

Περικλής Δ. Ακριβος

Αναπληρωτής καθηγητής Α.Π.Θ.

Στοιχεία Διδασκαλίας της Χημείας



ISBN: 978-960-456-336-4

© Copyright: 2012, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Π. Ακρίβος

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 εκμετάλλευση του συνόλου ή μέρους του έργου.

Φωτοστοιχειοθεσία

Εκτύπωση

Βιβλιοδεσία

Π. ΖΗΤΗ & Σια ΟΕ

18ο χλμ 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



www.ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ - ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ:

Αρμενοπούλου 27, 546 35 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310.203.720, Fax: 2310.211.305 • e-mail: sales@ziti.gr

ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ - ΕΝΩΣΗ ΕΚΔΟΤΩΝ ΒΙΒΛΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ:

Στοά του Βιβλίου (Πεσμαζόγλου 5), 105 64 Αθήνα • Τηλ.-Fax: 210.3211.097

ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΘΗΝΩΝ - ΠΩΛΗΣΗ ΧΟΝΔΡΙΚΗ:

Ασκληπιού 60, 114 71 Αθήνα

Τηλ.-Fax: 210.3816.650 • e-mail: athina@ziti.gr

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟΠΩΛΕΙΟ: www.ziti.gr

Πρόλογος

Οι πρόλογοι είναι συχνά από τα πιο άχαρα σημεία των βιβλίων επειδή εκεί πρέπει ή νιώθει την ανάγκη ο συγγραφέας να εξηγήσει τους λόγους για τους οποίους προχώρησε στη συγγραφή, να δικαιολογήσει την εμπειρία του στο αντικείμενο, την έλλειψη αντίστοιχων συγγραμμάτων (ή τουλάχιστον σύγχρονων ή ολοκληρωμένων) κι ακόμη να περιγράψει κατά το δυνατόν το κοινό στο οποίο απευθύνεται το βιβλίο. Ευτυχώς για τα διδακτικά βοηθήματα οι παραπάνω λόγοι σε μεγάλο βαθμό εκλείπουν οπότε ο συγγραφέας αισθάνεται πιο άνετος και έχει την ευχέρεια να σημειώσει πράγματα που ίσως είναι πιο ενδιαφέροντα για το γενικό αναγνώστη κι όχι για το μαθητή ή τον φοιτητή που θα πρέπει να διαβάσει το βιβλίο προκειμένου να καταρτιστεί στο αντικείμενο που αυτό πραγματεύεται. Το παρόν σύγγραμμα λοιπόν απευθύνεται καταρχήν στους φοιτητές του τμήματος Χημείας που είχαν την έμπνευση να επιλέξουν να ενημερωθούν πάνω στο αντικείμενο της διδακτικής της Χημείας. Το μάθημα βεβαίως υπόκειται στους γενικούς όρους περί ονοματοθεσίας οι οποίοι έχουν και μια ιδιαίτερη εφαρμογή στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα, κατά τη γνώμη όμως του συγγραφέα δεν θα ήταν καθόλου δόκιμο και αντιπροσωπευτικό του περιεχομένου και του στόχου του συγγράμματος να κυκλοφορήσει με τον αντίστοιχο τίτλο ώστε να είναι σαφής η σχέση του με το διδασκόμενο αντικείμενο.

Η διδακτική της Χημείας, όπως άλλωστε και όλων των φυσικών επιστημών, αποτελεί ένα αντικείμενο πολυδιάστατο και με μεγάλο εύρος καθώς περιλαμβάνει τουλάχιστον βασικές γνώσεις Χημείας, ιστορίας της Χημείας, παιδαγωγικής, ψυχολογίας και κυρίως παιδοψυχολογίας και επιστημολογίας αφού έχει ως στόχο να προετοιμάσει

όσο το δυνατόν καλύτερα τους αποφοίτους του τμήματος Χημείας ώστε να αναλάβουν το επίπονο, απαιτητικό και ουσιαστικό καθήκον της ενσωμάτωσης της απαραίτητης χημικής γνώστης στο γνωστικό υπόβαθρο των μαθητών τους δηλαδή ατόμων της επόμενης, νεότερης γενιάς η οποία εξ αντικειμένου αποτελεί το μέλλον της πατρίδας. Φυσικά στα παραπάνω θα πρέπει να περιληφθούν και βασικές γνώσεις δειγματοληψίας, στατιστικής και ανάλυσης από τα μαθηματικά αφού η διδακτική της Χημείας (όπως και κάθε άλλου αντικειμένου) συνδέεται με τη διαδικασία της αξιολόγησης των μαθητών και της ανατροφοδότησης μέσω της δικής τους αξιολόγησης του συστήματος έτσι ώστε να συντελείται η βαθμιαία αναμενόμενη πρόοδος στη διδασκαλία του αντικειμένου.

