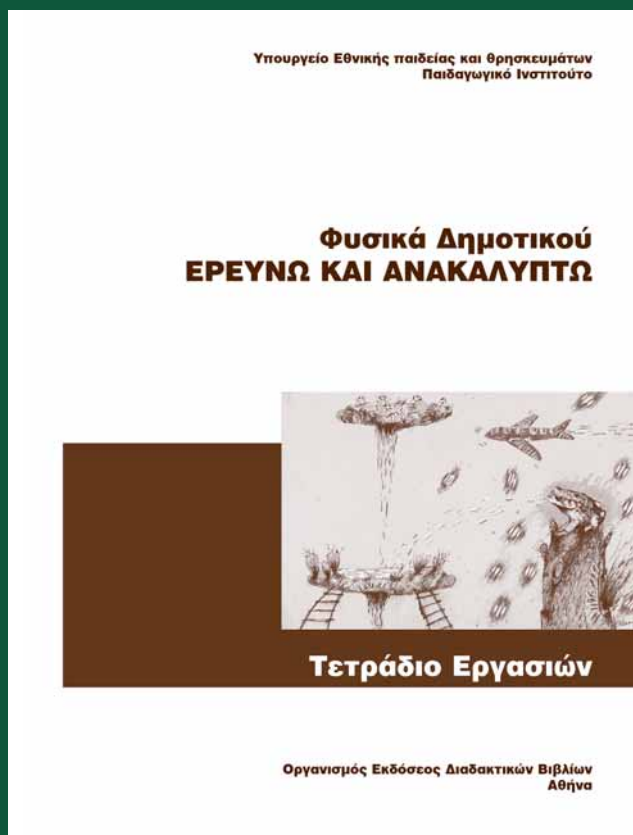


Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων  
Παιδαγωγικό Ινστιτούτο



Ερευνώ και Ανακαλύπτω  
Βιβλίο Δασκάλου Ε΄ Δημοτικού

Οργανισμός Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων  
Αθήνα





«Φυσικά» Ε΄ Δημοτικού  
Ερευνώ και Ανακαλύπτω  
Βιβλίο Δασκάλου

ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	<b>Εμμανουήλ Γ. Αποστολάκης</b> , Εκπαιδευτικός <b>Ελένη Παναγοπούλου</b> , Εκπαιδευτικός <b>Σταύρος Σάββας</b> , Εκπαιδευτικός <b>Νεκτάριος Τσαγλιώτης</b> , Εκπαιδευτικός <b>Γιώργος Πανταζής</b> , Εκπαιδευτικός <b>Σοφοκλής Σωτηρίου</b> , Εκπαιδευτικός <b>Βασίλης Τόλιας</b> , Εκπαιδευτικός <b>Αθηνά Τσαγκογέωργα</b> , Εκπαιδευτικός <b>Γεώργιος Θ. Καλκάνης</b> , Καθηγητής Φυσικής στο Π.Τ.Δ.Ε. του Πανεπιστημίου Αθηνών*
ΚΡΙΤΕΣ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΤΕΣ	<b>Γεώργιος Ι. Παπαϊωάννου</b> , Αναπληρωτής καθηγητής του Πανεπιστημίου Αθηνών <b>Ιωάννης Μπάκανος</b> , Σχολικός Σύμβουλος <b>Όλγα Γαρνέλη</b> , Εκπαιδευτικός
ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗ	<b>Ευάγγελος Γκικόκας</b> , Σκισσογράφος - Εικονογράφος
ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ	<b>Κυριακή Πετρέα</b> , Φιλολόγος <b>Βεατρίκη Μακρή</b> , Φιλολόγος
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΥΓΓΡΑΦΗ & ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΥΠΟΕΡΓΟΥ	<b>Πέτρος Μπερερής</b> , Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου, Αν. Πρόεδρος του Τμήματος Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης του Π.Ι.
ΕΞΩΦΥΛΛΟ	<b>Γεώργιος Τσακίρης</b> , Εικαστικός Καλλιτέχνης
ΠΡΟΕΚΤΥΠΩΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ	<b>Μάκης Μαζαράκος</b>

\* συμμετείχε στη συγγραφή του πρώτου μέρους (1/3) του διδακτικού πακέτου.

<b>Γ' Κ.Π.Σ. / ΕΠΕΑΕΚ II / Ενέργεια 2.2.1 / Κατηγορία Πράξεων 2.2.1.α:</b> «Αναμόρφωση των προγραμμάτων σπουδών και συγγραφή νέων εκπαιδευτικών πακέτων»	
Πράξη με τίτλο:	<b>ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ</b> <b>Μιχάλης Αγ. Παπαδόπουλος</b> Ομότιμος Καθηγητής του Α.Π.Θ Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
	«Συγγραφή νέων βιβλίων και παραγωγή υποστηρικτικού εκπαιδευτικού υλικού με βάση το ΔΕΠΠΣ και τα ΑΠΣ για το Δημοτικό και το Νηπιαγωγείο»
	Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου <b>Γεώργιος Τύπας</b> Μόνιμος Πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
	Αναπληρωτής Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου <b>Γεώργιος Οικονόμου</b> Μόνιμος Πάρεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου
Έργο συγχρηματοδοτούμενο 75% από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο και 25% από εθνικούς πόρους	

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ

Εμμανουήλ Αποστολάκης, Ελένη Παναγοπούλου, Σταύρος Σάββας, Νεκτάριος Τσαγλιώτης,  
Βεατρίκη Μακρή, Γιώργος Πανταζής, Κυριακή Πετρέα, Σοφοκλής Σωτηρίου,  
Βασίλης Τόλιας, Αθηνά Τσαγκογέωργα

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΗΡΙΑ «ΕΛΛΗΝΟΓΕΡΜΑΝΙΚΗ ΑΓΩΓΗ»



«Φυσικά» Ε΄ Δημοτικού  
Ερευνώ και Ανακαλύπτω  
Βιβλίο Δασκάλου

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑ



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΜΕΡΟΣ Ι: ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

### 1. Οι φυσικές επιστήμες ως σχολικό μάθημα

1.1 Η θέση των φυσικών επιστημών στο σχολικό πρόγραμμα .....	16
1.2 Το αντικείμενο του μαθήματος .....	17
1.3 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών και σχολικές βαθμίδες .....	18
1.3.1 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην πρώτη σχολική βαθμίδα .....	19
1.3.2 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δεύτερη και τρίτη σχολική βαθμίδα .....	20
1.4 Διδακτικοί στόχοι .....	21
1.4.1 Σημασία των διδακτικών στόχων .....	22
1.4.1.1 Ιεράρχηση των διδακτικών στόχων .....	22
1.4.1.2 Κατηγοριοποίηση των διδακτικών στόχων .....	23
1.4.2 Βασικοί γενικοί διδακτικοί στόχοι της προτεινόμενης προσέγγισης .....	24
1.4.2.1 Εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία .....	24
1.4.2.2 Σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινότητα .....	25
1.4.2.3 Συστηματική προσέγγιση της έννοιας «ενέργεια» .....	26
1.5 Στοιχεία διαμόρφωσης ενδιαφέροντος - αποτελεσματικού μαθήματος .....	26
1.5.1 Ο ρόλος του δασκάλου .....	26
1.5.2 Παραλληλισμός του περιεχομένου του μαθήματος με τα ενδιαφέροντα των μαθητών .....	27
1.5.3 Μεγιστοποίηση της συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή πορεία .....	28
1.5.4 Αντιμέτωπιση των πρώιμων και εσφαλμένων αντιλήψεων .....	29
1.6 Μεθόδευση της διδακτικής πορείας .....	31
1.6.1 Στάδιο της δημιουργίας κινήτρων .....	31
1.6.2 Στάδιο της επεξεργασίας .....	32
1.6.3 Στάδιο της εμβάθυνσης .....	33
1.7 Διδακτικά μοντέλα .....	33
1.7.1 Επιλογή διδακτικού μοντέλου .....	35
1.7.2 Το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο .....	36
1.7.2.1 Εξέλιξη του μαθήματος στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο .....	37
1.7.2.2 Πειράματα με απλά μέσα .....	39
1.7.3 Πρόταση για την αναφορά στο μικρόκοσμο .....	41
1.8 Το άγχος της έκτασης της διδακτέας ύλης .....	42



## 2. Τα βιβλία του μαθητή

2.1 Το τετράδιο εργασιών .....	43
2.1.1 Εισαγωγή του βιβλίου .....	44
2.1.2 Δομή φύλλων εργασίας .....	44
2.1.2.1 Εισαγωγικό ερέθισμα - διατύπωση υποθέσεων .....	45
2.1.2.2 Πειραματική αντιμετώπιση .....	45
2.1.2.3 Εξαγωγή συμπεράσματος.....	47
2.1.2.4 Εμπέδωση - γενίκευση.....	48
2.2 Το βιβλίο μαθητή .....	49
2.3 Ισότιμη αντιμετώπιση των δύο φύλων .....	49
2.4 Απαιτήσεις σε υλικοτεχνική υποδομή .....	50
2.5 Γλώσσα .....	51
2.6 Εικονογράφηση.....	51
2.7 Στοιχειοθεσία .....	52

## ΜΕΡΟΣ ΙΙ: ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΤΕΤΡΑΔΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

### Εισαγωγή

1. Ερευνώντας και ανακαλύπτοντας .....	57
2. Πώς μελετάμε τον κόσμο γύρω μας .....	59
3. Ο δεκάλογος του καλού πειραματιστή.....	60

### Υλικά σώματα

1. Όγκος .....	67
2. Μάζα .....	69
3. Πυκνότητα .....	71

### Μίγματα

1. Μελετάμε τα μίγματα .....	77
2. Μελετάμε τα διαλύματα .....	80

### Ενέργεια

1. Η ενέργεια έχει πολλά «πρόσωπα» .....	89
2. Η ενέργεια αποθηκεύεται .....	92
3. Η ενέργεια αλλάζει συνεχώς μορφή.....	94
4. Η ενέργεια υποβαθμίζεται.....	96
5. Τροφές και ενέργεια .....	98

### Πεπτικό σύστημα

1. Ισορροπημένη διατροφή .....	105
2. Τα δόντια μας - η αρχή του ταξιδιού της τροφής.....	108
3. Το ταξίδι της τροφής συνεχίζεται.....	111

### Θερμότητα

1. Το θερμόμετρο .....	123
2. Θερμοκρασία - θερμότητα: δύο έννοιες διαφορετικές .....	126
3. Τήξη και πήξη .....	130
4. Εξάτμιση και συμπύκνωση .....	133

5. Βρασμός .....	135
6. Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα στερεά .....	137
7. Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα υγρά .....	139
8. Θερμαίνοντας και ψύχοντας τα αέρια .....	141

## Ηλεκτρισμός

1. Στατικός ηλεκτρισμός .....	151
2. Το ηλεκτροσκόπιο .....	154
3. Πότε ανάβει το λαμπάκι; .....	156
4. Ένα απλό κύκλωμα .....	158
5. Το ηλεκτρικό ρεύμα .....	161
6. Αγωγοί και μονωτές .....	163
7. Ο διακόπτης .....	165
8. Σύνδεση σε σειρά και παράλληλη σύνδεση .....	168
9. Ηλεκτρικό ρεύμα - μια επικίνδυνη υπόθεση .....	171

## Φως

1. Διάδοση του φωτός .....	179
2. Διαφανή, ημιδιαφανή και αδιαφανή σώματα .....	181
3. Φως και σκιές .....	183
4. Ανάκλαση και διάχυση του φωτός .....	185
5. Απορρόφηση του φωτός .....	189

## Ήχος

1. Πώς παράγεται ο ήχος .....	197
2. Διάδοση του ήχου .....	199
3. Ανάκλαση του ήχου .....	202
4. Απορρόφηση του ήχου .....	204
5. Άνθρωπος και ήχος - το αφτί μας .....	206
6. Ηχορρόπανση - ηχοπροστασία .....	208

## Μηχανική

1. Η ταχύτητα .....	219
2. Οι δυνάμεις .....	221
3. Δυνάμεις με επαφή - δυνάμεις από απόσταση .....	224
4. Πώς μετράμε τη δύναμη .....	227
5. Τριβή: μία σημαντική δύναμη .....	229
6. Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η τριβή .....	231
7. Τριβή: επιθυμητή ή ανεπιθύμητη; .....	234
8. Η πίεση .....	237
9. Η υδροστατική πίεση .....	239
10. Η ατμοσφαιρική πίεση .....	241

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία για το δάσκαλο .....	247
2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία για το δάσκαλο .....	248
3. Βιβλιογραφία για το μαθητή .....	254



## ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ...

*«Ξέρω τι χρειάζεται ένα παιδί. Το ξέρω από την καρδιά μου. Χρειάζεται αποδοχή, σεβασμό, συμπάθεια και εμπιστοσύνη. Χρειάζεται ενθάρρυνση, υποστήριξη, ενεργοποίηση και διασκέδαση. Χρειάζεται τη δυνατότητα να διερευνά, να πειραματίζεται και να πετυχαίνει. Που να πάρει! Χρειάζεται τόσα πολλά. Τα μόνα σημεία στα οποία υστερώ είναι η σοφία του Σολομώντα, η διαίσηση του Freud, η γνώση του Einstein και η αφοσίωση της Florence Nightingale.»*

*H. Ginott<sup>1</sup>*

Όταν ο ερευνητής του φυσικού κόσμου εκθέτει στην επιστημονική κοινότητα την εργασία του, εκτίθεται στον συνεχή επιστημονικό έλεγχο των απόψεών του, έλεγχο που οδηγεί στην επιβεβαίωση ή στη διάψυσή τους. Ενδεχόμενη διάψευση των απόψεών του θέτει σε αμφισβήτηση την επιστημονική του επάρκεια ή ικανότητα, οι φυσικές διαδικασίες του κόσμου μας όμως, στις οποίες αναφέρονται οι απόψεις του ερευνητή, εξακολουθούν να λειτουργούν, ανεξάρτητες και ανεπηρέαστες από τις ενδεχόμενες αποτυχημένες προσπάθειες ερμηνείας τους. Όταν πάλι ο συγγραφέας με κάποιο διδακτικό εγχειρίδιο εκθέτει τις προτάσεις του που αφορούν στην εκπαίδευση, εκτίθεται στην κριτική της εκπαιδευτικής κοινότητας, κριτική που μπορεί να είναι ευμενής, επικριτική ή απορριπτική. Ενδεχόμενη απορριπτική κριτική υπονομεύει την επιστημονική και εκπαιδευτική επάρκεια του συγγραφέα, ο διδάσκων το εγχειρίδιο όμως μπορεί να προφυλάξει τους μαθητές από τις όποιες αναποτελεσματικές προσεγγίσεις που προτείνονται σε αυτό. Αντίθετα, όταν ο δάσκαλος διδάσκει τις επιστημονικές θεωρίες που προβλέπονται από το αναλυτικό πρόγραμμα και παρουσιάζονται στο διδακτικό εγχειρίδιο, δεν υπόκειται απλώς στην κρίση των μαθητών του και της εκπαιδευτικής κοινότητας. Ενδεχόμενη αποτυχία

του είναι βέβαιο ότι θα δράσει αναποτελεσματικά ή ακόμη και αρνητικά στους μαθητές του.

Ο ρόλος του δασκάλου δεν είναι εύκολος. Πέρα από το αναλυτικό πρόγραμμα και το διδακτικό εγχειρίδιο είναι αναμφισβήτητο ότι η επιτυχία ή η αποτυχία της διδακτικής προσπάθειας εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από το δάσκαλο και τον τρόπο με τον οποίο αυτός θα αξιοποιήσει τα διαθέσιμα μέσα. Ο ρόλος του στη σχολική πρακτική είναι σύνθετος, πολύπλευρος και καθοριστικός. Ο Ginott στο εισαγωγικό απόσπασμα περιγράφει παραστατικά το εύρος των πολλών και διαφορετικών δεξιοτήτων που πρέπει να διαθέτει ο δάσκαλος.

Η επιτυχία της διδακτικής πορείας δεν είναι προφανώς δυνατό να εξασφαλιστεί με συνταγές συμπεριφοράς. Κάθε δάσκαλος διαμορφώνει το μάθημα στην τάξη του αξιοποιώντας με τον κατά τη γνώμη του καλύτερο τρόπο τα διαθέσιμα μέσα. Είναι ωστόσο σημαντικό στην προσπάθεια αυτή να έχει υπόψη του ότι οι μαθησιακές ανάγκες των μαθητών πρέπει να έχουν προτεραιότητα σε σχέση με τις επιταγές του αναλυτικού προγράμματος ως προς το ρυθμό εξέλιξης της διδακτέας ύλης.

Κάθε δάσκαλος που επιθυμεί να εφαρμόσει με επιτυχία την προτεινόμενη ανακαλυπτική προσέγγιση πρέπει να έχει

<sup>1</sup> H. Ginott

συνεχώς κατά νου ότι στοχεύει, πέρα από την παροχή της γνώσης των εννοιών και των φαινομένων, κυρίως στη μετάδοση της γνώσης των διαδικασιών. Οι γνώσεις μας στο χώρο των φυσικών επιστημών αυξάνονται με θεαματικό ρυθμό, ο αριθμός των διαθέσιμων διδακτικών ωρών για το σχολικό μάθημα όμως παραμένει σταθερός. Είναι προφανές ότι δεν είναι δυνατόν το θεματικό εύρος των φυσικών επιστημών να αντιμετωπιστεί στα πλαίσια του σχολικού μαθήματος. Έμφαση συνεπώς πρέπει να δίνεται στην ποιότητα του μαθήματος, στη συστηματική μετάδοση της μεθοδολογίας που χαρακτηρίζει τις φυσικές επιστήμες και όχι στην ποσότητα της ύλης που θα διδαχθεί. Στο προτεινόμενο βιβλίο καλύπτεται ευρύ φάσμα θεμάτων. Κάθε δάσκαλος, ανάλογα με το ρυθμό εξέλιξης του μαθήματος, μπορεί να επιλέξει τα θέματα που θα αντιμετωπίσει στην τάξη του.

Ο δάσκαλος συντονίζει μια διαδικασία δύσκολη και σύνθετη, την εκπαιδευτική διαδικασία. Στο «Ερευνώ και Ανακαλύπτω»

προτείνεται για το συντονισμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο, που αποτελεί μια παιδαγωγική προσέγγιση της ιστορικά καταξιωμένης επιστημονικής ερευνητικής μεθόδου, της μεθόδου με την οποία ο επιστήμονας, ο ερευνητής, ο άνθρωπος, ερεύνησε και ερευνά τον φυσικό κόσμο. Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο ο δάσκαλος αναζητά ενάσματα προκαλώντας το ενδιαφέρον των μαθητών, προβληματίζει τους μαθητές προτρέποντάς τους να διατυπώσουν υποθέσεις, τους ενεργοποιεί στην εκτέλεση πειραμάτων και στην καταγραφή παρατηρήσεων, προκαλεί συζήτηση για τη διεύρυνση των παρατηρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων και εξασφαλίζει την εμπέδωση οδηγώντας τους μαθητές σταδιακά στη γενίκευση, στη μεταφορά και εφαρμογή της γνώσης στα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Η επιστημονική μέθοδος και η εκπαιδευτική της προσέγγιση με το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας σχηματοποιούνται αδρά στα παρακάτω βήματα:



Έναυσμα  
ενδιαφέροντος



Διατύπωση  
υποθέσεων



Πειραματισμός



Διατύπωση  
θεωρίας



Συνεχής έλεγχος,  
επιβεβαίωση ή απόρριψη



Πληροφορούμαι,  
ενδιαφέρομαι



Συζητώ,  
προβληματίζομαι,  
υποθέτω



Ενεργώ,  
πειραματίζομαι,  
παρατηρώ



Συμπεραίνω,  
καταγράφω



Εμπεδώνω,  
γενικεύω

Με τις σκέψεις αυτές, αντί προλόγου, παρουσιάζονται στο «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» θέματα και προτάσεις που αφορούν στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στους μαθητές της ύστερης πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, με τη φιλοδοξία, την ευχή αλλά και την αγωνία να αποδειχθούν χρήσιμο βοήθημα στο δύσκολο έργο του δασκάλου και να αποτελέσουν μια θετική συμβολή στο συναρπαστικό εγχείρημα που ονομάζεται εκπαιδευτική διαδικασία. Το εκπαιδευτικό υλικό του «Ερευνώ και Ανακαλύπτω» περιλαμβάνει εκτός από το βιβλίο για το δάσκαλο δύο βιβλία για το μαθητή. Το βιβλίο με τα φύλλα εργασίας, που αποτελεί το βασικό βιβλίο με τις οδηγίες για την πειραματική πορεία μέσα από την οποία ο μαθητής καλείται να

«ανακαλύψει» τα φαινόμενα, και το βιβλίο μαθητή. Το βιβλίο μαθητή αποτελεί υποστηρικτικό βιβλίο. Περιλαμβάνει πληθώρα στοιχείων και πληροφοριών που εμπλουτίζουν και κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον. Σε καμιά περίπτωση όμως η χρήση του βιβλίου αυτού δεν πρέπει να αλλοιώνει τον ανακαλυπτικό χαρακτήρα της εργασίας του μαθητή, όπως αυτός σχηματοποιείται με τα φύλλα εργασίας. Είναι βασικό η όποια ενασχόληση του μαθητή με τα κείμενα στο βιβλίο μαθητή να έπεται της πειραματικής αντιμετώπισης με τα φύλλα εργασίας. Είναι επίσης προφανές ότι σε καμιά περίπτωση οι μαθητές δεν πρέπει να καλούνται να αποστηθίσουν το περιεχόμενο του βιβλίου μαθητή.

μέρος I:  
γενικές πληροφορίες



## 1: ΟΙ ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΩΣ ΣΧΟΛΙΚΟ ΜΑΘΗΜΑ

*«Κάθε άτομο έχει δικαίωμα στην εκπαίδευση... Η εκπαιδευτική διαδικασία πρέπει να αποσκοπεί στην πλήρη ανάπτυξη της ανθρώπινης προσωπικότητας.»*

*(άρθρο 26 της Οικουμενικής Διακήρυξης των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου) <sup>1</sup>*

*«Η παιδεία αποτελεί βασική αποστολή του κράτους, έχει ως σκοπό την ηθική, πνευματική, επαγγελματική και φυσική αγωγή των Ελλήνων, την ανάπτυξη της εθνικής και θρησκευτικής συνείδησης και τη διάπλασή τους ως ελεύθερων και υπεύθυνων πολιτών.»*

*(άρθρο 16 του Συντάγματος της Ελλάδας) <sup>2</sup>*

Στο χώρο της εξωσχολικής ζωής ο μαθητής έρχεται σε επαφή με τα φυσικά φαινόμενα στο σπίτι, στο δρόμο, κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού και της άθλησης, παρατηρώντας τα ακούσια. Η επαφή του όμως αυτή με τα φαινόμενα δεν είναι συστηματική, αφού η αλληλουχία τους είναι τυχαία και δεν αποτελεί πρωταρχική επιδίωξη του παιδιού η κριτική τους ανάλυση με στόχο την κατανόηση. Ο τρόπος αντιμετώπισης δεν είναι σχεδιασμένος με αιτιότητα ούτε με οριοθετημένες γνωστικές επιδιώξεις. Στη σχολική ζωή αντίθετα, η ύλη που παρουσιάζεται στο μαθητή είναι σχεδιασμένη και οργανωμένη με βάση την επιθυμία του δασκάλου να προσφέρει στο μαθητή υλικό για μάθηση. Τα ερεθίσματα που δέχεται ο μαθητής από το φυσικό του περιβάλλον και τον κοινωνικό του περίγυρο κατά μη συστηματικό τρόπο συμπληρώνονται από οργανωμένες διαδικασίες διδασκαλίας - μάθησης.

Σύμφωνα με τα εισαγωγικά αποσπάσματα από την Οικουμενική Διακήρυξη των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου και το Σύνταγμα της χώρας μας βασική αποστολή κάθε σχολικής δραστηριότητας είναι η πνευματική και κοινωνική ανέλιξη

του μαθητή. Κάτω από το πρίσμα αυτό, οι γνώσεις που προσφέρονται πρέπει να αποσκοπούν στην παροχή εφοδίων, όχι μόνο επιστημονικά αλλά και κοινωνικά χρήσιμων, εφοδίων πολύτιμων για την καθημερινή ζωή. Ο πατέρας της επαγωγικής μεθόδου Francis Bacon (1561 - 1626) χαρακτηρίζει τη γνώση ως εξουσία: «Η γνώση από μόνη της είναι εξουσία...» (Mackay 1991, σ. 21), εξουσία που σύμφωνα με την Οικουμενική Διακήρυξη των Δικαιωμάτων του Ανθρώπου και το Σύνταγμα της χώρας μας δικαιούται ισότιμα κάθε μαθητής. Με την προϋπόθεση ότι η μάθηση οδηγεί στη γνώση, με όποιο τρόπο κι αν αυτή προσεγγίζεται, θα έχει οπωσδήποτε τις επιδράσεις της στην επιλογή από το μαθητή της στάσης του απέναντι στο κοινωνικό σύνολο και θα επηρεάσει τις επιλογές της ζωής του.

Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο επιχειρείται η οριοθέτηση του ρόλου του μαθήματος των φυσικών επιστημών στο πλαίσιο αυτό και επιδιώκεται η αποσαφήνιση των βασικών παιδαγωγικών και διδακτικών αρχών στις οποίες στηρίζεται η προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση.

<sup>1</sup> (Αποστολόπουλος 1984) σ.200

<sup>2</sup> (Αποστολόπουλος 1984) σ.105



## 1.1 Η θέση των φυσικών επιστημών στο σχολικό πρόγραμμα

*«Το σχολείο πρέπει να αναπτύσσει στους νέους ανθρώπους τις δεξιότητες και ποιότητες που είναι χρήσιμες για την εξέλιξη της κοινωνίας. Αυτό δε σημαίνει ότι πρέπει να καταστρέφεται η ατομικότητα και το άτομο να υποβιβάζεται σε απλό εργαλείο της κοινωνίας, όπως μια μέλισσα ή ένα μυρμήγκι. Μια κοινωνία από τυποποιημένα άτομα είναι φτωχή και χωρίς ελπίδα για εξέλιξη.»*

*A. Einstein<sup>1</sup>*

Οι διδακτικές ώρες που αντιστοιχούν στο μάθημα των φυσικών επιστημών στο ελληνικό σχολικό πρόγραμμα παρουσιάζουν τις τελευταίες δεκαετίες σταθερή αύξηση (Κόκκοτας 1989, σ. 209), γεγονός που αντανακλά την ολοένα και ευρύτερη αποδοχή της αναγκαιότητας του μαθήματος. Ποιος είναι όμως ο ρόλος του μαθήματος στο γενικό πλαίσιο της παιδείας που το σχολείο καλείται να παρέχει στους μαθητές; Η προετοιμασία των μαθητών που θα επιδιώξουν την εισαγωγή τους στα τριτοβάθμια εκπαιδευτικά ιδρύματα θετικής κατεύθυνσης είναι δεδομένη ανάγκη. Η τεχνολογική ανάπτυξη της χώρας, η στελέχωση της βιομηχανίας και της έρευνας και κατά συνέπεια η οικονομική πρόοδος εξαρτώνται από την επάρκεια εξειδικευμένων επιστημόνων. Το ποσοστό όμως των μαθητών που ακολουθούν αυτόν το δρόμο είναι πολύ μικρό, για να δικαιολογήσει τη στροφή του μαθήματος των φυσικών επιστημών αποκλειστικά σ' αυτήν την κατεύθυνση. Το μάθημα συνεπώς δεν πρέπει να περιορίζεται στους μαθητές αυτούς, απομακρυνόμενο από τον τουλάχιστον εξίσου σημαντικό παράγοντα της παροχής γενικής μόρφωσης στο σύνολο των μαθητών.

«Μόρφωση είναι η ικανότητα χειρισμού του πολιτισμού, η ικανότητα προσέγγισης αξιών, όπως η υπευθυνότητα, η αλληλεγγύη και η ανθρωπιά. Η μόρφωση αποκτάται από κάθε άνθρωπο ξεχωριστά και εξυπηρετεί κάθε άνθρωπο ξεχωριστά. Πέρα όμως από την ατομική της διάσταση έχει και κοινωνική διάσταση, αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για τη συμβίωση των ανθρώπων» (Dahncke 1994). Το απόσπασμα αυτό του Dahncke, όπως και το εισαγωγικό του Einstein, οδηγούν στη διαπίστωση δύο συνιστωσών της μόρφωσης, της κοινωνικής και της ατομικής<sup>2</sup>. Η εξασφάλιση, για παράδειγμα, της επάρκειας φυσικών επιστημόνων για την οικονομική πρόοδο αναφέρεται στις κοινωνικές ανάγκες. Εξίσου σημαντική όμως είναι και η παιδαγωγική υποχρέωση της ικανοποίησης των ατομικών αναγκών. Η επιδίωξη αυτή της οριοθέτησης του ατόμου στον κοινωνικό του περίγυρο επιτυγχάνεται με την παροχή εφοδίων κατανόησης του περιβάλλοντος και συνεπώς και της θέσης του σ' αυτό. Ο Bleichroth (1969), αναφερόμενος στο ρόλο των φυσικών

επιστημών σ' αυτήν την προσπάθεια, σημειώνει την ανάγκη το μάθημα να παρέχει στοιχεία χρήσιμα για την κατανόηση και ερμηνεία του κόσμου, το «χειρισμό» του περιβάλλοντος και την οριοθέτηση στάσης απέναντι στο φυσικό περιγύρο, ενώ ο Pradel (1970, σ. 15) συμπεριλαμβάνει στη βασική αποστολή του μαθήματος την παροχή γνώσεων και την καλλιέργεια δεξιοτήτων που είναι χρήσιμες για τη ζωή στην τεχνοκρατούμενη εποχή μας, τη συμβολή στην εξάσκηση ικανοτήτων, όπως η παρατήρηση, η σκέψη και η κρίση, καθώς και την προσφορά της απαραίτητης βοήθειας για τη διαμόρφωση υπεύθυνης στάσης ζωής.

