

**Χημεία β΄ γυμνασίου, με έμφαση στη μακροσκοπική- εποικοδομητική προσέγγιση και στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου – Διδακτικό βιβλίο και προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς**

**Δημήτριος Κολιούλης, Γεώργιος Τσαπαρλής\***  
*Τμήμα Χημείας, Τομέας Φυσικοχημείας, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων*  
\* gtseper@cc.uoi.gr

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ:** Παρουσιάζεται πειραματικό διδακτικό υλικό χημείας για τη β΄ τάξη του γυμνασίου. Βασικός στόχος ήταν η εφαρμογή της διδακτικής των φυσικών επιστημών και κατεξοχήν η ενθάρρυνση της εποικοδομητικής-ενεργητικής διδασκαλίας και της εννοιολογικής νοηματικής μάθησης. Έμφαση και προσοχή δίδεται στη νοηματική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου. Η περιγραφή είναι ποιοτική (με καθυστέρηση εισαγωγής του χημικού συμβολισμού), ενώ επιδιώκεται η επιστημονική αυστηρότητα και σωστή χρήση της γλώσσας. Τα πειράματα έχουν σχεδιαστεί να εκτελούνται από τους μαθητές σε ομάδες των δύο. Ακόμη γίνεται σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή, τις εφαρμογές και την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης, ενώ επιδιώκεται η συμβολή στη νοητική ανάπτυξη και στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης των μαθητών. Το πειραματικό υλικό υποβλήθηκε σε μια αρχική αξιολόγηση από τέσσερις έμπειρους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι θεώρησαν ως δυνατά σημεία ότι ωθεί το πείραμα, την παρατήρηση, την περιγραφή, και την ερμηνεία, ότι λαμβάνει υπόψη τις παρανοήσεις των μαθητών και ότι δεν στηρίζεται σε απευθείας αναφορά στους ορισμούς των εννοιών.

## **Εισαγωγή**

Είναι γνωστό ότι η γυμνασιακή χημεία είναι ένα προβληματικό μάθημα που αποτυγχάνει να «απογειώσει» τους μαθητές, δίνοντας την εικόνα ενός δύσκολου, ανιαρού και άχρηστου μαθήματος (Τσαπαρλής 2002, Πέτσος κ.ά. 2003). Οι λόγοι που συνήθως επικαλούνται οι εκπαιδευτικοί χημικοί είναι πολλοί: α) το μονόωρο του μαθήματος, β) η θεωρητική, χωρίς πείραμα, διδασκαλία, γ) η διδασκαλία συχνά του μαθήματος από συναδέλφους φυσικών επιστημών άλλων ειδικοτήτων εκτός χημικών. Στους παραπάνω λόγους, θα μπορούσε κανείς να προσθέσει αρκετούς άλλους: προγράμματα σπουδών, βιβλία, υποδομές στα σχολεία, μη κατάλληλη εκπαιδευτική κατάρτιση των διδασκόντων. Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να επισημανθεί και η αντιεραρχική σειρά στη διδασκαλία των μαθημάτων των φυσικών επιστημών στο γυμνάσιο. Έτσι, δεν διδάσκονται η φυσική και η χημεία στην α΄ τάξη του γυμνασίου, ενώ διδάσκονται στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου στα πλαίσια του ενοποιημένου μαθήματος των φυσικών επιστημών.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται πειραματικό διδακτικό υλικό χημείας για το μονόωρο μάθημα της χημείας για τη β΄ τάξη του γυμνασίου. Το υλικό περιέχει τόσο τα πειράματα, όσο και τη θεωρία, ερωτήσεις και προβλήματα. Για τη σύνταξη ελήφθησαν υπόψη τα παρακάτω: (1) Το τρέχον σχολικό βιβλίο χημείας Β΄ γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.ά.). (2) Το βιβλίο που γράφτηκε στα πλαίσια του Προγράμματος ΣΕΠΠΕ του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (Τσαπαρλής & Καμπουράκης, 2003). Σημειώτεον ότι δεν λάβαμε υπόψη (αν και γνωρίζαμε) τον σκοπό, τους γενικούς στόχους, τους ειδικούς σκοπούς και το περιεχόμενο του

νέου προγράμματος σπουδών χημείας γυμνασίου, με βάση τα οποία έχουν ήδη συγγραφεί νέα βιβλία που προσεχώς θα αντικαταστήσουν τα υπάρχοντα βιβλία χημείας γυμνασίου.

### Στόχοι και υπόβαθρο

Η σύνταξη του πειραματικού διδακτικού υλικού χημείας εξυπηρετεί τους δύο παρακάτω βασικούς στόχους:

1. Επανάληψη βασικών εννοιών της χημείας (αλλά και των απαραίτητων για τη χημεία εννοιών της φυσικής που διδάχθηκαν στο δημοτικό), με επεκτάσεις και πιο επιστημονική προσέγγιση.
2. Εφαρμογή της διδακτικής των φυσικών επιστημών και κατεξοχήν η ενθάρρυνση της εποικοδομητικής-ενεργητικής διδασκαλίας και της εννοιολογικής νοηματικής μάθησης. Ιδιαίτερη έμφαση και προσοχή δίδεται στη νοηματική και εποικοδομητική εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου (Τσαπαρλής 1988, 1991).

