

Τιώργος Παπαγεωργίου

ΧΗΜΕΙΑ

για Εκπαιδευτικούς
Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης



Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Εξώφυλλο:

Ζωγραφιές των παιδιών Κωνσταντίνου και Ελένης, ηλικίας 10 και 6 χρονών αντίστοιχα, με θέμα τη «Χημεία», μετά από σχετική συζήτηση για την επιστήμη της Χημείας.

ISBN 978-960-456-141-4

© Copyright, 2009, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Γιώργος Παπαγεωργίου

Το παρόν έργο πνευματικής ιδιοκτησίας προστατεύεται κατά τις διατάξεις του Ελληνικού νόμου (Ν.2121/1993 όπως έχει τροποποιηθεί και ισχύει σήμερα) και τις διεθνείς συμβάσεις περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Απαγορεύεται απολύτως η άνευ γραπτής άδειας του εκδότη κατά οποιοδήποτε τρόπο ή μέσο αντιγραφή, φωτοανατύπωση και εν γένει αναπαραγωγή, εκμίσθωση ή δανεισμός, μετάφραση, διασκευή, αναμετάδοση στο κοινό σε οποιαδήποτε μορφή (ηλεκτρονική, μηχανική ή άλλη) και η εν γένει εκμετάλλευσή του συνόλου ή μέρους του έργου.



**Φωτοστοιχειοθεσία
Εκτύπωση**

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο γλμ Θεσ/νίκης-Περαίας
Τ.Θ. 4171 • Περαία Θεσσαλονίκης • Τ.Κ. 570 19
Τηλ.: 2392.072.222 - Fax: 2392.072.229
e-mail: info@ziti.gr

Βιβλιοπωλείο

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27 • 546 35 Θεσσαλονίκη
Τηλ. 2310.203.720, Fax 2310.211.305
e-mail: sales@ziti.gr

www.ziti.gr

Όταν το 1991 πρωτοξεκίνησα να διδάσκω Χημεία σε φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Δ.Π.Θ., οι απόψεις μου για το τι γνώμη έχουν οι μελλοντικοί δάσκαλοι για τη Χημεία, ήταν πολύ διαφορετικές απ' ό, τι σήμερα. Στα χρόνια που μεσολάβησαν, τόσο η επαφή μου με τους φοιτητές, όσο και με τους εν ενεργεία δασκάλους σε προγράμματα επιμόρφωσης, με ανάγκασαν να καταλήξω στο συμπέρασμα ότι, η Χημεία δεν είναι ιδιαίτερα αγαπητή από τους δασκάλους. Στο διάστημα αυτό, δε θυμάμαι και πολλούς φοιτητές να εκφράστηκαν θετικά γι αυτήν. Αντίθετα, θυμάμαι δηλώσεις όπως, *ποτέ μου δεν κατάλαβα Χημεία...*, *ξέρετε, εγώ είμαι από άλλη δέσμη και δεν ξέρω Χημεία...*, *ήρθα σε Παιδαγωγικό Τμήμα για να αποφύγω τη Χημεία...*, κ.α.

Διδάσκοντας Χημεία κάτω από αυτές τις συνθήκες, και αναλογιζόμενος ότι, οι σημερινοί φοιτητές των Παιδαγωγικών Τμημάτων είναι αυτοί που θα διδάξουν Χημεία στους αυριανούς μαθητές, αναγκάζεται κανείς, από τη μία να στραφεί σε μια πιο εκλαϊκευμένη απόδοση του μαθήματος της Χημείας (για να καταλάβουν οι ίδιοι οι φοιτητές βασικές έννοιες της Χημείας) και από την άλλη να δώσει έμφαση στη διδακτική της Χημείας (για να μπορέσουν οι αυριανοί δάσκαλοι να μεταδώσουν σωστά στα παιδιά, έστω μερικές από αυτές τις βασικές έννοιες Χημείας). Το συγκεκριμένο βιβλίο εστιάζει περισσότερο στο πρώτο από αυτά.

Το περιεχόμενο του βιβλίου καθορίστηκε με βάση το αντίστοιχο αναλυτικό πρόγραμμα που ισχύει σήμερα για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και περιέχει θέματα που άπτονται αυτών που πραγματικά απασχολούν το δημοτικό σχολείο σήμερα. Πέρα από την προσπάθεια εκλαϊκευσης των θεμάτων που αναλύονται, έγινε παράλληλα και μια προσπάθεια περιορισμού του συμβολισμού και των ποσοτικών σχέσεων, στο μέτρο του δυνατού. Στόχος είναι, να υπάρχει ένα βιβλίο, που θα χρησιμοποιηθεί σήμερα από το φοιτητή για να καταλάβει την ουσία αλλά και την αξία ορισμένων βασικών εννοιών Χημείας, αλλά και αύριο από τον ίδιο, ως δάσκαλο, έστω και ως ένα βιβλίο αναφοράς για να διευκολυνθεί στο τόσο ουσιαστικό έργο του.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων όλους όσους θα χρησιμοποιήσουν το βιβλίο, διαβάζοντάς το χωρίς αρνητικές προδιαθέσεις και έχοντας την πρόθεση να καταλάβουν πραγματικά το περιεχόμενό του.

Γ. Παπαγεωργίου
Αλεξανδρούπολη, Ιανουάριος 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή	7
1.1. Γιατί τα παιδιά πρέπει να μαθαίνουν Χημεία;	8
1.2. Ποιες βασικές γνώσεις Χημείας είναι χρήσιμο να ενταχθούν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση;	9
1.3. Το αναλυτικό πρόγραμμα και τα σχολικά βιβλία	12
2. Γενικά για την ύλη - Διάκριση βασικών εννοιών	15
2.1. Υλικό και αντικείμενο	15
2.2. Η έννοια της ουσίας	17
2.3. Μακροσκοπικές και μικροσκοπικές προσεγγίσεις της ύλης	19
2.4. Ο συμβολισμός στη Χημεία	20
3. Το άτομο (και το ιόν)	21
3.1. Η δομή του ατόμου	23
3.2. Το μοντέλο του Bohr	25
3.3. Ένα πιο σύγχρονο μοντέλο	28
4. Μια κατάταξη των στοιχείων	35
4.1. Η περιοδικότητα των ιδιοτήτων των στοιχείων	39
5. Χημικός δεσμός και διαμοριακές δυνάμεις	45
5.1. Τι είναι ο χημικός δεσμός;	45
5.2. Είδη δεσμών	48
5.2.1. Ομοιοπολικός δεσμός – Η έννοια του μορίου	48
5.2.2. Ετεροπολικός ή ιοντικός δεσμός – Η έννοια του ιοντικού κρυστάλλου	50
5.2.3. Μεταλλικός Δεσμός – Η έννοια του μεταλλικού κρυσταλλικού πλέγματος	53
5.3. Μια κατηγοριοποίηση των ουσιών	54
5.4. Διαμοριακές δυνάμεις	58