Από τις παραπάνω αναφορές γίνεται σαφές ότι, στην προσπάθεια παροχής εφοδίων για την κατανόηση του κόσμου στον οποίο ζούμε, το μάθημα των φυσικών επιστημών πρέπει να έχει πρακτική διάσταση, που να είναι έντονα συνυφασμένη με την ερμηνεία των φαινομένων τα οποία καθημερινά παρατηρούμε γύρω μας. Η κατανόηση της δομής και νομοτέλειας του κόσμου στον οποίο εξελίσσονται όλες οι δραστηριότητές μας αποτελεί σύμφωνα με τα παραπάνω επιχειρήματα αυτονόητη ανθρώπινη ανάγκη: «Οι φυσικές επιστήμες ως έννοια είναι κάτι πολύ ευρύτερο από τις φυσικές διαδικασίες ή τις τεχνολογικές κατασκευές που εξηγούνται από αυτές. Είναι η ίδια η ανθρώπινη δραστηριότητα που εξελίσσεται στο φυσικό περιβάλλον και μας αφορά όλους. Τα προϊόντα των φυσικών επιστημών - νόμοι, αρχές, γενικεύσεις, θεωρίες και μοντέλα - δεν μπορεί να αγνοηθούν. Καθορίζουν τη σχέση μας με τον κόσμο και τη θέση μας σ' αυτόν. Λίγη σημασία έχει η γνώση ή η άγνοια του νόμου της βαρύτητας, σημασία έχει ότι η εικόνα που έχουμε για τον κόσμο γύρω μας διαμορφώνεται από αυτόν» (Newton 1988, σ. 9).

Ο Wagenschein (1988, σ. 133 κ.ε.) επισημαίνει κινδύνους για την κοινωνία, οι οποίοι προέρχονται από την αδυναμία κατανόησης των φυσικών επιστημών από τη μεγάλη πλειοψηφία. Μόνο αν πάψει να μας ενδιαφέρει αποκλειστικά η εκπαίδευση των μελλοντικών φυσικών επιστημόνων και αφοσιωθούμε με επιτυχία στις ανάγκες της συντριπτικής πλειοψηφίας των μαθητών που δε θα σπουδάσουν ποτέ φυσικές επιστήμες, μόνο αν προσπαθήσει το σχολείο να

<sup>1</sup> όπως αναφέρει ο Nachtigall (1990α) σ.1

<sup>2</sup> πρβλ. και Goodlad (1979, σ.5 κ.ε)

προσφέρει με επιτυχία πρακτικά εφαρμόσιμη γνώση και να διαμορφώσει πολίτες που κατανοούν τις φυσικές επιστήμες, θα καταφέρει να αποφύγει το χωρισμό της κοινωνίας στην τάξη των αυθεντιών της επιστήμης και στην πλειοψηφία των ανίκανων να την προσεγγίσουν.

Πέρα από την πρακτική διάσταση, την ανάπτυξη στο σύνολο των μαθητών της ικανότητας προσέγγισης της ερμηνείας του κόσμου, το μάθημα των φυσικών επιστημών καλείται να μεταδώσει το μεθοδολογικό πλαίσιο, το σύστημα διερεύνησης που είναι άρρηκτα συνυφασμένο με τις φυσικές επιστήμες. Η καλλιέργεια της παρατήρησης, της διατύπωσης της υπόθεσης και της διερεύνησης της υπόθεσης αυτής με συστηματικό τρόπο προσεγγίζονται από το μάθημα των φυσικών επιστημών, αλλά αποτελούν εφόδια με πολύ ευρύτερο πεδίο εφαρμογής. Η συστηματικότητα που χαρακτηρίζει την έρευνα στις φυσικές επιστήμες είναι εφόδιο ευρύτερα αξιοποιήσιμο από τους μαθητές.

Μια ενδιαφέρουσα σύνοψη των στοιχείων της επιθυμητής προσφοράς των φυσικών επιστημών στο γενικό μορφωτικό πλαίσιο του σχολείου συναντάται στα αποτελέσματα της έρευνας (Delphi Studie) του Ινστιτούτου για την παιδαγωγική των φυσικών επιστημών IPN. Σύμφωνα με τη μελέτη του IPN (Häubler 1987) η διδασκαλία των φυσικών επιστημών προσφέρει μεταξύ άλλων:

- πρακτική βοήθεια στον οικιακό χώρο
- στοιχεία για τη διαμόρφωση αντίληψης για τον εργασιακό χώρο
- γνώσεις χρήσιμες για την αποφυγή ατυχημάτων στην καθημερινή ζωή
- κατανόηση των εξελίξεων στο χώρο των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας
- διαπίστωση των κινδύνων που οι εξελίξεις αυτές συνεπάγονται
- διαμόρφωση άποψης για κοινωνικά ζητήματα σχετικά με τις φυσικές επιστήμες.

Οι φυσικές επιστήμες προσεγγίζουν μεγάλο εύρος επιστημονικών, τεχνολογικών αλλά και κοινωνικών θεμάτων με μοναδική μεθοδολογία. Η διδασκαλία τους εξασφαλίζει πρακτικά, επαγγελματικά και κοινωνικά εφόδια απαραίτητα για καθένα μας ξεχωριστά αλλά και την κοινωνία συνολικά. Η αντιμετώπισή τους στο σχολικό πρόγραμμα πρέπει να οργανώνεται με τρόπο τέτοιο, ώστε να αξιοποιούνται συστηματικά αλλά και με ισομέρεια όλες αυτές οι παράμετροι. Ερωτήματα για την ποιότητα ζωής σήμερα και στο μέλλον σχετίζονται άμεσα με τους παραπάνω προβληματισμούς και καθιστούν επιτακτική ανάγκη για το κοινωνικό σύνολο την προσφορά της ουσιαστικής, πρακτικής, καθημερινά εφαρμόσιμης γνώσης στο σύνολο των μαθητών.

## 1.2 Το αντικείμενο του μαθήματος

*«Οι φυσικές επιστήμες δεν περιορίζονται στο να περιγράφουν και να εξηγούν τη φύση, αποτελούν μέρος της αλληλεπίδρασης της φύσης με εμάς, περιγράφουν τη φύση, όπως αυτή αποκαλύπτεται στη δική μας μέθοδο ερωτήσεων.»*

*W. Heisenberg<sup>1</sup>*

Οι φυσικές επιστήμες και οι εφαρμογές τους έχουν έκταση που δεν είναι δυνατό να καλυφθεί στο πλαίσιο του σχολικού μαθήματος. Η διαμόρφωση του αναλυτικού προγράμματος, ο καθορισμός των σκοπών και στόχων προϋποθέτουν την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων, την κριτική θεώρηση του περιεχομένου του μαθήματος από διαφορετικές οπτικές γωνίες και την επιλογή των στοιχείων που απαραίτητα πρέπει να συμπεριληφθούν και άλλων, λιγότερο σημαντικών, που μπορεί να παραλειφθούν (Bleichroth 1991α, σ. 13 κ.ε.). Η επιλογή αυτή πρέπει να συναντά την ευρύτερη δυνατή συναίνεση μεταξύ των εμπλεκόμενων εκπαιδευτικών φορέων και να βρίσκεται σε συνάρτηση με τη γενικότερη αποστολή του σχολείου για παροχή μόρφωσης και αγωγής που εξυπηρετεί το στόχο της ανάπτυξης της προσωπικότητας και υποστηρίζει την κοινωνική ένταξη του

μαθητή. Οι επιστήμες διαφοροποιούνται μεταξύ τους τόσο στο περιεχόμενο όσο και στη μεθοδολογία προσέγγισης. Το μάθημα των φυσικών επιστημών συνεπώς διαφοροποιείται από τα υπόλοιπα τόσο στο περιεχόμενο όσο και στη μεθοδολογία. Η παλαιότερη αντίληψη για τις φυσικές επιστήμες, ως σύνολο δεδομένων κανόνων και μαθηματικών διατυπώσεων που τους περιγράφουν, έδωσε σταδιακά τη θέση της στην επίγνωση του εξελικτικού χαρακτήρα της επιστήμης, ο οποίος διαμορφώνεται δυναμικά, δίνοντάς μας μια ολοένα ακριβέστερη εικόνα για τον κόσμο στον οποίο ζούμε: «Αντιλαμβάνομαι τις φυσικές επιστήμες σαν μια διαδικασία που εδώ και 2500 χρόνια αλλάζει συνεχώς τη σχέση του ανθρώπου με τη φύση, την αντίληψή του γι' αυτήν και συνεπώς τον ίδιο τον άνθρωπο» (Wagenschein 1976, σ. 11).

<sup>1</sup> όπως αναφέρει ο Mackay (1991, σ.115)

Είναι προφανές ότι δεν μπορεί να οριοθετηθεί η γνώση του αντικειμένου ανεξάρτητα από την επίγνωση της μεθόδου από την οποία αυτή προέκυψε. Το σύνολο των γνώσεων μας στις φυσικές επιστήμες έχει προκύψει από την έρευνα. Η διδασκαλία συνεπώς των βασικών στοιχείων της ερευνητικής μεθόδου είναι αναγκαία (Καλκάνης 1995, σ. 3). Χαρακτηριστικό της σύγχρονης έρευνας είναι η ομαδική εργασία, ο καταμερισμός των ερευνητικών προπαθειών σε πολλούς επιστήμονες, που εργάζονται συντονισμένα με κοινό στόχο, καθώς επίσης και η έντονη ανάπτυξη των δυνατοτήτων διασποράς των συμπερασμάτων, με αποτέλεσμα την κριτική αξιολόγηση και αξιοποίηση για περαιτέρω προσπάθειες. Η σύγχρονη ερευνητική μεθοδολογία των φυσικών επιστημών είναι ένα από τα αποτελεσματικότερα συστήματα παραγωγής, αξιοποίησης και διασποράς πληροφορίας. Είναι προφανές από τα παραπάνω ότι τα βασικά αυτά στοιχεία πρέπει να χαρακτηρίζουν και το μάθημα των φυσικών επιστημών.

Το δίλημμα της επιλογής της αντιμετώπισης των φυσικών επιστημών ως συνόλου δεδομένων γνώσεων ή ως εξελισσόμενου μεθοδολογικού πλαισίου παραγωγής γνώσης συναντάται έντονο στη χάραξη της στρατηγικής για τη διδακτική αντιμετώπιση των φυσικών επιστημών στο σχολικό χώρο. Η πρώτη αντίληψη εξυπηρετείται αποτελεσματικά με τη μετωπική, θεωρητική διδασκαλία, την έμφαση στον ορθολογισμό και τη μαθηματική - φορμαλιστική διάσταση του μαθήματος, ενώ η δεύτερη προϋποθέτει τη σημαντική περικοπή στη διδακτέα ύλη, την υιοθέτηση πειραματικής διδασκαλίας με έμφαση στη μεθοδολογία και τη διαδικασία εξαγωγής αποτελεσμάτων, όχι στα αποτελέσματα αυτά καθ' αυτά. Η μετάδοση της μεθοδολογίας των φυσικών επιστημών και η προσέγγιση της ιστορικότητας της γνώσης, με δεδομένο το πλήθος των διδακτικών ωρών που αντιστοιχούν στις φυσικές επιστήμες, δεν είναι δυνατές χωρίς κάποιους συμβιβασμούς στην έκταση της διδακτέας ύλης που θα αντιμετωπιστεί.

Οι φυσικές επιστήμες μελετούν τη νομοτέλεια του περιβάλλοντος κόσμου, οδηγούν συνεπώς στην ανάπτυξη γνώσης, της οποίας η άμεση ή έμμεση εφαρμογή οδηγεί σε καινοτομίες που επηρεάζουν τη ζωή καθενός μας. Ο χαρακτήρας αυτός της διαπλοκής της επιστήμης με τη ζωή καθενός μας της προσδίδει πέρα από την επιστημονική και έντονα κοινωνική διάσταση. Ο διαχωρισμός της κοινωνίας σε λίγους «ειδικούς» και πολλούς «αδαείς» να προσεγγίσουν τις φυσικές επιστήμες (Nolte 1987, σ. 284 κ.ε.), όπως τείνει να διαμορφωθεί σήμερα, είναι υπ' αυτή τη θεώρηση ιδιαίτερα επικίνδυνος. Πώς κατοχυρώνεται ο κοινωνικός ρόλος της επιστήμης, σε συνάρτηση και με την ηθική νομιμοποίηση για τη χρήση ή και κατάχρηση της εφαρμογής της επιστήμης, όταν η συντριπτική πλειοψηφία των πολιτών δε διαθέτει το υπόβαθρο, για να συμμετάσχει στον διάλογο που θα οδηγήσει στη λήψη των σχετικών αποφάσεων; Η μια άποψη σχετικά με το ερώτημα αυτό είναι ότι αποφάσεις τέτοιες σημασιώς αναγκαστικά πρέπει να λαμβάνονται από τους ειδικούς. Οι μη ειδικοί, οι «αδαείς», δεν πρέπει να έχουν λόγο, ακριβώς επειδή δε διαθέτουν τις απαιτούμενες γνώσεις αλλά και λόγω της συναισθηματικής φόρτισης που αντίστοιχες «δύσκολες» αποφάσεις προκαλούν (Bleichroth 1991a, σ. 27). Ο αντίλογος στην παραπάνω άποψη ξεκινά με δεδομένο το δικαίωμα του κάθε πολίτη να έχει άποψη σχετικά με τα διλήμματα που προκύπτουν από την εφαρμογή της επιστήμης και της τεχνολογίας. Το δικαίωμα αυτό κατοχυρώνει αντίστοιχο δικαίωμα στο υπόβαθρο γνώσης, που θα επιτρέψει την ορθή και τεκμηριωμένη στάση. Η επιστημονική κοινότητα, αφενός μέσω της εκπαίδευσης και αφετέρου απλοποιώντας τα ερωτήματα στο επίπεδο του δεδομένου υποβάθρου, οφείλει να συντελέσει στην εξασφάλιση του δικαιώματος αυτού. Συνεπώς η διαμόρφωση υπεύθυνων πολιτών, έτοιμων και ώριμων να συναποφασίζουν, προκαλεί στο εκπαιδευτικό σύστημα την υποχρέωση της προσαρμογής και ανταπόκρισης με τρόπο τέτοιο που να διασφαλίζεται και να κατοχυρώνεται ο κοινωνικός χαρακτήρας της επιστήμης.

### 1.3 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών και σχολικές βαθμίδες

*«Χωρίς αμφιβολία θα πετύχουμε με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών πολύ περισσότερα απ' όσα έχουν ήδη επιτευχθεί, αν χρησιμοποιηθεί μία πιο φυσική μέθοδος. Αν δε διαφθαρεί η νεολαία από την πρόωγη αφηρηματοποίηση.»*  
E. Mach<sup>1</sup>

Ένα από τα βασικότερα προβλήματα για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών προκύπτει από την ανεξάρτητη αντιμετώπιση των σχετικών μαθημάτων στις τρεις σχολικές

βαθμίδες, από την έλλειψη δηλαδή ενός ενιαίου πλαισίου διδακτικής αντιμετώπισής τους, ανεξάρτητου από τη διοικητική τομή της σχολικής πορείας σε βαθμίδες. Ανάλογα

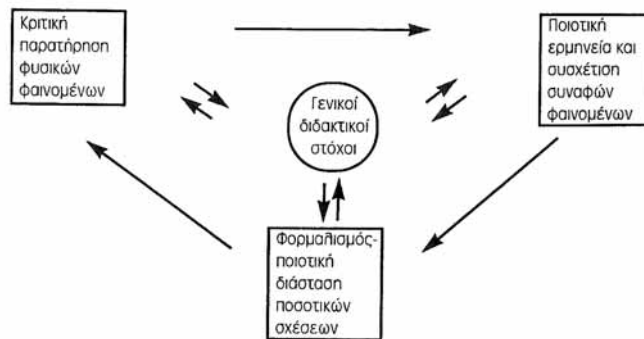
<sup>1</sup> populärwissenschaftliche Vorlesungen, 5η έκδοση, Leipzig 1923, σ.340, όπως αναφέρει ο Wagenschein (1976) σ. 178

με την ηλικία των μαθητών διαμορφώνεται και το μαθησιακό δυναμικό τους, οπότε αντίστοιχα πρέπει να διαμορφώνεται και η εμπέδωση της διδασκαλίας. Είναι όμως ανάγκη σε κάθε στάδιο να αξιοποιείται το γνωστικό δυναμικό που έχει ήδη κατακτηθεί και να συνδέεται με το νέο υλικό που θα παρουσιαστεί στους μαθητές.

Η ποιοτική διάσταση της ερμηνείας των φαινομένων προηγείται της ποσοτικής και φορμαλιστικής. Έτσι η διδασκαλία της φυσικής στην α' βαθμίδα πρέπει να εξυπηρετεί κυρίως το στόχο της συστηματικής παρατήρησης, τη συνειδητοποίηση της εξέλιξης των φαινομένων από το μαθητή (παρατηρησιακή διάσταση). Στη β' βαθμίδα η διδασκαλία πρέπει κατ' αρχήν να στοχεύει στην ποιοτική προσέγγιση της ερμηνείας των φαινομένων (ερμηνευτική διάσταση) με σταδιακή εισαγωγή στις ποσοτικές σχέσεις και το φορμαλισμό, ενώ στη γ' βαθμίδα η διδασκαλία πρέπει να εδραιώνεται με την ολοκλήρωση της ποσοτικής αντιμετώπισης και το μαθηματικό φορμαλισμό

(φορμαλιστική διάσταση), που συνδέεται και αναφέρεται όμως σε φαινόμενα των οποίων η ποιοτική ερμηνεία έχει εδραιωθεί αποτελεσματικά στις προηγούμενες βαθμίδες. Έτσι οι μαθητές δεν απομνημονεύουν μηχανικά το φορμαλισμό, κατανοούν ουσιαστικά τη διάστασή του ως μαθηματική συμπύκνωση της ποιοτικής πληροφορίας που περιγράφει.

Η διδακτική πορεία περιγράφεται συνοπτικά στο παρακάτω σχήμα. Στο κέντρο τοποθετούνται οι διδακτικοί στόχοι, οι οποίοι επιδρούν σε κάθε στάδιο της διδακτικής διαδικασίας, και περιμετρικά η εξέλιξη της εμπέδωσης σε κάθε διδακτικό στάδιο. Η κυκλική μορφή στην εξέλιξη της διδακτικής πορείας τονίζει emphaticά το γεγονός ότι, ακόμη και μετά την ολοκλήρωση της διδασκαλίας των φορμαλιστικών αλληλουσισχέσεων, πρέπει να είναι αυτονόητη η αναφορά της κατακτηθείσας γνώσης στην ολοκληρωμένη πια αντιμετώπιση της ερμηνείας των καθημερινών φαινομένων και των προεκτάσεών τους.



### 1.3.1 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών στην πρώτη σχολική βαθμίδα

- «Αναρωτιέμαι αν τα σκουλήκια κινούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις.»
- «Τι θα συμβεί αν γυρίσουμε ένα φυτό ανάποδα;»
- «Πού είναι τ' αστέρια την ημέρα;»
- «Πού είναι ο ήλιος τη νύχτα;»
- «Πώς δημιουργήθηκε ο κόσμος;»
- «Από πού ήρθα εγώ;»

«Αυτές είναι μερικές από τις εκατοντάδες, από τις χιλιάδες ερωτήσεις των παιδιών. Δεν είναι όμοιες με τις ερωτήσεις που κάθε παιδί θέτει νωρίτερα ή αργότερα; Όλοι αναρωτηθήκαμε για τον κόσμο στον οποίο ζούμε... Το μάθημα των φυσικών επιστημών στο δημοτικό σχολείο είναι η απάντησή μας στην ανάγκη κάθε παιδιού να μάθει» (Jacobson 1980, σ. 3 - 4).

Στην πρώτη εκπαιδευτική βαθμίδα σημειώνεται η πρώτη επαφή του μαθητή με το «οργανωμένο» μάθημα των φυσικών επιστημών. Αυτό δε σημαίνει ότι ο μαθητής αντιμετωπίζει για πρώτη φορά τα φυσικά φαινόμενα. Ορθό είναι να ισχυριστεί κανείς ότι για πρώτη φορά οι πρώιμες αντιλήψεις (πρβλ. 1.5.4) του μαθητή δοκιμάζονται σε αντιδιαστολή με τις «φυσικές αλήθειες» του δασκάλου και του διδακτικού βιβλίου, καθώς και με τις πρώιμες αντιλήψεις των συμμαθητών. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το γνωστικό δυναμικό των μαθητών που βρίσκονται στο στάδιο των συγκεκριμένων λογικών πράξεων (Παρασκευόπουλος 1985α, σ. 42) καθορίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στο παρατηρησιακό επίπεδο. Ο μαθητής δεν αντιμετωπίζει πια τα καθημερινά φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλείται με

μεθοδικό τρόπο να παρατηρήσει και να καταγράψει την εξέλιξη τους. Μαθαίνει να οργανώνει τις παρατηρήσεις του και να εκτελεί απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία. Όταν καλείται να πειραματιστεί βράζοντας για παράδειγμα νερό, δεν κάνει τίποτα διαφορετικό ως προς το περιεχόμενο της εργασίας απ' όταν βράζει νερό για την εξυπηρέτηση των δικών του αναγκών. Αυτό που διαφέρει είναι ο στόχος της πράξης. Βράζει νερό παρατηρώντας κριτικά, για να μετρήσει τη θερμοκρασία βρασμού, να παρατηρήσει τις φυσαλίδες που δημιουργούνται...

Η έννοια του πειράματος δεν περιορίζεται στο σχολικό εργαστήριο. Πείραμα είναι και η κριτική παρατήρηση των καθημερινών φυσικών φαινομένων, όταν η αντιμετώπισή τους διέπεται από τη μεθοδολογική συνέπεια των φυσικών επιστημών. Όταν, για παράδειγμα, ο μαθητής παρατηρεί την τραμπάλα στην παιδική χαρά, δοκιμάζοντας με φίλους του διαφορετικής μάζας να διαπιστώσει τη συνθήκη ισορροπίας, εκτελεί πείραμα. Με την εισαγωγή της επιστημονικής μεθοδολογίας μπορεί ν' αξιοποιηθεί αποτελεσματικά μεγάλο πλήθος καθημερινών παρατηρήσεων.

Η επιλογή του «παρατηρησιακού επιπέδου διδασκαλίας» για την α' βαθμίδα εντοπίζει τη βαρύτητα της διδασκαλίας στην καλλιέργεια της μεθοδικότητας και στη συστηματική παρατήρηση των φαινομένων. Με αυτόνομη πειραματική παρατήρηση ο μαθητής καλείται να συνειδητοποιήσει ότι π.χ. τα στερεά διαστέλλονται, όταν θερμαίνονται, ότι ο πάγος επιπλέει στο νερό, ότι ο λαμπτήρας ακτινοβολεί, όταν το κύκλωμα είναι κλειστό και διαρρέεται από ρεύμα κ.τ.λ.

Η έμφαση στην παρατήρηση δεν πρέπει να αποκλείει μία πρώτη ερμηνευτική προσέγγιση, σε αναφορά πάντα με το γνωστικό επίπεδο των μαθητών. Η ερμηνεία δεν επιδιώκεται σ' αυτό το στάδιο, αν όμως η ενασχόληση του μαθητή με το φαινόμενο προκαλέσει την απορία του, ο δάσκαλος πρέπει

να είναι έτοιμος να ικανοποιήσει τη γνωστική ανησυχία. Με την κάλυψη των θεματικών πεδίων της φυσικής στην α' βαθμίδα σε παρατηρησιακό επίπεδο ο μαθητής πρέπει :

- να έχει συστηματοποιήσει την εργασία σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των φυσικών επιστημών, να κάνει παρατηρήσεις, να διατυπώνει υποθέσεις, να τις ελέγχει με απλά πειράματα, να καταγράφει τις παρατηρήσεις του και να εξάγει ποιοτικά συμπεράσματα,
- να έχει παρατηρήσει συστηματικά τα φυσικά φαινόμενα, ώστε να μπορεί να τα ανακαλέσει αργότερα,
- να έχει συνδέσει τα αντίστοιχα καθημερινά φαινόμενα με τις παρατηρήσεις του σχολικού εργαστηρίου, ώστε να ανακαλεί το γνωστικό υλικό σε τυχαίες επαναλήψεις. Όταν π.χ. παρατηρεί τα σύρματα της ΔΕΗ το καλοκαίρι, συνδέει την παρατήρηση αυτή με το πείραμα διαστολής στερεών στο εργαστήριο.

Οι ιδέες των μαθητών για τον κόσμο γύρω τους διαμορφώνονται πολλές φορές στα χρόνια της φοίτησής τους στο δημοτικό σχολείο, άσχετα από το αν διδάσκονται ή όχι φυσικές επιστήμες. Χωρίς την υποβοήθηση της διαδικασίας αυτής από οργανωμένο μάθημα, που θα παράσχει το μεθοδολογικό εργαλείο της επιστημονικής προσέγγισης, είναι πολύ πιθανό η διαμόρφωση αυτή να είναι μη επιστημονική, με αποτέλεσμα την εδραίωση δομών που είναι αμφίβολο αν θα μπορούν να αρθούν αργότερα (Harlen 1985, σ. 5, Harlen 2000).

«Η γενίκευση και αφηρηματοποίηση και οι σχετικές διαδικασίες ανάλυσης και σύνθεσης βασίζονται, όσον αφορά στη βασική τους σημασία για το μαθητή, σε συγκεκριμένες παραστάσεις» (Callahan 1966, σ. 14). Με αυτήν την έννοια η ορθή και πλήρης διαπίστωση και παρατήρηση των φυσικών φαινομένων στην α' βαθμίδα αποτελεί το απαραίτητο γνωστικό υπόβαθρο, στο οποίο, σε μετέπειτα στάδια, θα στηριχτεί η προσπάθεια γενίκευσης και ένταξής τους σε πλαίσια ποιοτικών και ποσοτικών αλληλουσχετίσεων.

### 1.3.2 Διδασκαλία των φυσικών επιστημών στη δεύτερη και τρίτη σχολική βαθμίδα

Η αξιοποίηση της συστηματικής παρατήρησης στην προηγούμενη βαθμίδα σε συνδυασμό με την κατάκτηση της μεθοδολογίας των φυσικών επιστημών επιτρέπει στη β' βαθμίδα το συνδυασμό των φυσικών φαινομένων και την επιδίωξη της ένταξής τους σ' ένα γενικότερο σύστημα αναφοράς. Με τον πειραματισμό σε συνθετότερα φαινόμενα οι μαθητές οδηγούνται στην κατανόηση ενός ποιοτικού πλαισίου κανόνων (όχι υποχρεωτικά φορμαλιστικών), ικανών να εξηγήσουν ομοειδή φαινόμενα. Ο συνδυασμός επιμέρους κατασκευών οδηγεί σε συνθετότερες διατάξεις, ικανές να καλύψουν πειραματικά πιο πολύπλοκα φαινόμενα.

Η κατάκτηση της αφηρημένης σκέψης (Παρασκευόπουλος 1985β, σ. 90) επιτρέπει τη σταδιακή προσέγγιση της ποιοτικής ερμηνείας και τις ποσοτικές παρατηρήσεις. Αυτό δε σημαίνει ότι πρέπει να επιδιώκεται αβιάστα η αφηρηματοποίηση των φαινομένων και η μετάδοση του μαθηματικού φορμαλισμού. Η διαδικασία αυτή είναι σταδιακή και πρέπει να έχει ως αφετηρία το καθημερινό, το οικείο και χειροπιαστό, ώστε η ερμηνεία να συνδεθεί επαρκώς με το πιο αφηρημένο φαινόμενο: «Η συσκευή επιδείξης του νόμου των μοχλών δεν είναι η αρχή. Είναι αποτέλεσμα αφηρηματοποίησης, μίας γνωστικής γενίκευσης. Η

αφηρηματοποίηση, την οποία το Γυμνάσιο καλείται να προκαλέσει, ξεκινά από την πένσα και το ψαλίδι, για να φτάσει στη ράβδο επίδειξης του νόμου των μοχλών...» (Wagenschein 1976, σ. 43).

Η επιλογή του επιπέδου φορμαλισμού δεν μπορεί να καθοριστεί εκ των προτέρων. Εξαρτάται, πέρα από την ηλικία των μαθητών, και από το συγκεκριμένο πρόβλημα. Ο μαθηματικός τύπος, ως έκφραση της ποιοτικής σχέσης, πρέπει να είναι το τελευταίο στάδιο της διδακτικής αντιμετώπισης ενός φαινομένου.

Η πρόωγη χρήση του φορμαλισμού συνδέεται πολλές φορές με το επιχείρημα ότι χωρίς αυτόν είναι αδύνατο να αντιμετωπισθούν σύνθετα φαινόμενα. Η άποψη αυτή είναι λανθασμένη. Ο Hewitt (1983), αναφερόμενος στην εμπειρία του από τη διδασκαλία της φυσικής σε φοιτητές μη θετικής κατεύθυνσης, αναφέρει ότι με την απόρριψη της μαθηματικής γλώσσας και την υιοθέτηση της απλής και καθημερινής μπορούμε να διδάξουμε σύνθετα φυσικά φαινόμενα με μετατόπιση του κέντρου ενδιαφέροντος στο βασικό ζητούμενο, την ποιοτική ερμηνεία.

Είναι φανερό ότι στη γ' βαθμίδα ολοκληρώνεται η μετάδοση του μαθηματικού φορμαλισμού. Η ολοκλήρωση όμως της διδασκαλίας με τη φορμαλιστική αντιμετώπιση πρέπει να συνδυάζεται με παράλληλη ποιοτική κατανόηση. Είναι απαραίτητη η επίγνωση ότι ο μαθηματικός τύπος δεν είναι αυθύπαρκτος, ότι περιγράφει τη φυσική διάσταση ενός φαινομένου. Ο Weisskopf (1976) αναφέρει σχετικά: «Είναι αδύνατο να μεταδώσουμε τη φυσική αντίληψη χωρίς τη χρήση κάποιων μαθηματικών σχέσεων... Ο δάσκαλος

κάνοντας χρήση της μαθηματικής γλώσσας πρέπει παράλληλα να εισάγει την ποιοτική της διάσταση με την αποκάλυψη των απρόσμενων αναλογιών στη φύση. Ο μαθητής πρέπει να βλέπει και να νιώθει ότι οι ποσοτικές σχέσεις πράγματι αποκαλύπτουν ουσιαστικές συσχετίσεις στη φύση». Η μαθηματική σχέση πρέπει να έχει τη διάσταση μιας συμπύκνωσης της ποιοτικής πληροφορίας. Για να περιγράψει κανείς γεωγραφικά την Ελλάδα με λέξεις θα χρειαζόταν τόμους, ο χάρτης όμως χρησιμοποιώντας δεύτερη διάσταση συμπυκνώνει την ίδια πληροφορία σε μία μόνο σελίδα, γι' αυτό και είναι πρακτικά χρήσιμος. Η συμπύκνωση όμως σε μία σελίδα δεν είναι δυνατή χωρίς ποιοτικές αφαιρέσεις.