Σε σχέση με τη σειρά/ιεράρχηση των εννοιών και των θεμάτων, διακρίνουμε δύο προσεγγίσεις (Χατόγλου κ.ά. 2003). Η πρώτη στηρίζεται στην αρχή της επαγωγής και του εποικοδομισμού και επιτυγχάνεται με τη μετάβαση από το μακροσκοπικό στο (υπο)-μικροσκοπικό επίπεδο της χημείας (Γεωργιάδου & Τσαπαρλής 1998, Georgiadou & Tsaparlis 2000). Η δεύτερη προσέγγιση είναι παραγωγική/παραληπτική και αντίστροφη της προηγούμενης. Το ισχύον πρόγραμμα ακολουθεί ένα μεικτό δρόμο, όπως φαίνεται και από τον δραστικό χωρισμό των καθαυτό πρακτικών θεμάτων (το φυσικό περιβάλλον: ο ατμοσφαιρικός αέρας, το νερό, το έδαφος και το υπέδαφος) από τα θεωρητικά θέματα. Πάντως, το νέο πρόγραμμα αντιμετωπίζει συνολικά τα πρακτικά και τα θεωρητικά θέματα.

Σε σχετικές εργασίες του γράφοντος (Τσαπαρλής 1994, 1997) αναλύθηκαν οι έννοιες της δομής της ύλης από διάφορες σκοπιές της διδακτικής των φυσικών επιστημών και σε όλες τις περιπτώσεις κρίθηκαν αφηρημένες και δύσκολες για τους μαθητές. Για τον λόγο αυτό, επιλέξαμε να καθυστερήσουμε την εισαγωγή τους (Tumet et al. 2001).

Τέλος, η προσπάθειά μας εστιάζεται σε μια εποικοδομητική διδασκαλία και μάθηση (Τσαπαρλής 2002). Αυτό είναι και ο σημαντικότερος νεωτερισμός του διδακτικού υλικού. Καταρχήν η εφαρμογή εποικοδομητικής διδασκαλίας είναι έργο και ευθύνη του εκπαιδευτικού και δευτερευόντως του διδακτικού βιβλίου. Για να βοηθήσουμε όμως τον δάσκαλο, έχουμε μετατρέψει ουσιαστικά το βιβλίο σε οδηγό διδασκαλίας.

### Περιγραφή του διδακτικού υλικού

#### *Αρχές για το βιβλίο-εκπαιδευτικό υλικό*

Για την σύνταξη του βιβλίου-εκπαιδευτικού υλικού, ελήφθησαν υπόψη οι παρακάτω αρχές (Τσαπαρλής 1998, Tsaparlis & Kampourakis 2000):

1. Σπειροειδής διδασκαλία.
2. Πειραματική διδασκαλία με προτεραιότητα στην εκτέλεση πειραμάτων από τους μαθητές σε ομάδες.
3. Εστιασμός στη νοηματική μάθηση και αποθάρρυνση-περιορισμός της στείρας απομνημόνευσης.
4. Έμφαση στην απλότητα των φαινομένων και των εννοιών: προτεραιότητα σε όσα υπόκεινται στην άμεση παρατήρηση και εμπειρία – καθυστέρηση εισαγωγής των αφηρημένων εννοιών του μικρόκοσμου των μορίων και των ατόμων.
5. Εισαγωγή των εννοιών του μορίου και του ατόμου, κατά νοηματικό τρόπο, μέσω της δόμησής τους από τους μαθητές, σε αντίθεση με τα ισχύοντα προγράμματα και βιβλία, όπου οι έννοιες αυτές θεωρούνται δεδομένες και ουδεμία προσπάθεια γίνεται να γίνει λογική η εισαγωγή τους.

6. Έμφαση στην ποιοτική περιγραφή και καθυστέρηση εισαγωγής του χημικού συμβολισμού.
7. Σεβασμός στην επιστημονική αυστηρότητα και γλώσσα.
8. Σύνδεση της επιστήμης με την καθημερινή ζωή, τις εφαρμογές και την ανάπτυξη περιβαλλοντικής συνείδησης.
9. Εφαρμογή της διεπιστημονικής προσέγγισης της γνώσης.
10. Θεώρηση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών και αποφυγή προκλήσεως παρανοήσεων.
11. Εποικοδομητική-ενεργητική διδασκαλία και μάθηση.
12. Συμβολή στη νοητική ανάπτυξη και στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης των μαθητών.

Οι παραπάνω αρχές ενσωματώνουν ως επί το πλείστον τις επιστημονικές διαδικασίες που έχουν περιγραφεί από την American Association for the Advancement of Science (AAAS): παρατήρηση, ταξινόμηση, αριθμητικές σχέσεις, μετρήσεις, σχέσεις χρόνου-χώρου, επικοινωνία (προφορική, εικονογραφική, γραπτή), εξαγωγή συμπερασμάτων, πρόγνωση/ πρόβλεψη («τι θα συνέβαινε αν ...»), διατύπωση υποθέσεων, παραγωγή λειτουργικών ορισμών, ταυτοποίηση και έλεγχος μεταβλητών, πείραμα και ερμηνεία πειραματικών δεδομένων.