6. Διάκριση φυσικών και χημικών αλλαγών των ουσιών	63
6.1. Τα φυσικά φαινόμενα	63
6.2. Τα χημικά φαινόμενα	68
6.3. Πότε συμβαίνει μια χημική αλλαγή;	71
7. Χημικές αντιδράσεις	73
7.1. Θερμοχημικές αντιδράσεις	74
7.2. Γρήγορες και αργές αντιδράσεις	74
7.3. Αμφίδρομες αντιδράσεις	75
7.4. Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις	76
7.5. Ταξινόμηση των χημικών αντιδράσεων με κριτήριο τη μορφή της εξίσωσής τους	76
7.6. Μοριακές και ιοντικές αντιδράσεις	82
8. Νερό – Μια σημαντική ουσία	83
8.1. Η πολικότητα του νερού	84
8.2. Η ιδιόρρυθμη διαστολή του νερού	85
8.3. Η σκληρότητα του νερού	88
9. Υδατικά διαλύματα	91
9.1. Ηλεκτρολυτικά διαλύματα	93
9.1.1. Διαλύματα οξέων και βάσεων	93
9.1.2. Διαλύματα αλάτων	95
9.2. Η διάσταση του νερού και το pH	96
10. Οργανικές ουσίες	103
10.1. Καύσιμα	106
10.2. Τρόφιμα	108
10.2.1. Υδατάνθρακες	108
10.2.2. Λίπη	109
10.2.3. Πρωτεΐνες	112
Βιβλιογραφία	114

Αν και η Χημεία ως επιστήμη είναι συνυφασμένη με τις περισσότερες εκδηλώσεις της καθημερινής μας ζωής, το ίδιο το αντικείμενο της Χημείας δεν είναι αγαπητό και δε γίνεται εύκολα κατανοητό από την πλειοψηφία των μαθητών των δύο πρώτων βαθμίδων της εκπαίδευσης. Θεωρείται ένα από τα δυσκολότερα μαθήματα και ως αυτοδύναμο μάθημα εισάγεται για πρώτη φορά στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση είναι ενταγμένο στο γενικότερο πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών και διδάσκεται από το δάσκαλο που, όπως είναι εκ των πραγμάτων φυσικό, δεν μπορεί να έχει ιδιαίτερες γνώσεις Χημείας.

Ωστόσο, ο εκπαιδευτικός της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης θα πρέπει να έχει κατανοήσει καταρχήν ο ίδιος ορισμένες βασικές έννοιες της Χημείας, ώστε στο πλαίσιο των δυνατοτήτων που του δίνονται, να δημιουργήσει τις προϋποθέσεις εκείνες, ώστε ο μαθητής να κατανοήσει κι αυτός με τη σειρά του τις σημαντικότερες από τις έννοιες αυτές. Παράλληλα θα πρέπει να μπορεί να του εμπνεύσει, αν όχι αγάπη για το αντικείμενο αυτό, τουλάχιστον μια στοιχειώδη αίσθηση άνεσης και οικειότητας με το χώρο της Χημείας.

Στο πλαίσιο αυτό δημιουργούνται μερικά ερωτήματα:

- ❖ Γιατί ένας μαθητής Δημοτικού να διδάσκεται θέματα Χημείας; Που θα του χρησιμεύσουν;
- ❖ Ποιες είναι αυτές οι βασικές γνώσεις Χημείας που θα πρέπει να γνωρίζει ένας δάσκαλος;
- ❖ Ποιες από αυτές τις γνώσεις τελικά, δάσκαλοι και μαθητές θα διαπραγματεύονται μέσα στις σχολικές τάξεις;
- ❖ Με ποια κριτήρια γίνεται η επιλογή αυτών των θεμάτων Χημείας για το Δημοτικό Σχολείο;

- ❖ Πώς ο δάσκαλος, αφού έχει κατανοήσει τις έννοιες αυτές θα τις μετασχηματίσει διδακτικά, ώστε να μπορούν να γίνουν κατανοητές από τους μαθητές;

Στη συνέχεια θα γίνει μια προσπάθεια να απαντηθούν τα ερωτήματα αυτά.

1.1

Γιατί τα παιδιά πρέπει να μαθαίνουν Χημεία;

Όπως όλες οι επιστήμες που εντάσσονται μέσα στο γενικότερο πλαίσιο των Φυσικών Επιστημών, έτσι και η Χημεία βοηθά το μαθητή στη διαμόρφωση μιας **πληρέστερης και σωστότερης άποψης για τον κόσμο**. Ξεκινώντας από τη δομή του ίδιου του οργανισμού του και προχωρώντας προς θέματα που αφορούν το καθημερινό του περιβάλλον, ο μαθητής μπορεί να κατανοεί καλύτερα αυτά που συμβαίνουν στον ίδιο ή γύρω του και να τα ερμηνεύει σωστά. Παράλληλα, η γνώση της Χημείας συμβάλλει στην **ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων**, όπως για παράδειγμα στην ανάπτυξη της παρατήρησης, της ταξινόμησης, ή της επικοινωνίας. Ο μαθητής μπορεί καλύτερα να ταξινομεί τα υλικά που μαθαίνει και να κατανοεί τις ιδιότητές τους. Μπορεί ακόμη να κάνει χρήσιμες παρατηρήσεις σ' ένα φαινόμενο που εξελίσσεται μπροστά του, ώστε να οδηγείται σε σωστά και χρήσιμα συμπεράσματα π.χ. για το αν υπάρχει αλλαγή στη σύσταση των ουσιών που μετέχουν στο φαινόμενο ή όχι. Ακόμη, η ενασχόληση με την επιστήμη της Χημείας οδηγεί στην **ανάπτυξη της κριτικής σκέψης**. Ο μαθητής μπορεί να ερμηνεύει καλύτερα φαινόμενα της καθημερινής ζωής ή να κάνει προβλέψεις: Γιατί το νερό μπορεί και διαλύει ένα τόσο μεγάλο αριθμό ουσιών; Τι συνέπειες έχει για την υγεία μας ο τρόπος επεξεργασίας, συντήρησης ή μαγειρέματος ενός τροφίμου; Τι θα συμβεί αν η χρήση επικίνδυνων για το περιβάλλον υλικών γίνεται αλόγιστα;

