορισμένα τα στοιχεία που μετέχουν στην αντίδραση.

Έτσι για να γίνει κατανοητή η εξίσωση από το μαθητή, θα πρέπει ο δάσκαλος να ακολουθήσει ακριβώς την αντίστροφη πορεία με αυτή που περιγράφεται παραπάνω, ώστε να εκπληρώνονται ένας-ένας οι επιμέρους στόχοι και η μάθηση να δομείται χωρίς κενά. Η πορεία αυτή περιγράφεται στο ακόλουθο σχήμα 2.6:

---



Προσδιορίζονται τα στοιχεία που συμμετέχουν στη σύσταση των ουσιών που αντιδρούν ή παράγονται από την αντίδραση.

π.χ.  
υδρογόνο, οξυγόνο.

Γράφονται τα χημικά σύμβολα των στοιχείων.

π.χ.  
H, O

Συγκροτούνται οι χημικές ουσίες (από τα στοιχεία) που μετέχουν στην αντίδραση.

π.χ.  
H και O=HO

Γράφονται οι ολοκληρωμένοι τύποι των μορίων των ενώσεων και των στοιχείων με τους υποδείκτες που χρειάζονται.

π.χ.  
H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O

Οι ολοκληρωμένοι χημικοί τύποι διατάσσονται σε μορφή εξίσωσης ως αντιδρώντα ή προϊόντα.

π.χ.  
H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>    H<sub>2</sub>O

Υπολογίζονται οι συντελεστές της εξίσωσης.

π.χ.  
2 H<sub>2</sub> + 1 O<sub>2</sub>    2 H<sub>2</sub>O

Η τελική εξίσωση είναι έτοιμη.

π.χ.  
2H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>    2H<sub>2</sub>O

**Σχήμα 2.6:** Τα στάδια που θα πρέπει να ακολουθηθούν (κατά το Gagne) ώστε να εκπληρωθούν οι επιμέρους στόχοι και ο τελικός σκοπός.

## 2.2. Η μέθοδος διδασκαλίας

Περνώντας από τον παράγοντα "μαθητή" στον παράγοντα "δάσκαλο", διαπιστώνεται ότι ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται το μάθημα από τον εκπαιδευτικό είναι καθοριστικός για την επίτευξη της μάθησης. Κι όταν λέμε "τρόπος", αναφερόμαστε κυρίως:

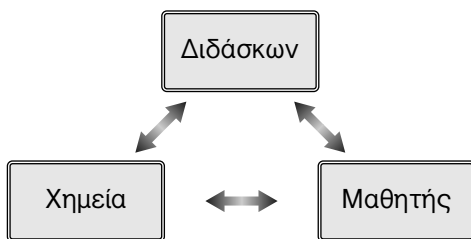
- α) στις διδακτικές μεθόδους που υιοθετούνται από τον εκπαιδευτικό και
- β) στο γενικότερο πλαίσιο μέσα στο οποίο διεξάγεται το μάθημα.

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε στο πρώτο από τα δύο αυτά θέματα, δηλαδή στις διδακτικές μεθόδους:

Με τον όρο "διδακτική μέθοδος" νοείται μια διεργασία, η οποία έχει προγραμματιστεί και ακολουθείται από το διδάσκοντα, όπου, με καθοδηγητή το διδάσκοντα και καθοδηγούμενους τους μαθητές, γίνεται μια μετάβαση από ένα αρχικό επίπεδο μάθησης σ' ένα τελικό επίπεδο, ανώτερο του αρχικού. Η διεργασία αυτή μπορεί να πραγματοποιείται αρκετές φορές μέσα στην τάξη, σε κάθε περίπτωση που ο εκπαιδευτικός θέλει να εκπληρώσει ένα στόχο του. Στην παραδοσιακή μορφή μαθήματος, για παράδειγμα, η πλέον συνηθισμένη μέθοδος είναι αυτή της διάλεξης: ο δάσκαλος αναπτύσσει ένα θέμα και ο μαθητής ακούει. Ακόμη, στη μέθοδο του προβληματισμού (Σωκρατική μέθοδος) ο δάσκαλος με κατάλληλες ερωτήσεις κατευθύνει το μαθητή προς τη σωστή απάντηση, η οποία θα εκπληρώσει το στόχο του. Πέρα όμως από τις μεθόδους αυτές έχουν αναπτυχθεί πολλές ακόμη, οι οποίες παρέχουν στον εκπαιδευτικό συχνά καλύτερα αποτελέσματα. Οι διδακτικές μέθοδοι που έχουν διατυπωθεί μέχρι σήμερα είναι πάρα πολλές. Στη συνέχεια θα αναπτυχθούν ορισμένες μόνο, οι οποίες έχουν ιδιαίτερη σημασία για τις θετικές επιστήμες, άρα και για τη Χημεία:

### 2.2.1 Επαγωγική μέθοδος

Είναι ίσως η μέθοδος, η οποία, θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε ότι, "ταιριάζει" περισσότερο στην περίπτωση του μαθήματος της Χημείας. Κατά την επαγωγική μέθοδο, ο δάσκαλος καταθέτει στο μαθητή μερικά συγκεκριμένα δεδομένα (είτε με τη χρήση πειράματος, είτε με παραδείγματα) και τον οδηγεί στη γενίκευση και την εξαγωγή του νόμου. Είναι δηλαδή η μέθοδος, η οποία από τα *ειδικά* οδηγείται στα *γενικά*. Η μέθοδος φέρνει ουσιαστικά σε επαφή το μαθητή με το θέμα που διδάσκεται και τον αφήνει να ανακαλύψει μόνος του την τελική "αλήθεια" (σχήμα 2.7).



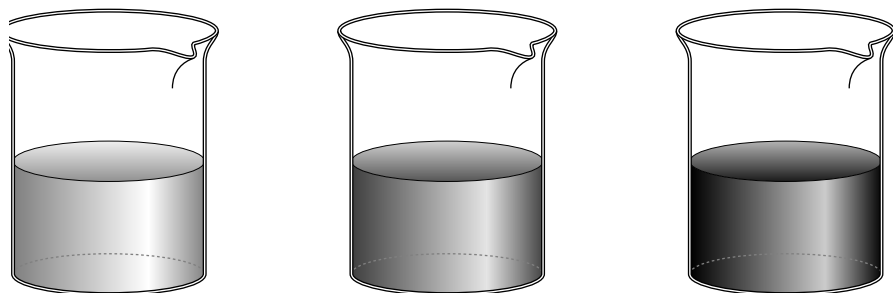
**Σχήμα 2.7:** Η επαγωγική μέθοδος φέρνει σε επαφή το μαθητή με το θέμα που διδάσκεται.

Ακολουθεί ένα σχετικό παράδειγμα επαγωγικής μεθόδου:

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Έστω ότι στόχος του εκπαιδευτικού είναι να αντιληφθεί ο μαθητής τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στον παράγοντα "συγκέντρωση" και την "ταχύτητα" μιας αντίδρασης. Ακολουθώντας την επαγωγική μέθοδο θα πρέπει να αναπτύξει τη σχέση αυτή με βάση μερικές συγκεκριμένες περιπτώσεις και μετά να γενικεύσει διατυπώνοντας ένα "νόμο". Προς την κατεύθυνση αυτή συμβάλλει το ακόλουθο πείραμα:

Σε τρία ποτήρια ζέσης των 100 mL τοποθετούνται από 0,2 mL διαλύματος KI 3 % κ.ο. και το διάλυμα αραιώνεται στα 30 mL (περίπου). Προστίθενται από 5-10 σταγόνες δείκτη αμύλου. Τέλος προστίθεται ποσότητα διαλύματος  $H_2O_2$  2 % κ.ο. διαφορετική σε κάθε ποτήρι (0,3 mL - 0,6 mL - 1,0 mL). Το ιώδιο που σχηματίζεται σε κάθε ποτήρι συμπλέκεται με το άμυλο και έτσι εμφανίζεται το γνωστό μπλε χρώμα του συμπλόκου ιωδίου-αμύλου. Η ταχύτητα εμφάνισης του μπλε χρώματος, η οποία



**Σχήμα 2.8:** Η ταχύτητα σχηματισμού του συμπλόκου ιωδίου - αμύλου αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του  $H_2O_2$  ανά ποτήρι ζέσης.

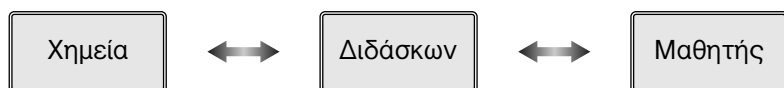
εκφράζει την ταχύτητα της αντίδρασης, είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση του  $H_2O_2$  (δηλαδή του αντιδραστηρίου με τη μεταβλητή συγκέντρωση ανά ποτήρι).

Με τέτοια πειράματα μπορεί να γίνει γενίκευση και οι μαθητές να καταλήξουν στο συμπέρασμα, ότι "η ταχύτητα των αντιδράσεων είναι ανάλογη της συγκέντρωσης των αντιδρώντων σωμάτων".