Η χρησιμοποίηση ποικίλων και διαφορετικών θεωρητικών προσεγγίσεων [όπως η σπειροειδής διδασκαλία (από τη θεωρία μαθήσεως του Bruner), η θεωρία νοηματικής μάθησης του Ausubel, η εφαρμογή στην εκπαίδευση της Πιαζέτας θεωρίας, και οι εποικοδομητικές μέθοδοι διδασκαλίας και μάθησης] χρησιμοποιούνται όλες με σκοπό τη μεγιστοποίηση των θετικών γνωσιακών και συναισθηματικών αποτελεσμάτων. Η χρησιμοποίηση - άλλοτε μαζί και άλλοτε χωριστά - διαφορετικών προσεγγίσεων μπορεί να οδηγήσει σε συμπληρωματικά θετικά αποτελέσματα (Niaz 1993, Tsaparlis 1997).

#### *Περιεχόμενα και Δομή του Βιβλίου*

Το βιβλίο αποτελείται από (α) ένα εισαγωγικό μάθημα, (β) 23 μαθήματα, διαρθρωμένα σε πέντε ενότητες και (γ) από ένα Παράρτημα με πέντε βοηθητικά θέματα από τη φυσική. Ο Πίνακας 1 δείχνει αναλυτικά τα περιεχόμενα.

Ως προς τη δομή, το βιβλίο ακολούθησε το βιβλίο «Εισαγωγή στις Φυσικές Επιστήμες (Φυσική και Χημεία)» που γράφτηκε στα πλαίσια του Προγράμματος ΣΕΠΠΕ του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου (Τσαπαρλής & Καμπουράκης 2003). Κάθε μάθημα αρχίζει με μια σύντομη εισαγωγή και ακολουθεί το καθαυτό μάθημα. Στα πλάγια κάθε σελίδας υπάρχουν πλαγιότιτλοι που βοηθούν στη μάθηση και στην αποφυγή της παπαγαλίας. Τα πειράματα είναι τοποθετημένα σε πλαίσια, ενώ δεν δίνονται τα αποτελέσματά τους, αλλά οι μαθητές καλούνται να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους και να εξάγουν συμπεράσματα, γράφοντας σε διατιθέμενους κενούς χώρους. Ερωτήσεις στις οποίες καλούνται να απαντούν εγγράφως οι μαθητές υπάρχουν και στο κείμενο του καθαυτού μαθήματος.

Σε πλαίσια είναι ακόμη διάφορες πρόσθετες πληροφορίες (παρατηρήσεις, ιστορικές πληροφορίες κ.ά.). Επιπλέον υπάρχουν πλαίσια που επιγράφονται «Να έχεις υπόψη σου». Σ' αυτά τονίζονται σημεία που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα, όπως π.χ. εναλλακτικές ιδέες/παρανοήσεις. Στο τέλος κάθε μαθήματος είναι το πλαίσιο «Το Μάθημα σε Ερωτήσεις», όπου οι ερωτήσεις στοχεύουν να δώσουν περίληψη του μαθήματος, αλλά και να συμβάλουν στη μάθηση, με αποφυγή της απομνημόνευσης των μαθημάτων. Έτσι, αν ο μαθητής είναι σε θέση να απαντά στις ερωτήσεις, μπορεί να είναι σίγουρος ότι ξέρει το μάθημα.

**Πίνακας 1:** Κατάλογος Ενοτήτων και Μαθημάτων του Προγράμματος «Χημεία για τη Β' Τάξη Γυμνασίου».

<p>(Εισαγωγή) Η επιστήμη της χημείας</p> <p><b>A: ΤΟ ΕΔΑΦΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΥΠΕΔΑΦΟΣ</b>          Το έδαφος και το υπέδαφος          Ιδιότητες της ύλης          Καταστάσεις της ύλης          Ουσίες και μείγματα          Διαχωρισμός μειγμάτων στις συστατικές τους ουσίες</p> <p><b>B: ΤΟ ΝΕΡΟ</b>          Το νερό          Διαλύματα          Προβλήματα με το νερό</p> <p><b>Γ: ΟΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ</b>          Η έννοια της χημικής αντίδρασης          Χημικές αντιδράσεις σε υδατικά διαλύματα          Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία          Γνωρίζουμε περισσότερο τα χημικά στοιχεία</p>	<p><b>Δ: Ο ΑΕΡΑΣ</b>          Ο ατμοσφαιρικός αέρας          Το οξυγόνο και το άζωτο          Περισσότερα για την καύση          Προβλήματα με τον αέρα</p> <p><b>Ε: ΤΑ ΜΟΡΙΑ</b>          Η έννοια του μορίου σε στερεά και υγρά          Αεικίνητα μόρια          Η έννοια του μορίου στα αέρια</p> <p><b>ΣΤ: ΤΑ ΑΤΟΜΑ</b>          Οι δύο πρώτοι νόμοι της χημείας          Η έννοια του ατόμου          Οι χημικοί τύποι και το μολ          Η έννοια της χημικής εξίσωσης</p> <p><b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ (Βοηθητικά Θέματα)</b>          Μέτρηση μήκους          Μέτρηση επιφανείας και όγκου          Μάζα των σωμάτων          Η πυκνότητα ενός υλικού          Η ατμοσφαιρική πίεση          Μεταβολές των αερίων</p>
---	--

Το μάθημα ολοκληρώνεται με το τμήμα «Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφθείς και να καταλάβεις γιατί». Εδώ, εκτός από πρόσθετες γνώσεις και πληροφορίες, δίδονται κυρίως πιο απαιτητικές ερωτήσεις που απαιτούν κριτική σκέψη. Οι μαθητές καλούνται να τις απαντούν, αλλά έχουν προειδοποιηθεί για την δυσκολία τους και ότι δεν απαιτείται να τις έχουν οπωσδήποτε απαντήσει.