Αν όλα αυτά τα δούμε μέσα από το πρίσμα των νέων διδακτικών προσεγγίσεων που γίνονται στο χώρο των Φυσικών Επιστημών, θα λέγαμε ότι η διδασκαλία της Χημείας στο Δημοτικό σχολείο δημιουργεί τις προϋποθέσεις εκείνες, ώστε τα παιδιά να αποκτήσουν σιγά-σιγά **χημική συνείδηση**. Ο απώτερος στόχος δηλαδή, θα λέγαμε ότι είναι μια κατάσταση, όπου τα παιδιά θα φτάσουν στο σημείο να καταλαβαίνουν τα δρώμενα στην καθημερινή τους ζωή, όχι αποκομμένα από τις γνώσεις που έχουν διδαχθεί περί τη Χημεία, αλλά ως άμεση συνέπεια και εφαρμογή αυτών. Ακόμη, να καταλαβαίνουν τη συμβολή της Χημείας στους άλλους επιστημονικούς χώρους και την Τεχνολογία, αλλά και σε χώρους όπως η φιλοσοφία, η Ιστορία και η τέχνη.

Το σημαντικότερο σε όλα αυτά είναι ότι δημιουργούνται έτσι οι προϋποθέσεις επίτευξης ενός **χημικού αλφαριθμητισμού**¹. Και είναι σημαντικό αυτό, γιατί μέσα σ' ένα τέτοιο πλαίσιο, οι αυριανοί πολίτες (οι σημερινοί μαθητές) στην πλειοψηφία τους θα είναι σε θέση:

- ✓ Να καταλαβαίνουν και να επεξεργάζονται μέσα από μια κριτική σκέψη τα ουσιαστικά και σημαντικά σημεία όλων όσων ακούν ή διαβάζουν στις εφημερίδες και τα μέσα μαζικής ενημέρωσης, στο βαθμό που αυτά πραγματικά συμβαίνουν.
- ✓ Να παρακολουθούν συζητήσεις και δρώμενα που προϋποθέτουν βασικές γνώσεις Χημείας και μέσα από αυτές να αντλούν ιδέες χρήσιμες για τη δική τους καθημερινότητα.

1.2

Ποιες βασικές γνώσεις Χημείας είναι χρήσιμο να ενταχθούν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση;

Με βάση τα όσα αναπτύχθηκαν στην προηγούμενη ενότητα, θα έλεγε κανείς ότι η Χημεία είναι ένα χρήσιμο για την Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση αντικείμενο, τόσο γιατί βοηθά το παιδί στην ηλικία που βρίσκεται, στο να διαμορφώσει μια πληρέστερη και σωστότερη άποψη για τον κόσμο, όπως ήδη αναφέρθηκε, αλλά και γιατί βάζει τα θεμέλια για τη διαμόρφωση στο μέλλον ενός πιο συνειδητοποιημένου και ενεργοποιημένου πολίτη στην κοινωνία. Αυτό σημαίνει αντίστοιχα ότι και το περιεχόμενο της Χημείας στη βαθμίδα αυτή θα πρέπει να είναι προσανατολισμένο στους δύο αυτούς βασικούς άξονες.

Από τη μια λοιπόν, θα πρέπει ο μαθητής να αρχίσει να εξοικειώνεται με θέματα Χημείας, απλά, καθημερινά, χρηστικά, αλλά από την άλλη, θα πρέπει να έρθει σε επαφή με θεμελιώδεις αρχές και έννοιες της Χημείας, ώστε αργότερα να μπορεί να τις καταλάβει καλύτερα και να τις χρησιμοποιεί. Επιπρόσθετα, για τη διαμόρφωση ενός περιεχομένου, θα πρέπει να λάβει κανείς υπόψη του το γεγονός ότι, *η Χημεία είναι η επιστήμη που σχετίζεται με την ίδια την ύλη, μελετά και επεμβαίνει στη δομή της, όπως επίσης μελετά τις ιδιότητές της και τους μετασχηματισμούς τους.*

1. Millar, R. (2004) *Scientific literacy: a feasible goal for the school science curriculum?*, Φυσικές Επιστήμες – Διδασκαλία, μάθηση και εκπαίδευση: 4^ο Πανελλήνιο Συνέδριο για τη διδακτική των Φυσικών επιστημών και τις νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση, Αθήνα, Πρακτ. σελ. 19-21.

Αν και το να καταλήξει κανείς σε ένα συγκεκριμένο περιεχόμενο για ένα μάθημα είναι κάτι το ιδιαίτερα δύσκολο, συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω θα λέγαμε τα εξής:

Ένας μαθητής θα πρέπει από τη μία να αρχίσει μια γνωριμία με τη **δομή της ύλης** σ' ένα τέτοιο επίπεδο που να μην είναι ιδιαίτερα δύσκολα κατανοητό, αλλά το οποίο αργότερα να μπορεί να συμπληρωθεί και να εξελιχθεί σε κάτι πιο ολοκληρωμένο. Αυτό σημαίνει ότι ο δάσκαλος θα πρέπει να είναι γνώστης (όχι απαραίτητα με λεπτομέρειες) όλης αυτής της πορείας και άρα να έχει καταλάβει ο ίδιος τα αντίστοιχα θέματα. Ο βαθμός προσέγγισης των θεμάτων αυτών από το δάσκαλο θα πρέπει να είναι αρκετά ικανοποιητικός για τα θέματα που άπτονται άμεσα του επιπέδου του Δημοτικού, ενώ θα μπορούσε να είναι πιο ελαστικός όσο η πολυπλοκότητα και η δυσκολία των θεμάτων αυξάνει, καθώς τείνει να απευθύνεται σε μεγαλύτερες βαθμίδες της Εκπαίδευσης.