Οπωσδήποτε θα αναμενόταν μια επιτροπή αποτελούμενη από τόσα μέλη όσα και οι ειδικότητες που εμπλέκονται στο αντικείμενο της διδακτικής της Χημείας, με το καθένα να έχει την απαιτούμενη εγκυρότητα ώστε να καλύψει το σχετικό αντικείμενο, να έχει σχεδόν πλήρη αποτελεσματικότητα στη συγγραφή ενός σχετικού εγχειριδίου. Συμβαίνει όμως αυτό που η κοινή γνώμη πιστεύει και οι διδάσκοντες έχουμε κατανοήσει από καιρό, ότι δηλαδή μια τέτοια επιτροπή πέρα από τη χρονική καθυστέρηση δεν θα μπορούσε ποτέ να δώσει μια οριστική και απόλυτη ιεράρχηση του περιεχομένου ούτε των επιμέρους κεφαλαίων, θα σκόνταφτε στον καταμερισμό του έργου και τέλος θα είχε το αναπόφευκτο πρόβλημα της χρήσης διαφόρου τύπου ορολογίας για αντικείμενα που είναι τόσο ταυτόσημα ώστε και ο μέσος μαθητής να μπορεί να τα αντιληφθεί. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η ικανοποιητική επαφή με τη Χημεία και κυρίως με τα εργαστήρια των πρωτοετών φοιτητών, η αντίστοιχα ικανοποιητική επαφή με την Ιστορία καθώς και με την Ιστορία της Χημείας και με την Επιστημολογία, καθιστούν τον συγγραφέα ικανό να παρουσιάσει ένα σχετικώς ικανοποιητικό σύγγραμμα που να περιλαμβάνει, από τη σκοπιά του Χημικού, τα στοιχεία εκείνα που θα τον βοηθήσουν ώστε να βρει το δρόμο του στην πορεία της οργάνωσης της διδασκαλίας της Χημείας όπου και όταν κληθεί να την πραγματοποιήσει. Συνεπώς ο συγγραφέας δεν θα μπορούσε να τιτλοφορήσει το πόνημα αυτό ως «Διδακτική

της Χημείας» στη βάση της έλλειψης δυνατότητας πλήρους υποστήριξης όλων των επιμέρους αντικειμένων που περιλαμβάνονται σ' αυτό. Δεν επιχειρεί επίσης να το θεωρήσει ως «Διδασκαλία της Χημείας» καθόσον η διδασκαλία, όπως και η μάθηση είναι, κατά τη γνώμη του, μια διαδικασία προσωπική η οποία προκύπτει από τις εμπειρίες, τη μόρφωση και την ψυχική διάθεση καθώς και από την ενασχόληση με το αντικείμενο. Κατά συνέπεια δεν είναι σε θέση κατά κανένα τρόπο να κάνει υποδείξεις ή ακόμη και γενικές κατηγοριοποιήσεις όπως γίνεται συνήθως με εκφράσεις του τύπου «... τρία είναι τα κύρια σημεία... πρώτον... δεύτερον... και τρίτον» επειδή η κατηγοριοποίηση και ειδικά κριτηρίων είναι, επίσης κατά τη γνώμη του, μια προσωπική διαδικασία. Αντ' αυτού υπάρχουν γενικές περιγραφές και γενικά στοιχεία όπως είναι παραδομένα στη σύγχρονη και παλιότερη βιβλιογραφία και υπόκεινται, όπως θάπρεπε και για κάθε άλλο σύγγραμμα του είδους αυτού, στην κριτική επεξεργασία και ανάλυση από τους τελικούς αποδέκτες του. Με την έννοια αυτή και το παρόν κείμενο απέχει πολύ από το να είναι τελικό και χαρακτηρίζεται απλώς ως «Στοιχεία Διδασκαλίας της Χημείας» περιλαμβάνοντας κατ' ανάγκη, αφού πρόκειται για πειραματική επιστήμη και μια σειρά σχετικών πειραμάτων τα οποία θα μπορούσαν να ετοιμαστούν και να εκτελεστούν σε μια σχολική αίθουσα.