Στην επόμενη σελίδα δίδεται απόσπασμα από το 17<sup>ο</sup> μάθημα (Η έννοια του μορίου σε στερεά και υγρά).

### **Μια πρώτη αξιολόγηση του πειραματικού υλικού από έμπειρους εκπαιδευτικούς: Μέθοδος**

Πέρα από τη συγγραφή του πειραματικού διδακτικού υλικού, κρίθηκε σκόπιμο να γίνει μία αρχική αξιολόγησή του από μικρό αριθμό έμπειρων καθηγητών που διδάσκουν χημεία στη β' τάξη του γυμνασίου. Η ομάδα αξιολόγησης αποτελούνταν από δύο άντρες και δύο γυναίκες εκπαιδευτικούς. Δύο από τους εκπαιδευτικούς ήταν χημικοί (X<sub>1</sub> και X<sub>2</sub>), ένας γεωλόγος (Γ) και μία φυσικός (Φ). Επίσης δύο εκ των τεσσάρων εκπαιδευτικών έχουν αποκτήσει μεταπτυχιακό δίπλωμα ειδίκευσης στη Διδακτική Φυσικών Επιστημών. Κανένας από τους καθηγητές αυτούς δεν ανήκε ποτέ ούτε ανήκει στην ερευνητική ομάδα του Γ. Τσαπαρλή.

## Τα μόρια διαφορετικών ουσιών είναι διαφορετικά

### Πείραμα 4

Πάρτε δύο ποτήρια όμοια, το ένα γεμάτο με φασόλια και το άλλο γεμάτο με ρύζι, έτσι ώστε να έχουμε τον ίδιο όγκο και για τα δύο όσπρια. Πιάστε κάθε ποτήρι και χτυπήστε ελαφρά στο τραπέζι ώστε να κατακαθίσουν όσο γίνεται τα όσπρια. Ρίξτε το περιεχόμενο των δυο ποτηριών σε ένα μεγάλο βαζάκι και ανακατέψτε. Αδειάστε το μείγμα στα δύο ποτήρια, γεμίζοντας πρώτα εντελώς το ένα και κατόπιν το άλλο και πάλι χτυπήστε τα ποτήρια ώστε να κατακαθίσουν τα όσπρια. Τι παρατηρείτε; Άλλαξε κάτι κατά την ανάμειξη;

.....  
 Παρατηρούμε ότι όταν ανακατεύουμε, ενώ δεν χάνονται κόκκοι από τα δύο είδη, ο τελικός όγκος θα είναι λιγότερος από δύο ποτήρια. Πού οφείλεται αυτό;  
 .....



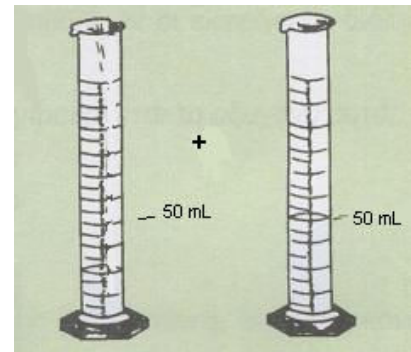
Οι κόκκοι του ρυζιού και του φασολιού δεν έχουν το ίδιο μέγεθος, είναι διαφορετικά, αφού τα υλικά είναι διαφορετικά.

### Ανάμεσα στα μόρια μιας υγρής ουσίας υπάρχει κενός χώρος

### Πείραμα 5

Πάρτε δύο ογκομετρικούς κυλίνδρους και τοποθετήστε 50 mL νερό στον ένα και 50 mL καθαρό οινόπνευμα στον άλλο. Αμέσως μετά, αδειάστε το περιεχόμενο των δύο κυλίνδρων σε ένα μεγάλο ογκομετρικό κύλινδρο και ανακινήστε καλά. Τι παρατηρείτε; Άλλαξε κάτι από την ανάμειξη; Ποιος είναι ο τελικός όγκος;

Πού μπορεί να οφείλεται αυτό;  
 .....



νερό

οινόπνευμα

Ανάμεσα στα σωματίδια (τα μόρια) μιας υγρής ουσίας υπάρχει κενός χώρος.