---

### 2.2.2. Παραγωγική ή απαγωγική μέθοδος

Κατά την παραγωγική μέθοδο ο εκπαιδευτικός αναφέρεται αρχικά σε μια γενική αλήθεια (π.χ. ένα νόμο) και κατόπιν προσπαθεί να δείξει ότι κάτι τέτοιο ισχύει και σε μερικές περιπτώσεις που αναφέρονται ως παραδείγματα. Είναι δηλαδή, η περίπτωση εκείνη, όπου γίνεται μετάβαση από τα **γενικά** στα **ειδικά**. Κατά τη μέθοδο αυτή, ο εκπαιδευτικός μεταβιβάζει τις γνώσεις της Χημείας στους μαθητές (σχήμα 2.9), χωρίς να τους δίνει την ευκαιρία να τις ανακαλύψουν μόνοι τους.



**Σχήμα 2.9:** Κατά την παραγωγική μέθοδο ο δάσκαλος παίζει το ρόλο του μεταφορέα της γνώσης.

Ακολουθεί ένα σχετικό παράδειγμα παραγωγικής μεθόδου:

### ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

---

Έστω ότι στόχος του εκπαιδευτικού είναι να αντιληφθεί ο μαθητής τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στις ιδιότητες των στοιχείων της ίδιας ομάδας του Περιοδικού Συστήματος. Πρώτα εκφράζει το γενικό κανόνα: "Τα στοιχεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα του Περιοδικού Συστήματος εμφανίζουν ανάλογες ιδιότητες". Κατόπιν για να αποδειχθεί "του λόγου το αληθές", επιλέγονται δύο στοιχεία του Π.Σ. που ανήκουν στην ίδια ομάδα: έστω το Νάτριο και το Κάλιο (σχήμα 2.10). Το γεγονός ότι πράγματι τα στοιχεία αυτά έχουν ανάλογες ιδιότητες, συμβάλλουν στην εκπλήρωση του στόχου του εκπαιδευτικού.

---

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Αργυρόλευκο στερεό, σημείο τήξης 97,9 °C, μεταλλική λάμψη, καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, πυκνότητα 0,971 g/cm <sup>3</sup> , αντιδρά με το νερό έντονα, κ.λ.π.														
Cs	Ba	La															
Fr	Ra	Ac	Αργυρόλευκο στερεό, σημείο τήξης 63,5 °C, μεταλλική λάμψη, καλός αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού, πυκνότητα 0,862 g/cm <sup>3</sup> , αντιδρά με το νερό πολύ έντονα, κ.λ.π.														
		Ce															
		Th															

**Σχήμα 2.10:** Οι ιδιότητες των Νατρίου και Καλίου είναι ανάλογες.

### 2.2.3. Ανακαλυπτική μέθοδος

Είναι μια μέθοδος, η οποία, όπως και η ερευνητική (που αναπτύσσεται αμέσως μετά), δίνει τη δυνατότητα στο μαθητή να συμμετέχει ενεργά στο μάθημα και να αναλαμβάνει πρωτοβουλίες. Εφαρμόζεται κυρίως σε μικρές ηλικίες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, η ανακάλυψη ήταν κάτι που υποστηρίχθηκε θερμά από τον Bruner. Ωστόσο, και ο Piaget ήταν επίσης υποστηρικτής της μεθόδου αυτής. Στην Ελλάδα η μέθοδος δεν είναι διαδεδομένη (όπως και η ερευνητική), όχι γιατί δεν υπάρχουν οπαδοί της, αλλά γιατί απαιτεί υποδομή και χρόνο, που είναι πολυτέλεια για τον Έλληνα εκπαιδευτικό.

Κατά την ανακαλυπτική μέθοδο, ο μαθητής κατατοπίζεται από το δάσκαλο για το σκοπό της ανακάλυψης και καθοδηγείται από αυτόν σ' όλη την πορεία του μαθήματος. Η ανάπτυξη πρωτοβουλιών από το μαθητή πρέπει να συμβαδίζει με τη σωστή καθοδήγηση του δασκάλου, ώστε οι εμπειρίες που αποκτούνται να συμβάλουν θετικά στην απόκτηση της γνώσης. Παράλληλα, βέβαια, με τη γνώση και την ανάπτυξη της λογικής σκέψης, η ανακαλυπτική μέθοδος βοηθά και προς την κατεύθυνση της ανάπτυξης δεξιοτήτων και της απόκτησης χρήσιμων εμπειριών από το μαθητή.