Φυσικά, όπως και η συντριπτική πλειοψηφία αντίστοιχων συγγραμμάτων, το σύνολο σχεδόν του περιεχομένου σχετίζεται με τη διδασκαλία στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση πρώτον μιν επειδή εκεί γίνεται η πρώτη επαφή των παιδιών με τις φυσικές επιστήμες και τότε πρέπει να τεθούν οι βάσεις των γνώσεών τους σχετικά μ' αυτές και δεύτερον επειδή τα συγγράμματα αυτά, έχουν ως αποδέκτες φοιτητές της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης και αποτελούν προφανώς μέρος του εκπαιδευτικού σχεδιασμού του συγγραφέα ή του διδάσκοντα και η ορθότητά τους θα αξιολογηθεί στην πράξη από τους τελικούς τους αποδέκτες.

Περιεχόμενα

A. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	13
1. Γενικά	13
2. Η διδασκαλία των φυσικών επιστημών	15
3. Αποτελέσματα της διδασκαλίας	21
4. Θέματα στη διδασκαλία της Χημείας	25
<i>Γενική Ενότητα 1: Εισαγωγή στη Χημεία</i>	28
<i>Γενική ενότητα 2: Από το νερό στο άτομο – Από το μακρόκοσμο στο μικρόκοσμο</i>	31
<i>Γενική ενότητα 3: Ατμοσφαιρικός αέρας</i>	40
<i>Γενική ενότητα 4: Έδαφος – Υπέδαφος</i>	43
 B. ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ	 45
1. Γενικά στοιχεία	45
2. Γενικές θεωρίες περί μάθησης	46
Συμπεριφορισμός	46
Αποκαλυπτική διαδικασία	47
Εποικοδομητισμός	48
3. Η θεωρία του Piaget	52
Αισθησιοκινητικό στάδιο (βρεφική ηλικία)	53
Προσυλλογιστικό στάδιο (νηπιακή και πρώιμη παιδική ηλικία)	53

Συγκεκριμένο συλλογιστικό στάδιο (παιδική ηλικία και πρώιμη εφηβεία)	53
Τυπικό λειτουργικό στάδιο (εφηβεία, ενηλικίωση)	54
Για παιδιά στο προσυλλογιστικό στάδιο	55
Για παιδιά που βρίσκονται στο συγκεκριμένο συλλογιστικό στάδιο	56
Για παιδιά του λειτουργικού σταδίου	57
3.1. Αξιολόγηση της προσέγγισης του Piaget	59
Ερείσματα	59
Αδυναμίες	59
4. Η θεωρία του Vygotsky	61
5. Αξιολόγηση της αποκτηθείσας γνώσης	63
5.1. Επιτυχία των στόχων του προγράμματος διδασκαλίας	64
5.2. Συνολική επιτυχία με βάση τη βαθμολογία	64
5.3. Αξιολόγηση με προφορικές εξετάσεις και με εργασίες	65
 Γ. ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ	69
1. Το αναλυτικό πρόγραμμα	69
2. Τα παιδιά δε νοιάζονται όπως προβλέπουν τα διάφορα εκπαιδευτικά μοντέλα	71
3. Ελλιπής γνώση του αντικειμένου από το διδάσκοντα	73
3 ^α Ελλιπής γνώση του παιδαγωγικού αντικειμένου	75
4. Νέες τεχνολογίες στη διδασκαλία;	76
5. Η συμβολική γλώσσα της Χημείας	78
6. Οι εσφαλμένες αντιλήψεις των μαθητών	80
7. Η έλλειψη συνάφειας με τις άλλες επιστήμες	83

Δ. ΤΟ ΠΕΙΡΑΜΑ ΣΤΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ 85

Γενικά 85

Επιλογή του κατάλληλου πειράματος 87

Ε. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΧΗΜΕΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΟΛΕΙΟ 91