.....  
 Παρατηρούμε ότι ενώ δεν χάθηκε ποσότητα υγρού από τις δύο ουσίες, ο τελικός όγκος δεν είναι 100 mL όπως θα αναμέναμε, αλλά 96 mL. Να χρησιμοποιήσεις το προηγούμενο πείραμα με τους κόκκους ρυζιού και φασολιού για να δώσεις εξήγηση στο αποτέλεσμα αυτού του πειράματος. (Να κάνεις μια υπόθεση για το αν τα σωματίδια του νερού και του οινόπνευματος έχουν το ίδιο ή διαφορετικό μέγεθος.)  
 .....

**Σχήμα.** Απόσπασμα από το μάθημα «Η έννοια του μορίου σε στερεά και υγρά».

Προηγήθηκαν συναντήσεις των συγγραφέων με τους αξιολογητές. Σε κάθε καθηγητή δόθηκαν ένα αντίτυπο του βιβλίου και οδηγίες για την αξιολόγησή του. Επιπλέον ζητήθηκε να λάβουν υπόψη το τρέχον σχολικό βιβλίο Χημείας της Β΄ γυμνασίου (Γεωργιάδου κ.α.) και το σχετικό υλικό του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου που αφορά στο Πρόγραμμα Σπουδών της Β΄ γυμνασίου (δόθηκε επίσης). Ενημερώθηκαν τέλος ότι ουδείς εκ των συγγραφέων του πειραματικού διδακτικού υλικού συμμετέσχε στην σύνταξη του τρέχοντος ή του νέου προγράμματος σπουδών.

Οι εκπαιδευτικοί επεξεργάστηκαν το υλικό κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού του 2005. Όταν οι καθηγητές ήταν έτοιμοι, λάβαμε από αυτούς συνεντεύξεις που ηχογραφήθηκαν με τη σύμφωνη γνώμη τους. Κατά τις συνεντεύξεις, οι καθηγητές κλήθηκαν να απαντήσουν σε μια σειρά ερωτήσεων που παρατίθενται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Υποβληθείσες ερωτήσεις και κατηγοριοποίησή τους.

### 1. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

Ποια είναι η γενική σου εντύπωση από την ανάγνωση του πειραματικού διδακτικού υλικού; Τι σου έκανε περισσότερο θετική εντύπωση; Τι δεν σου άρεσε περισσότερο; Υπάρχει κοινή μεθοδολογική προσέγγιση φυσικής-χημείας; Έρχονται οι μαθητές σε επαφή με σύγχρονες ιδέες και θέματα της χημείας; Υπάρχουν λάθη όσον αφορά στην επιστημονική εγκυρότητα του υλικού;

### 2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ

Προωθείται η δημιουργική δράση, ο πειραματισμός και η καλλιέργεια ελεύθερης σκέψης και έκφρασης του μαθητή; Είναι τα θέματα προσαρμοσμένα στο επίπεδο νοητικής ανάπτυξης και τα ενδιαφέροντα των μαθητών; Υπάρχει σπειροειδής τρόπος διδασκαλίας; Γίνεται μετάβαση από το ειδικό στο γενικό, από τα εύκολα στα δύσκολα; Αναδεικνύεται η αναγκαιότητα εισαγωγής των εννοιών; Υπάρχει σαφής εργαστηριακός προσανατολισμός στο υλικό αυτό; Η ανάλυση και ο σχεδιασμός δίνει έναυσμα για δουλειά στην αίθουσα ή στο σπίτι; Πραγματοποιούνται πειράματα, γίνεται προαγωγή του διαλόγου και της ομαδικότητας στην τάξη;

### 3. ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ Ή ΟΧΙ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΣΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΘΕΜΑΤΙΚΕΣ ΕΝΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΝΕΟΥ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ

Υπάρχει ιστορική ανασκόπηση των αντιλήψεων για τη δομή της ύλης; Ανακαλύπτει ο μαθητής μόνος του τις απαντήσεις στα ερωτήματά του; Γίνεται προσπάθεια οι μαθητές να αποκτήσουν γνώσεις που αφορούν θεωρίες, νόμους και θεμελιώδεις αρχές της χημείας, ώστε να είναι ικανοί να παρατηρούν, να περιγράφουν και να ερμηνεύουν χημικά φαινόμενα; Γίνεται στο υλικό αυτό προσπάθεια να κατανοούν τον κόσμο γύρω τους και να αποκωδικοποιούν τον τρόπο με τον οποίο αυτός λειτουργεί; Γίνεται αναφορά στις χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για την πρόληψη και την κατάσβεση των πυρκαγιών; Θίγεται το θέμα της τρύπας του όζοντος; Αντιμετωπίζεται η σύνδεση του νερού με τη ζωή; Υπάρχει προσπάθεια κάλυψης οικολογικών θεμάτων; Υπάρχει σύνδεση της χημείας με την καθημερινή ζωή;

### 4. ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

Πώς κρίνεις το ένθετο «Το μάθημα σε ερωτήσεις»; Πώς κρίνεις το ένθετο «Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφτείς και να καταλάβεις γιατί» κ.λπ.»;

## Αποτελέσματα και Συμπεράσματα

Ακολουθούν τα βασικά ευρήματα από την αξιολόγηση των τεσσάρων εκπαιδευτικών. Ως δυνατά σημεία του βιβλίου θεωρήθηκαν τα παρακάτω:

- ωθεί το πείραμα
- είναι συνεπές στον τρόπο χτισίματος της γνώσης
- η χρήση των μοντέλων γίνεται προσεκτικά
- λαμβάνει υπόψη τις παρανοήσεις των μαθητών
- ωθεί στην παρατήρηση, περιγραφή, ερμηνεία
- δεν στηρίζεται σε απευθείας αναφορά στους ορισμούς των εννοιών, αλλά στην αναγκαιότητα εισαγωγής τους
- η δομή του βιβλίου διευκολύνει αρκετά και επιτρέπει στον καθηγητή παραλλαγές στη σειρά διδασκαλίας, ιδιαίτερα δε στο εισαγωγικό κομμάτι του διδακτικού υλικού
- τα πειράματα είναι απλά, διδακτικά, εφαρμόσιμα με απλό εργαστηριακό εξοπλισμό.