Τελικός στόχος των φυσικών επιστημών είναι η αντίληψη σε βάθος αλληλοσυσχετίσεων (Kranzer 1990, σ. 19), η κατανόηση ενός συστήματος νόμων που να ερμηνεύουν συνολικά τη νομοτέλεια του φυσικού κόσμου. Με αυτήν την έννοια η ολοκλήρωση της διδασκαλίας απαιτεί τη διαπίστωση των βαθύτερων αλληλοσυσχετίσεων των φυσικών νόμων. Η αναφορά στα καθημερινά φαινόμενα του φυσικού μας περιβάλλοντος με εργαλείο τη μαθηματική λογική, στο επίπεδο αυτό, αποκαλύπτει τις συγκεκριμένες αλληλοσυσχετίσεις. Η αναζήτηση ολοένα και πιο ολοκληρωμένων απαντήσεων πρέπει να δημιουργεί στους μαθητές το κατάλληλο κίνητρο για την πλήρη διαλεύκανση των «μυστηρίων της φύσης» και τη συστηματοποίηση των απαντήσεων σ' ένα ενιαίο πλαίσιο νόμων. Τα απλά καθημερινά φαινόμενα αποδεικνύονται πολλές φορές τα πιο σύνθετα και πολύπλοκα, όταν το ζητούμενο είναι η χωρίς προσεγγίσεις και παραδοχές ερμηνεία τους (Haase 1985, Epstein 1989).

#### 1.4 Διδακτικοί στόχοι

*«Είναι λιγότερο σημαντικό το τι μαθαίνουμε στο σχολείο από το πώς το μαθαίνουμε. Μία μοναδική μαθηματική πρόταση την οποία έχει πραγματικά κατανοήσει ο μαθητής, έχει γι' αυτόν πολύ μεγαλύτερη αξία, από ό,τι δέκα τύποι τους οποίους έχει αποστηθίσει και τους οποίους μπορεί να εφαρμόσει σωστά, χωρίς όμως να αντιλαμβάνεται το πραγματικό τους νόημα. Γιατί το σχολείο δεν πρέπει να μεταδίδει τυποποιημένες ρουτίνες, αλλά συνεπή μεθοδική σκέψη.»*

*M. Planck<sup>1</sup>*

Οι διδακτικοί στόχοι περιγράφουν γενικά αυτό το οποίο προσπαθούμε, αυτό που πρέπει να πετύχουμε με τη διδασκαλία, περιγράφουν δηλαδή την επιθυμητή κατάληξη της μαθησιακής διαδικασίας (Gagné 1992, et al σ. 41), τις επιδιωκόμενες δεξιότητες και συμπεριφορές του μαθητή μετά το πέρας του μαθήματος. Συχνά γίνεται διαχωρισμός σε «μαθησιακούς» και σε «διδακτικούς» στόχους. Οι

«μαθησιακοί» στόχοι είναι εκείνοι που τίθενται από τους ίδιους τους μαθητές ή τουλάχιστον υιοθετούνται από τους μαθητές, ενώ οι «διδακτικοί» στόχοι είναι αυτοί που ορίζονται από το δάσκαλο ή το αναλυτικό πρόγραμμα (Willer 1977, σ. 19, Mikelskis 1982, σ. 94, Bleichroth 1991a, σ. 44). Οι οριζόμενοι διδακτικοί στόχοι πρέπει να διαμορφώνονται και να εφαρμόζονται με τρόπο τέτοιο που να οδηγούν στην

<sup>1</sup> περιοδικό VDI, 1933 VIII χρόνος, σ.185, όπως αναφέρει ο Wagenschein (1976) σ.226

αντίστοιχη διαμόρφωση μαθησιακών στόχων από τους μαθητές. Στη συνέχεια, θα χρησιμοποιείται ο όρος «διδακτικοί στόχοι», αφού αυτούς μπορούμε να ορίσουμε χωρίς τη συμμετοχή των μαθητών, με τη διατύπωση όμως της επιδίωξης η οριοθέτησή τους να είναι τέτοια, που να οδηγεί τους μαθητές στην αποδοχή τους ως μαθησιακών στόχων.

Η διαμόρφωση των στόχων της διδασκαλίας είναι ευθύνη της πολιτείας. Στη χώρα μας οι στόχοι αποτελούν το

εισαγωγικό μέρος των αναλυτικών προγραμμάτων, τα οποία έχουν τη νομική μορφή προεδρικών διαταγμάτων. Ο δάσκαλος καλείται να εφαρμόσει στην πράξη το πλαίσιο στόχων, όπως αυτό περιγράφεται στο αναλυτικό πρόγραμμα και στο βιβλίο για το δάσκαλο. Στις παραγράφους που ακολουθούν επιχειρείται αφενός η αποσαφήνιση των κριτηρίων ιεράρχησης και κατηγοριοποίησης των διδακτικών στόχων και αφετέρου η περιγραφή ορισμένων βασικών γενικών στόχων της προτεινόμενης προσέγγισης.

#### 1.4.1 Σημασία των διδακτικών στόχων

Η διαδικασία διδασκαλίας - μάθησης εξελίσσεται σε αναφορά με οριοθετημένους διδακτικούς στόχους που χαρακτηρίζουν τη μεθοδολογική και θεματολογική ιεράρχηση των σχολικών βιβλίων. Οι οδηγίες αυτές όμως συχνά περνούν πολύ γρήγορα από πολύ αφηρημένες και γενικές διατυπώσεις, όπως «γιατί διδάσκουμε τις φυσικές επιστήμες στο σχολείο;», σε πολύ ειδικές ανά διδακτική ενότητα διατυπώσεις, όπως «να μελετήσουν οι μαθητές πειραματικά το φαινόμενο του βρασμού και να κατανοήσουν τι είναι το σημείο ζέσης και η λανθάνουσα θερμότητα» (Αλεξόπουλος 1994, σ. 32), που και αυτές όμως δε στερούνται ασάφειας.

Βασικό κριτήριο της δυνατότητας επίτευξης των στόχων είναι η σαφής και συγκεκριμένη διατύπωση, που δίνει στο

δάσκαλο τη δυνατότητα, πέρα από τη γενικότερη ή ειδικότερη διάστασή τους, να τους υλοποιήσει συγκεκριμένα στην πράξη. Δεν είναι βέβαια δυνατό κάθε φορά που ο δάσκαλος διδάσκει να καθοδηγείται σε κάθε βήμα από το ιεραρχικό αυτό πλαίσιο στόχων, η επίγνωση όμως αυτού του πλαισίου οδηγεί στη διαμόρφωση εσωτερικών προτεραιοτήτων, που αυθόρμητα εφαρμόζονται την κατάλληλη στιγμή ανάλογα με τις ευκαιρίες αλλά και τις ανάγκες που δημιουργούνται στην τάξη.

Στις αμέσως επόμενες παραγράφους αναλύεται σύντομα το σύστημα δόμησης των στόχων, παρουσιάζεται ο διαχωρισμός των στόχων ανάλογα με τη γενικότητά τους και ανάλογα με τις δεξιότητες στις οποίες αυτοί αναφέρονται (γνωστικοί, συναισθηματικοί και ψυχοκινητικοί στόχοι).

##### 1.4.1.1 Ιεράρχηση των διδακτικών στόχων

Μια πρώτη διάκριση των διδακτικών στόχων είναι ο διαχωρισμός σε βραχυπρόθεσμους και μακροπρόθεσμους. Οι βραχυπρόθεσμοι στόχοι περιγράφουν την επιδιωκόμενη συμπεριφορά του μαθητή στο τέλος μιας συγκεκριμένης μαθησιακής διαδικασίας, ενώ οι μακροπρόθεσμοι στόχοι αναφέρονται σε ικανότητες και δεξιότητες που καλλιεργούνται με την ευρύτερης διάρκειας επίδραση του μαθήματος.

Περαιτέρω οι διδακτικοί στόχοι διακρίνονται ανάλογα με το βαθμό γενικότητάς τους, μπορεί δηλαδή να διατυπώνονται περισσότερο ή λιγότερο γενικά (Woolfolk 1987, σ. 385). Η διατύπωση «να αναπτύξουν οι μαθητές έφεση και ενδιαφέρον για τη μελέτη και έρευνα του οργανικού και ανόργανου κόσμου...» (ΦΕΚ 2003) είναι π.χ. γενικότερη σε σχέση με το στόχο «να παρατηρήσουν τις μεταβολές που παθαίνουν τα υλικά σώματα και να διακρίνουν τα φυσικά από τα χημικά φαινόμενα» (ΦΕΚ 2003).

Η ιεράρχηση σε επίπεδα συναντάται σε όλα τα συστήματα διδακτικών στόχων, αν και το εύρος των επιπέδων αυτών δεν είναι σταθερό. Οι Bleichroth et al. (1991a, σ. 44)

αναφέρουν τρία βασικά επίπεδα στόχων:

Στο ανώτατο επίπεδο οι διδακτικοί στόχοι είναι λίγοι και εκφράζονται με μεγάλη γενικότητα. Η οριοθέτησή τους απαιτεί συγκεκριμενοποίηση στα χαμηλότερα επίπεδα. Η συγκεκριμενοποίηση όμως αυτή δεν είναι μονοσήμαντη, οι ειδικότεροι στόχοι δεν προκύπτουν παραγωγικά από τους γενικούς. Η ανάλυση σε ειδικούς στόχους είναι πολύπλοκη διαδικασία (Gagné 1992, σ. 51), που απαιτεί το συνυπολογισμό διάφορων παραμέτρων, όπως για παράδειγμα της ηλικίας των μαθητών, του διαθέσιμου χρόνου και του επιπέδου υλικοτεχνικής υποδομής. Η παραγωγή των ειδικών στόχων ακολουθεί αμφίδρομη πορεία. Μετά δηλαδή τον ορισμό των ειδικών στόχων θα πρέπει να τίθεται η ερώτηση: «Ήταν αυτό πράγματι το νόημα του γενικού στόχου;». Ένας γενικός στόχος π.χ. αναφέρεται «στην απόκτηση γνώσεων σχετικών με θεωρίες, νόμους και αρχές που αφορούν τα επιμέρους αντικείμενα των Φυσικών Επιστημών, ώστε οι μαθητές να είναι ικανοί όχι μόνο να παρατηρούν τα φαινόμενα, αλλά και να τα «ερμηνεύουν» στο επίπεδο που τους επιτρέπει η αντιληπτική ικανότητα της ηλικίας τους» (ΦΕΚ 2003).

Παραγωγικά μπορεί να καταλήξουμε στον ειδικότερο στόχο της διδασκαλίας της Νευτώνειας μηχανικής, η οποία οδηγεί στην κατανόηση μέρους του φυσικού περιβάλλοντος. Μετά τη διατύπωση του ειδικότερου στόχου πρέπει να αντιστρέψουμε τη συλλογιστική, αναρωτώμενοι αν ο ειδικός αυτός στόχος εκφράζει πράγματι το νόημα που είχαμε κατά νου στο γενικό στόχο. Η συγκεκριμενοποίηση εξυπηρετείται με περισσότερους ειδικούς στόχους, η διαδικασία του αμφίδρομου προβληματισμού πρέπει να οδηγεί στην ιεράρχηση των ειδικών στόχων.

Στο μεσαίο επίπεδο περιλαμβάνονται οι ειδικότεροι στόχοι που αναφέρονται στις γενικές θεματικές ενότητες των αναλυτικών προγραμμάτων. Εδώ περιγράφονται οι επιδιωκόμενες δεξιότητες και οι προτεραιότητες της διδακτικής διαδικασίας, οριοθετείται η μορφή της διδακτικής προσέγγισης και η βαρύτητα κάθε μαθησιακής συνιστώσας. Τυπικά ρήματα που χρησιμοποιούνται στη διατύπωση αυτών των στόχων είναι: γνωρίζω, κατανώ, διαπιστώνω, αποκτώ γνώσεις, εξετάζω, κατασκευάζω, συστηματοποιώ...

Οι στόχοι στο κατώτερο επίπεδο ονομάζονται αλλού ειδικό, διδασκασιακό (Willer 1977, σ. 21) ή στόχοι συμπεριφοράς (Slavin 1986, σ. 217). Περιγράφουν με μεγαλύτερη λεπτομέρεια τις συγκεκριμένες δραστηριότητες και συμπεριφορές των μαθητών και αναφέρονται συνήθως σε ειδικές θεματικές ενότητες του αναλυτικού προγράμματος. Η εφαρμοσιμότητα των ειδικών στόχων εξασφαλίζεται από τη σαφή τους διατύπωση. Οι ειδικοί στόχοι πρέπει συνεπώς να εκπληρώνουν ορισμένες προϋποθέσεις (Duit 1981, σ. 63):

- Να ορίζουν την τελική συμπεριφορά που επιδιώκεται και που πρέπει να είναι άμεσα παρατηρήσιμη.
- Να ορίζουν με σαφήνεια το αντικείμενο στο οποίο αναφέρονται.
- Να περιγράφουν τις απαραίτητες παραμέτρους (π.χ. επιτρεπόμενα βοηθητικά μέσα, προϋποθέσεις).
- Να ορίζουν το μέσο αξιολόγησης της επίτευξης ικανοποιητικής συμπεριφοράς.

Παράδειγμα: Σ' ένα φυλλάδιο με έναν κατάλογο δέκα αντικειμένων (προϋπ. 3) να σημειωθούν (προϋπ. 1) τουλάχιστον 3 (προϋπ. 4) τα οποία άγουν το ηλεκτρικό ρεύμα (προϋπ. 2).

Οι στόχοι για τη διδασκαλία της φυσικής στην Ε' και Στ' τάξη του δημοτικού σχολείου ακολουθούν την ιεράρχηση σε τρία επίπεδα. Στο ανώτατο επίπεδο γίνεται αναφορά στους σκοπούς της διδασκαλίας του μαθήματος των «φυσικών», που είναι κοινοί για τις δύο τάξεις, ενώ περαιτέρω συγκεκριμενοποιούνται «γενικές επιδιώξεις» για τις γενικές θεματικές ενότητες και ειδικοί στόχοι κάθε συγκεκριμένης ενότητας.

Η σχέση των γενικών με τους ειδικότερους στόχους είναι σχέση ιεραρχική (Bleichroth 1991a, σ. 45). Οι πρώτοι ηχούν σημαντικοί και ποιοτικοί, ενώ οι δεύτεροι διατυπώνονται στενά και εξειδικευμένα. Ο γενικός στόχος, για παράδειγμα, «απόκτηση ικανότητας αναγνώρισης των ορίων των φυσικών μεθόδων» ηχεί ποιοτικά σημαντικός σε σχέση π.χ. με τον ειδικό «οι μαθητές να σημειώσουν τα μέρη της μπαταρίας σε ένα σκίτσο». Η διαφορετική αυτή ποιότητα πρέπει να γίνεται αντιληπτή υπό το πρίσμα του χρονικού ορίζοντα των στόχων. Οι γενικοί στόχοι δεν αναφέρονται σε συγκεκριμένες διδακτικές ενότητες, δεν είναι δυνατή η επίτευξή τους σε συγκεκριμένη διδακτική ώρα. Η προσέγγισή τους είναι αποτέλεσμα της συνολικής εξέλιξης του μαθήματος, το οποίο διαμορφώνεται σύμφωνα με τους ειδικούς στόχους σε κάθε διδακτική ώρα.

Παραστατική αναλογία δίνει η οριοθέτηση της γενικής αποστολής του σχολείου για την παροχή εκπαίδευσης στους μαθητές (πρβλ. 1.1). Ο γενικός αυτός στόχος εκτείνεται στο σύνολο των μαθημάτων που περιλαμβάνονται στο σχολικό πρόγραμμα μιας εκπαιδευτικής βαθμίδας. Κάθε μάθημα, ασφαλώς και το μάθημα των φυσικών επιστημών, έχει το ρόλο του στην προσέγγιση του γενικού αυτού στόχου, δεν είναι όμως δυνατό η επίτευξή του να καλυφθεί πλήρως από ένα μόνο μάθημα του σχολικού προγράμματος.

#### 1.4.1.2 Κατηγοριοποίηση των διδακτικών στόχων

Μια άλλη διάκριση των διδακτικών στόχων αναφέρεται στο διαχωρισμό σύμφωνα με τις διαφορετικές ικανότητες και δεξιότητες, τις διαφορετικές συμπεριφορές που επιδιώκουμε να καλλιεργήσουμε στους μαθητές. Επικρατέστερη είναι η κατηγοριοποίηση κατά τον Bloom (Duit 1981, σ. 65) σε γνωστικούς, συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς στόχους.

Οι γνωστικοί στόχοι αναφέρονται στις γνώσεις που προσφέρει το μάθημα, στις νοητικές ικανότητες που καλλιεργεί και καλύπτουν τους τομείς της σκέψης, της αντίληψης και της μνήμης. Οι συναισθηματικοί στόχοι αναφέρονται στο ενδιαφέρον, τις αντιλήψεις, τις στάσεις,

τις αξίες και γενικά τα συναισθήματα του μαθητή. Με τους στόχους αυτούς επιδιώκεται η θετική τοποθέτηση των μαθητών και η εκτίμηση των από το μάθημα προσφερόμενων στοιχείων. Οι ψυχοκινητικοί στόχοι, τέλος, αναφέρονται στις σωματικές δεξιότητες. Στην περίπτωση των φυσικών επιστημών, μεταξύ άλλων, στην ικανότητα χειρισμού μετρητικών διατάξεων, στην κατασκευή της πειραματικής διάταξης, στην εξοικείωση με τη χρήση οργάνων και υλικών. Στη διδασκαλία, για παράδειγμα, του νόμου του Hooke, στο γνωστικό τομέα, στόχος μπορεί να είναι η κατανόηση της αναλογίας δύναμης - απόστασης ή η κατανόηση του ορίου ελαστικότητας του ελατηρίου, στο συναισθηματικό τομέα η



καλλιέργεια της προθυμίας ενασχόλησης με το φαινόμενο, η αφύπνιση ενδεχόμενου ενδιαφέροντος με αναφορές σε πεδία εφαρμογών, ενώ στον ψυχοκινητικό τομέα η ικανότητα του μαθητή να οργανώσει την πειραματική διάταξη, να εκτελέσει τις μετρήσεις ή να ιδιοκατασκευάσει δυναμόμετρο.

Είναι προφανές ότι πολλοί διδακτικοί στόχοι αναφέρονται σε περισσότερους από έναν των προαναφερθέντων τομέων (Duit 1981, σ. 66). Ακόμη και στόχοι που φαίνεται να προσανατολίζονται στο γνωστικό τομέα, όπως για παράδειγμα η επιδίωξη της κατανόησης ενός φυσικού φαινομένου, είναι έντονα συσχετισμένοι με συναισθηματικούς στόχους (όπως π.χ. το ενδιαφέρον του μαθητή να ασχοληθεί με το συγκεκριμένο θέμα) ή ψυχοκινητικούς στόχους (όταν επιλέγεται η πειραματική προσέγγιση). Η αναφορά στις παραπάνω κατηγορίες

εξυπηρετεί κυρίως την ανάγκη της ανάλυσης, ώστε να τονιστεί η μονομερής βαρύτητα που συνήθως δίνεται στους γνωστικούς στόχους σε σχέση με τους συναισθηματικούς και ψυχοκινητικούς στη σχολική πρακτική (Woolfolk 1987, σ. 392).

Η ιδιαίτερη έμφαση που δίνεται στους γνωστικούς στόχους προβληματίζει ιδιαίτερα όσον αφορά στο μάθημα των φυσικών επιστημών. Είναι προφανές ότι η επιλογή της πειραματικής διδασκαλίας πέρα από τους γνωστικούς στόχους εξυπηρετεί και αναβαθμίζει τους ψυχοκινητικούς και συναισθηματικούς στόχους, των οποίων η προσέγγιση από άλλα θεωρητικότερα μαθήματα του σχολικού προγράμματος δεν είναι δυνατή. Αντίστροφα, η δυνατότητα επιδίωξης των στόχων αυτών από λιγότερα μαθήματα αποτελεί επιπλέον επιχείρημα για την προτίμηση πειραματικής διδακτικής μεθοδολογίας.

#### 1.4.2 Βασικοί γενικοί διδακτικοί στόχοι της προτεινόμενης προσέγγισης

Όπως αναλύθηκε στην παράγραφο 1.1, παιδαγωγική - διδακτική βάση της προτεινόμενης προσέγγισης αποτελεί η αντιμετώπιση των φυσικών επιστημών ως μαθήματος γενικής παιδείας, που καλείται να παράσχει στο σύνολο των μαθητών πρακτικά εφαρμόσιμη γνώση, χρήσιμη για την καθημερινή τους ζωή. Στην προτεινόμενη προσέγγιση επιδιώκεται η αναγωγή των θεμάτων που μελετώνται σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν με βάση πειράματα, που οργανώνουν αυτόνομα. Με τον τρόπο αυτό πέρα από τους δεδομένους γνωστικούς στόχους που περιγράφονται στο αναλυτικό πρόγραμμα, εξυπηρετούνται αποτελεσματικά ψυχοκινητικοί και συναισθηματικοί στόχοι. Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται οι

βασικοί γενικοί διδακτικοί στόχοι της προτεινόμενης προσέγγισης. Οι στόχοι που περιγράφονται εδώ δεν αναιρούν το προδιαγραφόμενο από το αναλυτικό πρόγραμμα πλαίσιο στόχων. Λειτουργούν συμπληρωματικά περισσότερο ως βασικές αρχές που διέπουν τη διδασκαλία δίνοντας το στίγμα της βαρύτητας σε συγκεκριμένα διδακτικά στοιχεία, που στην προτεινόμενη διδακτική παρέμβαση έχουν ιδιαίτερη σημασία και την παρακολουθούν σε όλα τα στάδια εφαρμογής. Η διατύπωσή τους δε στερείται γενικότητας. Η σύνδεση και εφαρμογή τους όμως με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, που περιγράφεται αναλυτικά παρακάτω, καθώς και τους ειδικότερους στόχους που αναφέρονται σε κάθε κεφάλαιο, τους δίνει πρακτικά εφαρμόσιμη, ουσιαστική διάσταση.

##### 1.4.2.1 Εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία

Από τις πιο παρεξηγημένες έννοιες των ημερών μας είναι η έννοια «επιστημονικός». Οι λέξεις επιστήμονας και επιστήμη προδιαθέτουν για κάτι δύσκολο, ξένο και απρόσιτο για τον πολύ κόσμο. Για την επιστήμη χρειάζονται ειδικοί χώροι, εργαστήρια, ακριβός και εξειδικευμένος εξοπλισμός. Σε μία έρευνα στο Ηνωμένο Βασίλειο (Newton 1992) ζητήθηκε από μαθητές ηλικίας 4 έως 11 χρόνων να ζωγραφίσουν έναν επιστήμονα. Η έρευνα έδειξε την ύπαρξη ενός στερεότυπου από την ηλικία κιόλας των έξι χρόνων, που υποδηλώνει την αποξένωση που αισθάνονται τα παιδιά από την έννοια «επιστημονικός». Άσπρες φόρμες, γυαλιά και πλήθος οργάνων να τον περιστοιχίζουν είναι η συνήθης αντίληψη για τον επιστήμονα. Ανάλογες παρατηρήσεις αναφέρουν οι Solomon, Dureen και Scott (1994) καθώς και

οι Newton & Newton (1998). Χρέος του μαθήματος των φυσικών επιστημών είναι να ανατρέψει τα στερεότυπα αυτά, οδηγώντας τους μαθητές στην κατανόηση της επιστημονικής μεθοδολογίας και μ' αυτόν τον τρόπο στην απομυθοποίηση του επιστήμονα. Η συνιστώσα αυτή του μαθήματος προδιαγράφεται γενικά και στα αναλυτικά προγράμματα, χωρίς όμως να εξειδικεύεται το πώς αυτή θα επιτευχθεί.

«Αποστολή του επιστήμονα είναι με αφετηρία την ήδη υπάρχουσα γνώση να διατυπώσει υποθέσεις και θεωρίες και να εκτελέσει πειράματα που επιβεβαιώνουν ή απορρίπτουν τις νέες αυτές θεωρίες» (Bondi 1977). Με βάση τον ορισμό αυτό η προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας είναι δυνατή ακόμη και στο δημοτικό σχολείο.

Σημασία δεν έχει τόσο το επίπεδο των πειραμάτων και η δυσκολία των φαινομένων, όσο η μεθοδολογική προσέγγιση με υπόθεση, πείραμα και συμπέρασμα, που επιβεβαιώνει ή απορρίπτει την υπόθεση. Κατά τον Hodson (1992) «η στροφή των αναλυτικών προγραμμάτων από τη διδασκαλία της επιστήμης ως ενός συνόλου κατεστημένης γνώσης στην κατεύθυνση της αντίληψης ότι η επιστήμη είναι η μέθοδος που παράγει και αξιολογεί γνώση είναι ίσως η σημαντικότερη αλλαγή το τελευταίο τέταρτο του αιώνα μας». Η προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας πρέπει να έχει βιωματική διάσταση: «η ιδέα πολλών προγραμμάτων είναι ότι ο μαθητής ο ίδιος πρέπει να έχει το ρόλο του επιστήμονα παρά να μαθαίνει για την επιστήμη» (Sandford 1988). Η συνέπεια και η μεθοδικότητα πρέπει να καθορίζουν την εργασία του μαθητή και στο πιο απλό πείραμα: «Αν πιστεύουμε ότι το μάθημα στο δημοτικό σχολείο πρέπει να ανταποκρίνεται στην καθημερινή εμπειρία, το μάθημα των φυσικών επιστημών είναι ένα δυναμικό εργαλείο. Όχι τόσο γιατί μεταδίδει γνώσεις για το φυσικό κόσμο, όσο για τον επιστημονικό τρόπο σκέψης που το χαρακτηρίζει. Είναι αυτονόητο ότι τα παιδιά

ενδιαφέρονται για το σώμα τους, τον αέρα, τα υλικά γύρω τους, τα σώματα που κινούνται... Τα αντικείμενα αυτά μπορούν να αντιμετωπιστούν από το μάθημα. Αν αντιμετωπιστούν επιστημονικά, η κατάκτηση της επιστημονικής μεθοδολογίας από τα παιδιά είναι αυτονόητη» (Ward 1983, σ. 1). Στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση η προσπάθεια μετάδοσης της επιστημονικής μεθοδολογίας είναι εμφανής και συστηματική. Στο δεύτερο και τρίτο φύλλο εργασίας της εισαγωγής του βιβλίου παρουσιάζονται παραστατικά τα βασικά στάδια της επιστημονικής διερεύνησης: προβληματισμός, υπόθεση, πείραμα, παρατήρηση, επιβεβαίωση ή απόρριψη της υπόθεσης, εξαγωγή συμπεράσματος, γενίκευση. Τα βασικά αυτά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας ακολουθούνται με συνέπεια σε όλη την έκταση του βιβλίου του μαθητή. Οι μαθητές ακολουθούν κατά την εργασία τους τα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθόδου, ακόμη και στα πειράματα που εκτελούν αυτόνομα στο σπίτι χρησιμοποιώντας απλά μέσα. Η εξοικείωση με την επιστημονική μεθοδολογία επιτρέπει στους μαθητές την αυτόνομη διεύρυνση του γνωστικού τους υπόβαθρου.

#### 1.4.2.2 Σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινότητα

Οι φυσικές επιστήμες αφορούν στη μελέτη του κόσμου γύρω μας. Το μάθημα συνεπώς δεν μπορεί, δεν πρέπει να είναι αποκομμένο από τις εμπειρίες που ο μαθητής συγκεντρώνει από την καθημερινή του επαφή με τα φαινόμενα γύρω του. Η αναφορά σε προβλήματα της καθημερινότητας δίνει στο μαθητή το στίγμα της εφαρμοσιμότητας της επιστήμης. «Πρέπει να επισημαίνουμε στους μαθητές ότι τα φαινόμενα των φυσικών επιστημών συμβαίνουν παντού στον κόσμο γύρω μας, όχι μόνο σε ειδικά εργαστήρια και υπό ειδικές συνθήκες» (Bentley & Watts 1992, σ. 32).

Η σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινή ζωή είναι συστηματική στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση. Τα εισαγωγικά ερεθίσματα, οι εργασίες για το σπίτι και πολλά από τα κείμενα στο βιβλίο αναφοράς πραγματεύονται φυσικά φαινόμενα, που οι μαθητές έχουν παρατηρήσει στην καθημερινή τους ζωή. Σε κάθε φύλλο εργασίας έχει γίνει προσπάθεια να εξασφαλιστεί η επέκταση και αναφορά του νέου γνωστικού υλικού σε όσο το δυνατόν ευρύτερα παραδείγματα καθημερινής εφαρμογής. Η διαδικασία με την οποία αυτό επιτυγχάνεται μπορεί να έχει διαφορετικές μορφές. Αλλού το καθημερινό φαινόμενο, ειδικά αν είναι πολύ γνωστό, εισάγεται στη φάση του προβληματισμού, ώστε το μάθημα να περιστραφεί γύρω από την προσπάθεια ερμηνείας του, αλλού το καθημερινό φαινόμενο παρουσιάζεται στη φάση της εμπέδωσης ως ευρύτερο παράδειγμα αναφοράς και επέκτασης του μαθήματος.