Κάτι ανάλογο ισχύει και για τις **αλλαγές της ύλης**. Πολλά από τα φαινόμενα που συνοδεύουν τις αλλαγές αυτές είναι λίγο-πολύ γνωστά στους μαθητές (π.χ. βρασμός του νερού, καύση του ξύλου, σκούριασμα του καρφιού) και συνεπώς θα μπορούσαν να είναι προσεγγίσιμα στο Δημοτικό Σχολείο. Και πάλι όμως το ερώτημα είναι: σε ποιο επίπεδο;

Θα πρέπει καταρχήν ο μαθητής να γνωρίσει τα φαινόμενα αυτά. Άρα ο δάσκαλος θα πρέπει να είναι σε θέση να τον βοηθήσει να παρατηρήσει καλά όλα αυτά που θα του προσφέρουν τις αντίστοιχες χρήσιμες πληροφορίες για κάτι τέτοιο. Αν αυτό γίνει και παράλληλα ο μαθητής έχει καταλάβει βασικές αρχές για τη δομή της ύλης, τότε είναι εφικτό να γίνει μια πρώτη προσέγγιση σε επίπεδο ερμηνείας των φαινομένων αυτών στο Δημοτικό Σχολείο: Να αρχίσει δηλαδή ο μαθητής να καταλαβαίνει το τι ακριβώς γίνεται στη διάρκεια ενός φαινομένου και τι σημαίνει αυτό στην πράξη (π.χ. τι γίνεται στη διάρκεια μιας καύσης, ποια συστατικά είναι απαραίτητα, γιατί παράγεται θερμότητα, τι σημαίνει αυτό από ενεργειακή άποψη, κ.λ.π.)

Από την άλλη, ωστόσο, θα ήταν ανιαρό για ένα μαθητή να ασχολείται με θέματα που δε βρίσκουν **εφαρμογή στην καθημερινή ζωή**. Έτσι, μέσα στο περιεχόμενο της Χημείας θα πρέπει να δίνονται προεκτάσεις όλων αυτών στην καθημερινότητα και να προβλέπονται εφαρμογές τους. Είναι σημαντικό να καταλάβει ο μαθητής ότι οι ιδιότητες των ουσιών και γενικότερα των υλικών είναι αυτές που καθορίζουν σε πολλά σημεία την ποιότητα της ζωής μας. Τα σκεύη, τα ρούχα, το κάθε τι που χειριζόμαστε έχει σχεδιαστεί για να εξυπηρετεί ένα σκοπό, με βάση τη δομή και συνεπώς τις ιδιότητες του υλικού που αποτελείται: Τα καλώδια θα πρέ-

πει να είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού, γι αυτό και είναι μεταλλικά, τα παράθυρα θα πρέπει να αφήνουν το φως να περνάει, γι αυτό είναι φτιαγμένα από γυαλί, τα χειμερινά ρούχα θα πρέπει να είναι καλοί μονωτές, γι αυτό είναι φτιαγμένα από μαλλί, κ.λ.π. Αλλά και οι αλλαγές στη δομή των υλικών έχουν ιδιαίτερη σημασία στην καθημερινότητα. Πόσο σημαντικό θεωρούμε άραγε, το να καταλαβαίνει ο μαθητής τη σπουδαιότητα των αλλαγών που συμβαίνουν στα τρόφιμα κατά το μαγείρεμα; Πόσο σημαντικό είναι αυτό για την κατανόηση της έννοιας της υγιεινής διατροφής και κατ' επέκταση της καλύτερης ποιότητας της ζωής μας;

Βέβαια, η σύνδεση της Χημείας με την καθημερινότητα δε γίνεται με απλές αναφορές από το δάσκαλο σε σχετικά θέματα. Θα πρέπει και η όλη διαδικασία της διδασκαλίας να γίνεται με έναν όσο το δυνατό πιο προσιτό και εκλαϊκευμένο τρόπο για το μαθητή, τόσο ως προς τη χρήση των αντίστοιχων εννοιών, όσο και των εφαρμογών με απλά πειράματα. Πόσο δύσκολο είναι άραγε να εξηγήσουμε σ' ένα μαθητή του δημοτικού το πώς και γιατί σχηματίζεται η υγρασία εσωτερικά στα τζάμια των παραθύρων κατά τους χειμερινούς μήνες; Στην περίπτωση αυτή, ένα αντίστοιχο πείραμα με συμπύκνωση υδρατμών από νερό που βράζει μπορεί να βοηθούσε, αλλά παράλληλα, ο μαθητής θα πρέπει να έχει καταλάβει θέματα που αφορούν στη σύσταση του ατμοσφαιρικού αέρα και στις αλλαγές κατάστασης των ουσιών. Γενικότερα, η χρήση πειραμάτων με όσο το δυνατόν πιο απλά μέσα ή απλών δραστηριοτήτων (π.χ. αν βυθίζεται ή όχι ένα κομμάτι ενός υλικού σ' ένα ποτήρι νερό) θα πρέπει να εντάσσονται στο περιεχόμενο μιας διδασκαλίας στο Δημοτικό Σχολείο, αν βέβαια συνοδεύονται από την κατάλληλη υποστήριξη και ανάλυση των αντίστοιχων εννοιών.

Προς την ίδια κατεύθυνση της σύνδεσης της Χημείας με την καθημερινότητα και συνεπώς της απόκτησης μελλοντικά «χημικής συνείδησης» από το μαθητή, κινούνται και οι συζητήσεις που μπορούν να γίνουν μέσα στη σχολική τάξη, σχετικά με τη συμβολή της Χημείας στα σύγχρονα επιτεύγματα. Η εξάρτηση για παράδειγμα, της τεχνολογικής εξέλιξης από την «ενέργεια» είναι κάτι που φέρνει και πάλι τη Χημεία στο προσκήνιο. Ποιες είναι για παράδειγμα, οι ουσίες αλλά και οι διαδικασίες, που συμβάλουν στην παραγωγή ενέργειας; Τι είναι τα καύσιμα και πώς η Χημεία συμβάλλει στην καλύτερη ποιότητά τους; Τι σημαίνει αυτό για την ίδια την τεχνολογία, τη δική μας ποιότητα ζωής, αλλά και την ποιότητα του περιβάλλοντος; Για να απαντηθούν τέτοια ερωτήματα ή έστω να προσεγγιστούν με αντίστοιχες συζητήσεις μέσα στη σχολική τάξη, θα πρέπει ο δάσκαλος να είναι ενήμερος σχετικά, και να έχει ο ίδιος συνειδητοποιήσει τις βασικές δομές της σχέσης της Χημείας με την καθημερινότητα.