1. Μείγματα και χημικές ενώσεις 93

1.1. Διάκριση μειγμάτων 93

1.2. Απλές μέθοδοι διαχωρισμού μειγμάτων στερεού-υγρού .. 94

1.3. Μαγνητική διάκριση μείγματος στερεών σωμάτων 94

1.4. Μείγματα αερίων σωμάτων 95

1.5. Καταγραφή και διάκριση μειγμάτων
στην καθημερινότητα 95

2. Διαλύματα, περιεκτικότητες 96

2.1. Χαρακτηρισμός διαλύτη και διαλυμένης ουσίας 96

2.2. Προσδιορισμός διαλυτότητας ένωσης στο νερό 97

2.3. Προσδιορισμός συγκέντρωσης διαλυμένης ουσίας 97

2.4. Ποιοτικός προσδιορισμός περιεκτικότητας διαλύματος .. 98

2.5. Αραίωση διαλύματος 98

2.6. Ανάμιξη διαλυμάτων ίδιας ουσίας 99

2.7. Περιεκτικότητες σε προϊόντα καθημερινής χρήσης 99

3. Χημικές αντιδράσεις 100

3.1. Κατηγορίες χημικών αντιδράσεων
(σύνθεση, διάσπαση) 100

3.2. Κατηγορίες χημικών αντιδράσεων
(αντιδράσεις αντικατάστασης) 101

3.3. Ενδόθερμες κι εξώθερμες αντιδράσεις 101

3.4. Ταχύτητα αντίδρασης και επίδραση της συγκέντρωσης σ' αυτήν	102
3.5. Ταχύτητα αντίδρασης και επίδραση της θερμοκρασίας σ' αυτήν	103
3.6. Στοιχειομετρία αντίδρασης (ανάλυση περιοριστικού παράγοντα)	104
4. Η χημική ισορροπία	105
4.1. Ομογενής και ετερογενής ισορροπία	105
4.2. Επίδραση της συγκέντρωσης στη θέση ομογενούς ισορροπίας	105
4.3. Επίδραση της θερμοκρασίας στη θέση ομογενούς ισορροπίας	106
4.4. Επίδραση της θερμοκρασίας στη θέση ετερογενούς ισορροπίας	107
4.5. Αντιστρεπτότητα του φαινομένου της ισορροπίας	108
4.6. Ο δυναμικός χαρακτήρας της χημικής ισορροπίας (θεωρητικό θέμα)	108
5. Οξέα και βάσεις	109
5.1. Ορισμοί οξέος και βάσης. Ηλεκτρολυτικοί δείκτες	109
5.2. Προσδιορισμός περιοχής αλλαγής χρώματος δείκτη ...	110
5.3. Κλίμακα του pH. Όξινος και βασικός χαρακτήρας ορισμένων σωμάτων	111
5.4. Παρασκευή και χρήση δείκτη από φυσικό προϊόν	111
5.5. Παρακολούθηση αντίδρασης εξουδετέρωσης	112
5.6. Όξινος και βασικός χαρακτήρας οξειδίων	113
6. Οξείδωση και αναγωγή	114
6.1. Δημιουργία μίνι-σειράς ηλεκτροθετικότητας μετάλλων	114
6.2. Έννοια της παρουσίας του H στη σειρά ηλεκτροθετικότητας των μετάλλων	114

6.3. Ηλεκτρόλυση	115
6.4. Γαλβανικό στοιχείο	116
6.5. Οξειδωτική συμπεριφορά του KMnO_4 σε όξινο περιβάλλον	116
7. Οργανική Χημεία	117
7.1. Αντιδράσεις προσθήκης	117
7.1.1 Βρωμίωση ακόρεστου υδρογονάνθρακα	117
Αρωματικοί και ακόρεστοι υδρογονάνθρακες	118
7.1.2 Αντίδραση θειώδους νατρίου με αλδεΐδες	118
7.2. Αντιδράσεις υποκατάστασης	119
7.2.1 Νίτρωση αρωματικών ενώσεων	119
7.3. Μηχανισμοί χημικών αντιδράσεων	119
7.3.1 Αντίδραση ισομερών βουτυλοβρωμιδίων με νιτρικό άργυρο	120
7.3.2 Υδρόλυση ισομερών βουτυλοβρωμιδίων	120
Ανεξάρτητα πειράματα	121
Ζύμωση σακχάρου προς διοξείδιο του άνθρακα	121
Σύνθεση σαπουνιού	122
 ΣΤ. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	125
1. Μερικοί ορισμοί	125
2. Ο καλός κι ο κακός δάσκαλος	133
3. Δικαιολογημένες απουσίες από το χημικό εργαστήριο	136
 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	141

Α. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

...πολλά δ' ὃ γ' ἐν πόντῳ πάθεν ἄλγεα ὃν κατὰ θυμόν,
ἀρνύμενος ἥν τε ψυχὴν καὶ νόστον ἐταίρων

...πολλά στα πέλαα βρήκε πάθια
για μια ζωή παλεύοντας και γυρισμό συντρόφων

Οδύσσεια α 5-6,
έμμετρη απόδοση Αργύρη Εφταλιώτη

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ο άνθρωπος από την εμφάνισή του στη γη, όπως και όλα τα άλλα όντα, είχε ως πρωταρχικό στόχο την επιβίωση και την διαιώνισή του. Για τον λόγο αυτό άλλωστε σχημάτισε καταρχήν μικρές ομάδες και στη συνέχεια όλο και πιο εκτεταμένες και οργανωμένες κοινωνικές ομάδες.