Οι επισημάνσεις των καθηγητών ως προς τη διδακτική μεθοδολογία του βιβλίου (εποικοδομισμός, πειραματική διδασκαλία, σπειροειδής διδασκαλία) ήταν οι ακόλουθες:

- Σε κάθε μάθημα υπάρχουν απλά και διδακτικά πειράματα, το βιβλίο μπορεί να λειτουργήσει ταυτόχρονα και ως εργαστηριακός οδηγός.
- Όλες οι έννοιες εισάγονται με επαγωγικό–εποικοδομητικό τρόπο και όχι με τον παραδοσιακό αξιωματικό τρόπο, βοηθώντας τους μαθητές να δομήσουν νοητικά τις έννοιες που πραγματεύεται το παρόν διδακτικό υλικό.
- Υπάρχει σπειροειδής τρόπος διδασκαλίας, π.χ. στην αρχή του βιβλίου γίνεται αναφορά στις ουσίες και μείγματα (Μάθημα 4), ενώ στο μάθημα Χημικές ενώσεις και χημικά στοιχεία (Μάθημα 11) γίνεται εκ νέου αναφορά στις έννοιες αυτές. Ακόμα, στην ενότητα περί μορίων (ΕΝΟΤΗΤΑ Ε) γίνεται εκ νέου αναφορά στις καταστάσεις της ύλης (Μάθημα 3).

Κατά τις συνεντεύξεις, δόθηκε ιδιαίτερη βαρύτητα στον τρόπο εισαγωγής των εννοιών του μορίου και του ατόμου. Οι καθηγητές–αξιολογητές έδειξαν πραγματικά ενθουσιασμό με τη νέα προσέγγιση των εννοιών των μορίων και των ατόμων, θεωρώντας πολύ καλή την προσπάθεια εισαγωγής επαγωγικά πρώτα της έννοιας του μορίου και μετά της έννοιας του ατόμου σε αντίθεση με το σχολικό βιβλίο, όπου συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Επίσης έκριναν σωστή την καθυστερημένη εισαγωγή των μορίων και ατόμων (πλην ενός αξιολογητή), ύστερα από ένα μακροσκοπικό εισαγωγικό μέρος. Τέλος, επισήμαναν ότι θα ήταν αρκετά ενδιαφέρουσα η διδασκαλία του νέου αυτού βιβλίου στο γυμνάσιο, ιδιαίτερα οι ενότητες «ΜΟΡΙΑ» και «ΑΤΟΜΑ».

Ως προς τις τεχνικές προσεγγίσεις του βιβλίου («Μάθημα σε ερωτήσεις», «Για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφτείς και να καταλάβεις γιατί» κ.λπ.), κατεγράφησαν οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

Το ένθετο «το μάθημα σε ερωτήσεις» αποτελεί «τράπεζα ερωτήσεων» για τον καθηγητή περιορίζοντας ταυτόχρονα την παπαγαλία των μαθητών. Έτσι, αν μπορεί ο μαθητής ν' απαντά στις ερωτήσεις αυτές, κατέχει απόλυτα την ύλη του αντίστοιχου μαθήματος. Με το ένθετο «για να γνωρίσεις περισσότερα, να σκεφτείς και να καταλάβεις γιατί», ο μαθητής χτίζει σιγά-σιγά το επιστημονικό μοντέλο, καλλιεργώντας με τον τρόπο αυτό την κριτική του σκέψη. Επιπλέον, δίνεται το έναυσμα για δουλειά στην αίθουσα και στο σπίτι.

Τέλος, οι αξιολογητές έκαναν και επισημάνσεις και προτάσεις για τη βελτίωση του βιβλίου. Οι παρατηρήσεις αυτές συνοψίζονται ως εξής:

- Η διδασκαλία του υλικού θα μπορούσε να ξεκινήσει αρχίζοντας απευθείας από το 4<sup>ο</sup> μάθημα «ουσίες και μείγματα».
- Μέχρι τη σελ. 31, υπάρχουν πολλές έννοιες μαζεμένες που ίσως δυσκολεύουν τα παιδιά.
- Η έννοια του μορίου θα μπορούσε να εισαχθεί λίγο νωρίτερα.
- Κάποια εισαγωγικά θέματα να διδαχθούν πιο σύντομα, σαν ελεύθερη συζήτηση λόγω του μονόωρου του μαθήματος για να εξοικονομηθεί χρόνος για τη διδασκαλία των εννοιών του μορίου και του ατόμου.
- Συνήθη τυπογραφικά λάθη.