Η σύνδεση του μαθήματος με την καθημερινότητα δημιουργεί στο μαθητή αυτόνομες ευκαιρίες επανάληψης. Αν, για παράδειγμα, οι μαθητές συνδέσουν το φαινόμενο της διαστολής των στερεών που μελέτησαν στην τάξη με τη διαφορετική μορφή των συρμάτων της ΔΕΗ το χειμώνα και το καλοκαίρι, είναι πιθανό, όταν παρατηρούν τα σύρματα της ΔΕΗ, να ανακαλούν όσα έμαθαν για τη διαστολή των στερεών στο σχολείο. Με αυτή τη διαδικασία οι νέες γνώσεις που αποκτώνται στο σχολείο επαναλαμβάνονται σε τακτά διαστήματα, χωρίς καν αυτή η επανάληψη να γίνεται συνειδητά. Αναμφίβολα η διαδικασία αυτή συντελεί στην αποτελεσματικότερη εμπέδωση των γνωστικών στοιχείων. Σύμφωνα με τα παραπάνω κρίνεται αναγκαία η αντιμετώπιση στα πλαίσια του μαθήματος και των τεχνολογικών εφαρμογών που χρησιμοποιούμε καθημερινά όλοι μας (Berge 1982, σ. 11). Πέρα από την πρακτική χρησιμότητα, η κατανόηση της αρχής λειτουργίας τους βοηθά στην ανάπτυξη της κριτικής στάσης απέναντι σε εφαρμογές που έχουν δυσάρεστες συνέπειες. Το μάθημα των φυσικών επιστημών βοηθά έτσι τους μαθητές να κατανοήσουν ότι η λειτουργία της τεχνολογίας βασίζεται σε απλές ή συνθετότερες εφαρμογές των όσων διδάσκονται στο σχολείο. Τα επιτεύγματα του πολιτισμού μας πρέπει να ανάγονται στη σωστή τους διάσταση ως κατασκευές που έχουν σκοπό να μας διευκολύνουν, αλλά παράλληλα συντελούν στη δημιουργία άλλων προβλημάτων (οικολογική κρίση, υπερκατανάλωση ενέργειας κ.τ.λ.).

Οι τεχνικές κατασκευές μπορούν να βοηθήσουν στη σύνδεση των φυσικών επιστημών με την καθημερινότητα. Η διδασκαλία της ροπής αποκτά πρακτική σημασία αν αναφερθεί στην πένσα, η αγωγή της θερμότητας στο ηλεκτρικό σίδερο κ.ο.κ. Η κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των τεχνολογικών κατασκευών απαιτεί

πολλές φορές τη σύνθεση γνώσης από διαφορετικές ενότητες, αφού ο διαχωρισμός αυτός έχει μόνο μεθοδολογικό σκοπό. Το ηλεκτρικό σίδερο π.χ. πέρα από την αγωγή θερμότητας μπορεί να αναφερθεί ως παράδειγμα και για τα θερμικά αποτελέσματα του ρεύματος κ.ο.κ.

#### 1.4.2.3 Συστηματική προσέγγιση της έννοιας «ενέργεια»

Η διδασκαλία των σχετικών με την ενέργεια εννοιών στο Δημοτικό σχολείο είναι αναμφίβολα δύσκολη. Στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση γίνεται συστηματική προσπάθεια για την εξοικείωση των μαθητών με τη δύσκολη αυτή έννοια. Πέρα από το κεφάλαιο «Ενέργεια», η έννοια της ενέργειας αναφέρεται και σε όσα από τα κεφάλαια έχουν ενεργειακή διάσταση, όπως για παράδειγμα στα κεφάλαια «Ήχος», «Φως», «Θερμοκρασία - Θερμότητα», «Ηλεκτρισμός». Έμφαση δίνεται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Ακόμη και στο επίπεδο της γλώσσας έχει γίνει

συστηματική προσπάθεια για την αποφυγή λέξεων, όπως «καταναλώνεται», «ξοδεύεται», «παράγεται» κ.τ.λ., έτσι ώστε η αρχή της διατήρησης να παρουσιάζεται με σαφήνεια και συνέπεια στους μαθητές. Στην αναλυτική παρουσίαση των φύλλων εργασίας δίνονται ειδικές οδηγίες για τη διδακτική αντιμετώπιση της έννοιας «ενέργεια». Σημαντικό είναι η αναφορά σε αυτή να είναι συστηματική, με την επισήμανση όμως ότι πρέπει να αποφεύγονται πρόωρες προσπάθειες ερμηνείας φαινομένων που οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν.

#### 1.5 Στοιχεία διαμόρφωσης ενδιαφέροντος - αποτελεσματικού μαθήματος

*«...η διδασκαλία και η παρουσίαση της φυσικής είναι τελικά δυσκολότερες από την έρευνα. Η έρευνα είναι επιστημονική δραστηριότητα, η διδασκαλία και η παρουσίαση απαιτούν το συνδυασμό επιστήμης και τέχνης.»*

*V. Weisskopf<sup>1</sup>*

Το ενδιαφέρον των μαθητών για το σχολικό μάθημα αποτελεί σημαντικό παράγοντα της διάθεσης συμμετοχής σ' αυτό. Η θετική στάση δημιουργεί τα κίνητρα που είναι απαραίτητα για την αντιμετώπιση των δύσκολων φάσεων της μαθησιακής πορείας. Η επίγνωση ότι η κοπιαστική προσπάθεια θα οδηγήσει στην κατανόηση ενδιαφερόντων νέων στοιχείων είναι η αποτελεσματικότερη παρώθηση για την προσπάθεια του μαθητή. «Η επιτυχία στο συναισθηματικό τομέα προωθεί την επίτευξη των γνωστικών στόχων. Αντίστοιχα η ικανοποίηση από την επιτυχή αντιμετώπιση των γνωστικών στόχων έχει τις επιδράσεις της στο συναισθηματικό τομέα» (Ormerod 1987, σ. 86).

Η ανάλυση των παραμέτρων που συντελούν στη διαμόρφωση ενδιαφέροντος και αποτελεσματικού μαθήματος είναι σύνθετη και υποκειμενική. Αυτό που για

ένα μαθητή είναι ενδιαφέρον δεν είναι υποχρεωτικά για όλους ενδιαφέρον. Η διαπίστωση στοιχείων που συντελούν στη βελτίωση των διδακτικών προσεγγίσεων προκύπτει από εμπειρικές έρευνες και αξιολογείται από την αποτίμηση της επιτυχίας διδακτικών παρεμβάσεων, οι οποίες επικεντρώνουν στα σχετικά στοιχεία.

Στην παράγραφο αυτή αναλύονται τρεις συνιστώσες οι οποίες εμφανίζονται κοινά παραδεκτές στο σύνολο της σχετικής βιβλιογραφίας (Σάββας 1996): ο ρόλος του δασκάλου στη διαμόρφωση της στάσης των μαθητών, ο παραλληλισμός του περιεχομένου του μαθήματος με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και η μεγιστοποίηση της συμμετοχής των μαθητών στη διδακτική - μαθησιακή διαδικασία. Αναφορά γίνεται επίσης στις πρώιμες και εσφαλμένες αντιλήψεις, καθώς και στις τεχνικές αντιμετώπισής τους.

#### 1.5.1 Ο ρόλος του δασκάλου

Ο δάσκαλος είναι ο βασικός υπεύθυνος για την εξέλιξη, την επιτυχία ή αποτυχία της διδακτικής - μαθησιακής πορείας. Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας και πρακτικής είναι

δική του ευθύνη, απ' αυτόν εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό η εξέλιξη της στάσης των μαθητών (Σάββας 1996, σ. 58 κ.ε.). Ο ρόλος του στη σχολική πρακτική είναι σύνθετος και

<sup>1</sup> V. Weisskopf

καθοριστικός. Πέρα από τις προσδοκίες των μαθητών πρέπει να συνυπολογίζει και να ικανοποιεί τις προσδοκίες των γονιών, συναδέλφων, επιθεωρητών, αλλά και του ευρύτερου κοινωνικού συνόλου (Härle 1978, σ. 97). Στην ελληνική σχολική πραγματικότητα το εύρος των επιλογών που έχει στη διάθεσή του είναι αναντίστοιχο με την ευθύνη με την οποία είναι επιφορτισμένος. Το αναλυτικό πρόγραμμα και το βιβλίο του δασκάλου περιορίζουν τις δυνατότητες επιλογών, προδιαγράφουν αυστηρά την εξέλιξη του μαθήματος, με τρόπο τέτοιο που να είναι εφαρμόσιμη όμοια σε όλα τα σχολεία της χώρας. Κατηγοριοποιώντας τις συνιστώσες στις οποίες μπορεί να δοθεί ουσιαστική βοήθεια στο δάσκαλο καταλήγει κανείς εύκολα σε δύο τομείς: το θεματικό και τον παιδαγωγικό. Στους δύο αυτούς τομείς επιδιώκεται να προσφέρει πρακτική βοήθεια το βιβλίο αυτό.

Αναμφισβήτητη προϋπόθεση για την επιτυχή μετάδοση ενός αντικειμένου είναι η επαρκής του γνώση, πέρα και πάνω από το απλοποιημένο επίπεδο στο οποίο καλείται να το παρουσιάσει στους μαθητές. Ο δάσκαλος πρέπει να αισθάνεται την ασφάλεια ότι κατέχει ουσιαστικά το αντικείμενο που διδάσκει, ότι είναι σε θέση να απαντήσει ικανοποιητικά στις ερωτήσεις των μαθητών, απλοποιώντας τις έννοιες χωρίς όμως να αλλοιώνει τη λογική τους (Frensham, 2001). Η πληρότητα της επιστημονικής κατάρτισης δίνει στο δάσκαλο την αυτοπεποίθηση που είναι απαραίτητη για τη διδασκαλία (Appleton 1995, Harfen & Holroyd, 1997).

Με την αναφορά στον παιδαγωγικό τομέα της κατάρτισης καλύπτεται η απαραίτητη ικανότητα του δασκάλου να προσαρμόζει τις γνώσεις του και να εξειδικεύει τη διδακτική διαδικασία με κριτήριο τις ανάγκες των μαθητών (Gunstone, 2001). Ανάμεσα σε κάθε διδακτική πρόταση και τους μαθητές μεσολαβεί ο δάσκαλος. Αυτός θα την εφαρμόσει στην πράξη, απ' αυτόν θα κριθεί σε μεγάλο βαθμό αν τα αποτελέσματα θα είναι τα αναμενόμενα. Η καλύτερη και αποτελεσματικότερη διδακτική παρέμβαση θα είναι ανεπιτυχής, αν ο δάσκαλος δεν την υλοποιήσει θετικά, αν η στάση του στην τάξη δεν επιτρέπει στους μαθητές την αξιοποίηση των θετικών της σημείων (Arons 1992, σ. 478). Οι δύο βασικές συνεπώς συνιστώσες, η θεματική και η παιδαγωγική, πρέπει να ισορροπούν με τελικό στόχο τη βελτιστοποίηση του μαθήματος.

Η μετατόπιση του κέντρου βάρους του μαθήματος από το δάσκαλο στο μαθητή, η υιοθέτηση μοντέλου διδασκαλίας προσανατολισμένου στο μαθητή, προϋποθέτει την

καθιέρωση σχέσης εμπιστοσύνης, που θα επιτρέψει στους μαθητές ν' αξιοποιήσουν τα περιθώρια αυτενέργειας και συμμετοχής στη μαθησιακή τους πορεία. Σήμερα ο δάσκαλος εξασκεί πλήρως την εξουσία του για την ισχυροποίηση της θέσης του στην τάξη και τον καθορισμό κατά αποκλειστικότητα των παραμέτρων του μαθήματος. Η απειμπόληση της αποκλειστικής αυτής εξουσίας και ο προσανατολισμός του μαθήματος στο μαθητή μετατοπίζουν τη διδασκαλία από την αφηρημένη μετάδοση γνωστικών στοιχείων σε συναισθηματικά φορτισμένη βιωματική εμπειρία. Η εξουσία του δασκάλου στην τάξη είναι δεδομένη (Becker 1991β, σ. 25). Προϋπόθεση για την επιτυχία της διδασκαλίας είναι η χρήση της εξουσίας αυτής για τον καθορισμό του περιβάλλοντος εμπιστοσύνης, το συντονισμό της ομάδας στη δημιουργική συνεργασία μέσα από κανόνες που εξασφαλίζουν την ελευθερία έκφρασης, το σεβασμό και την αλληλοεκτίμηση των μελών της, την καθιέρωση ενός κλίματος συναισθηματικής ζεστασιάς, όπου ο μαθητής χωρίς το φόβο του χλευασμού και της απόρριψης νιώθει την ασφάλεια να διατυπώσει την άποψή του ακόμη και αν αυτή είναι λανθασμένη, ενός περιβάλλοντος ασφάλειας στο οποίο ο δάσκαλος έχει το ρόλο του συμβούλου που βοηθά τους μαθητές στην πραγματοποίηση αυτόνομων μαθησιακών δραστηριοτήτων (Riedl 1978, σ. 41). Είναι προφανές ότι η καθιέρωση της σχέσης αυτής δεν είναι δυνατό να γίνει αναγκαστικά ούτε μπορεί να προδιαγραφεί στο βιβλίο για το δάσκαλο με «συνταγές συμπεριφοράς». Αν ο δάσκαλος δεν αποδέχεται συνειδητά την ανάγκη καθιέρωσής της, δεν είναι δυνατή η επιτυχία. Αναμφίβολα η προσωπικότητά του και η παιδαγωγική του στάση απέναντι στους μαθητές αντανακλώνται στο επίπεδο της σχέσης μεταξύ των μελών της τάξης. Η σχέση αυτή καθορίζεται από τη δυναμική αλληλοεξάρτηση των κοινωνικών και ψυχολογικών παραμέτρων που επιδρούν στη διδακτική διαδικασία και διαμορφώνουν την ποιότητα της επικοινωνίας. Η σημασία που προσδίδουν οι μαθητές στο δάσκαλο για τη διαμόρφωση της στάσης τους δίνει το στίγμα της σημαντικότητας του ρόλου του. Πέρα και πάνω από τη διδακτέα ύλη πρέπει να είναι σαφές ότι η διδακτική διαδικασία βασίζεται σε σχέση ανθρώπινη, τη σχέση του δασκάλου με τους μαθητές, των οποίων οι παιδαγωγικές και εκπαιδευτικές ανάγκες έχουν προτεραιότητα σε σχέση με τις επιταγές του αναλυτικού προγράμματος για την εξέλιξη της ύλης. Το πλέγμα της σχέσης των μαθητών με το δάσκαλο αλλά και των μαθητών μεταξύ τους είναι καθοριστικό για την επιτυχία κάθε διδακτικής προσπάθειας.

### 1.5.2 Παραλληλισμός του περιεχομένου του μαθήματος με τα ενδιαφέροντα των μαθητών

Ο προσανατολισμός του μαθήματος στα ενδιαφέροντα των μαθητών προϋποθέτει τον εντοπισμό του μαθητικού

ενδιαφέροντος για κάθε θεματικό πεδίο. Οι σχετικές έρευνες (Weltner 1979a, Bramer 1986, Ormerod 1987,

Nielsen 1988, Bleichroth 1989, Jerke 1992, Todt 1993, Dengler 1995) αναφέρονται στην ανάγκη επιλογής του περιεχομένου σε αναφορά με τον καθημερινό φυσικό περίγυρο και τα αντίστοιχα φαινόμενα, καθώς και σε αναφορά με τις τεχνολογικές εφαρμογές. Η διαφοροποίηση του ενδιαφέροντος αγοριών και κοριτσιών (Nolte 1985), με τους μαθητές να προτιμούν τις τεχνολογικές εφαρμογές και τις μαθητρίες τα καθημερινά φυσικά φαινόμενα, φαίνεται να δημιουργεί δίλημμα για τις προτεραιότητες του μαθήματος. Το δίλημμα είναι πλασματικό. Αν προσπαθήσουμε να οριοθετήσουμε την τεχνολογία, τουλάχιστον στο επίπεδο που οι φυσικές αρχές που διδάσκονται στις δυο πρώτες βαθμίδες βρίσκουν εφαρμογή, θα δούμε ότι σε μεγάλο βαθμό τεχνολογία και καθημερινός περίγυρος ταυτίζονται. Γιατί ο διακόπτης του οικιακού φωτισμού, το ηλεκτρικό σίδερο, ο ηλιακός θερμοσίφωνας, ο καρυοθραύστης, η τραμπάλα, το πόμολο της πόρτας, τα κιάλια, τα μηχανήματα αναπαραγωγής του ήχου..., ενώ αποτελούν τεχνολογικές εφαρμογές, ανήκουν χωρίς αμφιβολία στο πεδίο της καθημερινής ενασχόλησης των μαθητών.

Η προσπάθεια προσανατολισμού του μαθήματος στα ενδιαφέροντα των μαθητών δε σημαίνει ότι μπορεί να ανατραπεί η αλληλουχία της εξέλιξης της ύλης. Με δεδομένη την εξέλιξη της ύλης ο παραλληλισμός του μαθήματος στα ενδιαφέροντα των μαθητών είναι εφικτός με συχνές και συνεχείς αναφορές του περιεχομένου του μαθήματος στα αντίστοιχα φαινόμενα του καθημερινού

περίγυρο και στις αντίστοιχες τεχνολογικές εφαρμογές. Η επίγνωση των μαθητών ότι ο στόχος του μαθήματος δεν είναι αφηρημένος αλλά συγκεκριμένοποιείται εξαρχής στην προσπάθεια κατανόησης και ερμηνευτικής προσέγγισης ενός φαινομένου ή μιας τεχνολογικής εφαρμογής δημιουργεί σημαντικά θετικά κίνητρα για συμμετοχή στη μαθησιακή πορεία (Todt 1993). Η δομή του σχολικού μαθήματος θα έπρεπε να επιτρέπει σε κάθε δάσκαλο να ανιχνεύει τα συγκεκριμένα ενδιαφέροντα των μαθητών στους οποίους διδάσκει και να προσαρμόζει ανάλογα το μάθημα, αντλώντας παραδείγματα και εφαρμογές από το πεδίο των ειδικών τους ενδιαφερόντων. Σε περιορισμένο βαθμό η δυνατότητα προσαρμογής του μαθήματος στα ενδιαφέροντα των μαθητών είναι εφικτή στα πλαίσια της προτεινόμενης προσέγγισης. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του αναλυτικού προγράμματος τα φύλλα εργασίας στο βιβλίο του μαθητή είναι αυστηρά δομημένα, σπάνια όμως η διδασκαλία ενός κεφαλαίου προϋποθέτει γνώσεις από άλλα κεφάλαια. Με δεδομένες και τις παρατηρήσεις για την έκταση του βιβλίου (πρβλ. 1.8) ο δάσκαλος έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τη σειρά των κεφαλαίων, πολλές φορές ακόμη και τη σειρά των φύλλων εργασίας σε ένα κεφάλαιο, προτάσσοντας τη διδασκαλία των στοιχείων εκείνων που συναντούν το αυξημένο ενδιαφέρον των μαθητών. Η έμφαση πρέπει να δίνεται στην ποιότητα του μαθήματος, στη συνεπή εφαρμογή της ερευνητικής μεθοδολογίας και όχι στην έκταση της ύλης που θα διδαχθεί.

### 1.5.3 Μεγιστοποίηση της συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή πορεία

Η ενεργός συμμετοχή των μαθητών στην εξέλιξη του μαθήματος αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως σημαντικό στοιχείο αναβάθμισης του ενδιαφέροντος και παρώθησης για το μάθημα (Weltner 1979a, Bramer 1986, Harreis 1990, Lechner 1992a, Todt 1993). Σε αντίθεση με τη δεκτική ακρόαση διαλέξεων του δασκάλου ή την ανάγνωση κειμένων του βιβλίου, η παραγωγική δραστηριοποίηση μέσα από ενεργητικές πρωτοβουλίες εγγυάται πέρα από το αυξημένο ενδιαφέρον την καλύτερη αφομοίωση, αφού το γνωστικό υλικό αποκτά βιωματική διάσταση.

Αν για κάποια μαθήματα η εξασφάλιση της συμμετοχής των μαθητών είναι δύσκολη, οπότε η μετωπική, θεωρητική μετάδοση του περιεχομένου του μαθήματος είναι αναγκαία και κατά συνέπεια η παθητική στάση των μαθητών μπορεί να δικαιολογηθεί, στις φυσικές επιστήμες η αντίστοιχη πρακτική είναι αδικαιολόγητη. Σε κανένα άλλο σχολικό μάθημα η συμμετοχή των μαθητών δεν είναι τόσο εύκολα προσεγγίσιμη όσο στις φυσικές επιστήμες, των οποίων η ίδια η δομή επιβάλλει την ενεργητική δραστηριότητα των μαθητών. Η συμμετοχή των μαθητών σε καμιά περίπτωση

δεν πρέπει να περιορίζεται στην εκτέλεση πειραμάτων. Η προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας καθιστά αναγκαία την ευρύτερη δραστηριοποίηση των μαθητών μέσα και έξω από τη σχολική αίθουσα. Η συστηματική παρατήρηση του περιβάλλοντος κόσμου, η διατύπωση υπόθεσης, η αξιολόγηση των συμπερασμάτων αποτελούν πεδία στα οποία η παραγωγική συμμετοχή των μαθητών είναι απαραίτητη. Ερευνητικές εργασίες (Bohardt 1975, Ucke 1979, Bredderman 1982, Herbers 1990, Powers 1990, Lechner 1992β, Baimba 1993, Gangoli, 1995 Leach, J & Scott, P 2002, Meheut & Psillos 2004) σχετικές με την αξιολόγηση διδακτικών παρεμβάσεων που βασίζονται στην αύξηση της μαθητικής συμμετοχής επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα σχετικά με την προτίμηση και θετική αντιμετώπιση που δείχνουν οι μαθητές στις ενεργητικές δραστηριότητες. Οι μικρότερης ή ευρύτερης κλίμακας αυτές παρεμβάσεις φέρουν διάφορους τίτλους, όπως διδασκαλία με βάση τη δραστηριότητα (activity based), διδασκαλία με βάση τη διαδικασία (process oriented), συμμετοχική επιστήμη (hands on science), και αναφέρονται στη βασική

ιδέα της όσο το δυνατόν ευρύτερης συμμετοχής του μαθητή στη μαθησιακή πορεία. Πέρα από τη θετικοποίηση της στάσης των μαθητών στις παρεμβάσεις αυτές διαπι-

στώνονται πλεονεκτήματα στο γνωστικό τομέα, στην καλλιέργεια πρακτικών δεξιοτήτων και στη μείωση της απόκλισης της επίδοσης μαθητών και μαθητριών.

### 1.5.4 Αντιμετώπιση των πρώιμων και εσφαλμένων αντιλήψεων

Σε σχέση με την αποτελεσματικότητα του μαθήματος στην εδραίωση των «νέων» γνωστικών στοιχείων, κυρίαρχο πεδίο έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες έχει αποτελέσει η μελέτη της διαδικασίας αφομοίωσης των εννοιών της φυσικής από τους μαθητές. Όροι όπως «alternative conceptions», «alternative frameworks», «mental representations», «children's science», «commonsense knowledge», «schemes of thought», «misconceptions», «private science» (Guidoni 1985) έχουν τιτλοφορήσει κατά καιρούς την ίδια ιδέα, ότι δηλαδή οι μαθητές δεν έρχονται στο μάθημα των φυσικών επιστημών χωρίς άποψη για τα φαινόμενα που θα μελετηθούν.

Κάθε παιδί, αλληλεπιδρώντας με τα φαινόμενα γύρω του, προσπαθεί να τα ερμηνεύσει, να ικανοποιήσει αυτόνομα τις απορίες που αυτά προκαλούν. Όταν, για παράδειγμα, εντυπωσιάζεται από το μαγνήτη που έλκει το σίδερο αλλά όχι το ξύλο, είναι λογικό να δημιουργεί απλοϊκές εξηγήσεις και να μην περιμένει μέχρι εμείς να αποφασίσουμε ότι ήρθε η ώρα να λάβει τεκμηριωμένη απάντηση στα πλαίσια κάποιου σχολικού μαθήματος. Πολύ περισσότερο, η απορία κάθε παιδιού δε συμπίπτει χρονικά μ' αυτές των υπολοίπων. Οι ερμηνείες των παιδιών βασίζονται πολλές φορές στην κοινή λογική, εκφράζουν απλοϊκές πεποιθήσεις, στηρίζονται στην αυθόρμητη παρατήρηση του καθημερινού περιγύρου και είναι σύμφωνες με το γνωστικό τους επίπεδο και την εφραστική τους ικανότητα. Δεν αποτελούν ενιαίο σύστημα κανόνων ικανό να εξηγήσει συνολικά το φυσικό περιβάλλον, καλύπτουν μεμονωμένα φαινόμενα και μπορεί να είναι αντιφατικές μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό τους δεν είναι η αυστηρή οριοθέτηση, όπως αυτή της φυσικής νομοτέλειας, παρά η έντονη συναισθηματική τους βαρύτητα, αφού αποτελούν προσωπικό δημιούργημα κάθε μαθητή. Διαφορετικές ονομασίες έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για τις αντιλήψεις αυτές των μαθητών, επικρατέστερος είναι ο όρος «preconcept» (Nachtigall 1990β). Η ελληνική απόδοση «πρώιμες αντιλήψεις» προσεγγίζει τον όρο, παρότι το «concept» είναι γενικότερο από την αντίληψη, εκφράζει ένα σύνολο απόψεων και στάσεων με ενεργητική διάσταση, ένα ενιαίο πλαίσιο αντιμετώπισης του φαινομένου.

Κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, ακόμη και στην εισαγωγική βαθμίδα, οι μαθητές δεν αποτελούν «άγραφοι πίνακες», «κενά δοχεία» (Nachtigall 1992), στους οποίους θα προσφέρουμε για πρώτη φορά τη φυσική ερμηνεία του κόσμου, αλλά είναι εφοδιασμένοι με τις πρώιμες αντιλήψεις

τους για τα φυσικά φαινόμενα. Ο ατομικός - προσωπικός χαρακτήρας των πρώιμων αντιλήψεων συνεπάγεται ότι ο δάσκαλος στην τάξη μπορεί να έχει ν' αντιμετωπίσει πολλές διαφορετικές αντιλήψεις για την ερμηνεία του ίδιου φαινομένου. Οι αντιλήψεις μπορεί να είναι απλοϊκές, για το παιδί όμως που τις ανέπτυξε αποτέλεσαν χρήσιμο, επιτυχές και επαρκές εργαλείο για την ικανοποίηση της γνωστικής του ανησυχίας, συνεπώς έχουν έντονα συναισθηματική διάσταση, είναι ισχυρά εδραιωμένες και συνδεδεμένες με το συγκεκριμένο φαινόμενο. Τα χαρακτηριστικά τους σε σχέση με τη φυσική νομοτέλεια είναι (Nachtigall 1986a):

- αναπτύσσονται από την εγωκεντρική σκοπιά κάθε παιδιού
- εξυπηρετούν την ερμηνεία στενά οριοθετημένων, μεμονωμένων φαινομένων, δεν είναι λογικά συμφυείς, ούτε χωρίς αντιφάσεις
- μερικά φαινόμενα της καθημερινής ζωής καλύπτονται με μία, άλλα με καμία και άλλα με περισσότερες πρώιμες αντιλήψεις
- η ανάπτυξη των γλωσσικών δεξιοτήτων με την ηλικία μπορεί να οδηγήσει στη διαφοροποίησή τους (αφού στηρίζονται στην κοινή γλώσσα που κατέχει το παιδί), με αποτέλεσμα η απόκλισή τους από τη φυσική ερμηνεία να διαφοροποιείται
- το εύρος των πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών σε ένα συγκεκριμένο φυσικό φαινόμενο μπορεί να είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Μπορεί να έχουν διαμορφωθεί με θρησκευτικές, τελεολογικές, ορθολογικές ή μαγικές - ανιμιστικές επιδράσεις.

Όταν οι μαθητές παρατηρούν ένα πείραμα, προσπαθούν πρώτα να ερμηνεύσουν την παρατήρησή τους. Αυτή η προσπάθεια ερμηνευτικής προσέγγισης βασίζεται αναγκαστικά στις έννοιες και αντιλήψεις που προϋπάρχουν. Γι' αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό να έχει ο δάσκαλος επίγνωση των πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών (Rhöneck 1992, Monk & Osborne 2000).

Η διαδικασία αυτή της εξέλιξης, προσαρμογής ή και εγκατάλειψης της πρώιμης αντίληψης και της αποδοχής της ορθολογικής φυσικής αντίληψης δε γίνεται χωρίς αντιστάσεις (Strike & Posner 1992, Vosniadou 1994, 2001). Τα όσα διδάσκουμε στο σχολείο δε γίνονται πάντα εύκολα αποδεκτά από τους μαθητές, γιατί πολλές φορές αντιφάσκουν με αυτό που οι μαθητές αντιλαμβάνονται ως «φυσικό» σύστημα παρατήρησης του κόσμου. Η

αναγκαιότητα εξέλιξης, δόμησης της γνώσης με βάση τις υπάρχουσες αντιλήψεις διατυπώνεται με ιδιαίτερη έμφαση στη θεωρία του κονστρουκτιβισμού. Οι μαθητές κατασκευάζουν (construct) τη γνώση με βάση τις προεμπειρίες τους, συνεπώς η πορεία αυτή είναι για κάθε μαθητή διαφορετική (Monk 1995). Η απόκλιση της πρώιμης αντίληψης από την ορθή άποψη και ερμηνεία εξηγεί σε μεγάλο βαθμό τη δυσκολία της αφομοίωσης των εννοιών των φυσικών επιστημών (Duit 1993, 1999, Duit & Treagust, 2003).