Αν ρίξει κανείς μια ματιά στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών του δημοτικού σχολείου σήμερα, θα διαπιστώσει ότι στα πλαίσια του μαθήματος «*Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο*» υπάρχουν αρκετές ενότητες που απασχολούν θέματα Χημείας: Ιδιότητες των υλικών, μόρια και άτομα - δομή του ατόμου, στοιχεία και χημικές ενώσεις, συμβολισμός στοιχείων και χημικών ενώσεων, αλλαγές κατάστασης ουσιών, αλληλεπιδράσεις ουσιών - χημικά φαινόμενα, οξέα - βάσεις - οξειδία - άλατα, διαλύματα, ιδιότητες διαλυμάτων οξέων και βάσεων, μεταλλεύματα, πετρέλαιο - ορυκτοί άνθρακες - φυσικό αέριο. Τα θέματα αυτά θα πρέπει να διδαχτούν (σύμφωνα με το Πρόγραμμα) στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού Ε' και Στ'. Στους ειδικούς σκοπούς του μαθήματος αναφέρεται ότι θα πρέπει «...οι μαθητές να είναι ικανοί, όχι μόνο να παρατηρούν τα φυσικά και χημικά φαινόμενα και να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους, αλλά και να τα **ερμηνεύουν**, στο επίπεδο που τους επιτρέπει η αντιληπτική ικανότητα της ηλικίας τους.»

Τα βιβλία που έχουν κυκλοφορήσει τα τελευταία χρόνια και πλαισιώνουν τη διδασκαλία του συγκεκριμένου μαθήματος, οδηγούν το μαθητή μέσα από μια πορεία που ξεκινά από την πρόκληση του ενδιαφέροντος και τη διατύπωση υποθέσεων, προχωρά σε πειραματισμούς, παρατήρηση και καταγραφή για να καταλήξει σε συμπεράσματα, ώστε να μπορέσει ο ίδιος να δώσει μια εξήγηση του φαινομένου που μελετά. Ωστόσο, ο μαθητής δεν ξεφεύγει από τη περιγραφή του φαινομένου, αφού οποιαδήποτε εξήγηση προϋποθέτει την ανάπτυξη ενός σκεπτικού που αφορά στη δομή της ύλης. Στο σημείο αυτό φαίνεται να υπάρχει και το μεγαλύτερο πρόβλημα, αφού στην ηλικία των μαθητών του δημοτικού σχολείου (στατιστικά) δεν έχει αναπτυχθεί η αφαιρετική σκέψη, κάτι που φέρεται από πολλούς ως προϋπόθεση για την κατανόηση της μικροσκοπικής δομής της ύλης². Μένοντας λοιπόν σε περιγραφικό επίπεδο, οι συγγραφείς των σχολικών βιβλίων ασχολούνται σαφώς περισσότερο με μελέτες φυσικών παρά χημικών φαινομένων, τα οποία (χημικά) έχουν αυξημένη πολυπλοκότητα.

2. Fensham, P. (1994). Beginning to teach chemistry. In P. Fensham, R. Gunstone and R. White (eds), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*, (London, Falmer), 14-28.

Ωστόσο, πολλές έρευνες που γίνονται τα τελευταία χρόνια προς την κατεύθυνση της διδασκαλίας της δομής της ύλης³ συγκλίνουν προς μια άποψη: Οι μαθητές των δημοτικών σχολείων είναι σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό ικανοί απ' ό τι πιστεύαμε παλιότερα, στο να διαμορφώνουν επιστημονικά αποδεκτές απόψεις για τη δομή της ύλης. Οι έρευνες αυτές φέρνουν στο φως σοβαρές ενδείξεις ότι ένα απλοποιημένο μοντέλο για τη δομή της ύλης θα μπορούσε να διδαχθεί στο δημοτικό σχολείο. Το μοντέλο αυτό, που διεθνώς φέρεται ως «σωματιδιακό μοντέλο της ύλης», φαίνεται να γίνεται αποδεκτό σε σημαντικό βαθμό και να χρησιμοποιείται από τους μαθητές για την ερμηνεία φαινομένων. Το πώς διαμορφώνεται ένα τέτοιο απλοποιημένο μοντέλο για το δημοτικό σχολείο είναι ένα τεράστιο ζήτημα, το οποίο όμως ξεφεύγει από τους στόχους αυτού του κειμένου. Είναι όπως λέμε ένα θέμα «διδακτικού μετασχηματισμού», με απώτερο στόχο την καθιέρωση μιας συγκεκριμένης «πορείας εργασίας» που θα έχει ο εκπαιδευτικός της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης στη διάθεσή του, ώστε να διδάξει θέματα που αφορούν, τόσο στην ίδια τη δομή της ύλης, όσο και στα φαινόμενα αλλαγής της (φυσικά και χημικά). Απαραίτητη προϋπόθεση όμως για έναν τέτοιο μετασχηματισμό είναι η γνώση από το δάσκαλο της ίδιας της δομής της ύλης και των σχετικών φαινομένων που αφορούν στις αλλαγές της. Αν ο δάσκαλος έχει καταλάβει τα θέματα αυτά, τότε στη συνέχεια θα μπορεί να καταλάβει και τον τρόπο με τον οποίο μετασχηματίζονται οι αντίστοιχες πληροφορίες, ώστε να μπορούν να διδαχτούν στο δημοτικό και να είναι προσιτές στο μαθητή.

3. Johnson, P. M. (1998) Progression in children's understanding of a "basic" particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education*, 20, 393-412.

Lee, O., Eichinger, D., Anderson, C., Berkheimer, C. and Blakeslee, T. (1993) Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 249-270.

Maskill R, Cachapuz, F. C. A. and Koulaïdis, V. (1997) Young pupils' ideas about the microscopic nature of matter in three different European countries, *International Journal of Science Education*, 19, 631-645.

Nakhleh, M. B. and Samarapungavan, A. (1999) Elementary school children's beliefs about matter, *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 777-805.

Skamp, K. (1999) Are atoms and molecules too difficult for Primary education? *School Science Review*, 81(295), 87-96.

Tsai, C-C. (1999) Overcoming Junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 83-91.

2

Γενικά για την ύλη. Διάκριση βασικών εννοιών

Αναφέρθηκε εισαγωγικά ότι η Χημεία είναι η επιστήμη που σχετίζεται με την ίδια την ύλη, μελετά και επεμβαίνει στη δομή της, όπως επίσης μελετά τις ιδιότητές της και τους μετασχηματισμούς τους. Θα πρέπει λοιπόν καταρχήν να γίνει κατανοητή η ίδια η έννοια της **ύλης**.