Η απάντηση των συγγραφέων του βιβλίου στις δύο πρώτες παρατηρήσεις (αλληλένδετες μεταξύ τους) είναι ότι δεν μπορεί να ξεκινήσει να μιλά κανείς για «ουσίες και μείγματα», αν προηγουμένως δεν έχει αναφερθεί σε έννοιες ιδιαίτερα σημαντικές για τη δόμηση του τρόπου σκέψης των μαθητών. Τέτοιες έννοιες είναι η ύλη και η ενέργεια, οι φυσικές και χημικές μεταβολές, (χωρίς όμως να γίνεται διάκριση μεταξύ τους λόγω του ότι αυτή απαιτεί την γνώση της χημικής αντίδρασης), οι χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών. Ταυτόχρονα δίνεται η δυνατότητα στον καθηγητή να μην κουράσει τους μαθητές, διδάσκοντας π.χ. το μάθημα «Εδαφος και Υπέδαφος» σαν ελεύθερο ανάγνωσμα, εξοικονομώντας χρόνο για να επιμείνει στις απολύτως απαραίτητες για τη διδασκαλία του έννοιες. Θα πρέπει οπωσδήποτε να παραδεχτούμε ότι οι έννοιες που εισάγονται στο εισαγωγικό μάθημα (ύλη, ενέργεια, αλληλεπίδραση) είναι δύσκολες. Πάντως η έννοια της ενέργειας δεν χρησιμοποιείται στα μαθήματα και μπορεί να παραλειφθεί χωρίς ουσιαστικά να επηρεάσει το υπόλοιπο υλικό. Απαιτούνται τότε κάποιες τροποποιήσεις στο εισαγωγικό μάθημα και στο μάθημα για τη χημική αντίδραση.

Όσον αφορά στην καθυστερημένη ή μη εισαγωγή της έννοιας του μορίου πρέπει να επισημανθούν τα ακόλουθα: Η διεθνής βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι οι μαθητές συναντούν μαθησιακές δυσκολίες όταν επιχειρούν να κατανοήσουν χημικές έννοιες όπως η έννοια του μορίου, όταν δηλ. προσπαθούν να μεταβούν νοητικά από το μακροσκοπικό στο υπομικροσκοπικό επίπεδο της ύλης και αντίστροφα. Ειδικότερα, διάφοροι ερευνητές (π.χ. Novick & Nussbaum 1978, 1981, Brook, Briggs, & Driver 1984, Haidar & Abraham 1991, Lee et al. 1993, Abraham, et al. 2002) έχουν ασχοληθεί με τις εναλλακτικές αντιλήψεις των μαθητών περί μορίων. Παρατηρήσεις σχετικές με τις φυσικές ιδιότητες (φυσική κατάσταση και θερμοκρασία) των μεμονωμένων μορίων από καθηγητές φυσικών επιστημών έχουν καταγραφεί σε εργασία του Τσαπαρλή (Δεκ. 1997 – Ιαν. 1998). Σε άλλες έρευνες (Heigton 1978, Johnstone 1991, Τσαπαρλής 1994a, Τσαπαρλής, 1997) έχει διατυπωθεί η άποψη ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες σε θέματα σχετικά με τη δομή της ύλης. Σχετικά πρόσφατη έρευνα (Toomet, DePierro, & Garafalo 2001) συνιστά καθυστερημένη εισαγωγή θεμάτων όπως η μοριακή και ατομική δομή στο δεύτερο εξάμηνο, ώστε να μπορούν οι μαθητές να ξεπεράσουν τις μαθησιακές δυσκολίες που προκύπτουν από τις έννοιες αυτές. Κατ' επέκταση, η σύνδεση ανάμεσα στο μακροσκοπικό, στο συμβολικό και στο υπομικροσκοπικό επίπεδο της ύλης θα συμβάλει σημαντικά στη δόμηση του τρόπου σκέψης και της νοηματικής ικανότητας των μαθητών (Γεωργιάδου & Τσαπαρλής 1998, Georgiadou & Tsaparlis 2000, Johnstone 2000).

Οι συγγραφείς συμφωνούν απόλυτα με την επισήμανση ότι κάποια εισαγωγικά θέματα μπορούν να συμπυκνωθούν διδακτικά, για να εξοικονομηθεί χρόνος για τις ενότητες των μορίων και ατόμων λόγω του μονόωρου του μαθήματος. Άλλωστε, δίνεται η δυνατότητα στον διδάσκοντα να επιλέξει κάποια μαθήματα να διδαχθούν είτε ως ελεύθερο ανάγνωσμα, είτε μέσω συζήτησης μέσα στην τάξη.