Η αγνόηση της ύπαρξης των πρώιμων αντιλήψεων, η απόρριψή τους από το δάσκαλο ως απλά μια ακόμη λανθασμένη εκδοχή για το φυσικό φαινόμενο που μελετάται στην τάξη εγκυμονεί τον κίνδυνο της δημιουργίας «εσφαλμένων αντιλήψεων» (misconceptions) (Hewson & Hewson, 1992). Η εσφαλμένη αντίληψη δεν είναι απλά μια ακόμη λανθασμένη αντίληψη (Jung 1986), είναι η διατήρηση της προαντιληπτικής σκέψης με μορφή όμως και φρασεολόγιο που πηγάζει από - και προσεγγίζει το - μάθημα των φυσικών επιστημών, αποτελεί δηλαδή μια νέα πιο «επιστημονικοφανή» έκφραση της ίδιας πρώιμης αντίληψης. Ο μαθητής δεν απορρίπτει την πρώιμη αντίληψη με την οποία συναισθηματικά είναι συνδεδεμένος, μόνο επειδή ο δάσκαλος το επιτάσσει (Nachtigall 1991). Η προσαρμογή και απόρριψή της, όταν αυτό είναι αναγκαίο, μπορεί να προκληθεί μόνο μετά από έντονη γνωστική σύγκρουση, μόνο δηλαδή αφού ο μαθητής πειστεί αυτόνομα για την ανεπάρκειά της (Strike & Ponsler, 1992). Η αγνόηση από το δάσκαλο της ύπαρξής της, ως βάσης πάνω στην οποία με μετατροπές και προσαρμογές θα δομηθεί η ορθολογιστική «φυσική» αντίληψη, οδηγεί το μαθητή στο διαχωρισμό μθήματος και πραγματικότητας (Nachtigall 1991, σ. 15 κ.ε.). Παίζει το «παιχνίδι» του σχολείου, αποστηθίζει, επιτυγχάνει στα διαγωνίσματα γνωστικής αποτύπωσης και στην απόκτηση του προαγώγιμου βαθμού, διατηρεί όμως την προαντιληπτική βάση σκέψης, εκφράζοντάς την με ορολογία και επιχειρήματα από το μάθημα της φυσικής. Μ' αυτόν τον τρόπο οι πρώιμες αντιλήψεις εξελίσσονται σε εσφαλμένες αντιλήψεις (Duit & Treagust, 2003).

Η «χαρτογράφηση» των πρώιμων και εσφαλμένων αντιλήψεων σε πολλούς τομείς των φυσικών επιστημών έχει συστηματικά μελετηθεί τις τελευταίες δεκαετίες (Jung 1980, Jung 1981, Nachtigall 1982, Duit 1986, Nachtigall 1986, Rhöneck 1986, Wiesner 1986, Nachtigall 1987, σ. 142 κ.ε., Κουμαράς 1989, Boyle 1991, Ραβάνης 1992, Duit 1993, Muckenfuß 1993, Mohapatra 1995). Η σχετική έρευνα έχει στόχο την καταγραφή των πρώιμων αντιλήψεων σε συνδυασμό με τη συνήθη εξέλιξή τους σε αντίστοιχες εσφαλμένες, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σχεδίαση διδακτικής πορείας που βοηθά στην αποφυγή δημιουργίας των εσφαλμένων αντιλήψεων (Ravanis et al, 2004). Η έκταση του προβλήματος (π.χ. της εδραίωσης

αριστοτελικών αντιλήψεων) δείχνει ότι παρά τη συστηματική έρευνα η εφαρμογή στην πράξη δεν υπήρξε αποτελεσματική (Disessa 1982, Roth & Tobin 1996). Πολλές φορές οι εσφαλμένες αντιλήψεις είναι τόσο ευρέως εδραιωμένες, που αναπαράγονται και έξω από το σχολείο. Η σύγχυση βάρους και μάζας, η αναφορά στη θερμίδα αντί στη χλιοθερμίδα (π.χ. αναφυκτικό light έχει ενέργεια 1 θερμίδα!), η σύγχυση της δύναμης με το έργο και την ενέργεια αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα ευρέως εδραιωμένων εσφαλμένων αντιλήψεων. Κατά τον Nachtigall (1990, σ. 38 κ.ε.) κείμενα σε βιβλία εκλαϊκευμένης επιστήμης, διατυπώσεις στα σχολικά βιβλία, εκπομπές των Μ.Μ.Ε., η αποσπασματικότητα της γνώσης στις φυσικές επιστήμες και οι ανεπίτρεπτες γενικεύσεις και απλοποιήσεις είναι οι κύριες αιτίες δημιουργίας εσφαλμένων αντιλήψεων. Στα επιμέρους κεφάλαια στο βιβλίο αυτό αναφέρονται οι πιο γνωστές πρώιμες αντιλήψεις των μαθητών που σχετίζονται με τη θεματική κάθε κεφαλαίου.

Βασική προϋπόθεση αντιμετώπισης της εξέλιξης των πρώιμων αντιλήψεων σε εσφαλμένες είναι η επίγνωση του δασκάλου ότι οφείλει να στηρίζει τη διδασκαλία του στις υπάρχουσες νοητικές δομές, πρέπει συνεπώς να ανιχνεύει και να καταγράφει τις πρώιμες αντιλήψεις και να οδηγεί τους μαθητές στην αυτόνομη προσαρμογή, επέκταση ή και απόρριψή τους, όταν είναι απαραίτητο. Οι στρατηγικές εξέλιξης των αντιλήψεων των μαθητών (Nachtigall 1991, Duit 1993, Vosniadou et al 2001, Duit & Treagust 2003) μπορούν να αξιολογηθούν σε διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις. Ενδιαφέρον είναι ότι τα βασικά σημεία των στρατηγικών αυτών εντοπίζονται στα ίδια διδακτικά στοιχεία στα οποία επικεντρώνουν και οι έρευνες για την αναβάθμιση του ενδιαφέροντος των μαθητών για το μάθημα: α) την αναφορά του μθήματος στον καθημερινό περίγυρο, β) την όσο το δυνατόν ευρύτερη συμμετοχή του μαθητή στη μαθησιακή πορεία και γ) το κατάλληλο κλίμα διδασκαλίας, την ποιότητα της σχέσης δασκάλου - μαθητών, την «ατμόσφαιρα» ασφάλειας και εμπιστοσύνης, που επιτρέπει τη διατύπωση, καταγραφή και εξέλιξη των πρώιμων αντιλήψεων σε ορθή φυσική γνώση.

Οι πρώιμες αντιλήψεις σχηματίζονται σε αναφορά με οικεία, καθημερινά φαινόμενα. Άρα στο ίδιο επίπεδο πρέπει να επιδιωχθεί η εξέλιξή τους σε ορθή φυσική αντίληψη. Η αφηρηματοποίηση του μθήματος και ο προσανατολισμός του σε φαινόμενα που δεν είναι σε άμεση συσχέτιση με το καθημερινό περιβάλλον εγκυμονούν τον κίνδυνο να διακρίνει ο μαθητής δυο πεδία. Να διατηρήσει την πρώιμη αντίληψή του για τα καθημερινά φαινόμενα, θεωρώντας ότι το μάθημα του σχολείου εξηγεί ικανοποιητικά τα φαινόμενα που μελετώνται στο σχολείο και τα οποία δε συνδέονται υποχρεωτικά με τα καθημερινά και οικεία.

Οι πρώιμες αντιλήψεις αποτελούν δομές με ισχυρή

συναισθηματική φόρτιση και βαρύτητα. Η δημιουργία τους έχει γίνει αυτόνομα από το μαθητή. Άρα και η εξέλιξή τους είναι δυνατή, μόνο αν γίνει και αυτή από το μαθητή αυτόνομα και η ορθολογική άποψη αποκτήσει ανάλογη συναισθηματική - βιωματική διάσταση. Είναι πιο εύκολο να αντικαταστήσει ο μαθητής την «παλιότερη» δική του αντίληψη με μια πλήρη «νέα» δική του αντίληψη παρά με αυτήν που του επιβάλλεται από τρίτους. Προϋπόθεση

επιτυχίας είναι συνεπώς η μεγιστοποίηση της ενεργητικής συμμετοχής του στη μαθησιακή πορεία. Η ανίχνευση και καταγραφή των πρώιμων αντιλήψεων προϋποθέτει το κλίμα ελευθερίας που επιτρέπει στο μαθητή τη διατύπωση τους χωρίς το φόβο του χλευασμού (Duit 1993, 1999). Με την έννοια αυτή και εδώ επιβεβαιώνεται ο καθοριστικός ρόλος του δασκάλου, αφού δική του ευθύνη είναι η επιτυχής καθιέρωση του κατάλληλου κλίματος.

## 1.6 Μεθόδευση της διδακτικής πορείας

*«Μικρότερο κακό είναι η αγραμματοσύνη, παρά η κακή και χωρίς μέθοδο εκπαίδευση. Είναι βέβαιο πως ανάμεσα στους αγράμματους ευκολότερα βρίσκει κανένας άνθρωπο ενάρετο παρά ανάμεσα σε κείνους που εκπαιδεύτηκαν χωρίς σωστή μέθοδο.»*

A. Κοραής<sup>1</sup>

Το εισαγωγικό απόσπασμα του Κοραή ηχεί προκλητικά ακραίο, περιγράφει ωστόσο μια σημαντική διαπίστωση σχετικά με την εκπαιδευτική διαδικασία. Η χωρίς μεθόδευση εκπαίδευση οδηγεί στην αποσπασματικότητα και την ημιμάθεια και δημιουργεί έμφαση στις σχέσεις δασκάλου - μαθητών, αφού η παροχή μορφωτικών αγαθών στερείται γενικά τουλάχιστον οριοθετημένων κανόνων, που θα επιτρέψουν στο μαθητή την ένταξη των παιδευτικών στοιχείων σε συστηματικά οργανωμένο πλαίσιο γνώσεων και δεξιοτήτων. Η έννοια της μεθόδευσης είναι πολύ γενική. Στην ευρύτερη εκδοχή της περιλαμβάνει τον καθορισμό του αντικειμένου και το πλαίσιο των στόχων του μαθήματος, καθώς και τη μορφή οργάνωσης της διδακτικής πορείας (μάθημα στην τάξη, ομάδες εργασίας, διαθεματικό μάθημα...). Η μεθόδευση της διδασκαλίας διέπεται από γενικές αρχές, που εξειδικεύονται όμως ανάλογα με το μάθημα, το επίπεδο των μαθητών και τις κρατούσες παραμέτρους.

Η διδασκαλία πρέπει να οργανώνεται σε διαδοχικά στάδια, καθένα από τα οποία επιτελεί συγκεκριμένη λειτουργία και εξασφαλίζει τις προϋποθέσεις για το επόμενο. Η ακολουθία των σταδίων, που αναφέρονται συχνά και ως φάσεις της διδασκαλίας (Bleichroth 1991a, σ.197), καθώς και το περιεχόμενο του καθενός, σχηματοποιούν τη μεθοδική πορεία του μαθήματος, η οποία πρέπει να είναι σαφής και ξεκάθαρη και να εγγυάται την ομαλή εξέλιξη της μαθησιακής πορείας. Ο σχεδιασμός των σταδίων είναι σε

συνάρτηση με το αντικείμενο του μαθήματος, το επίπεδο των μαθητών, καθώς και τα διαθέσιμα εποπτικά και άλλα μέσα.

Η οργάνωση του μαθήματος σε στάδια βοηθά στη μεθοδευμένη εξέλιξη, δεν πρέπει όμως να λειτουργεί καταπιεστικά. Δεν είναι π.χ. δυνατό να οριοθετηθεί αυστηρά η χρονική διάρκεια κάθε σταδίου, καθώς ενδεχόμενες γόνιμες παρεμβάσεις των μαθητών μπορεί να προκαλέσουν αποκλίσεις που δε θα επιτρέψουν την ολοκλήρωση των φάσεων σε μια συγκεκριμένη διδακτική ώρα. Ο δάσκαλος αξιολογώντας κάθε πρόταση αποφασίζει την απόκλιση από το προσχεδιασμένο μάθημα, προσαρμόζοντας και συμπληρώνοντας τη σχεδίαση. Αν είναι απαραίτητο, κάποιο στάδιο μπορεί να ολοκληρωθεί στην επόμενη διδακτική ώρα. Σημαντικό ωστόσο είναι να τηρείται η αλληλουχία των σταδίων, όσο κι αν η χρονική διάρκεια καθενός μπορεί να είναι διαφορετική από την προσχεδιασμένη. Η ακριβής ανάλυση σε συγκεκριμένα στάδια πρέπει να είναι σε συνάρτηση με το διδακτικό μοντέλο. Διαφορετική ανάλυση απαιτείται για παράδειγμα για τη μετωπική διδασκαλία, ενώ άλλη για τα ερευνητικά μοντέλα διδασκαλίας. Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται τρία γενικά στάδια, τα οποία καλύπτουν το μεγαλύτερο εύρος διδακτικών μοντέλων. Στην παράγραφο 1.7.2 παρουσιάζεται ειδικότερα η ανάλυση των διδακτικών σταδίων για το ερευνητικό εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας, στο οποίο στηρίζεται η προτεινόμενη προσέγγιση.

### 1.6.1 Στάδιο της δημιουργίας κινήτρων

Η επιδίωξη της δημιουργίας κινήτρων αναφέρεται στον αγγλικό όρο «motivation». Ο Τριλιανός (1991, σ.12)

χρησιμοποιεί τον όρο «παρώθηση» για την απόδοση στα ελληνικά. Η καλλιέργεια κινήτρων αποτελεί βασική

<sup>1</sup> Βρεττάκος (1970, σ. 142)



προϋπόθεση για τη μάθηση.

«Η τεράστια οικονομική επένδυση για την κατασκευή, οργάνωση και τον εξοπλισμό των σχολείων, καθώς και η άσκηση της πλήρους εξουσίας του κράτους, εξασφαλίζουν τη φυσική παρουσία των μαθητών στο σχολείο. Όλα αυτά όμως είναι άσκοπα, αν οι μαθητές δε θέλουν να μάθουν» (Slavin 1986, σ. 342). Για τη δημιουργία κινήτρων ή αλλιώς την αφύπνιση του ενδιαφέροντος (Duit 1981, σ. 125) υπάρχουν διάφορες θεωρίες και απόψεις (Stone 1982, σ. 165 κ.ε., Slavin 1986, σ. 343 κ.ε., Woolfolk 1987, σ. 315 κ.ε.). Σύμφωνα με τη γνωστική ψυχολογία «ο άνθρωπος έχει έμφυτη βασική ανάγκη να κατανοήσει το περιβάλλον, να είναι ικανός, ενεργός και αποτελεσματικός στην αντιμετώπιση του κόσμου» (Woolfolk 1987, σ. 315).

Όταν συνεπώς συνειδητοποιηθεί αδυναμία ένταξης ενός φαινομένου στο πλαίσιο ερμηνείας που έχει σχηματιστεί, προκαλείται ένταση και ανησυχία, που οδηγεί στην προσπάθεια προσαρμογής, ώστε να καλυφθεί και η νέα εμπειρία (Slavin 1986, σ. 350). Η δυσαρμονία αυτή καλείται «γνωστική σύγκρουση». Η πρόκληση της γνωστικής σύγκρουσης δημιουργεί την «ανησυχία», το εσωτερικό κίνητρο για την προσπάθεια ερμηνευτικής αντιμετώπισης του νέου φαινομένου.

Ο Αμερικανός ψυχολόγος Berlyne αναφέρει ορισμένους σημαντικούς τρόπους πρόκλησης αυτής της γνωστικής σύγκρουσης στην τάξη (Duit 1981, σ. 126, Bleichroth 1991a, σ. 203):

- την πρόκληση έκπληξης, την ασυμφωνία μεταξύ του αναμενόμενου και της εμπειρίας (π.χ. βάζοντας ένα φύλλο χαρτί επάνω από ένα ποτήρι γεμάτο νερό και γυρίζοντάς το ανάποδα, το νερό δε χύνεται, ενώ ο μαθητής ανέμενε ότι θα χυθεί)

- την πρόκληση αμφιβολίας, την ασυμφωνία μεταξύ της παρατήρησης και των υπαρχουσών εμπειριών (π.χ. ψύχοντας ένα κλειστό δοχείο με ζεστό νερό προκαλούμε βρασμό, σε αντίθεση με την «εμπειρική γνώση» ότι ο βρασμός προκαλείται με τη θέρμανση)
- την πρόκληση αβεβαιότητας, όταν πολλές λύσεις φαίνονται δυνατές (π.χ. σωματιδιακή και κυματική φύση του φωτός).
- την πρόκληση αντίφασης, όταν οι διαφορετικές απαιτήσεις σ' ένα πρόβλημα παρουσιάζουν αντιθέσεις (π.χ. ένα αεροπλάνο πρέπει να είναι ελαφρύ αλλά ταυτόχρονα σταθερό. Πώς πρέπει να κατασκευαστεί!).

Οι παραπάνω τρόποι είναι ενδεικτικοί και όχι περιοριστικοί. Ο δάσκαλος ανάλογα με τις εμπειρίες και το επίπεδο των μαθητών μπορεί να χρησιμοποιήσει άλλους τρόπους για την πρόκληση της γνωστικής σύγκρουσης.

Το μάθημα των φυσικών επιστημών προσφέρει πλήθος δυνατοτήτων για την εισαγωγή. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί εισαγωγικό πείραμα, παρατήρηση φυσικού φαινομένου, τεχνολογική εφαρμογή, ιστορικό παράδειγμα, παρουσίαση με οπτικοακουστικά μέσα, συζήτηση επίκαιρου προβλήματος με στοιχεία π.χ. από τον Τύπο...

Η εισαγωγή, παράλληλα με την ανάδειξη ενδιαφέροντος, αποσκοπεί στον εντοπισμό του προβλήματος και τη σαφή του οριοθέτηση. Αφού δημιουργηθεί έκπληξη, αμφιβολία, αβεβαιότητα κ.τ.λ., πρέπει να διατυπωθεί με ακρίβεια, ώστε να αποτελέσει το σαφές προς επίλυση ερώτημα της επόμενης φάσης. Με συζήτηση, ή παράδειγμα, στην τάξη και ταυτόχρονη καταγραφή στον πίνακα μπορεί το προς αντιμετώπιση «πρόβλημα» να εντοπιστεί και να διατυπωθεί, ώστε να είναι σαφές στο σύνολο των μαθητών.

## 1.6.2 Στάδιο της επεξεργασίας

Το βασικό στάδιο της διδασκαλίας διαφοροποιείται σημαντικά στην οργάνωσή του ανάλογα με τη διδακτική μεθοδολογία που υιοθετείται. Όταν επιλέγεται η πειραματική διδασκαλία, η φάση αυτή ξεκινά με την αναζήτηση δυνατών λύσεων, τις οποίες μπορεί να προτείνουν οι μαθητές αυτόνομα, να προκύψουν από συζήτηση ή να οριστούν από το δάσκαλο. Οι λύσεις αυτές έχουν προσωρινό, υποθετικό χαρακτήρα, η ορθότητά τους συνεπώς πρέπει να επιβεβαιωθεί. Κεντρική θέση εδώ έχει το πείραμα. Στη φάση αυτή θα σχεδιαστεί και θα πραγματοποιηθεί πείραμα ή πειράματα για τον έλεγχο της υπόθεσης από το δάσκαλο ή τους μαθητές. Η παρατήρηση και το συμπέρασμα οδηγούν στην επιβεβαίωση της

υπόθεσης. Η εξέλιξη του μαθήματος και εδώ διαφοροποιείται σημαντικά ανάλογα με το επιλεγόμενο διδακτικό μοντέλο. Στη μετωπική διδασκαλία ο δάσκαλος θα παρουσιάσει και θα εκτελέσει το πείραμα καθοδηγώντας τους μαθητές στην προσχεδιασμένη επιβεβαίωση της λύσης που έχει περιγράψει, ενώ, όταν η διδασκαλία προσανατολίζεται στους μαθητές, ο ρόλος του δασκάλου περιορίζεται στο συντονισμό της δικής τους λιγότερο ή περισσότερο αυτόνομης εργασίας. Η φάση αυτή ολοκληρώνεται με την αναδρομή στις υποθέσεις που διατύπωσαν οι μαθητές στην αρχή του μαθήματος, τη διαπίστωση των ορίων ισχύος των νέων δεδομένων, καθώς και των δυνατοτήτων εφαρμογής των νέων στοιχείων.

### 1.6.3 Στάδιο της εμβάθυνσης

Στο τελευταίο στάδιο της διδασκαλίας επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων δεδομένων και η συστηματοποίηση της ικανότητας εφαρμογής των νέων γνώσεων σε παρεμφερή προβλήματα (transfer). Η εμπέδωση επιτυγχάνεται με επαναλήψεις, που μπορεί να είναι προφορικές ή να έχουν τη μορφή ασκήσεων για το σπίτι. Ο Mothes (1972, σ. 67 κ.ε.) αναφέρει μεταξύ άλλων τις παρακάτω δυνατότητες:

- σχεδιασμό στον πίνακα της πορείας που ακολουθήθηκε στο μάθημα, στον οποίο να περιλαμβάνεται η διατύπωση του προβλήματος που μελετήθηκε, η πειραματική αντιμετώπιση και τα συμπεράσματα
- αυτόνομη αναδρομή των μαθητών στο περιεχόμενο και στα διάφορα βήματα του μαθήματος
- εργασίες για το σπίτι, όπως ασκήσεις, ερωτήσεις, αναζήτηση επιπλέον πληροφοριών
- παρατηρησιακές ασκήσεις για τον εντοπισμό περαιτέρω εφαρμογών
- σημείωση των σημαντικών κανόνων, σκίτσων, διαγραμμάτων σε ειδικό τετράδιο
- εθελοντική κατασκευή σχετική με το μάθημα.

Ο Bleichroth (1991α, σ. 214) επιχειρεί μια κατηγοριοποίηση των δυνατοτήτων της επανάληψης, αναφέροντας την προφορική επανάληψη (χωρίς αυτή να περιορίζεται στην αποστήθιση), το τετράδιο αναδρομής, στο οποίο σημειώνονται συνοπτικά τα σημαντικότερα σημεία του μαθήματος, το σχολικό βιβλίο, όταν κατάλληλες παράγραφοι συνοψίζουν προηγούμενα συμπεράσματα, τις ασκήσεις, από την απλή απάντηση ερωτήσεων που προκύπτουν από το

μάθημα ως τις δυσκολότερες που αναφέρονται σε περισσότερες ενότητες ανακεφαλαιωτικά, και την άσκηση δεξιοτήτων, όπως π.χ. τη χρήση νέων μονάδων που ορίστηκαν στην τάξη.

Η επιδίωξη της ικανότητας μεταφοράς (transfer) και εφαρμογής των γνώσεων σε παρεμφερή προβλήματα είναι το δυσκολότερο στάδιο για τους μαθητές, αφού τα νέα στοιχεία προέκυψαν καταρχήν από το στενό πεδίο φαινομένων και δεδομένων στο οποίο μελετήθηκαν (Duit 1981, σ. 132). Η επέκταση της εφαρμοσιμότητας των δεδομένων σε παρεμφερή φαινόμενα μπορεί να αντιμετωπιστεί με συζήτηση στην τάξη, που να υποστηρίζεται από οπτικά ή ακουστικά ερεθίσματα. Η συζήτηση πρέπει να αποσκοπεί στον εντοπισμό φαινομένων από το χώρο εμπειριών των μαθητών στα οποία οι νέες γνώσεις μπορούν να εφαρμοστούν, καθώς και στη διαπίστωση ενδεχόμενων αποριών που οι μαθητές είναι τώρα σε θέση να απαντήσουν. Παραδείγματα από τεχνολογικές ή άλλες εφαρμογές και συνέπειες των νέων στοιχείων μπορούν να εισαχθούν στο μάθημα με τη μορφή παρουσίασης, πειράματος (π.χ. παρουσίαση ταινίας ή μοντέλου ατμομηχανής μετά τη συζήτηση για τις μετατροπές στις μορφές ενέργειας) ή και άσκησης για το σπίτι (π.χ. άσκηση για την ερμηνεία των σπασμένων μπουκαλιών στην κατάψυξη μετά τη συζήτηση για την ανωμαλία διαστολής του νερού). Πολλές φορές η τελική αυτή συζήτηση δημιουργεί νέα ερωτήματα, που με κατάλληλη καθοδήγηση του δασκάλου μπορούν να αποτελέσουν το αφετηριακό ερέθισμα, το κίνητρο για την επόμενη διδακτική ενότητα.

### 1.7 Διδακτικά μοντέλα

*«... Αν υπάρχει ένα πεδίο στο οποίο η ενεργός συμμετοχή είναι αναγκαία, με όλη την έννοια της λέξης, αυτό είναι το πεδίο στο οποίο διδάσκεται η πειραματική διαδικασία: Ένα πείραμα το οποίο δεν εκτελείται αυτόνομα με όλη την ελευθερία της πρωτοβουλίας δεν είναι εξ ορισμού πείραμα, είναι απλό παίδεμα χωρίς εκπαιδευτική αξία.»*

*J. Piaget<sup>1</sup>*

Τα διδακτικά μοντέλα ή αλλιώς διδακτικές στρατηγικές αποτελούν σχήματα με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη δομή και μεθοδολογία, όσον αφορά στο σχεδιασμό και στην οργάνωση της διδακτικής - μαθησιακής πορείας (Willer 1977, σ. 108). Χαρακτηριστικά σημεία της διαφοροποίησης των διδακτικών σχημάτων είναι η κατανομή των

δραστηριοτήτων στο δάσκαλο και στους μαθητές, το σχέδιο της λογικής εξέλιξης του μαθήματος σε αναφορά με γενικές αντιλήψεις για τη μάθηση και νοητικές δραστηριότητες των μαθητών, καθώς και το σχέδιο της λογικής εξέλιξης του μαθήματος αναφορικά με ειδικά στοιχεία των φυσικών επιστημών (Bleichroth 1991α, σ. 248). Η επιλογή

<sup>1</sup> Piaget (1973) σ.20

συγκεκριμένου διδακτικού μοντέλου πρέπει να είναι σε συνάρτηση με το επίπεδο των μαθητών και τα υπάρχοντα μέσα διδασκαλίας και να εξυπηρετεί τους δεδομένους διδακτικούς στόχους. Σημαντικό είναι ο όποιος διαχωρισμός να μη δημιουργεί στεγανά. Το γεγονός για παράδειγμα ότι ένα μοντέλο ονομάζεται «ιστορικό» δε σημαίνει ότι στοιχεία από την ιστορία της επιστήμης δε χρησιμοποιούνται σε άλλες προσεγγίσεις ούτε η υιοθέτηση ερευνητικής διδασκαλίας σημαίνει ότι σε κάποιο θέμα που δεν ενδεικνύεται η συγκεκριμένη μεθοδολογία δεν μπορεί να επιλεγεί άλλη προσφορότερη αντιμετώπιση. Για το χαρακτηρισμό των διδακτικών μοντέλων ανάλογα με την κατανομή δραστηριοτήτων στον δάσκαλο και τους μαθητές χρησιμοποιούνται ακραίοι όροι, όπως δασκαλοκεντρικά ή μαθητοκεντρικά μοντέλα διδασκαλίας (Πατάπης 1993, σ. 153 κ.ε.) αλλά και ενδιάμεσοι, όπως μάθημα προσανατολισμένο στο μαθητή (Riedl 1978, Huber 1978, Schwedes 1982). Με εξαίρεση την αξιολόγηση της επίδοσης και της συμπεριφοράς του μαθητή που γίνεται χωρίς άμεση αντίστοιχη μαθητική δραστηριότητα, στις υπόλοιπες πρωτοβουλίες του δασκάλου αντιστοιχούν μαθητικές δραστηριότητες. Έτσι στη διάλεξη του δασκάλου που μπορεί να αναφέρεται σε παρουσίαση ή εξήγηση ενός θέματος η αντίστοιχη μαθητική δραστηριότητα είναι δεκτική (ο μαθητής ακούει, σκέφτεται, παρατηρεί, δέχεται πληροφορίες), ενώ στην ενεργοποίηση, που μπορεί να αναφέρεται σε ερώτηση, άσκηση ή οδηγία για πείραμα, οι αντίστοιχες μαθητικές δραστηριότητες είναι σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό ενεργητικές.

Ο χαρακτηρισμός ενός μοντέλου ως δασκαλοκεντρικού, προσανατολισμένου στο μαθητή ή μαθητοκεντρικού αναφέρεται στο βαθμό ενεργητικής δραστηριότητας των μαθητών. Αν οι σχετικές ευκαιρίες είναι σπάνιες, αν η καθοδήγηση είναι σε κάθε βήμα αυστηρή, το μοντέλο χαρακτηρίζεται δασκαλοκεντρικό. Η μεγάλη χρονική έκταση πρωτοβουλιών που τοποθετούν το μαθητή στο ρόλο του δέκτη εγκυμονεί τον κίνδυνο της παθητικής στάσης, αφού δεν είναι παρακολούθησιμη η δραστηριότητά του, δεν είναι δυνατό να γνωρίζουμε αν είναι ενεργός, αν δεν αφαιρείται, αν σκέπτεται, αν παρακολουθεί με προσοχή και εξάγει συμπεράσματα. Αντίθετα στις ενεργητικές δραστηριότητες η πρόοδος του μαθητή είναι ευκολότερα παρατηρήσιμη.

Η επιλογή των δραστηριοτήτων πρέπει να είναι σε συνάρτηση με τον επιδιωκόμενο στόχο. Με τη διάλεξη για παράδειγμα μπορεί να στοχεύεται η μετάδοση γνωστικών στοιχείων, η εφαρμογή όμως, η ανάλυση, η σύνθεση και η αξιολόγηση εξυπηρετούνται αποτελεσματικότερα από ενεργητικές δραστηριότητες. Η καλλιέργεια της ικανότητας παρατήρησης, συστηματικής περιγραφής, πραγματοποίησης πειραμάτων, ερμηνείας αποτελεσμάτων, διαπίστωσης

συσχετίσεων κ.τ.λ. επιτυγχάνονται μόνο μέσω ενεργητικών μαθητικών δραστηριοτήτων. «Αυτονομία, πρωτοβουλία και δημιουργική σκέψη καλλιεργούνται μόνο εφόσον κατά τη διάρκεια του μαθήματος δίνονται στους μαθητές ευκαιρίες να ενεργούν αυτόνομα, να παίρνουν πρωτοβουλίες και να σκέφτονται δημιουργικά» (Bleichroth 1991a, σ. 253).