Αν και η πρωταρχική αυτή έννοια γίνεται συνήθως αντιληπτή με αισθητηριακά κριτήρια (για τους περισσότερους μαθητές, η ύλη είναι κάτι που βρίσκεται γύρω τους και μπορούν να την αντιληφθούν με τις αισθήσεις τους), έχει δύο βασικά χαρακτηριστικά: καταλαμβάνει συγκεκριμένο χώρο (έχει όγκο) και έχει και συγκεκριμένη μάζα. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά υποδηλώνουν την υλική υπόσταση και μπορούν να υποστηρίξουν οποιαδήποτε από τις γνωστές τρεις καταστάσεις (στερεή, υγρή και αέρια). Για ένα δάσκαλο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, η δυσκολία προσέγγισης της υλικής υπόστασης (κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας) αυξάνει καθώς μετακινούμαστε από τη στερεή προς την αέρια κατάσταση. Η αέρια κατάσταση της ύλης δηλαδή, γίνεται δύσκολα κατανοητή από τους μαθητές, αφού δεν υπακούει στα αισθητηριακά κριτήρια των μαθητών, αλλά ούτε μπορεί εύκολα να τεθεί στα πλαίσια του παραπάνω «επιστημονικού» ορισμού (όταν δεν αντιλαμβάνεται κανείς με ευκολία ένα αέριο, είναι δύσκολο να θεωρήσει ότι έχει μάζα ή καταλαμβάνει όγκο).

2.1

Υλικό και αντικείμενο

Ανεξάρτητα όμως από την κατάσταση στην οποία βρίσκεται, η ύλη απαντά με επιμέρους συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία ορίζουν κάθε φορά και ένα

συγκεκριμένο συστατικό της, ένα **υλικό** όπως λέμε. Τα χαρακτηριστικά αυτά που έχουν τα υλικά είναι ικανά να κάνουν αναγνωρίσιμο το κάθε υλικό και αναφέρονται ως **ιδιότητες** των υλικών. Δηλαδή, *ιδιότητα είναι κάθε χαρακτηριστικό γνώρισμα που μας πληροφορεί για το πώς είναι κάτι ή πώς συμπεριφέρεται.*

Ένα κομμάτι ξύλο ή ένα κομμάτι σοκολάτα γίνεται συνήθως εύκολα αναγνωρίσιμο (μόλις το δει ένα μαθητής, είναι πολύ πιθανό να το αναγνωρίσει). Αν ζητήσει όμως ένας εκπαιδευτικός από το μαθητή να δικαιολογήσει, γιατί το συγκεκριμένο υλικό είναι π.χ. ξύλο, τότε ενδεχομένως να αναφερθούν από το μαθητή, ιδιότητες που δεν είναι πάντα του συγκεκριμένου υλικού. Δηλαδή, στις ιδιότητες του ξύλου μπορεί να αναφερθεί το χαρακτηριστικό χρώμα του ή το ότι καίγεται, αλλά, κάποιος μαθητής μπορεί να αναφέρει το γεγονός ότι το ξύλο του φαίνεται να είναι ελαφρύ. Τότε δημιουργείται ένα θέμα: Ένα μικρό κομμάτι ξύλο είναι πράγματι ελαφρύ, αλλά ένα μεγάλο είναι βαρύ. Ο μαθητής λοιπόν, χωρίς να το καταλάβει, έχει αναφερθεί σε μια νέα έννοια, την έννοια του **αντικειμένου**. Αυτό συμβαίνει γιατί, σ' οποιοδήποτε υλικό κι αν αναφερόμαστε, πρακτικά, αναφερόμαστε σ' ένα μέρος του, σ' ένα κομμάτι του, ή όπως αλλιώς θα λέγαμε σε μια ποσότητά του. Η ποσότητα είναι από τα χαρακτηριστικά εκείνα που ορίζουν την έννοια του αντικειμένου.

Ουσιαστικά, ένα αντικείμενο αποτελείται από ένα συγκεκριμένο **υλικό**, έχει όμως επίσης ένα συγκεκριμένο **σχεδιασμό** (το σχήμα του, το αν είναι συμπαγές ή όχι, το αν είναι τραχύ ή λείο κ.λ.π.) και περιέχει μια συγκεκριμένη **ποσότητα** από το υλικό αυτό.

Στη σχολική ηλικία, καλό είναι να χρησιμοποιούνται σε σχετικές δραστηριότητες, υλικά που είναι συμπαγή και ομοιογενή. Στην περίπτωση αυτή η ποσότητα του υλικού που περιέχει ένα αντικείμενο συμβαδίζει με το μέγεθός του, Έτσι, ένα αντικείμενο φτιαγμένο από ένα συγκεκριμένο υλικό προσδιορίζεται μόνο από **το σχήμα** και **το μέγεθός** του. Η έννοια του αντικειμένου θα πρέπει να γίνει κατανοητή και να αποσαφηνιστεί, ώστε ιδιότητες που οφείλονται στο αντικείμενο να μη συγχέονται με αυτές του υλικού που περιέχει. Για παράδειγμα, ένα κομμάτι ξύλο επιπλέει, επειδή το ξύλο ως υλικό επιπλέει. Όμως και ένα μεταλλικό πλοίο επιπλέει. Η επίπλευση αυτή οφείλεται στο αντικείμενο (στο κατάλληλο σχήμα), αφού το μέταλλο ως υλικό δεν επιπλέει.

Στην πράξη λοιπόν, διαχειριζόμαστε αντικείμενα από συγκεκριμένα υλικά. Η Χημεία όμως, ως επιστήμη, ασχολείται μόνο με τα υλικά που περιέχονται στα αντικείμενα. Άρα, είναι σημαντικό να γίνει κατανοητό ότι ασχολείται μόνο με τις ιδιότητες που αναφέρονται στα υλικά αυτά καθαυτά και όχι στα αντικείμενα που

τα περιέχουν. Ανάλογα και ένας δάσκαλος θα πρέπει να προσανατολίζει τους μαθητές του στο να κάνουν παρατηρήσεις (όταν γίνεται σχετική μελέτη υλικών) με βάση τις ιδιότητες των υλικών και όχι των αντικειμένων.