Στις ανθρώπινες κοινότητες η εξασφάλιση της επιβίωσης περνούσε από το στάδιο της εκπαίδευσης των νεότερων μελών ώστε να τους μεταδοθεί και να διατηρηθεί με τον τρόπο αυτό η συσσωρευμένη γνώση των παλιότερων (και κατά τεκμήριο σοφότερων) μελών. Δεν είναι τυχαίο ότι ακόμη και σήμερα η έκφραση «γέρος» και «σοφός» είναι είτε ταυτόσημες είτε έχουν κοινή ρίζα στις γλώσσες πολλών περιοχών του πλανήτη.

Η εκπαίδευση των νέων μελών μιας κοινότητας πραγματοποιείται καθώς αυτοί παρατηρούν τους μεγαλύτερους και κατά κάποιο τρόπο μαθητεύουν κοντά τους. Τον ρόλο του εκπαιδευτή έχουν πρωταρχικά οι γονείς και το άμεσο οικογενειακό περιβάλλον (αδιάφορα αν είναι μητριαρχικό ή πατριαρχικό στη δομή του). Στη συνέχεια και μέχρι την ενηλικίωση, τον ρόλο του εκπαιδευτή αναλαμβάνει, είτε ο «μάγος» είτε κάποιος «μάστορας» είτε κάποιος «διδάσκαλος», αναλόγως του

βαθμού εξέλιξης της αρχικής κοινωνίας και της έκτασης της εξειδίκευσης των αναγκών για εκπαίδευση.

Οι παραπάνω διαδικασίες περιλαμβάνονται σ' αυτό που είναι γνωστό ως «προφορική παράδοση» και έχει τη μορφή σύντομων τραγουδιών, σύντομων μύθων ή ακόμη και σχετικά μεγάλων σε έκταση διδακτικών ποιημάτων, τα οποία διδάσκονται κατά τμήματα και απομνημονεύονται.

Όλα όσα περιγράφηκαν προηγουμένως έχουν συμβεί όπως φαίνεται από τα γραπτά κείμενα των πολιτισμών εκείνων που ανέπτυξαν τη γραφή και με τον τρόπο αυτό έχουν διασώσει μια γραπτή παράδοση μέσα από την οποία μεταφέρονται πιο εύκολα και πιο μαζικά τα στοιχεία της προφορικής παράδοσης. Ακόμη και στη σύγχρονη εποχή, η παρατήρηση κάποιων λαών που πολιτισμικά βρίσκονται στην εποχή του λίθου ή στην εποχή της προφορικής παράδοσης, φανερώνει ότι οι διαδικασίες αυτές έχουν μια διαχρονικότητα και μια οικουμενικότητα.

Προκύπτει συνεπώς ότι η διδασκαλία αποτελεί ένα βασικό στοιχείο όσον αφορά την επίτευξη βασικών στόχων μιας ανθρώπινης κοινωνίας, οσοδήποτε μικρής και πρωταρχικής ή εκτενούς και εξελιγμένης και αν είναι αυτή. Η διδασκαλία σχετίζεται άμεσα με τη διατήρηση της υπάρχουσας γνώσης της συγκεκριμένης κοινωνίας.

Φυσικά η γνώση μπορεί να διακριθεί σε ατομική και ομαδική, όπως πολύ εύστοχα μπορεί να παρατηρήσει οποιοσδήποτε αν θέσει την ακόλουθη απλή ερώτηση στον εαυτό του: «ο άνθρωπος σήμερα, λέμε ότι πάτησε στο φεγγάρι. Εγώ ο συγκεκριμένος άνθρωπος θα μπορούσα με τις δικές μου δυνάμεις και γνώσεις να πραγματοποιήσω το κατόρθωμα αυτό;». Η πιθανότερη απάντηση μετά από μια ενδελεχή και όσο γίνεται αντικειμενική σκέψη, θα πρέπει να είναι ότι ο συγκεκριμένος άνθρωπος δεν γνωρίζει καν πόση απόσταση πρέπει να διανύσει μέχρι να φθάσει στο φεγγάρι καθώς και πως δεν μπορεί να προσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσε να επιστρέψει από εκεί αφού φθάσει και προσεληνωθεί με ασφάλεια.