Η διάκριση της διδακτικής μεθοδολογίας σχετικά με τη λογική εξέλιξη του μαθήματος και τις γενικές αντιλήψεις για τη μάθηση αναφέρεται στην επιλογή επαγωγικής ή παραγωγικής πορείας και στη χρήση της αναλυτικής ή συνθετικής μεθόδου. Στην επαγωγική μέθοδο με αφετηρία ειδικές παρατηρήσεις εξάγονται γενικά συμπεράσματα. Με τη βοήθεια των αποτελεσμάτων μερικών πειραμάτων διατυπώνονται γενικότερες υποθέσεις. Μετά π.χ. την παρατήρηση της διαστολής σφαίρας και ράβδου, διατυπώνεται η γενικότερη υπόθεση ότι όλα τα στερεά σώματα διαστέλλονται. Στην περίπτωση των φυσικών επιστημών η επαγωγή δεν οδηγεί σε δεδομένους νόμους αλλά σε γενικότερες υποθέσεις που χρήζουν περαιτέρω εξακρίβωσης. Η παραγωγική μέθοδος είναι ουσιαστικά αντίστροφη, καθώς με βάση γενικούς νόμους επιδιώκεται η εξαγωγή ειδικότερων κανόνων για την ερμηνεία ειδικών φαινομένων. Στις φυσικές επιστήμες, και συνεπώς και στο σχετικό μάθημα, δε χρησιμοποιείται αμιγώς η επαγωγική ή η παραγωγική μέθοδος. Η εναλλαγή και ο συνδυασμός των δύο μεθόδων είναι συνηθέστερες, ανάλογα με το συγκεκριμένο θέμα που μελετάται. Κατά τους Duit et al. (1981, σ. 116), όσον αφορά στη μαθησιακή διαδικασία, είναι ορθότερη η αναφορά στη διάκριση συνθετικής και αναλυτικής μεθόδου, καθώς και εδώ η διαφοροποίηση αναφέρεται στην πορεία από το γενικό στο ειδικό ή αντίστροφα. Στην αναλυτική μέθοδο πολύπλοκα θέματα αναλύονται σε απλούστερα προς μελέτη ερωτήματα, ενώ στη συνθετική μέθοδο επιχειρείται η κατανόηση και αφομοίωση σύνθετων προβλημάτων με συνδυασμό απλούστερων γνωστών στοιχείων.

Η διαμόρφωση των διδακτικών μοντέλων ειδικά για τις φυσικές επιστήμες εξαρτάται τέλος από την έμφαση που δίνεται στο θεματικό αντικείμενο ή στη μεθοδολογία προσέγγισής του. Αν ενδιαφέρει κύρια η μετάδοση του δεδομένου γνωστικού υλικού, δίνεται έμφαση στην ευρύτερη κάλυψη των θεματικών πεδίων, ενώ, όταν δίνεται βαρύτητα στη μεθοδολογία, αντιμετωπίζονται λιγότερα θέματα με έμφαση στη διαδικασία προσέγγισης (process oriented teaching), με τη σκέψη ότι η κατανόηση της διαδικασίας που οδηγεί στη γνώση θα επιτρέψει στους μαθητές να διευρύνουν αυτόνομα το πεδίο εφαρμογής όσων μαθαίνουν στο σχολείο. Η προσέγγιση αυτής της διαδικασίας κατάκτησης γνώσης επιδιώκεται σε διαφορετικά μοντέλα με διαφορετικό τρόπο.

<sup>1</sup> αναφέρεται και ως απαγωγική μέθοδος (Πατάπης 1993, σ.167)

### 1.7.1 Επιλογή διδακτικού μοντέλου

Η εξέλιξη της διδασκαλίας δεν μπορεί να είναι τυχαία και να βασίζεται στον αυθορμητισμό της στιγμής. Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας πρέπει ν' ανταποκρίνεται στις διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές και να εξυπηρετεί την υλοποίηση των διδακτικών σκοπών και στόχων, προσφέροντας δυνατότητες πολύπλευρης αντιμετώπισης της διδακτέας ύλης, συγκροτημένες όμως μεθοδολογικά, ώστε η μία να ενισχύει την άλλη, συντελώντας τελικά στη γνωστική εδραίωση των νέων δεδομένων. Η επιλογή της μεθοδολογίας είναι καθοριστική για την επιτυχία του μαθήματος, αφού προδιαγράφει τη δομή του μαθήματος και την ποιότητα της σχέσης μαθητή - δασκάλου.

Σε συνάρτηση με τις διδακτικές και παιδαγωγικές αρχές που αναλύθηκαν στην παράγραφο 1.1, καθώς και την επιλογή των απλών μέσων και υλικών για τα πειράματα που εκτελούν οι μαθητές, επιβάλλεται η απόρριψη των δασκαλοκεντρικών μοντέλων και η υιοθέτηση διδακτικής μεθοδολογίας προσανατολισμένης στο μαθητή, διδακτικής μεθοδολογίας με την οποία να καλλιεργείται η αυτονομία του μαθητή στην κατάκτηση των «νέων» μαθησιακών στοιχείων. Η βασική αυτή θέση αποτυπώνεται emphaticά στα λόγια του Pascal<sup>1</sup>: «Πειθόμαστε γενικά ευκολότερα από τα αίτια τα οποία ανακαλύπτουμε μόνοι μας παρά από εκείνα τα οποία δημιουργήθηκαν στο μυαλό άλλων».

Η επιλογή όμως ακόμη και με βάση τα παραπάνω δεν είναι μονοσήμαντη. Το εύρος αντίστοιχων μοντέλων είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Αν στο ένα άκρο, ως προς τη σχέση δασκάλου - μαθητή και την αυστηρότητα του καθορισμού της διδακτικής πορείας, τοποθετούνται τα δασκαλοκεντρικά μοντέλα, τότε στο άλλο άκρο πρέπει να τοποθετηθεί το «ανοιχτό μάθημα». Ο όρος όμως «ανοιχτό μάθημα», «ανοιχτή διδασκαλία» ή παράγωγά του έχουν τιλοφορήσει διδακτικές παρεμβάσεις με αρκετά διαφορετικά περιεχόμενα. Η προέλευσή του μπορεί να αναζητηθεί στις παιδαγωγικές τομές στη Μεγάλη Βρετανία στη δεκαετία του 1920. Η Maria Montessori χρησιμοποίησε τη φράση ενός παιδιού «Βοήθησέ με να το κάνω μόνος μου» για την περιγραφή της κεντρικής ιδέας των «ανοιχτών» διδακτικών προγραμμάτων (Berge 1993). Ο Wallrabenstein (1992, σ. 54) δίνει ένα γενικό ορισμό για το «ανοιχτό μάθημα»: «Ανοιχτό μάθημα είναι ένας γενικός χαρακτηρισμός για διαφορετικές μεταρρυθμιστικές παρεμβάσεις με πολυμορφία ανοίγματος περιεχομένου, μεθοδολογίας και οργανωτικής δομής, με στόχο την αλλαγή της σχέσης με το παιδί και με βάση μία

νέα αντίληψη της έννοιας της μάθησης».

Είναι σαφές από τα παραπάνω ότι η λέξη «ανοιχτό» δεν αποτελεί χαρακτηρισμό συγκεκριμένης διδακτικής μεθοδολογίας. Είναι ορθότερο να δώσουμε στην έννοια «ανοιχτό» τη διάσταση του χαρακτηριστικού των διδακτικών μοντέλων. Με αυτήν την προσέγγιση του όρου τα δασκαλοκεντρικά μοντέλα έχουν αυτό το χαρακτηριστικό σε ελάχιστο βαθμό, θα τα χαρακτήριζε συνεπώς κανείς ως «κλειστά» μοντέλα. Ο Ramseser (1992, σ. 22) αναφέρεται σε τρεις διαστάσεις της έννοιας «ανοιχτό»: το άνοιγμα του περιεχομένου, το μεθοδολογικό άνοιγμα και το οργανωτικό άνοιγμα.

Η επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας στην παρούσα προσέγγιση έχει στόχο τη σταδιακή μετατόπιση προς πιο «ανοιχτό» μάθημα. Επιδιώκεται ο προσανατολισμός του μαθήματος στο μαθητή, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό, χωρίς το μάθημα των φυσικών επιστημών να γίνει αντιληπτό από τους μαθητές ως κάτι δραματικά καινούριο και ξένο με τα υπόλοιπα μαθήματα, που διδάσκονται στην πλειοψηφία τους δασκαλοκεντρικά. Η διδακτική μεθοδολογία η οποία επιλέχθηκε εξυπηρετεί τους βασικούς στόχους που περιγράφηκαν στην παράγραφο 1.4.2 και στηρίζεται στην πειραματική διδασκαλία με απλά μέσα. Ως προς το περιεχόμενο το μάθημα είναι «κλειστό», ο βασικός κορμός της ύλης είναι καθορισμένος. Παρ'όλα αυτά στο πλαίσιο του παραλληλισμού με τα θεματικά ενδιαφέροντα των μαθητών, ο δάσκαλος έχει τη δυνατότητα να αποκλίνει από το βασικό αυτό κορμό του περιεχομένου, καθορίζοντας την έκταση και το βάθος της διδασκαλίας κάθε φαινομένου. Όπου εντοπίζει ενδιαφέρον των μαθητών, έχει τη δυνατότητα να εμβαθύνει με αναφορές σε εφαρμογές και παραδείγματα, ενώ, όταν διαπιστώνει αδιαφορία, μπορεί να επιταχύνει το ρυθμό εντοπίζοντας μόνο στα κύρια σημεία. Η έκταση της ύλης (πρβλ. 1.8) είναι ούτως ή άλλως αδύνατο να καλυφθεί πλήρως, ο δάσκαλος συνεπώς μπορεί να αποφασίσει ποια θέματα δε θ' αντιμετωπίσει.

Βάση της προτεινόμενης διδακτικής παρέμβασης αποτελεί το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο των Schmidkunz και Lindeman (1992). Το διδακτικό αυτό μοντέλο περιγράφεται συστηματικά στην επόμενη παράγραφο. Η υλοποίησή του, όπως άλλωστε κάθε μοντέλου που προσανατολίζεται στο μαθητή, προϋποθέτει την καθιέρωση κατάλληλου κλίματος διδασκαλίας - μάθησης

<sup>1</sup> Gedanken, Sammlung Dietrich, Wiesbaden, Bd. 7, S.3, όπως αναφέρει ο Wagenschein (1976, σ. 119)

στην τάξη, κλίματος που κατοχυρώνει το «άνοιγμα» του μαθήματος, που βασίζεται στο σεβασμό της ελευθερίας του μαθητή να συγκαθορίσει τη μαθησιακή του πορεία, κλίματος

που δημιουργεί τις προϋποθέσεις στους μαθητές για να εκφράσουν ελεύθερα, χωρίς το φόβο του χλευασμού και της ειρωνείας, τις απόψεις τους.

### 1.7.2 Το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο

Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, μολονότι είναι ανακαλυπτικό, διαφοροποιείται, ακόμη και στον τίτλο του, στο γεγονός ότι η δυνατότητα των παιδιών στη συμμετοχική ανακάλυψη δεν είναι ανεξέλεγκτη αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια και μεθοδεύεται από συγκεκριμένες πρωτοβουλίες, που το καθιστούν πρακτικά εφαρμόσιμο. Ο δάσκαλος έχει κάθε στιγμή τη δυνατότητα παρακολούθησης της μαθησιακής πορείας. Η ανακαλυπτική διάσταση σε καμιά περίπτωση δε σημαίνει την τυχαία διερεύνηση του φυσικού κόσμου με ανεξέλεγκτη πρωτοβουλία του μαθητή. Κάθε άλλο, η εξέλιξη της διδακτικής - μαθησιακής πορείας ελέγχεται αυστηρά, με γνωστικά - μαθησιακά στάδια, που διαδέχονται το ένα το άλλο. «Στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο διδασκαλίας υπάρχει δομή, η οποία επιτρέπει τη σχεδίαση, την εκτέλεση, την περιγραφή, την αξιολόγηση και την εκτίμηση βασικών στοιχείων του μαθήματος» (Schmidkunz 1992, σ. 9). Η ανακαλυπτική του διάσταση έγκειται στην ελεγχόμενη μετατόπιση του μαθήματος στη δραστηριότητα του μαθητή και στην αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν αυτόνομα. Οι μαθητές καλούνται να συστηματοποιήσουν την εργασία τους σύμφωνα με τα μεθοδολογικά πρότυπα των φυσικών επιστημών, να προβληματίζονται από τις καθημερινές τους παρατηρήσεις, να διατυπώνουν υποθέσεις, να τις ελέγχουν με απλά πειράματα, να παρατηρούν την εξέλιξή τους να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους και να καταλήγουν σε ποιοτικά συμπεράσματα. Οι μαθητές δεν αντιμετωπίζουν πια τα φυσικά φαινόμενα τυχαία, αλλά καλούνται να τα μελετήσουν με μεθοδικό τρόπο. Μαθαίνουν να παρατηρούν συστηματικά και να εκτελούν απλά πειράματα, που πολλές φορές δε διαφέρουν από τις καθημερινές τους δραστηριότητες ως προς το περιεχόμενο αλλά κυρίως ως προς τη μεθοδολογία με την οποία τα αντιμετωπίζουν.

Σύμφωνα με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού (constructivism) κάθε μαθητής δομεί (constructs) τη δική του αντίληψη για τον κόσμο. Η φυσική πραγματικότητα είναι μία και δεδομένη. Ο τρόπος όμως που καθένας μας την προσεγγίζει είναι διαφορετικός. Διαμορφώνεται εξελικτικά με βάση τις προσωπικές εμπειρίες και σε σύνθεση με τις αντιλήψεις των άλλων. Η πορεία που οδηγεί κάθε φορά στο καινούριο δεν είναι δεδομένη. Στο σχολείο πρέπει συνεπώς να δίνεται περισσότερη έμφαση στην καλλιέργεια των γνωστικών δεξιοτήτων που θα οδηγήσουν στη διαμόρφωση

της αντίληψης του μαθητή παρά στα περιεχόμενα της διδασκαλίας αυτά καθαυτά. Πρέπει να δίνουμε στους μαθητές ευκαιρίες για προσωπικές, αυθεντικές εμπειρίες (authentic experiences), εμπειρίες με ισχυρές αναλογίες με τον καθημερινό κόσμο (Duffy 1992, σ. 4, Roth 1995).

Στις φυσικές επιστήμες η αναγκαιότητα ανάπτυξης νοητικών μοντέλων ανάγει τον παραγωγικό συλλογισμό (productive thinking) στο απαραίτητο μεθοδολογικό εφόδιο κατανοήσής τους. Η μετάδοση λοιπόν της λογικής της παραγωγικής σκέψης είναι για το μάθημα των φυσικών επιστημών βασικό ζητούμενο. Ο συνδυασμός της προσέγγισης του παραγωγικού συλλογισμού με την παράλληλη αυτενεργητική δραστηριότητα εξυπηρετείται αποτελεσματικά στο μάθημα των φυσικών επιστημών με το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο. Ο συνδυασμός σκέψης και πράξης οδηγεί στην εδραίωση νοητικών δεξιοτήτων πολύ ουσιαστικότερων από τη μηχανική εφαρμογή ή την απομνημόνευση συγκεκριμένων κανόνων. Με αυτή την έννοια η θέση του πειράματος είναι ιδιαίτερα σημαντική. «Η δομή του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου επιτρέπει την αξιοποίηση του πειράματος με διάφορες διδακτικές λειτουργίες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαπίστωση του προς διερεύνηση προβλήματος, για την επίλυση του ή για την εμπέδωση των νέων δεδομένων» (Schmidkunz 1992, σ. 21). Η λειτουργία του δεν είναι αυτόνομη. Το πείραμα πρέπει να είναι σε λογικό συνδυασμό με την προσπάθεια επίλυσης του προβλήματος στο οποίο προσπαθούμε να ανάγουμε το φαινόμενο (Ploger 1983, σ. 14). Η αναγωγή αυτή των φαινομένων σε προβλήματα, τα οποία οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν, ξεχωρίζει το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο από τα υπόλοιπα ανακαλυπτικά (Saxler 1992, σ. 16 - 17). Ο στόχος κάθε διδακτικής ενότητας ανάγεται σε πρόβλημα (Problemmatisierung). Οι μαθητές καλούνται να αναγνωρίζουν, να διατυπώνουν και να επιδιώκουν την επίλυση του προβλήματος, αναπαράγοντας στον μικρόκοσμο του σχολείου με συνέπεια την πορεία της επιστημονικής μεθοδολογίας. Διατυπώνουν μια υπόθεση, υλοποιούν μια πειραματική πρόταση αντιμετώπισης και την εκτελούν, παρατηρώντας συστηματικά την εξέλιξη του πειράματος και καταγράφοντας την παρατήρησή τους. Οι διαπιστώσεις συζητιούνται και αφηρηματοποιούνται. Το νέο γνωστικό υλικό εμπεδώνεται τέλος με τη βοήθεια του δασκάλου, ο οποίος επιλέγει παραδείγματα και εφαρμογές ανάλογες με τα ειδικά ενδιαφέροντα των μαθητών, προκαλώντας έτσι τη

γενίκευση των συμπερασμάτων. Η μαθησιακή πορεία διαμορφώνεται λοιπόν με βάση τη διδακτικά σχεδιασμένη διατύπωση ενός προβλήματος και μιας αντίστοιχης στρατηγικής επίλυσης, η εκτέλεση της οποίας θα οδηγήσει στο γνωστικά «νέο». Στο σχολείο μεταδίδεται η επιστημονική μεθοδολογία, η οποία, σε συνδυασμό με την απλότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται για τα πειράματα, επιτρέπει στους μαθητές να επαναλαμβάνουν και να επεκτείνουν τη διδακτική πορεία αυτόνομα στο σπίτι, διευρύνοντας το πεδίο των γνώσεών τους. Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, αξιοποιώντας πολύπλευρα το πείραμα και την επιστημονική μεθοδολογία μέσα από την αναγωγή κάθε φαινομένου σε πρόβλημα προς επίλυση, καλλιεργεί πολύ ευρύτερες δεξιότητες των μαθητών. Πέρα από τις γνωστικές καλλιέργειες τόσο οι ψυχοκινητικές όσο και οι συναισθηματικές δεξιότητες. Σύμφωνα με τα παραπάνω τα βασικά χαρακτηριστικά του ερευνητικά εξελισσόμενου μοντέλου είναι:

- η επιδίωξη της αναβάθμισης του ενδιαφέροντος για το μάθημα
- η ευρύτητα της αυτόνομης συμμετοχής του μαθητή
- η προσπάθεια προσφοράς της αίσθησης επιτυχίας
- η ισομερής επιδίωξη γνωστικών, συναισθηματικών και ψυχοκινητικών στόχων
- η αναγωγή των φαινομένων σε προβλήματα προς επίλυση

- η μεθόδευση της ανακάλυψης μέσα από δομημένο μάθημα
- η μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας
- ο ρόλος του δασκάλου στο συντονισμό του μαθήματος
- η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινότητα
- η δυνατότητα επανάληψης των πειραμάτων και αυτόνομης διερεύνησης στον εξωσχολικό χώρο.

Με τον όρο ερευνητικό στον τίτλο του δίνεται έμφαση στην προσπάθεια να βοηθηθεί ο μαθητής, με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις και τα μέσα που διαθέτει και με μεθόδους αντίστοιχες του γνωστικού του δυναμικού, να κατακτήσει αυτόνομα τα νέα στοιχεία. Η έρευνα ως μεθοδολογία και πρακτική με βάση όσα έχουν προαναφερθεί μπορεί να γίνει κτήμα του μαθητή ακόμη και στο δημοτικό σχολείο.

Με τον όρο εξελισσόμενο τονίζεται το γεγονός ότι η ερευνητική πορεία του μαθητή δεν είναι τυχαία και ελεύθερη, αλλά εξελίσσεται σε συγκεκριμένα στάδια με χρονική αλληλουχία. Ο ρόλος του δασκάλου είναι να οργανώσει και να συντονίζει την ερευνητική πρωτοβουλία του μαθητή σύμφωνα με τα στάδια αυτά και με στόχο τη διεύρυνση των νοητικών δομών, ώστε να καταστεί δυνατή η αφομοίωση του κάθε φορά καινούριου.

### 1.7.2.1 Εξέλιξη του μαθήματος στο ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο η ερευνητική προσέγγιση δεν είναι εφαρμόσιμη χωρίς κάποια καθοδήγηση από το δάσκαλο. Δεν υπάρχει ερευνητική διδασκαλία που να μην είναι σε μικρό ή μεγάλο βαθμό καθοδηγούμενη. Ακόμη και στην επιστημονική έρευνα η ανακάλυψη δεν είναι ελεύθερη. Κάθε ερευνητής δέχεται ερεθίσματα και έμμεση καθοδήγηση στην έρευνά του από τις προϋπάρχουσες γνώσεις του και τις επιδράσεις του επιστημονικού περιβάλλοντος (δημοσιεύσεις, συζητήσεις με συναδέλφους κ.ο.κ.). Σημαντικό είναι η όποια καθοδήγηση του μαθητή να στοχεύει στη μεθόδευση της δουλειάς του, χωρίς να επιφέρει το στραγγαλισμό της φαντασίας ούτε να καταπιέζει τη διάθεσή του να έχει την πρωτοβουλία. Πρέπει να είναι γενική και ευέλικτη, αλλά ταυτόχρονα αποτελεσματική στην εξασφάλιση της γνωστικής προόδου. «Ενώ σεβόμαστε το δικαίωμα του παιδιού στο δικό του τρόπο εξερεύνησης, μπορεί να μας είναι δύσκολο να αντισταθούμε στον πειρασμό να το πιέσουμε να «ανακαλύψει» αυτό που εμείς ήδη γνωρίζουμε. Πρέπει να είμαστε προσεκτικοί να μην αμβλύνουμε τη φλόγα της ανησυχίας και αναζήτησης με ένα βαρύ πέπλο από οδηγίες και δεδομένα...» (Harlan 1976, σ.15).

Η προσέγγιση της «επίλυσης» του «προβλήματος», στο οποίο ανάγεται το φαινόμενο που μελετάται, γίνεται στο ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό μοντέλο με μικρά γνωστικά βήματα, σε λογική αλληλουχία και με σταδιακά αυξανόμενο βαθμό αφηρηματοποίησης. Η αλληλουχία των βημάτων αυτών περιγράφεται παρακάτω με τα διδακτικά στάδια που χρονικά διαδέχονται το ένα το άλλο και αντιστοιχούν στα βασικά στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας. Η αλληλουχία των σταδίων αυτών, που χαρακτηρίζουν τη διδακτική - μαθησιακή πορεία, είναι αυτή που επιτρέπει στο δάσκαλο το σχεδιασμό και τον έλεγχο της διδακτικής διαδικασίας και τον βοηθά στην οργάνωση και εκτέλεση του μαθήματος. Με την περιγραφή και ανάλυσή τους γίνεται επίσης κατανοητή η κατανομή των δραστηριοτήτων στους μαθητές και το δάσκαλο, ώστε και η μετατόπιση του μαθήματος προς το μαθητή να επιτυγχάνεται αλλά και η ομαλή και προγραμματισμένη εξέλιξή του να εξασφαλίζεται. Τα διδακτικά στάδια στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση είναι:

- **Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων:** Στο διδακτικό αυτό στάδιο επιδιώκεται ο προσανατολισμός

του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί, επιδιώκεται να τεθεί η βάση του «προβλήματος» και να δοθούν τα ερεθίσματα για την ανάπτυξή του. Μια σύντομη παρουσίαση του δασκάλου, μια συζήτηση δασκάλου - μαθητών ή μεταξύ των μαθητών μπορούν σταδιακά να αναδείξουν το πρόβλημα, το οποίο μέχρι αυτή τη στιγμή γνωρίζει μόνο ο δάσκαλος. Με προσεκτικά ερεθίσματα από το δάσκαλο μπορεί το πρόβλημα να αναπτυχθεί και στους μαθητές. Η επανάληψη στοιχείων προηγούμενων φύλλων εργασίας, αν προσφέρεται για τη σύνδεση με ανάλογο πρόβλημα που θα επακολουθήσει, πρέπει να επιδιώκεται. Στο στάδιο αυτό προκαλείται και η διατύπωση υποθέσεων. Οι υποθέσεις πρέπει να βασίζονται στο συνδυασμό των προγενέστερων σχετικών γνώσεων, συνεπώς πρέπει στο μυαλό των μαθητών να σχηματίζονται με την έννοια της πιθανότητας επιτυχίας και να μην είναι απλές εικασίες. Κατά την πρόκληση της διατύπωσης υποθέσεων γίνεται και η καταγραφή των πρώιμων αντιλήψεων των μαθητών (πρβλ. 1.5.4), των σχετικών με το φαινόμενο. Ο δάσκαλος πρέπει να έχει την εικόνα του πλαισίου στο οποίο οι μαθητές εντάσσουν το πρόβλημα, της απλοϊκής ερμηνείας με την οποία το έχουν συνδέσει, ώστε να μπορεί να κατευθύνει με αποτελεσματικότητα τη διαδικασία της προσαρμογής. Η διαδικασία αυτή χρειάζεται πολλή προσοχή, ώστε στην προσπάθεια ανίχνευσης των πρώιμων αντιλήψεων να μη συντελούμε στη δημιουργία νέων που δεν προϋπήρχαν (Jung 1981, σ. 8). Αν πιεστικά ρωτάμε ένα μαθητή, για παράδειγμα, σχετικά με την αντίληψή του για την ενέργεια, είναι πιθανό, ακόμη και αν δεν είχε προβληματιστεί σχετικά, να δημιουργήσει κάποια άποψη, μόνο και μόνο για να απαντήσει στο ερώτημα. Ενώ πρέπει να είμαστε πρόθυμοι να απαντάμε όσο το δυνατόν ορθότερα σε οποιοδήποτε ερώτημα προκύπτει, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για να μην προκαλούμε απαντήσεις σε πρόωρα ερωτήματα που δεν έχουν απασχολήσει τους μαθητές. Μια έμμεση ερώτηση, ανοιχτή και ελεύθερη, για παράδειγμα «τι σκέφτεστε, όταν ακούτε τη λέξη ενέργεια;», μπορεί να δώσει στοιχεία για τις πρώιμες αντιλήψεις των μαθητών χωρίς τον κίνδυνο της δημιουργίας νέων. Είναι προφανές ότι σε καμιά περίπτωση δεν πιέζουμε τους μαθητές να δώσουν απαντήσεις στα εισαγωγικά ερωτήματα.

- **Πειραματική αντιμετώπιση:** Στο στάδιο αυτό οι μαθητές εκτελούν ένα ή περισσότερα πειράματα, παρατηρούν συστηματικά και καταγράφουν την παρατήρησή τους. Αν κάποια ενότητα δεν ενδείκνυται για την εκτέλεση πειράματος, οι μαθητές εκτελούν δραστηριότητες που περιγράφονται στο βιβλίο τους. Στην περίπτωση του πειράματος πρέπει ο δάσκαλος να αποφασίσει κατ' αρχήν τη μορφή της εργασίας. Ανάλογα με το διαθέσιμο

χρόνο και την υπάρχουσα υποδομή θα επιλεγεί εδώ αν θα γίνει πείραμα επίδειξης ή πείραμα σε ομάδες. Είναι προφανές, σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί για τη σημασία της όσο το δυνατό ευρύτερης συμμετοχής του μαθητή στη μαθησιακή διαδικασία, ότι προτιμητέα είναι η εκτέλεση του πειράματος σε ομάδες. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να καθοριστεί η μορφή της συνεργασίας. Αν το πείραμα έχει έκταση και πολυπλοκότητα, μπορεί να επιλεγεί η κατανομή καθηκόντων, για παράδειγμα ένας μαθητής συγκεντρώνει τα όργανα, άλλος στήνει τη διάταξη, ενώ τρίτος καταγράφει τις παρατηρήσεις. Αν το πείραμα δεν έχει έκταση και πολυπλοκότητα, μπορεί να επαναληφθεί μεμονωμένα από κάθε μαθητή. Είναι σημαντικό να συζητηθούν αναλυτικά οι οδηγίες του πειράματος, προτού οι μαθητές πάρουν τα όργανα και τα υλικά και αρχίσουν να εκτελούν το πείραμα, αφού μετά απ' αυτό το σημείο η προσοχή τους είναι στραμμένη στα υλικά που έχουν μπροστά τους και όχι στο δάσκαλο ή στους συμμαθητές τους. Ο δάσκαλος με τη βοήθεια των μαθητών πρέπει να έχει φροντίσει πριν το μάθημα να έχει συγκεντρώσει τα απαραίτητα για το πείραμα υλικά. Κατά την εκτέλεση του πειράματος ο δάσκαλος έχει το δύσκολο ρόλο του αρωγού παράλληλα για όλες τις ομάδες, τις οποίες και επισκέπτεται, χωρίς όμως να παρεμβαίνει, για να μη μετατραπεί το πείραμα σε επίδειξη. Οι μαθητές είναι ιδιαίτερα επιπρεπείς στο να καλέσουν το δάσκαλο σε βοήθεια, όταν κάτι δεν πηγαίνει όπως περιμένουν, ζητώντας του να λύσει το πρόβλημα. Η προθυμία του δασκάλου να πάρει αυτόν το ρόλο καταργεί στην ουσία την ερευνητική προσέγγιση. Με κατάλληλα ερεθίσματα μπορεί να βοηθήσει την ομάδα να αντιμετωπίσει αυτόνομα το πρόβλημα, χωρίς να προσφέρει έτοιμες λύσεις και απαντήσεις.

Για την περίπτωση που προτιμηθεί η εκτέλεση κάποιου πειράματος με τη μορφή επίδειξης, πρέπει ο δάσκαλος να φροντίσει η συμμετοχή των μαθητών να είναι όσο το δυνατόν πιο ενεργητική και να μην περιορίζεται στην παρατήρηση της εκτέλεσης του πειράματος. Ο δάσκαλος μοιράζει ρόλους «βοηθού» σε όσο το δυνατόν περισσότερους μαθητές ή καλεί μαθητές στην έδρα σε κάποια φάση του πειράματος. Η εναλλαγή των μαθητών που βοηθούν το δάσκαλο στα πειράματα επίδειξης εξασφαλίζει την ισότιμη αντιμετώπιση των μαθητών.

Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του πειράματος και αφού οι μαθητές επιστρέψουν τα όργανα και τα υλικά στη θέση τους, οι μαθητές σημειώνουν την παρατήρησή τους στον προβλεπόμενο χώρο στο βιβλίο τους. Ο δάσκαλος περιέρχεται την τάξη εξασφαλίζοντας την ορθότητα των παρατηρήσεων που σημειώνουν οι μαθητές.