2.2 Η έννοια της ουσίας

Κάθε υλικό λοιπόν, έχει ιδιότητες που το κάνουν αναγνωρίσιμο και το διαφοροποιούν από άλλα υλικά. Ωστόσο, οι ιδιότητες αυτές μπορεί να είναι μεταβλητές. Για παράδειγμα, το ξύλο που αναφέρθηκε παραπάνω, είναι ένα υλικό που ως προς το χρώμα του θα το χαρακτηρίζαμε μάλλον καφέ. Υπάρχουν όμως πολλές αποχρώσεις του καφέ. Όλα τα ξύλα δεν έχουν ακριβώς το ίδιο χρώμα. Άλλο χρώμα έχει το ξύλο της οξιάς, άλλο της καστανιάς, κ.λ.π. Ακόμη, το μέρος του δέντρου παίζει ρόλο στην απόχρωση του ξύλου. Ωστόσο, αν δει ένας μαθητής ένα κομμάτι ξύλο θα το αναγνωρίσει. Αυτό συμβαίνει γιατί οι αποχρώσεις των ξύλων δεν είναι τελείως ανεξάρτητες αλλά κυμαίνονται μέσα σ' ένα συγκεκριμένο εύρος. Παρόμοια, ένα κομμάτι σοκολάτα γίνεται αναγνωρίσιμο από τους μαθητές, αλλά και πάλι όλες οι σοκολάτες δεν έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά. Οι ιδιότητές τους όμως, δεν είναι τελείως ανεξάρτητες, π.χ. το θερμοκρασιακό σημείο που λιώνουν δεν είναι ίδιο, κυμαίνεται όμως σε ορισμένα πλαίσια (μπορεί να είναι 40 °C, ή 60 °C, όχι όμως 200 °C).

Στην περίπτωση που το εύρος αυτό μικρύνει πολύ, τότε μπορούμε να φτάσουμε στην περίπτωση όπου, ένα υλικό έχει όχι μόνο αναγνωρίσιμες, αλλά και συγκεκριμένες αμετάβλητες ιδιότητες. Για παράδειγμα, το νερό (το καθαρό) πάντα βράζει στους 100 βαθμούς Κελσίου σε αντίθεση με τη σοκολάτα που αναφέρθηκε παραπάνω. Σε μια τέτοια περίπτωση το υλικό που αναφερόμαστε είναι μια **ουσία**. Δηλαδή:

Οι ουσίες είναι περιπτώσεις απλών υλικών με συγκεκριμένες και αμετάβλητες ιδιότητες.

Οι ουσίες είναι ανεξάρτητες οντότητες με σαφή χαρακτηριστικά που δεν μπορούν εύκολα να διαχωριστούν και να αναλυθούν σε άλλες πιο απλές μορφές υλικών. Αν και αυτή η ευκολία διαχωρισμού είναι πολλές φορές υποκειμενική, θα λέγαμε ότι γενικά, οι ουσίες δεν αναλύονται σε απλούστερες, όταν χρησιμοποιούνται φυσικές μέθοδοι διαχωρισμού. Αντίθετα, όταν ένα υλικό αναλύεται σε άλλα

απλούστερα υλικά (ή ειδικότερα σε ουσίες), τότε το υλικό είναι ένα **μίγμα** ουσιών (συνυπάρχουν σ' αυτό πολλές ουσίες).

Μία ουσία μπορεί να έχει τη δυνατότητα να αναλυθεί σε κάτι απλούστερο, αν σ' αυτήν εφαρμοστούν πιο ειδικές μέθοδοι διαχωρισμού (χημικές μέθοδοι διαχωρισμού). Σ' αυτήν την περίπτωση αναφερόμαστε στις ουσίες εκείνες που χαρακτηρίζονται ως **χημικές ενώσεις**. Κάθε χημική ένωση αποτελείται από **χημικά στοιχεία**. Τα χημικά στοιχεία είναι επίσης ουσίες, αλλά δεν έχουν τη δυνατότητα να αναλυθούν σε κάτι απλούστερο, είτε με φυσικές, είτε με χημικές μεθόδους. Θα λέγαμε δηλαδή, ότι τα χημικά στοιχεία είναι οι πιο απλές μορφές υλικών, που μαζί με τις αμέσως συνθετότερες, τις χημικές ενώσεις, αποτελούν τις χημικές **ουσίες**. Θα πρέπει να τονιστεί ότι, τα χημικά στοιχεία μπορούν να αποτελούν ανεξάρτητες οντότητες ως ουσίες, αλλά μπορούν να είναι και συστατικά των χημικών ενώσεων. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση οι ανεξάρτητες οντότητες (ουσίες) είναι οι χημικές ενώσεις.

Παράδειγμα χημικής ένωσης είναι το νερό. Το νερό είναι μια ουσία, πράγμα που σημαίνει ότι έχει συγκεκριμένες και αμετάβλητες ιδιότητες (σημείο βρασμού 100 °C, σημείο πήξης 0 °C, άχρωμο υγρό κ.λ.π.). Δεν μπορεί να διαχωριστεί σε απλούστερες ουσίες, παρά μόνο αν εφαρμοστούν χημικές μέθοδοι διαχωρισμού. Μια τέτοια μέθοδος είναι η ηλεκτρόλυση. Με την ηλεκτρόλυση, το νερό διαχωρίζεται σε δύο άλλες ουσίες, το υδρογόνο και το οξυγόνο. Οι δύο αυτές ουσίες έχουν επίσης τα χαρακτηριστικά των ουσιών η καθεμία τους (το υδρογόνο είναι αέριο, καίγεται με χαρακτηριστικό κρότο, είναι το ελαφρύτερο απ' όλα τα αέρια κ.λ.π., το οξυγόνο είναι το απαραίτητο στοιχείο για κάθε καύση, είναι αέριο, όταν υγροποιείται έχει μπλε χρώμα, κ.λ.π.). Ούτε όμως το υδρογόνο, ούτε το οξυγόνο, μπορούν να διαχωριστούν σε κάποια άλλη απλούστερη μορφή ύλης, είτε με χημική, είτε με φυσική μέθοδο διαχωρισμού και άρα είναι χημικά στοιχεία. Το υδρογόνο, όπως και το οξυγόνο, αποτελούν ως ουσίες, ανεξάρτητες οντότητες με συγκεκριμένες ιδιότητες (π.χ. είναι αέρια σε κανονικές συνθήκες, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω), αλλά παράλληλα μπορούν να αποτελούν συστατικά της χημικής ένωσης «νερό». Στην τελευταία αυτή περίπτωση, η ουσία είναι το νερό, ενώ το υδρογόνο και οξυγόνο είναι τα συστατικά του νερού (τα χημικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται).

Επειδή οι ουσίες (ενώσεις και στοιχεία) είναι πολύ πιο απλές μορφές ύλης σε σχέση με τα μίγματα, και συνεπώς μελετώνται πιο εύκολα, στη συνέχεια θα ασχοληθούμε κυρίως με αυτές.