Συνέπεια της αναμενόμενης απάντησης στο παραπάνω ερώτημα είναι η παγκόσμια τάση για χρήση της διδασκαλίας με στόχο την μετάδοση της συνολικής γνώσης στα νέα άτομα μέσω ενός οργανωμέ-

νου εκπαιδευτικού συστήματος που υπόκειται σε συγκεκριμένους νόμους και έχει προκαθορισμένους στόχους και σαφές πρόγραμμα.

Οι στόχοι ενός εκπαιδευτικού προγράμματος μπορεί να είναι μεταβλητοί, με την έννοια ότι πρέπει να ακολουθούν (το ιδανικό θα ήταν να προτρέπουν) τις κοινωνικές ανάγκες. Ιστορικό παράδειγμα αποτελεί κατά πολλούς η διδασκαλία στην κλασική Αθήνα, όπου πριν τους Μηδικούς πολέμους στόχευε στο να κάνει τους πολίτες «καλούς καγαθούς» ενώ μετά από αυτούς στράφηκε στην ανάπτυξη της διανοιάς τους αφού είχε αποδειχθεί ότι η διάνοια κάποιων στρατηγευόντων όπως ο Μιλτιάδης και ο Θεμιστοκλής είχε συμβάλλει ουσιαστικά στη νίκη.

Φυσικά μπορούν και πρέπει να υπάρχουν και σταθεροί στόχοι σε ένα εκπαιδευτικό πρόγραμμα. Προφανώς κάποιοι τέτοιοι στόχοι είναι, για παράδειγμα, η εκμάθηση της μητρικής γλώσσας, που σχετίζεται με τη δυνατότητα επικοινωνίας καθώς και (κατά τη γνώμη του γράφοντος) η διδασκαλία των φυσικών επιστημών αφού σχετίζονται άμεσα με το περιβάλλον στο οποίο καλούμαστε να ζήσουμε και να δράσουμε.

2. Η ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Όπως και σε κάθε ανάλογη περίπτωση, θα πρέπει καταρχήν να δοθεί μια πειστική απάντηση στο ερώτημα «γιατί πρέπει να διδάσκονται οι φυσικές επιστήμες;», ειδικότερα στη σύγχρονη εποχή όπου έχει αναφανεί ένας υποτιθέμενος προσανατολισμός των μαθητών στα ειδικά εκείνα αντικείμενα της γνώσης τα οποία θα τους φανούν χρήσιμα στο μέλλον.

Είναι κάτι εντελώς ανάρμοστο για γονείς και δασκάλους να καθοδηγούν με τις γνώμες και την εν γένει συμπεριφορά τους να μικρά παιδιά στο να σχηματίσουν την ιδέα πως κάποια πράγματα θα τους είναι χρήσιμα στη μετέπειτα ζωή τους και κάποια όχι, ειδικά όταν πρόκειται για παιδιά στην προεφηβική ή εφηβική ηλικία.

Σαφέστατα αντίθετο προς αυτή την πρακτική της υποτιθέμενης εξειδίκευσης του μυαλού του μικρού μαθητή αποτελεί η δημοκρατική

εν γένει διαδικασία ορισμού των στρατηγευόντων στο στράτευμα της Αθηναϊκής δημοκρατίας, κάτι που βασιζόταν στη γενική και περίπου ομοιόμορφη σε έκταση και βάθος παιδεία που είχαν λάβει οι υποψήφιοι για το αξίωμα αυτό.