- **Εξαγωγή συμπεράσματος:** Μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης των πειραμάτων και μέσα από συζήτηση στην

τάξη, επιδιώκεται η αφηρηματοποίηση και η γενίκευση των παρατηρήσεων με τη διατύπωση ενός συμπεράσματος. Σε κάποια φύλλα εργασίας, όταν το φαινόμενο είναι σύνθετο, η εξαγωγή του συμπεράσματος γίνεται σταδιακά. Σε κάποια άλλα, όταν το φαινόμενο που μελετάται είναι πιο απλό, η εξαγωγή του συμπεράσματος γίνεται στο τέλος του φύλλου εργασίας. Η αφηρηματοποίηση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το φαινόμενο που οι μαθητές μελετούν, πρέπει όμως σε κάθε περίπτωση να επιτυγχάνεται σταδιακά, με μικρά βήματα, σε αντιστοίχιση με την ικανότητα των μαθητών να την αφομοιώσουν. Προσπάθεια του δασκάλου είναι η αποτελεσματικότητα της προσαρμογής και η εγκατάλειψη της πρώιμης αντίληψης, όταν αυτή είναι ανεπαρκής. Ο έλεγχος της επιτυχίας της προσπάθειας αυτής θα γίνει στο τελευταίο διδακτικό στάδιο με την εμπέδωση. Μετά την ολοκλήρωση της συζήτησης οι μαθητές σημειώνουν το συμπέρασμα στον προβλεπόμενο χώρο στο βιβλίο τους. Αν το συμπέρασμα είναι δύσκολο, δίνεται βοήθεια στους μαθητές με τη μορφή λέξεων που πρέπει να χρησιμοποιήσουν. Ειδικότερες οδηγίες για τη μεθόδευση της εξαγωγής του συμπεράσματος δίνονται στην παράγραφο 2.2.2.3, καθώς και στις αναλυτικές οδηγίες για κάθε φύλλο εργασίας. Μετά την εξαγωγή του συμπεράσματος οι μαθητές ανατρέχουν στις υποθέσεις που διατύπωσαν στην αρχή του μαθήματος και ελέγχουν, με βάση όσα μελέτησαν πειραματικά, την επιβεβαίωση ή απόρριψή τους. Μέσα από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις υποθέσεις τους. Με τη διαδικασία αυτή γίνεται σαφές ότι η πειραματική διαδικασία είναι αυτή που οδηγεί στη διεύρυνση του γνωστικού πεδίου.

- **Εμπέδωση - Γενίκευση:** Στο τελευταίο διδακτικό στάδιο επιδιώκεται η εμπέδωση και η γενίκευση των νέων

γνωστικών στοιχείων. Αυτό επιτυγχάνεται με εργασίες που αναφέρονται σε εφαρμογές και παραδείγματα ή έχουν επαναληπτικό χαρακτήρα. Στο τετράδιο εργασιών οι εργασίες εμπέδωσης αναφέρονται ως «εργασίες για το σπίτι», αυτό όμως δε σημαίνει ότι, εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, κάποιες από αυτές δεν μπορεί να ανατεθούν στους μαθητές στο σχολείο. Οι εργασίες εμπέδωσης αναφέρονται συχνά σε εφαρμογές στην καθημερινή ζωή των φαινομένων που μελετήθηκαν στο φύλλο εργασίας. Η γενίκευση των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν με την πειραματική διερεύνηση, με όσο το δυνατόν περισσότερες εφαρμογές δίνει τη διάσταση της ευρύτητας του φαινομένου και δημιουργεί παράλληλα ευκαιρίες για ασυνείδητη ανάκληση του συμπεράσματος, στο οποίο οι μαθητές κατέληξαν στο σχολείο, κάθε φορά που οι μαθητές αντιμετωπίζουν στην καθημερινή τους ζωή την εφαρμογή με την οποία το συμπέρασμα συνδέθηκε. Οι αναφορές των μουσικών οργάνων στην ακουστική, των ιατρικών θερμομέτρων στη θερμότητα, του ματιού στην οπτική, των ηλεκτρικών συσκευών στον ηλεκτρισμό αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα σ' αυτήν την κατεύθυνση. Ο βαθμός ικανότητας των μαθητών να ανταποκριθούν στις εργασίες αυτές δίνει στο δάσκαλο την πληροφορία για την επιτυχία της εδραίωσης των νέων γνωστικών δεδομένων, στοιχείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση των μαθητών. Οι εργασίες για το σπίτι αποτελούν ουσιαστικό συμπληρωματικό στοιχείο του μαθήματος. Με αυτές ολοκληρώνεται η διδασκαλία με τη βαθμίδα της εμπέδωσης. Είναι λοιπόν ιδιαίτερα σημαντικό να συζητούνται οι εργασίες στην τάξη και όχι απλά να διορθώνονται από το δάσκαλο. Πολλές φορές θα χρειαστεί η εκτέλεση ενός επιπλέον πειράματος για την τεκμηρίωση της ορθής τους απάντησης, η οποία πρέπει να γίνει αποδεκτή από κάθε μαθητή με την αυτονομία της συμμετοχής.

### 1.7.2.2 Πειράματα με απλά μέσα

Η σημασία του πειράματος θεωρείται δεδομένη για τη διδακτική των φυσικών επιστημών (Wilke 1993a). Ανάλογα με την επιλογή της διδακτικής μεθοδολογίας το πείραμα μπορεί να εξυπηρετεί διαφορετικούς στόχους. Η μεθοδολογία εφαρμογής είναι αυτή που θα οριοθετήσει τη λειτουργία του. Η πειραματική άσκηση δεν μπορεί ωστόσο να είναι μία τρισδιάστατη προέκταση του διδακτικού βιβλίου. Πρέπει να εξυπηρετεί το στόχο της αναγωγής της μάθησης σε αυτόνομη βιωματική εμπειρία, με σκοπό τη σύνδεση του γνωστικού υλικού με την καθημερινότητα και την προσέγγιση της επιστημονικής μεθοδολογίας.

Η αναγκαιότητα της απλότητας της πειραματικής διάταξης τεκμηριώνεται στη βιβλιογραφία ως βασικός παράγοντας για την επικέντρωση στο ουσιαστικό περιεχόμενο: Ο Schmidkunz (1983), μελετώντας από τη σκοπιά της αντιληπτικής ψυχολογίας την πειραματική διάταξη, προτείνει την «αρχή της οικονομίας». Ο Woolnough (1986), διατυπώνοντας την άποψη ότι η οριοθέτηση του πειράματος πρέπει να συμβαδίζει με τους στόχους του μαθήματος, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι, όταν ενδιαφέρει η ποιοτική ερμηνεία του φαινομένου, η απλότητα της διάταξης εξασφαλίζει ότι δε θα χαθεί αυτή σε λεπτομερείς και



ακριβείς μετρήσεις, ενώ ο Kubli (1980) αναφέρει τα «μαύρα κουτιά», τις ακριβές συσκευές των σύγχρονων κατασκευαστών οργάνων, ως τη χειρότερη επιλογή, αφού δεν είναι προσεγγίσιμες από το μαθητή. Ο Muskenfuß (1986) αναφέρει σχετικά: «Το εργαστήριο των φυσικών επιστημών ως χώρος μάθησης είναι εξοπλισμένο με ειδικές πειραματικές διατάξεις, τις οποίες ο μαθητής δε θα συναντήσει ποτέ έξω απ' αυτό. Από την εξέλιξη του μαθήματος με τα όργανα αυτά γίνεται αντιληπτή η διδακτική υπόθεση, ότι δηλαδή ο μαθητής είναι σε θέση να παραλληλίσει τα παρεμφερή φαινόμενα της καθημερινής ζωής με τα σχολικά πειράματα, μολοντί αυτά προσεγγίζονται με όργανα και μεθόδους παντελώς ξένες με την καθημερινότητα. Για την επιβεβαίωση της αισιόδοξης αυτής υπόθεσης δε συνηγορεί κατά τη γνώμη μου τίποτα... Οι πειραματικές διατάξεις είναι έτσι κατασκευασμένες, ώστε να οδηγούν μονοσήμαντα στη γρήγορη επιβεβαίωση ενός πολύ συγκεκριμένου νόμου. Τα όργανα φαίνονται στο μαθητή ξένα...». Η σύνδεση των καθημερινών φαινομένων με το μάθημα του σχολείου δεν εξυπηρετείται με τη χρήση των πολύπλοκων διατάξεων, αφού αυτές είναι ξένες προς την εμπειρία των μαθητών: «Ο πρωταρχικός κόσμος των εμπειριών των μαθητών παραμένει κρυμμένος πίσω από συχνά πολύπλοκες πειραματικές διατάξεις. Έτσι οι φυσικές επιστήμες παρουσιάζονται στους μαθητές ως κάτι το οποίο εξελίσσεται μόνο στη σχολική αίθουσα και στο εργαστήριο και που έχει με τη ζωή τους μικρή σχέση» (Bleichroth 1991β).

Η ανάγκη της ευρύτερης δυνατής συμμετοχής του μαθητή στην πειραματική διαδικασία τεκμηριώνεται επίσης από τη βιβλιογραφία: Ο Bredderman (1984) μελετά την έκταση της πρακτικής άσκησης στο μάθημα και διαπιστώνει τη θετική της επίδραση στον γνωστικό τομέα, στη φαντασία, στη μεθοδικότητα και στη στάση των μαθητών (Bredderman 1982), ενώ οι Aho, Huorio και Huttunen (1993) διαπιστώνουν την αποτελεσματικότερη κατανόηση των φαινομένων και τη γνωστική αφομοίωση σε Φινλανδούς μαθητές που διδάσκονται μ' έμφαση στην καλλιέργεια πρακτικών δεξιοτήτων και μάλιστα με τη χρήση απλών υλικών.

Στην προτεινόμενη διδακτική προσέγγιση, η εξέλιξη του μαθήματος βασίζεται σε πειράματα με απλά καθημερινά μέσα. Με υλικά του καθημερινού περιγύρου δάσκαλος και μαθητές συνθέτουν τις πειραματικές διατάξεις με τις οποίες θα αντιμετωπιστούν τα φαινόμενα. Ανάλογα με το διαθέσιμο χρόνο μπορεί οι διατάξεις να έχουν προκατασκευαστεί από το δάσκαλο ή τους μαθητές ή μπορεί η κατασκευή τους να αποτελεί μέρος του μαθήματος.

Πέρα από το προφανές πλεονέκτημα των πειραμάτων με απλά μέσα για την αντιμετώπιση της όποιας έλλειψης των

σχολείων σε υλικοτεχνική υποδομή, το πείραμα με απλά υλικά παρουσιάζει περαιτέρω ουσιαστικά διδακτικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τις «συμβατικές» σύγχρονες πειραματικές διατάξεις. Ο Ucke (1979) αναφέρεται σε συνέδριο το 1978 στην Οξφόρδη στη φυσική στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου εφαρμόζονται τέτοια πειράματα, παρατηρώντας ότι η εισαγωγή τους μετατοπίζει τη βαρύτητα του μαθήματος στην πρακτική διάσταση του χρήσιμου για τη ζωή, στη βιωματική διάσταση του καθημερινού. Ο Gomoletz (1992) αναφέρεται στη θετική αποδοχή του προγράμματος «Physik plus» στο Schleswig - Holstein της Γερμανίας, όπου σε ομάδες ελεύθερης εργασίας μαθητές ασχολούνται με ιδιοκατασκευές και πειράματα χαμηλού κόστους, ενώ ο Schramm (1989) αναφέρεται στην καλλιέργεια της μεθοδικότητας κατά το συνδυασμό της κατασκευής με το σχολικό μάθημα. Ο Scheider στις 27 εντολές για δασκάλους φυσικής αναφέρει: «Να διαλέξεις υλικά παρουσιάσεων για τη σχέση τους και την αξία τους για το σχηματισμό των εννοιών και όχι για να εντυπωσιάσεις. Να ξέρεις ότι το παρακατιανό δοχείο του καφέ «θα κληρονομήσει τη γη», γιατί έχει ανείπωτες διδακτικές δυνατότητες, ενώ η πιο μεγαλεπήβολη συσκευή Laser θα γίνει «χώμα και σποδός», αν χρησιμοποιηθεί απλά και μόνο για να θαμπώσει» (Πατάπης 1993, σ. 289).

Στα πειράματα με απλά μέσα η πρακτική εφαρμογή των γνωστικών δεδομένων στην καθημερινότητα είναι αυτονόητη, αφού είναι πολλές φορές τα ίδια τα καθημερινά φαινόμενα που απομονώνονται από τις παραμέτρους που τα επηρεάζουν και αποτελούν στο σχολείο αντικείμενο πειραματισμού. Τα φυσικά φαινόμενα που μελετάμε στο σχολικό χώρο δεν είναι διαφορετικά απ' αυτά που αντιμετωπίζει ο μαθητής στην καθημερινή ζωή του. Αυτό που διαφέρει είναι ο κριτικός τρόπος αντιμετώπισης, η απομόνωση από τις παραμέτρους που τα επηρεάζουν και η επιστημονική μεθοδολογική τους θεώρηση. Με την έννοια αυτή και με δεδομένη την κατανόηση της διαφοράς αυτής από το παιδί, η έννοια «πείραμα» μπορεί να επεκταθεί στον καθημερινό του περιγύρο. Όταν το παιδί παρατηρεί, για παράδειγμα, το νερό να βράζει στην κουζίνα, εκτελεί τυχαία παρατήρηση. Αν όμως η παρατήρηση αυτή δεν είναι τυχαία αλλά σύμφωνη με την επιστημονική μεθοδολογία, είναι πείραμα. Αν δηλαδή το παιδί παρατηρήσει το νερό να θερμαίνεται, διατυπώσει υπόθεση ότι κάποια στιγμή, σε ορισμένη θερμοκρασία, θα αρχίσει να βράζει και να εξατμίζεται και διαπιστώσει τις φυσαλίδες και τους υδρατμούς, εκτελεί πείραμα. Όταν ο μαθητής κάνει τραμπάλα στην παιδική χαρά της γειτονιάς του, παρατηρεί τυχαία. Αν διατυπώσει υπόθεση όμως για την ισορροπία σε σχέση με το βάρος του φίλου του και σε σχέση με την απομάκρυνση από το σημείο περιστροφής, μπορεί να εκτελέσει πείραμα, για να επιβεβαιώσει την υπόθεσή του.

Η αντιμετώπιση της καθημερινότητας με τη μεθοδολογική προσέγγιση των φυσικών επιστημών ανοίγει νέους δρόμους για τις φυσικές επιστήμες, αφού η καθημερινότητα δίνει ατελείωτες ευκαιρίες για ανάλογες παρατηρήσεις. Η μουσική (Johnston 1989, Taylor 1992, French 1983), ο αθλητισμός (Kent 1980, Schlichting 1992, Rodewald 1992, Meier 1992), τα μουσεία τεχνολογίας (Fehér 1990, Tuckey 1992) αποτελούν μερικά μόνο παραδείγματα που μπορεί να αξιοποιηθούν με την παραπάνω λογική.

Προϋπόθεση για τη δυνατότητα διεύρυνσης της πειραματικής δραστηριότητας στο πεδίο της καθημερινής παρατήρησης είναι η εξοικείωση των μαθητών με την επιστημονική μεθοδολογία. Βαρύτητα συνεπώς κατά την πειραματική άσκηση στην τάξη πρέπει να δίνεται στη μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας, στο μεθοδικό εργαλείο που θα επιτρέψει στο μαθητή να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα και κατά την αυτόνομη εργασία του έξω από το σχολικό εργαστήριο. Η χρήση των πειραμάτων με απλά μέσα στην τάξη εξυπηρετεί την εξοικείωση του μαθητή με την επιστημονική μεθοδολογία. Η πρακτική άσκηση των μαθητών επιτρέπει επίσης την ανάδειξη δεξιοτήτων πολύ ευρύτερων απ' αυτές που συνήθως καλλιεργούνται στο σχολείο. Ο μαθητής που έχει έφεση στην κατασκευή θα αναλάβει την πολυπλοκότερη διάταξη, ο πιο μεθοδικός την καταγραφή κ.ο.κ. Το πείραμα που εκτελείται στην τάξη δίνει το μεθοδολογικό παράδειγμα για την αυτόνομη εργασία στο σπίτι.

Χαρακτηριστικό των πειραμάτων με απλά μέσα αποτελεί επίσης η δυνατότητα του μαθητή να επαναλάβει αυτόνομα και στο σπίτι τα πειράματα που εκτελούνται στο σχολείο, να δοκιμάσει εναλλακτικές προσεγγίσεις και να τις παρουσιάσει στην τάξη. Ο πειραματισμός στο σπίτι προσφέρει πρόσθετα πλεονεκτήματα για κάθε μαθητή

χωριστά (Wilke 1993β). Ο μαθητής στο σπίτι μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα και να ασχοληθεί περαιτέρω με άλλα για τα οποία του δίνονται οδηγίες. Η ενασχόλησή του αυτή όμως δεν είναι πια αποσπασματικό παιχνίδι, αλλά μέσο κατάκτησης της φυσικής νομοτέλειας. Όλη η ερευνητική πορεία, χωρίς να πάψει να είναι ευχάριστη, διέπεται από κανόνες. Είναι ξεκάθαρο ότι ζητούμενο της πειραματικής διαδικασίας είναι η συστηματική παρατήρηση της εξέλιξής της. Ανάλογα με τη δεξιότητα που κάθε μαθητής έχει επιδειξει στην κατασκευή, τα πειράματα μπορεί να είναι ευκολότερα ή δυσκολότερα και οι οδηγίες ελαστικές ή αυστηρότερες. Η δυναμική του πειράματος με απλά υλικά επιτρέπει στους μαθητές να πειραματιστούν ελεύθερα, έχοντας στη διάθεσή τους όσο χρόνο αποφασίζουν μόνοι τους να διαθέσουν. Ο πειραματισμός αποδεσμεύεται έτσι από τα στενά και πιεστικά χρονικά πλαίσια της διδακτικής ώρας. Ο μαθητής είναι ελεύθερος να ελέγχει την ορθότητα των ιδεών του, να τη δοκιμάζει πειραματικά και να τη συγκρίνει με τα συμπεράσματα και αποτελέσματα των συμμαθητών του.

Η κατασκευή βασικών οργάνων στο σπίτι από το μαθητή μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή σύνθεση ενός οργανωμένου ατομικού εργαστηρίου. Έτσι η κατασκευή μετρητικών οργάνων, όπως θερμομέτρων, δυναμομέτρων, ζυγών κ.ά., μπορεί να αξιοποιηθεί, υποκαθιστώντας στον οικιακό χώρο τα συμβατικά όργανα του σχολικού εργαστηρίου. Η κατασκευή των οργάνων αυτών, πέρα από τη βαθιά κατανόηση του τρόπου λειτουργίας τους, επιτρέπει την αξιοποίησή τους σε μετέπειτα στάδια για την αντιμετώπιση συνθετότερων φαινομένων. Οι μαθητές πρέπει να μπορούν να διαπιστώνουν άμεσα τη χρήση και εφαρμογή των οργάνων με τα οποία εργάζονται στο σχολείο και στην καθημερινή τους ζωή (Riquarts 1978, σ. 82).

### 1.7.3 Πρόταση για την αναφορά στο μικρόκοσμο

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην παράγραφο 1.3.1 η διδασκαλία στην πρώτη σχολική βαθμίδα εξελίσσεται στο παρατηρησιακό επίπεδο. Αυτό δε σημαίνει όμως ότι, εφόσον οι μαθητές εκφράσουν σχετικό ενδιαφέρον, δεν μπορεί να επιχειρηθεί μια πρώτη απλοποιημένη ερμηνευτική προσέγγιση. Η όποια ερμηνευτική προσέγγιση πρέπει να αποσκοπεί στην ενοποιητική και συνεκτική θεώρηση του κόσμου μας, ακόμη και στο επίπεδο της διδασκαλίας στο δημοτικό σχολείο, πρέπει συνεπώς να αναφέρεται στο μικρόκοσμο. Η αποσπασματικότητα των διάφορων φαινομένων που μελετά ο μαθητής και η κατάταξή τους σε διακριτές θεματολογίες εξομαλύνονται έτσι με τις κοινές

«εξηγήσεις» που δίνει για τα μακροσκοπικά φαινόμενα η δυνατότητα αναφοράς στο μικρόκοσμο, στη δομή του, καθώς και στις αλληλεπιδράσεις και στις κινήσεις των σωματιδίων του. Η καλλιέργεια της περιέργειας και της ερευνητικής διάθεσης του μαθητή από την προτεινόμενη, ερευνητικά εξελισσόμενη, εκπαιδευτική διαδικασία ικανοποιείται έτσι και με μια περαιτέρω μελέτη και γνώση: αυτή των αόρατων και άγνωστων στους πολλούς, άρα και ελκυστικών, μικροσκοπικών διαδικασιών.

Στο βιβλίο αναφοράς, με σύμβολο το μικροσκόπιο, παρατίθενται μικρά κείμενα που αναφέρονται στην απλοποιημένη μικροσκοπική προσέγγιση των φαινομένων. Η

μελέτη των κειμένων αυτών αποσκοπεί σε μια πρώτη ερμηνευτική προσέγγιση, που εδραιώνει και επεξηγεί τα

όσα οι μαθητές «ανακάλυψαν» με τη μεθοδική ερευνητική τους δραστηριότητα που γίνεται με βάση τα φύλλα εργασίας.

## 1.8 Το άγχος της έκτασης της διδακτέας ύλης

*«Κανένας άνθρωπος δε θα σκεφτόταν να ποτίσει ένα διψασμένο άλογο, οδηγώντας το στο στόμιο ενός πυροσβεστικού κρουνού υψηλής πίεσης. Κι όμως, πολλοί συγγραφείς αναλυτικών προγραμμάτων, βιβλίων και πολλοί δάσκαλοι δε συνειδητοποιούν ότι μια ανάλογη μέθοδος είναι για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών εξίσου επιζήμια.»*

*D. Nachtigall<sup>1</sup>*

Οι γνώσεις μας στο χώρο των φυσικών επιστημών αυξάνουν με θεαματικούς ρυθμούς. Οι διαθέσιμες σχολικές ώρες για τις φυσικές επιστήμες παραμένουν όμως ίδιες. Η έκταση της διδακτέας ύλης που προδιαγράφεται από τα αναλυτικά προγράμματα είναι τέτοια, που, ακόμη και με το συνήθη δασκαλοκεντρικό τρόπο αντιμετώπισής της, κάθε δάσκαλος συναντά δυσκολία στην πλήρη κάλυψή της. Η επικρατούσα αντίληψη ότι η ικανότητα του δασκάλου κρίνεται και από την ποσότητα της ύλης που αντιμετωπίζει, οδηγεί όλο και πιεστικότερα στη με άγχος επιτάχυνση της διδασκαλίας, με στόχο την κάλυψη όσο το δυνατόν ευρύτερης ποσοτικά ύλης. Η διαδικασία αυτή οδηγεί αναγκαστικά σε επιφανειακή αντιμετώπιση. Οι μαθητές, στην αδυναμία τους να ακολουθήσουν το ρυθμό της διδασκαλίας, καταφεύγουν στην απομνημόνευση, η οποία εξασφαλίζει τον βαθμό προαγωγής, αφού τελικά αυτή ελέγχεται στις εξετάσεις, με αποτέλεσμα οι γνώσεις που εδραιώνονται και που έχουν χρονική αντοχή να είναι ελάχιστες. Η διδασκαλία στην επόμενη σχολική βαθμίδα ξεκινά συνήθως χωρίς αξιοποίηση κάποιων ουσιαστικών στοιχείων που εμπεδώθηκαν αποτελεσματικά και με χρονική αντοχή στην προηγούμενη βαθμίδα. Το σχολικό μάθημα υποβιβάζεται στο να παρέχει στοιχεία προς απομνημόνευση. Το επίπεδο των σχετικών με τις φυσικές επιστήμες γνώσεων μετά το σχολείο σε όσους δε συνέχισαν τη σπουδή τους στην τριτοβάθμια εκπαίδευση είναι ανησυχητικά χαμηλό.

Τι νόημα έχει όμως να «ταλαιπωρούμε» το σύνολο των μαθητών με το μάθημα των φυσικών επιστημών, όταν γνωρίζουμε ότι η συντριπτική πλειοψηφία τους θα συγκρατήσει ελάχιστα στοιχεία για τη μετασχολική ζωή; Οι παραπάνω προβληματισμοί δεν είναι καινούριοι ούτε αποτελούν ελληνικό προνόμιο, αν και η σύγκριση των ελληνικών αναλυτικών προγραμμάτων με τα αντίστοιχα ευρωπαϊκά δίνει δραματικότερη διάσταση για τη χώρα μας

στις διαπιστώσεις αυτές. Ο Wagenschein (1965, σ. 251) κάνει ανάλογες διαπιστώσεις και καταλήγει σε συγκεκριμένη πρόταση (σ. 253): θα πρέπει ο δάσκαλος μετά από επαρκή εκπαίδευση τόσο στις φυσικές επιστήμες όσο και στην παιδαγωγική να έχει τη δυνατότητα της ανεξάρτητης επιλογής της έκτασης της ύλης. Και θα πρέπει να είμαστε έτοιμοι να αποδεχτούμε το γεγονός ότι «ο μελλοντικός ιερέας ή δικηγόρος ή τεχνίτης δε θα γνωρίζει το ένα ή το άλλο αντικείμενο της λυκειακής φυσικής ή χημείας. Αντίθετα όμως, θα επιτευχθεί κάτι το οποίο είναι ασύγκριτα σημαντικότερο και το οποίο σήμερα δεν επιτυγχάνεται: θα γνωρίζει τα βασικά και θα γνωρίζει τι είναι οι φυσικές επιστήμες και τι πραγματικά κάνουν».

Όσο και αν βρίσκουμε όλα τα πεδία των φυσικών επιστημών σημαντικά και ενδιαφέροντα, πρέπει να κατανοούμε ότι στην προσπάθεια να τα μεταδώσουμε όλα στους μαθητές -που ενδεχόμενα να μην τα θεωρούν σημαντικά ούτε ενδιαφέροντα- δεν επιτυγχάνουμε να μεταδώσουμε με πληρότητα και μεθοδικότητα τις βασικές γνώσεις, τις καθημερινές και πρακτικά χρήσιμες για τη ζωή του καθενός μας. Πολύ σημαντικότερο, δεν καταφέρνουμε να μεταδώσουμε τη μεθοδολογία και την επιστημονική συνέπεια των φυσικών επιστημών.

Το σχολείο δημιουργήθηκε για να εξυπηρετήσει τις μαθησιακές ανάγκες των μαθητών (Riedl 1978, σ. 17), όχι την επιθυμία των δασκάλων και των συγγραφέων αναλυτικών προγραμμάτων και σχολικών βιβλίων να μεταδώσουν τις γνώσεις που κατέχουν. Πρέπει συνεπώς, και κατά τον καθορισμό της έκτασης της διδακτέας ύλης, να ξεκινάμε από τις ανάγκες και τις δυνατότητες των μαθητών. Η πληρότητα και η ουσιαστική κατανόηση όσων μαθαίνουν πρέπει να έχουν, ως κριτήρια, προτεραιότητα σε σχέση με το εύρος της ύλης. Βάση της διδασκαλίας πρέπει να είναι η ποιότητα, όχι η ποσότητα.

<sup>1</sup> Nachtigall σ.5

Η εξέλιξη του μαθήματος, σύμφωνα με το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο, και η πειραματική διδασκαλία με απλά μέσα είναι αυτονόητα πιο «αργές» από τη συνήθη δασκαλοκεντρική πρακτική. Αν στην τελευταία υπάρχει πρόβλημα σχετικά με την κάλυψη της ύλης, στο ερευνητικά εξελισσόμενο μάθημα διαπιστώνεται αδυναμία κάλυψης της ύλης, όπως αυτή σήμερα προδιαγράφεται. Η άποψη των μελών της συγγραφικής ομάδας είναι ωστόσο ότι η ποιότητα της γνώσης και η βαθύτητα εδραίωσής της αντισταθμίζει την ποσοτική «απώλεια». Τα κεφάλαια του βιβλίου αυτού είναι «ανεξάρτητα» το ένα από το άλλο. Είναι συνεπώς δυνατή η αλλαγή της σειράς τους σύμφωνα με τις προτιμήσεις των μαθητών και τις επιλογές κάθε δασκάλου. Η αντιμετώπιση με μεθοδολογική συνέπεια του συνόλου των φύλλων εργασίας είναι πρακτικά αδύνατη με το δεδομένο πλήθος ωρών που διατίθεται για το μάθημα, ιδιαίτερα αν, όπως τα

μέλη της συγγραφικής ομάδας ελπίζουν, προκριθεί η πειραματική άσκηση των μαθητών σε ομάδες. Προτείνεται η επιλογή κάποιων κεφαλαίων που δε θα διδαχθούν να γίνει από την αρχή της σχολικής χρονιάς, έτσι ώστε να μην «αδικηθούν» κάποια κεφάλαια, μόνο επειδή σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα βρίσκονται στο τέλος του βιβλίου. Σε κάθε περίπτωση προτεραιότητα του μαθήματος πρέπει να αποτελεί η συστηματικότητα της εργασίας των μαθητών, η μετάδοση της επιστημονικής μεθοδολογίας και ο προσανατολισμός του μαθήματος στους μαθητές και όχι η έκταση της ύλης που θα καλυφθεί. Οι διδακτικές ώρες που αναφέρονται στη διάρκεια των επιμέρους φύλλων εργασίας είναι ενδεικτικές. Κάθε δάσκαλος καλείται να προσαρμόσει το ρυθμό του μαθήματος στις δυνατότητες των μαθητών του, χωρίς το άγχος της έκτασης της διδακτέας ύλης που θα καλύψει.

## 2: ΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΟΥ ΜΑΘΗΤΗ

Σύμφωνα με το εγκεκριμένο από το Παιδαγωγικό Ινστιτούτο αναλυτικό πρόγραμμα, προτείνονται δύο βιβλία για το μαθητή, το τετράδιο εργασιών και το βιβλίο του μαθητή. Το βιβλίο με τα φύλλα εργασίας αποτελεί το βασικό εργαλείο μέσα από το οποίο μεθοδεύεται η ερευνητική δουλειά στο σχολείο. Το βιβλίο μαθητή αποτελεί υποστηρικτικό βιβλίο. Περιλαμβάνει πληθώρα στοιχείων και πληροφοριών που

εμπλουτίζουν και κάνουν το μάθημα πιο ενδιαφέρον. Σε καμιά περίπτωση όμως η χρήση του βιβλίου αυτού δεν πρέπει να αλλιώνει τον ανακαλυπτικό χαρακτήρα της εργασίας του μαθητή, όπως αυτός σχηματοποιείται με τα φύλλα εργασίας. Η δομή των βιβλίων και ο τρόπος με τον οποίο προτείνεται αυτά να χρησιμοποιηθούν παρουσιάζεται στις παραγράφους που ακολουθούν.