Η γνώση των ιδιοτήτων των ουσιών είναι σημαντική προϋπόθεση για την κατανόηση των περισσότερων θεμάτων που απασχολούν το χώρο των Φυσικών Επιστημών. Για παράδειγμα, όπως θα αναφερθεί αναλυτικά και στην αντίστοιχη ενότητα, στα χημικά φαινόμενα έχουμε δημιουργία νέων ουσιών και κατάργηση αυτών που προϋπήρχαν. Αυτό σημαίνει ότι, ιδιότητες που υπήρχαν πριν το φαινόμενο και που οφειλόταν στις ουσίες που αντίστοιχα προϋπήρχαν, δε θα υπάρχουν μετά, αφού στη διάρκεια του φαινομένου οι ουσίες άλλαξαν (δημιουργήθηκαν νέες) και συνεπώς άλλαξαν και οι ιδιότητές τους. Αν λοιπόν παρουσιαστεί ένα τέτοιο φαινόμενο μέσα σε μια σχολική τάξη, είτε με τη μορφή πειράματος, είτε με τη μορφή μιας δραστηριότητας, εκείνο που μπορούν να παρακολουθήσουν οι μαθητές είναι οι αλλαγές στις ιδιότητες. Αυτό που αντιλαμβάνονται οι μαθητές μέσω των ιδιοτήτων είναι όπως λέμε τα **μακροσκοπικά χαρακτηριστικά** του φαινομένου. Γενικά, αυτό που χαρακτηρίζεται ως **μακρόκοσμος** στη Χημεία, περιλαμβάνει οτιδήποτε γίνεται αντιληπτό άμεσα, είτε αισθητηριακά, είτε με τη χρήση κατάλληλων οργάνων μέτρησης (όπως για παράδειγμα, η θερμοκρασία γίνεται αντιληπτή με τη χρήση θερμομέτρου).

Ο μακρόκοσμος είναι ουσιαστικά ο κόσμος των εμπειριών των παιδιών και είναι αυτό στο οποίο μπορεί να βασιστεί αρχικά ένας δάσκαλος για να διδάξει θέματα Χημείας. Ωστόσο, μια μακροσκοπική προσέγγιση ενός θέματος, μπορεί να αυξάνει τις εμπειρίες ενός μαθητή, σταματάει όμως τη μελέτη του θέματος σε περιγραφικό επίπεδο. Αν όμως αυτός προσπαθήσει να εξηγήσει ένα φαινόμενο και να περάσει σε επίπεδο ερμηνειών, τότε θα πρέπει ο μαθητής να σκεφτεί πού οφείλονται όλα αυτά τα μακροσκοπικά χαρακτηριστικά. Γιατί, για παράδειγμα, μια συγκεκριμένη ουσία έχει τις συγκεκριμένες ιδιότητες που εμφανίζεται να έχει; Ή, πώς μπορεί μια ουσία, κατά τη διάρκεια ενός χημικού φαινομένου να μετατρέπεται σε μια άλλη;

Για να απαντηθούν ερωτήματα σαν τα παραπάνω, θα πρέπει να αναζητήσει κανείς τις απαντήσεις στις αντίστοιχες δομές των ουσιών. Αυτό σημαίνει ότι θα πρέπει να αποκτήσει γνώσεις σχετικές με τα δομικά συστατικά των ουσιών, τα μόρια, τα άτομα ή τα ιόντα. Ο κόσμος των μικρών αυτών σωματιδίων και των συστατικών τους (πρωτόνια, ηλεκτρόνια κ.λ.π.) είναι ένας άγνωστος για τους μαθητές κόσμος που χαρακτηρίζεται στη Χημεία ως **μικρόκοσμος**. Τα μικροσκοπικά χαρακτηριστικά των ουσιών διέπονται από «κανόνες» πολύ διαφορετικούς

από τους αντίστοιχους του μακρόκοσμου, για αυτό και είναι πολύ δύσκολο να προσεγγιστούν στο δημοτικό σχολείο. Ωστόσο, μόνο η γνώση αυτών των χαρακτηριστικών μπορεί να βοηθήσει ένα μαθητή να καταλάβει το τι ακριβώς συμβαίνει στη διάρκεια των φαινομένων και άρα να καταλάβει καλύτερα τον κόσμο μας. Ένας δάσκαλος λοιπόν, θα πρέπει να καταλάβει καταρχήν ο ίδιος, το τι πραγματικά συμβαίνει στο μικρόκοσμο, ώστε να μπορέσει να το χρησιμοποιήσει για την ερμηνεία των όσων συμβαίνουν στον μακρόκοσμο.

2.4

Ο συμβολισμός στη Χημεία

Συνήθως, η μελέτη ενός θέματος στο χώρο της Χημείας, π.χ. ενός φαινομένου, ξεκινά με παρατηρήσεις που γίνονται στο μακρόκοσμο, προχωρά σε αναλύσεις που χρησιμοποιούν μικροσκοπικά στοιχεία, και καταλήγει σε ερμηνείες που εκφράζονται τελικά μακροσκοπικά. Θα λέγαμε δηλαδή, ότι ένας δάσκαλος θα πρέπει στη διάρκεια μιας αντίστοιχης διδασκαλίας να κάνει τόσο μακροσκοπικές, όσο και μικροσκοπικές προσεγγίσεις του συγκεκριμένου θέματος. Πέρα, όμως από τα δύο αυτά επίπεδα, **μακροσκοπικό** και **μικροσκοπικό**, πολλές φορές στη Χημεία αναγκαζόμαστε να χρησιμοποιήσουμε και ένα τρίτο επίπεδο, το **συμβολικό**. Στο επίπεδο αυτό χρησιμοποιούνται τα γνωστά σύμβολα των στοιχείων (π.χ. άνθρακας C, υδρογόνο H, οξυγόνο O, κ.λ.π.), ώστε να παρασταθούν οι ουσίες και οι μεταβολές τους με απλό και σύντομο τρόπο. Ο συμβολισμός γενικά χρησιμοποιείται στη Χημεία, όταν γίνεται προσπάθεια να συντομευτεί η καταγραφή δομών, διαδικασιών, φαινομένων κ.λ.π. Στο δημοτικό σχολείο η χρήση του συμβολισμού είναι περιορισμένη, όμως στις περιπτώσεις που η έκτασή της γίνεται μεγάλη, δημιουργείται ένα είδος γλώσσας, η γλώσσα της Χημείας, που χρησιμοποιούν πολύ οι χημικοί για τη διευκόλυνσή τους. Ωστόσο, επειδή η χρήση του συμβολισμού πολλές φορές δημιουργεί προβλήματα σε όσους δε σχετίζονται άμεσα με τη Χημεία, στη συνέχεια του κειμένου, γίνεται προσπάθεια να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν πιο περιορισμένα.