Ένα νεότερο και με την έννοια αυτή αναντίρρητο παράδειγμα αποτελεί η πολύ σύγχρονή μας περίπτωση του Michael Ventris (1922-1956). Ως παιδί ήταν αναγκασμένος να παρακολουθήσει στο σχολείο του μαθήματα αρχαίων Ελληνικών και Λατινικών τα οποία, όπως και τα περισσότερα παιδιά στη Βρετανία του καιρού εκείνου, μισούσε. Αργότερα και ενώ ήταν σε προεφηβική ηλικία (στα 1936) έτυχε να παρακολουθήσει μια παρουσίαση από τον Arthur Evans των ανακαλύψεών του στις ανασκαφές του και εντυπωσιάστηκε πάρα πολύ. Παράλληλα, ανέπτυξε μια εξαιρετική επίδοση στα μαθηματικά ενώ είχε από το οικογενειακό του περιβάλλον την ώθηση να ασχοληθεί με κάτι «πρακτικό». Έτσι, όταν ήρθε το πλήρωμα του χρόνου παρακολούθησε μαθήματα σε πανεπιστημιακό τμήμα Αρχιτεκτονικής. Με την έναρξη του Δεύτερου Παγκοσμίου Πολέμου κλήθηκε να βοηθήσει την πατρίδα του και στα πλαίσια της αξιοποίησης των μαθηματικών δυνατοτήτων του χρησιμοποιήθηκε στη μονάδα που είχε στόχο να αναλύει και να «σπάξει» τους κώδικες επικοινωνίας των Γερμανικών μονάδων. Μετά το τέλος του πολέμου δεν είναι γνωστό αν ασχολήθηκε με την αρχιτεκτονική ή τα μαθηματικά με άλλο τρόπο. Ωστόσο, οι ανασκαφές στην Κνωσό έδωσαν ένα μεγάλο πλήθος από οπτές πήλινες πινακίδες με επιγραφές σε μια άγνωστη γλώσσα που του έδωσαν την έμπνευση, όπως και σε πολλούς άλλους, να επιχειρήσει να αποκρυπτογραφήσει τις επιγραφές όπως περίπου έκανε και με τους γερμανικούς κώδικες. Η αλήθεια είναι ότι καταρχήν επηρεάστηκε από ποικίλες και ιστορικά ακόμη κι εντελώς αστήρικτες υποθέσεις κάποιων αντίστοιχων μελετητών. Όταν κάποια στιγμή ρώτησε μερικούς φίλους του και κάποιους καθηγητές στα βρετανικά πανεπιστήμια και πήρε τη γνώμη πως οι επιγραφές μπορεί να ήταν γραμμένες σε κάποιου είδους προελληνική γλώσσα, κινήθηκε προς την κατεύθυνση να ενημερωθεί πάνω στο είδος των λέξεων (κυρίων ονομάτων, επιθέτων, ρημάτων) που θα σχετιζόταν με μια ελληνική διάλεκτο της

εποχής των ομηρικών επών. Όταν οι φιλόλογοι που ήταν εξοπλισμένοι με τη γνώση των αρχαίων τύπων της ελληνικής γλώσσας (κυρίως ο φίλος του John Chadwick) του έδωσαν το σχετικό υλικό, άρκεσε ένα διάστημα οκτώ μηνών μέχρις ότου μπορέσει να προβεί σε μια αποκρυπτογράφηση των κειμένων των επιγραφών σε μερικές από τις πήλινες πινακίδες που είχαν δημοσιευτεί οι φωτογραφίες τους (1952). Όχι μόνο απέδειξε ότι επρόκειτο για μια συλλαβική γραφή αλλά επιπλέον προσδιόρισε τη φωνητική αντιστοιχία των συμβόλων και εκτός αυτού, η αντιστοίχιση αυτή εφαρμόστηκε με απόλυτη επιτυχία για την «ανάγνωση» και των υπολοίπων πινακίδων καθώς αυτές ανακαλυπτόταν ή αναδημιουργούνταν από θραύσματά τους τόσο στην Κνωσό όσο και στην Πύλο και κατόπιν σε άλλα μυκηναϊκά κέντρα πολιτισμού (M. Ventris - J. Chadwick, *J. Hellen. Stud.* 73, 1953, 84). Σήμερα, το παιδί αυτό που δεν ήθελε να μάθει και να κατανοήσει τα αρχαία ελληνικά και που είχε έντονη «κλίση» στα μαθηματικά, είναι γνωστός σε όλους για την επιτυχή αποκρυπτογράφηση των πήλινων πινακίδων της λεγόμενης γραμμικής γραφής Β και την απόδοσή τους στην ελληνική γλώσσα που μιλούσαν οι κάτοικοι των παλατιών όπου έγιναν οι ανασκαφές που τις έφεραν στο φως. Κανένα θεώρημα των μαθηματικών ή καμιά απόδειξη και πιθανότατα κανένα αρχιτεκτόνημα δεν μαρτυρούν το στέρεο και εκτεταμένο χρονικά πέρασμά του από τον τομέα των εφαρμοσμένων μαθηματικών.