Συμπερασματικά όλοι οι καθηγητές-αξιολογητές συμφώνησαν ότι το διδακτικό υλικό ικανοποιεί τους στόχους, τους ειδικούς σκοπούς του νέου Διαθεματικού Ενιαίου Πλαισίου Προγραμμάτων Σπουδών Φυσικής και Χημείας. Προς την κατεύθυνση αυτή, όλοι αποδέχτηκαν πρόταση των συγγραφέων για συμμετοχή τους σε μια μελλοντική περαιτέρω



έρευνα στα σχολεία που διδάσκουν.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Το παρόν πειραματικό διδακτικό υλικό (χωρίς όμως την προκαταρκτική αξιολόγησή του από εκπαιδευτικούς) παρουσιάστηκε στο 20<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Χημείας (Ιωάννινα, 20-23/9/2005) καθώς και στο 15<sup>ο</sup> Σεμινάριο Διδακτικής της Χημείας (Αθήνα, 17-18 Δεκεμβρίου 2005).

### Παραπομπές

- Γεωργιάδου, Τ., Καφετζόπουλος, Κ., Προβής, Ν., Σπυρέλης, Ν. & Χηνιάδης, Δ.. Χημεία Β' Γυμνασίου, Αθήνα, ΟΕΔΒ.
- Γεωργιάδου, Α. & Τσαπαρλής, Γ. (1998). Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου "Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση", σσ. 65-70. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Χριστοδουλίδη.
- Πέτσιος, Σ., Σταμοβλάσης, Δ., Παπαφώτης Γ., & Τσαπαρλής, Γ. (2004). Βασικές γνώσεις που φέρνουν οι μαθητές από το γυμνάσιο στο λύκειο. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ, σσ. 170-175.
- Τσαπαρλής (1988). Διδασκαλία χημείας β' γυμνασίου: Μόρια και άτομα (Εφαρμογή της θεωρίας της διδακτικής στην πράξη). Λόγος και Πράξη, Τεύχος 33-35, 141-155.
- Τσαπαρλής, Γ. (1991). Θέματα διδακτικής φυσικής και χημείας στη μέση εκπαίδευση. Αθήνα, Γρηγόρης (Α' Έκδοση 1989).
- Τσαπαρλής, Γ. (1994). Η ατομική και η μοριακή δομή στη χημική εκπαίδευση: Κριτική θεώρηση από διάφορες σκοπίες της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών. Πρακτικά 4ου Συνεδρίου Χημείας Ελλάδας-Κύπρου (Ιωάννινα) 18-24.
- Τσαπαρλής, Γ. (1998). Πρόταση για ένα ενοποιημένο μάθημα φυσικής-χημείας στην α' γυμνασίου. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση», σελ. 535-540. Θεσσαλονίκη. Τσαπαρλής, Γ. (2001). Πρώτες και δεύτερες σκέψεις για την γυμνασιακή χημεία. Πρακτικά Δημερίδας ΕΔΙΦΕ, σελ. 93-104. Αθήνα: Εκδόσεις Γρηγόρη.
- Τσαπαρλής, Γ. (2002). Ο εποικοδομητισμός στη διδασκαλία της χημείας. Διδασκαλία Φυσικών Επιστημών - Έρευνα και Πράξη, Τεύχος 3, 50-52.
- Τσαπαρλής, Γ. & Καμπουράκης Κ. (2003). Εισαγωγή στις φυσικές επιστήμες (φυσική - χημεία) για την α' τάξη γυμνασίου. Ιωάννινα.
- Χατόγλου, Ε., Σταμοβλάσης, Δ., & Τσαπαρλής, Γ. (2003). Πόσο μπορεί να επηρεάσει ένα μάθημα διδακτικής των φ.ε. μετεκπαιδευόμενους μελλοντικούς και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς. Πρακτικά 1ου Πανελλήνιου Συνεδρίου της ΕΔΙΦΕ, σσ. 230-234.
- Abraham, M., Williamson, V. & Westbrook, S. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 147 - 165.
- Brook, A., Briggs, H. & Driver, R. (1984). Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter. University of Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Bunce, D. M. & Gabel, D. (2002). Differential effects on the achievement of males and females of teaching the particulate nature of chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 911 - 927.
- Georgiadou, A. & Tsaparlis, G. (2000). Chemistry teaching in lower secondary school with methods based on: a) psychological theories; b) the macro, representational, and submicro levels of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 217-216.
- Haidar, A. & Abraham, M. (1991). A comparison of applied and theoretical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 919 - 938.
- Herron, J. D. (1978). Piaget in the classroom. *Journal of Chemical Education*, 55, 165 - 170.

- Johnstone, A.H. (1991). Thinking about thinking. *International Newsletter on Chemical Education*, No. 6, 7 – 11.
- Johnstone, A.H. (2000). Teaching of chemistry – Logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 9 – 15.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W. & Berkheime, G. D. (1993). Changing middle school student's conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 249 – 270.
- Novick, S. & Nussbaum, J. (1981). Pupils understanding of the nature of matter: a cross age study. *Science Education*, 65, 1987 -196.
- Niaz, M.. (1993). 'Progressive problemshifts' between different research programs in science education: A Lakatosian perspective. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 757-765.
- Toomet, R, DePierro, E., & Garafalo, F. (2001). Helping students to make inferences about the atomic realm by delaying the presentation of atomic structure, *Chemistry Education Research and Practice*, 2, 129-144.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education - A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74, 922-925.
- Tsaparlis G. & Kampourakis K. (2000). An integrated physical-science (physics and chemistry) introduction for lower-secondary level (grade 7). *Chemistry Education Research and Practice*, 1, 281-294]