Μπορεί να μην είναι προφανές για όλους, αλλά υπάρχει σοβαρό κίνητρο για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στον νομικό κόσμο υπάρχει η έκφραση πως «δεν νοείται άγνοια νόμου» παρόλο που οι άνθρωποι νόμοι είναι εξαιρετικά πολλοί σε αριθμό, περίπλοκοι, συχνά δυσνόητοι για τον απλό πολίτη και κάποιες φορές αντικρουόμενοι μεταξύ τους, ενώ εμφανίζουν ποικιλία όσον αφορά τη βαρύτητά τους καθώς και τις ποινές που επισύρει η καταπάτησή τους. Στον φυσικό κόσμο όπου ζούμε και δρούμε υπάρχει ένα σύνολο από σχετικά απλούς στην γενική τους μορφή και απόλυτα αυστηρούς μεν πλην κατανοητούς, εφόσον διδαχθούν σωστά από εκείνους που τους κατέχουν, φυσικούς νόμους. Οι άνθρωποι νόμοι, εκτός του ότι έχουν συνταχθεί σε συγκεκριμένη περίοδο από

συγκεκριμένους νομοθέτες, υφίστανται μετατροπές εφόσον η ομάδα των νομοθετών αλλάξει ή αλλάξουν οι κοινωνικές και πολιτιστικές συνθήκες που επέβαλαν την διατύπωσή τους. Οι φυσικοί νόμοι παραμένουν αναλλοίωτοι, όπως τέθηκαν από τον Δημιουργό τους και εφαρμόζονται πάντοτε σε όλες τις περιπτώσεις, έχουν επιπτώσεις σε όλους τους ανθρώπους ανεξαιρέτως, είναι δε γνωστές οι συνέπειες εκείνων που θα επιχειρήσουν να τους παραβούν. Πολύ περισσότερο στη σύγχρονη εποχή όπου η τεχνολογική εξέλιξη έχει φθάσει σε ένα τέτοιο επίπεδο ώστε και αυτή η ύπαρξή μας σχετίζεται με την ύπαρξη και τη λειτουργία μηχανών και διατάξεων που κατασκευάστηκαν με τα πιο σύγχρονα δεδομένα των επιστημονικών γνώσεων που κατέχει η ανθρωπότητα ως σύνολο. Επιπλέον, η επίδραση του ανθρώπου στο περιβάλλον έχει φθάσει σε σημείο που να το εξουσιάζει μεν κατά τόπους (και μάλιστα περιορισμένους) να δέχεται όμως ως αποτέλεσμα ισχυρότατες αντιδράσεις από αυτό καθώς επιχειρεί να εφαρμόσει τις γενικές φυσικές αρχές που προαναφέρθηκαν. Όλες αυτές οι διαδικασίες αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον προφανώς πραγματοποιούνται μέσω της εφαρμογής των φυσικών νόμων. Συνεπώς η γνώση του φυσικού νόμου είναι όχι απλώς απαραίτητη αλλά μάλλον αναγκαία για την εξασφάλιση της ύπαρξης όλων μας, ακόμη και αυτών οι οποίοι ασχολούνται ή θέλουν να ασχοληθούν στο μέλλον με τη μελέτη της λατινικής γραμματείας για παράδειγμα.

Ένα πρόσθετο δεδομένο υπέρ της αναγκαιότητας για διδασκαλία και κατανόηση των φυσικών νόμων είναι το γεγονός ότι κανένα επάγγελμα και καμία απασχόληση δεν πραγματοποιείται πλέον χωρίς τη συμμετοχή ή μακριά από την επίδραση τεχνολογικών εφαρμογών. Η βασική επιστήμη και οι τεχνολογικές της εφαρμογές ακολουθούν από πολύ παλιά μια διαδικασία διαγραφής μεγάλων χρονικών περιόδων (κύκλων) κατά τις οποίες άλλοτε συγκλίνουν και άλλοτε αποκλίνουν με την τεχνολογία πότε να προηγείται και πότε να έπεται της καθαρής επιστήμης. Πάντως σε σύγκριση με τον αρχέγονο άνθρωπο, ο σύγχρονος βρίσκεται σε ένα σύνθετο και κυρίως πια τεχνολογικό κόσμο όπως μπορεί να φανεί από ένα συνοπτικό πίνακα δραστηριοτήτων που παρατίθεται στη συνέχεια