### 2.1 Το τετράδιο εργασιών

Στο προτεινόμενο τετράδιο εργασιών δίνεται έμφαση στην καλλιέργεια των επιστημονικών διαδικασιών και στην ενεργοποίηση του μαθητή μέσα από δραστηριότητες και πειράματα. Η δομή του βιβλίου είναι σύμφωνη με τις βασικές αρχές του ερευνητικά εξελισσόμενου διδακτικού μοντέλου, όπως αυτές αναλύθηκαν στην παράγραφο 1.7.2. Το βιβλίο, σύμφωνα με το εγκεκριμένο αναλυτικό πρόγραμμα, έχει τη μορφή φύλλων εργασίας. Ωστόσο, η δομή του είναι τέτοια, ώστε μετά τη συμπλήρωση των κενών να αποκτά ολοκληρωμένη μορφή και να μπορεί να λειτουργήσει και ως βιβλίο αναφοράς, με τη βοήθεια του οποίου ο μαθητής έχει τη δυνατότητα να επαναλαμβάνει όσα μελέτησε στο σχολείο.

Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο βασίζεται στη δραστηριοποίηση του μαθητή για την κατά το δυνατό αυτόνομη αντιμετώπιση των προβλημάτων, στα οποία τα φυσικά φαινόμενα ανάγονται. Με αυτήν την έννοια το βιβλίο

βοηθά στον εντοπισμό του προβλήματος, αφήνει όμως πάντα ανοιχτή την απάντηση με κενά, τα οποία καλείται να συμπληρώσει ο μαθητής, αφού εκτελέσει τα αντίστοιχα πειράματα, αντίθετα με πολλά «συμβατικά» βιβλία, στα οποία παρέχονται εκ των προτέρων όλες οι απαντήσεις. Τι νόημα έχει για το μαθητή να εκτελέσει, για παράδειγμα, πείραμα για να «ανακαλύψει» τη θερμοκρασία βρασμού του νερού, όταν στο βιβλίο του αναφέρεται, συνήθως με χοντρά μαύρα γράμματα, περιγεγραμμένο σε πλαίσιο, το αποτέλεσμα: «Η θερμοκρασία βρασμού του νερού είναι 100°C». Και πώς θα αισθανθεί, όταν εκτελώντας το πείραμα με τα δικά του μέσα, μετρήσει θερμοκρασία 101°C ή 102°C; Στο προτεινόμενο βιβλίο κάθε μαθητής συμπληρώνει στο αντίστοιχο κενό τη δική του μέτρηση. Η σύγκριση με τα αποτελέσματα των συμμαθητών του θα οδηγήσει συνθετικά στον εντοπισμό και στη διατύπωση του συμπεράσματος και στην ερμηνεία των αποκλίσεων στις ατομικές μετρήσεις και στα συμπεράσματα. Κάθε μαθητής

έχει την αυτονομία να διατυπώσει τις παρατηρήσεις του με το δικό του τρόπο στον προβλεπόμενο χώρο. Ο δάσκαλος παρεμβαίνοντας συμβουλευτικά θα εξασφαλίσει την ορθότητα της διατύπωσης κάθε μαθητή.

Ο μαθητής αντιμετωπίζει το βιβλίο του ως βοήθημα, στο οποίο παρεμβαίνει διαμορφωνοντάς το. Χρωματίζει τις εικόνες και τα σκίτσα, συμπληρώνει τα κενά με το δικό του προσωπικό τρόπο έκφρασης, ζωγραφίζει και σχεδιάζει τις

πειραματικές διατάξεις στα προβλεπόμενα πλαίσια, διαμορφώνοντας το προσωπικό του εγχειρίδιο αναφοράς. Κανένας μαθητής, συνεπώς, δεν έχει ίδιο βιβλίο με το συμμαθητή του. Ο εξατομικευμένος χαρακτήρας του βιβλίου το ανάγει σε συμμετοχικό, προσωπικό δημιούργημα, στο οποίο κάθε μαθητής έχει αυτόνομα αποτυπώσει τη γνώση που κατέκτησε με τη συμμετοχή του στο μάθημα. Μετά τη συμπλήρωση των κενών το βιβλίο αποκτά σταδιακά τη μορφή ολοκληρωμένου βιβλίου αναφοράς.

### 2.1.1 Εισαγωγή του βιβλίου

Το εισαγωγικό κεφάλαιο στο τετράδιο εργασιών περιλαμβάνει 3 φύλλα εργασίας. Στο πρώτο φύλλο εργασίας επιδιώκεται η γνωριμία του μαθητή με τους συμβολισμούς που χρησιμοποιούνται στο βιβλίο. Τα διαφορετικά στάδια του μαθήματος σηματοδοτούνται με βινιέτες, οι οποίες επεξηγούνται εδώ. Οι δύο βασικοί «πρωταγωνιστές» του βιβλίου του μαθητή, ένα κορίτσι και ένα αγόρι, συμβολίζουν τα βασικά στάδια της μαθησιακής πορείας, το πείραμα και το συμπέρασμα, ενώ ένα μολύβι και ένα σπίτι σηματοδοτούν το χώρο στον οποίο σημειώνονται οι παρατηρήσεις και οι εργασίες για το σπίτι αντίστοιχα. Στο δεύτερο και τρίτο

φύλλο εργασίας επιδιώκεται η εξοικείωση του μαθητή με τα στάδια της επιστημονικής μεθοδολογίας και με τους κανόνες ασφάλειας που πρέπει να διέπουν την πειραματική δραστηριότητα. Οι μαθητές καλούνται να γνωρίσουν τα βασικά στάδια της μεθοδολογίας, καθώς και τους κανόνες ασφάλειας που θα εφαρμόσουν με συστηματικότητα και συνέπεια σε όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς, ερευνώντας και ανακαλύπτοντας τα φαινόμενα του φυσικού περιβάλλοντος. Ειδικότερες οδηγίες για τη διδακτική αντιμετώπιση των φύλλων εργασίας αυτών δίνονται στην επιμέρους παρουσίαση των κεφαλαίων στο δεύτερο μέρος του βιβλίου αυτού.

### 2.1.2 Δομή φύλλων εργασιών

Η ύλη στο βιβλίο του μαθητή είναι, σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα, δομημένη σε κεφάλαια που αντιστοιχούν σε γενικότερες θεματικές ενότητες. Για παράδειγμα: ζώα, φυτά, κυκλοφορικό σύστημα, ήχος, ηλεκτρισμός... Κάθε κεφάλαιο περιλαμβάνει τα φύλλα εργασίας με βάση τα οποία αναπτύσσεται η ερευνητική δουλειά των μαθητών. Πριν ξεκινήσει η επεξεργασία των φύλλων εργασίας, καλό είναι να αφιερωθεί μια διδακτική ώρα για την ευαίσθητοποίηση των μαθητών σχετικά με τα φαινόμενα που θα μελετηθούν και τον προσανατολισμό του ενδιαφέροντός τους στη μελέτη των φαινομένων αυτών. Αν για παράδειγμα το κεφάλαιο που προηγήθηκε ήταν σχετικό με τη Βιολογία (π.χ. κυκλοφορικό σύστημα) και αυτό που έπεται είναι σχετικό με τη Φυσική (π.χ. ήχος), είναι σημαντικό να βοηθήσουμε τους μαθητές να εστιάσουν στη θεματική του κεφαλαίου που έπεται. Υλικό και ερεθίσματα για την εισαγωγική αυτή συζήτηση δίνονται στην αρχή κάθε κεφαλαίου στο βιβλίο του μαθητή. Μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να διαβάσουν τα αποσπάσματα αυτά ή να προβάλλουμε τις σχετικές διαφάνειες αν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο. Η εισαγωγική συζήτηση μπορεί, όπου είναι εφικτό, να επεκταθεί πέρα από τα ερεθίσματα που δίνονται στο

βιβλίο του μαθητή.

Το περιεχόμενο της εισαγωγικής αυτής ενότητας στο βιβλίο του μαθητή είναι σχετικό με την ύλη του κεφαλαίου, χωρίς όμως να προδίδει τα συμπεράσματα στα οποία οι μαθητές θα καταλήξουν ερευνώντας μεθοδικά με τη βοήθεια του δασκάλου τους. Έμφαση στις εισαγωγικές αυτές ενότητες δίνεται στην παρουσίαση οικείων στους μαθητές φυσικών φαινομένων ή τεχνολογικών κατασκευών.

Στα επί μέρους φύλλα εργασίας κάθε κεφαλαίου επιδιώκεται η προσέγγιση των ειδικών στόχων που το αναλυτικό πρόγραμμα περιγράφει. Η δομή των φύλλων εργασίας ακολουθεί τα διδακτικά στάδια του ερευνητικού εξελισσόμενου μοντέλου, που παρουσιάστηκαν αναλυτικά στην παράγραφο 1.7.2.1:

- Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων
- Πειραματική αντιμετώπιση
- Εξαγωγή συμπεράσματος
- Εμπέδωση - Γενίκευση

Η αντιστοιχία των στοιχείων του φύλλου εργασίας με τα διδακτικά στάδια είναι εμφανής τόσο στα φύλλα εργασίας

όσο και στις ειδικές ανά ενότητα οδηγίες που δίνονται στο δεύτερο μέρος του βιβλίου αυτού. Στις αμέσως επόμενες

παραγράφους γίνεται ειδικότερη αναφορά σε κάθε ένα από τα επιμέρους στοιχεία των φύλλων εργασίας.

### 2.1.2.1 Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Η σύντομη εισαγωγή σε κάθε φύλλο εργασίας περιλαμβάνει το εισαγωγικό ερέθισμα, συνήθως μία ή περισσότερες εικόνες και ένα εισαγωγικό ερώτημα. Με το εισαγωγικό ερέθισμα επιδιώκεται ο προσανατολισμός του ενδιαφέροντος των μαθητών στο φαινόμενο που θα μελετηθεί και η αναγωγή του σε «πρόβλημα» που θα διερευνηθεί πειραματικά (πρβλ. 1.7.2.1). Ο δάσκαλος ζητά από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν τις εικόνες του εισαγωγικού ερεθίσματος, αναφέροντας ενδεχόμενες σχετικές δικές τους εμπειρίες ή πληροφορίες που γνωρίζουν για το φαινόμενο.

Το εισαγωγικό ερώτημα αποσκοπεί στην πρόκληση της διατύπωσης υποθέσεων. Συνήθως το εισαγωγικό ερώτημα σχετίζεται άμεσα με την εικόνα του εισαγωγικού ερεθίσματος και έχει «ανοιχτή» μορφή:

- Πώς προσανατολίζεται η νυχτερίδα;
- Πώς διαδίδεται το φως;

- Τι είναι ο διακόπτης;

- Σε τι χρησιμεύουν τα δόντια;

Ο δάσκαλος διαβάσει το ερώτημα και προκαλεί συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές διατυπώνουν υποθέσεις σχετικές με το φαινόμενο που θα μελετήσουν. Η συζήτηση βοηθά το δάσκαλο και στον εντοπισμό ενδεχόμενων πρώτων αντιλήψεων των μαθητών (πρβλ. 1.5.4). Αν οι μαθητές δεν είναι σε θέση να διατυπώσουν υποθέσεις, το μάθημα συνεχίζεται με την πειραματική αντιμετώπιση. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει οι μαθητές να πιέζονται να δώσουν απαντήσεις. Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής αντιμετώπισης και την εξαγωγή του συμπεράσματος θα συζητηθεί εκ νέου το ερώτημα αυτό, το οποίο οι μαθητές θα απαντήσουν με βάση όσα έμαθαν διερευνώντας πειραματικά το φαινόμενο. Μέσα από τη συζήτηση αυτή οι μαθητές θα επιβεβαιώσουν ή θα απορρίψουν τις υποθέσεις που διατύπωσαν απαντώντας στο εισαγωγικό ερώτημα.

### 2.1.2.2 Πειραματική αντιμετώπιση

Η πειραματική διερεύνηση περιγράφεται με σαφείς και συγκεκριμένες οδηγίες. Ο σαφής και αναλυτικός χαρακτήρας των οδηγιών, καθώς και η επιλογή οργάνων και υλικών για τα πειράματα, που εύκολα μπορούν να συγκεντρωθούν, εξασφαλίζει σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα να επαναλάβει αυτόνομα στο σπίτι του τα πειράματα, αν στο σχολείο δεν υπάρχει η δυνατότητα για την άσκηση σε ομάδες. Οι μαθητές μπορούν με την ενθάρρυνση του δασκάλου να αναπτύξουν ένα «οικιακό εργαστήριο», στο οποίο να επαναλαμβάνουν τα πειράματα που περιγράφονται στο βιβλίο τους.

Πριν από την εκτέλεση του πειράματος στο σχολείο οι μαθητές διαβάζουν προσεχτικά τις οδηγίες που περιγράφονται στο φύλλο εργασίας και συζητούν επιλύοντας ενδεχόμενες απορίες. Είναι σημαντικό, πριν οι μαθητές πάρουν τα όργανα και τα υλικά, να έχουν γίνει κατανοητές οι οδηγίες και να έχουν απαντηθεί όλες οι ερωτήσεις, καθώς από τη στιγμή που οι μαθητές πάρουν τα όργανα και τα υλικά η προσοχή τους είναι στραμμένη σε αυτά. Είναι προφανές ότι, πριν ξεκινήσει το μάθημα, ο δάσκαλος με τη βοήθεια των μαθητών πρέπει να έχει φροντίσει να είναι διαθέσιμα τα απαραίτητα μέσα για την εκτέλεση του πειράματος. Αφού

γίνουν κατανοητές οι οδηγίες, οι μαθητές εκτελούν το πείραμα. Κατά την εκτέλεση του πειράματος ο ρόλος του δασκάλου είναι βοηθητικός και όχι καθοδηγητικός. Ο δάσκαλος παρεμβαίνει μόνο όταν η βοήθειά του ζητηθεί από τους μαθητές και προσπαθεί να βοηθά δίνοντας εναύσματα και όχι αυστηρές οδηγίες, έτσι ώστε οι μαθητές να λύνουν το «πρόβλημά» τους, όσο αυτό είναι δυνατό, μόνοι τους.

Αφού ολοκληρωθεί η εκτέλεση του πειράματος, οι μαθητές επιστρέφουν τα όργανα και υλικά, καθαρίζουν το θρανίο τους και σημειώνουν την παρατήρησή τους, ο καθένας μόνος του, στον προβλεπόμενο χώρο. Σε κάποια φύλλα εργασίας με δύο ή περισσότερα παρεμφερή πειράματα μπορεί να προτιμηθεί να εκτελέσουν οι μαθητές όλα τα πειράματα και στη συνέχεια να σημειώσουν για καθένα χωριστά την παρατήρηση στο βιβλίο τους. Καθώς είναι πιθανό να χρειαστεί οι μαθητές να διορθώσουν στη συνέχεια την παρατήρηση που σημείωσαν, προτείνεται να χρησιμοποιούν μολύβι και όχι στυλό.

Αφού οι μαθητές σημειώσουν την παρατήρησή τους, ο δάσκαλος προκαλεί συζήτηση ζητώντας από 4 - 5 μαθητές να διαβάσουν την παρατήρηση που σημείωσαν. Μέσα από τη

συζήτηση αυτή, οι μαθητές συγκρίνουν τις παρατηρήσεις τους και διορθώνουν ενδεχόμενα λάθη. Ο δάσκαλος συντονίζει τη συζήτηση, προσπαθώντας όμως να μην καθοδηγεί αυστηρά τους μαθητές υπαγορεύοντας, για παράδειγμα, τη «σωστή» παρατήρηση. Προσπαθεί να βοηθά τους μαθητές, όσο αυτό είναι δυνατό, να διαπιστώσουν και να διορθώσουν αυτόνομα τα λάθη τους.

Οι παρατηρήσεις που είναι σημειωμένες στο συμπληρωμένο φύλλο εργασίας στο δεύτερο μέρος του βιβλίου αυτού, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα φύλλα εργασίας, είναι ενδεικτικές. Σε καμιά περίπτωση δεν αναμένεται όλοι οι μαθητές να σημειώνουν την ίδια παρατήρηση. Για παράδειγμα, στο κεφάλαιο «Θερμοκρασία - θερμότητα» του βιβλίου για την Ε' τάξη και συγκεκριμένα στην ενότητα «Το θερμόμετρο», οι μαθητές καλούνται να μετρήσουν τη θερμοκρασία βρασμού του νερού. Η απάντηση που ενδεικτικά δίνεται στο συμπληρωμένο βιβλίο του μαθητή είναι:

- Η θερμοκρασία που μετρήσαμε είναι 102°C.

Κατά την πιλοτική εφαρμογή του βιβλίου κάποιοι μαθητές σημείωσαν τις παρακάτω παρατηρήσεις για το πείραμα αυτό:

- Η θερμοκρασία του νερού, όταν βράζει είναι 102°C.
- Η θερμοκρασία του νερού στο πείραμα ήταν 102°C.
- Το θερμόμετρο έδειχνε 102°C, όταν το νερό έβραζε.

Οι παρατηρήσεις αυτές είναι σωστές, δεν είναι απαραίτητο να είμαστε πολύ αυστηροί στη διατύπωση που οι μαθητές χρησιμοποιούν. Ενδεικτικά παρουσιάζονται παρακάτω και κάποιες λανθασμένες παρατηρήσεις που σημείωσαν οι μαθητές κατά την πιλοτική εφαρμογή μαζί με ένα σύντομο σχολιασμό για τα εναύσματα που δόθηκαν, ώστε οι μαθητές να διορθώσουν την παρατήρηση που σημείωσαν:

- Η θερμοκρασία του νερού είναι 102°C.

Η παρατήρηση είναι ατελής, αφού ο μαθητής δεν έχει σημειώσει τη μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας. Με ερώτηση της μορφής «Μπορείς να συμπληρώσεις την παρατήρηση σημειώνοντας και τη μονάδα μέτρησης;» μπορούμε να βοηθήσουμε το μαθητή, χωρίς να του υπαγορεύσουμε ότι πρέπει να σημειώσει «°C» δίπλα στην αριθμητική τιμή της θερμοκρασίας.

- 102°C.

Προτρέπουμε τους μαθητές να διατυπώνουν ολοκληρωμένες προτάσεις. Με σχόλιο της μορφής «Η παρατήρησή σου είναι σωστή, αλλά θα ήταν καλύτερο, αν διατύπωνες μια ολοκληρωμένη πρόταση» ζητάμε από το μαθητή να συμπληρώσει την παρατήρηση που σημείωσε.

- Όταν το νερό βράζει, εξατμίζεται. Αυτό γίνεται στους 102°C.

Η πρώτη πρόταση είναι περιττή και μπορεί να οδηγήσει σε λαθεμένα συμπεράσματα. Προτρέπουμε τον μαθητή να εστίασει στο ζητούμενο με σχόλιο της μορφής «Διάβασε προσεκτικά τις οδηγίες του πειράματος. Ποια είναι η ερώτηση;»

- Η θερμότητα του νερού που βράζει είναι 102°C.

Ο μαθητής συγγεί τις έννοιες «θερμοκρασία» και «θερμότητα». Η σύγχυση αυτή είναι συνηθισμένη (βλέπε συνήθεις εναλλακτικές αντιλήψεις στο κεφάλαιο «Θερμοκρασία - θερμότητα»). Η παρότρυνση για την απαραίτητη διόρθωση δεν είναι εύκολη, καθώς η διάκριση των εννοιών αυτών επιδιώκεται σε ενότητα που έπεται. Αναγκαστικά λοιπόν η παρέμβασή μας θα είναι περισσότερο καθοδηγητική. Μπορούμε να βοηθήσουμε το μαθητή να διορθώσει την παρατήρησή του, θέτοντας στην τάξη την ερώτηση «Τι μετράμε με τα θερμόμετρα;» ή «Όταν μια μέρα κάνει πολλή ζέστη, τι λέμε, η θερμότητα είναι υψηλή ή η θερμοκρασία είναι υψηλή;».

Ένα πρόβλημα που αντιμετωπίζεται συχνά κατά την καταγραφή της παρατήρησης αφορά στη δυσκολία πολλών μαθητών να ξεχωρίσουν την παρατήρηση από το συμπέρασμα. Εξηγούμε στους μαθητές ότι στην «Παρατήρηση» πρέπει να σημειώνουν μόνο αυτό που παρατήρησαν, αυτό που αντιλήφθηκαν με τις αισθήσεις τους και όχι αυτό που κατάλαβαν, αυτό που «συμπεράναν» με βάση την παρατήρησή τους.

Κάποια πειράματα περιγράφονται στο τετράδιο εργασιών ως πειράματα επίδειξης. Είναι προφανές ότι αυτά, κυρίως για λόγους ασφάλειας, εκτελούνται από το δάσκαλο. Ο δάσκαλος πρέπει να φροντίσει, ώστε η δραστηριότητα των μαθητών και στα πειράματα αυτά να είναι όσο το δυνατό πιο ενεργητική (πρβλ. 1.5.3). Οι μαθητές συζητούν και σχολιάζουν τις οδηγίες εκτέλεσης του πειράματος, παρατηρούν την εκτέλεσή του και σημειώνουν την παρατήρησή τους στον προβλεπόμενο χώρο στο φύλλο εργασίας. Για τη διόρθωση των παρατηρήσεων που σημειώνουν οι μαθητές ισχύουν και για τα πειράματα επίδειξης όσα αναφέρθηκαν παραπάνω για τα πειράματα που εκτελούνται σε ομάδες.

Σε κάποια φύλλα εργασίας που δεν ενδείκνυνται για την εκτέλεση πειραμάτων προτείνονται, αντί για πειράματα, δραστηριότητες. Η δομή των φύλλων εργασίας αυτών δε διαφοροποιείται σημαντικά από τα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν πειράματα. Ειδικές οδηγίες για την αντιμετώπιση κάθε δραστηριότητας δίνονται στο δεύτερο μέρος του βιβλίου αυτού, όπου παρουσιάζονται αναλυτικά τα φύλλα εργασίας.

### 2.1.2.3 Εξαγωγή συμπεράσματος

Μετά την εκτέλεση των πειραμάτων ακολουθεί συζήτηση στην τάξη, που οδηγεί στη σύνθεση των παρατηρήσεων και στην εξαγωγή ενός κοινού συμπεράσματος, το οποίο οι μαθητές σημειώνουν στο φύλλο εργασίας. Όπου η διατύπωση του συμπεράσματος κρίνεται δύσκολη, δίνονται στους μαθητές ορισμένες από τις λέξεις που πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Πρέπει να σημειωθεί εδώ ότι η εξαγωγή του συμπεράσματος αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά στάδια της διδακτικής - μαθησιακής διαδικασίας. Η βοηθητική παρέμβαση του δασκάλου είναι σημαντική. Γενικά η εξαγωγή του συμπεράσματος μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους:

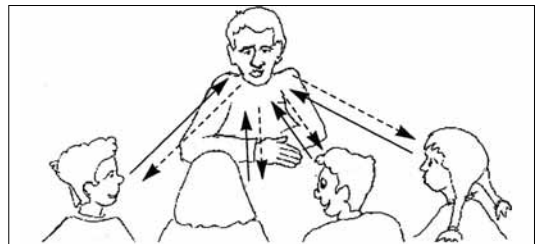
- Αν το συμπέρασμα είναι «εύκολο», ο δάσκαλος μπορεί να ζητήσει από τους μαθητές να το διατυπώσουν αυτόνομα, κάθε μαθητής δηλαδή μόνος του, και να το σημειώσουν στον προβλεπόμενο χώρο στο φύλλο εργασίας. Στην περίπτωση αυτή, αφού οι μαθητές σημειώσουν το συμπέρασμα, ο δάσκαλος προκαλεί συζήτηση, ζητώντας από 4 - 5 μαθητές να διαβάσουν το συμπέρασμα που σημείωσαν. Μέσα από τη συζήτηση αυτή οι μαθητές συγκρίνουν το συμπέρασμά τους με αυτά στα οποία κατέληξαν οι συμμαθητές τους και διορθώνουν ενδεχόμενα λάθη. Για τη μεθόδευση της συζήτησης αυτής και την καθοδήγηση της διόρθωσης των συμπερασμάτων ισχύουν όσα αναφέρονται στην προηγούμενη παράγραφο σχετικά με τη διόρθωση των παρατηρήσεων που σημειώνουν οι μαθητές.
- Αν το συμπέρασμα είναι «δύσκολο», είναι προτιμότερο αυτό να διατυπωθεί μέσα από συζήτηση των μαθητών. Σε καμιά περίπτωση ο δάσκαλος δεν υπαγορεύει το «σωστό» συμπέρασμα. Βοηθά τους μαθητές δίνοντας τα κατάλληλα εναύσματα και ερεθίσματα να συνθέσουν τις παρατηρήσεις τους και να διατυπώσουν ένα κοινό «αποδεκτό» συμπέρασμα. Ο δάσκαλος ζητά από ένα μαθητή να σημειώσει στον πίνακα της τάξης το συμπέρασμα που προέκυψε από τη συζήτηση. Στη συνέχεια όλοι οι μαθητές αντιγράφουν το συμπέρασμα αυτό στον προβλεπόμενο χώρο στο φύλλο εργασίας.

Μετά την εξαγωγή του συμπεράσματος οι μαθητές ανατρέχουν στις υποθέσεις που διατύπωσαν στην αρχή του μαθήματος και ελέγχουν, με βάση όσα μελέτησαν πειραματικά, την επιβεβαίωση ή απόρριψή τους. Μέσα από συζήτηση στην τάξη οι μαθητές σχολιάζουν, επαναδιατυπώνουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις υποθέσεις τους. Με τη διαδικασία αυτή γίνεται σαφές ότι η επιβεβαίωση ή απόρριψη των υποθέσεων προκύπτει από την πειραματική διερεύνηση των φαινομένων που οι μαθητές κάθε φορά μελετούν.

Τόσο κατά την εξαγωγή του συμπεράσματος όσο και στα άλλα διδακτικά στάδια ο δάσκαλος καλείται συχνά να προκαλέσει συζήτηση στην τάξη. Είναι λοιπόν σημαντικό να γίνει αναφορά στις διάφορες τεχνικές συντονισμού της συζήτησης.

Ο Flanders (1967, σ. 285) σε άρθρο του το 1967 διατυπώνει το νόμο των δύο τρίτων: «Όπως έχει προκύψει από εμπειρικές έρευνες, ο δάσκαλος μιλά τα δύο τρίτα του χρόνου της διδακτικής ώρας, ενώ οι μαθητές μόλις το ένα τρίτο...». Η σχολική πραγματικότητα σήμερα, παρά τις επαναλαμβανόμενες αρνητικές διαπιστώσεις σχετικά με τον κυρίαρχο ρόλο του δασκάλου στην εξέλιξη του μαθήματος, δεν είναι πολύ διαφορετική. Είναι προφανές ότι, όταν η «διάλεξη» του δασκάλου είναι χρονικά κυρίαρχη, ο ρόλος του είναι αυστηρά καθοδηγητικός, ο δάσκαλος δηλαδή προσπαθεί να ελέγξει τη ροή της σκέψης των μαθητών και να καθορίσει τις ενέργειές τους.

Η «συνήθης» εξέλιξη του μαθήματος περιγράφεται χαρακτηριστικά στο παρακάτω σκίτσο. Ακόμη και όταν ο δάσκαλος επιδίδει τη δραστηριοποίηση των μαθητών, αυτό γίνεται με τη μορφή διαδοχικών ερωτήσεων, που απευθύνονται στον ίδιο ή σε διαφορετικούς μαθητές. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών είναι πρακτικά ανύπαρκτη.

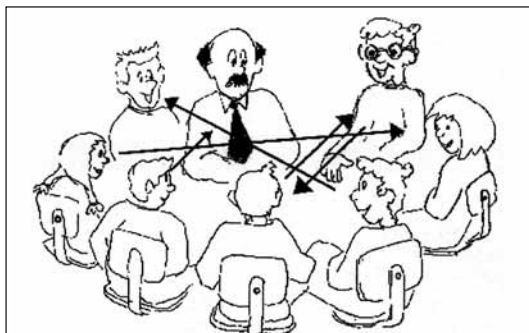


Μια πιο «γόνιμη» μορφή αλληλεπίδρασης περιγράφεται στο δεύτερο σκίτσο. Ο δάσκαλος δίνει ένα ερέθισμα και κατευθύνει τη συζήτηση στην οποία συμμετέχουν οι μαθητές. Η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών είναι υπαρκτή, ο ρόλος του δασκάλου όμως παραμένει κυρίαρχος, σε αυτόν απευθύνονται κατά κύριο λόγο οι μαθητές.





Η επιδιωκόμενη μορφή συζήτησης περιγράφεται στο τρίτο σκίτσο. Ο δάσκαλος δίνει το έναυσμα για τη συζήτηση, η οποία εξελίσσεται με τη μέγιστη δυνατή αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών. Ο ρόλος του δασκάλου είναι συντονιστικός, η συζήτηση εξελίσσεται κυρίως μεταξύ των μαθητών. Η συμμετοχή του δασκάλου είναι χρονικά περιορισμένη.



Το έναυσμα για τη συζήτηση μπορεί να δοθεί με μια ερώτηση, μπορεί όμως να δοθεί και με μη λεκτικούς τρόπους:

- Ο δάσκαλος δείχνει στους μαθητές μια φωτογραφία ή ένα σκίτσο.
- Ο δάσκαλος μοιράζει στους μαθητές ένα κείμενο, για παράδειγμα ένα απόσπασμα από τον Τύπο.
- Με την έκφραση του προσώπου του ο δάσκαλος «δείχνει» απορία σχετικά με το σχόλιο ενός μαθητή.
- Ο δάσκαλος σιωπά περιμένοντας να πάρει την πρωτοβουλία ένας μαθητής.

Γενικά, αν και η ερώτηση είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος πρόκλησης συζήτησης, δεν είναι πάντοτε ο πιο αποτελεσματικός. Συνήθως κάνουμε ερωτήσεις όταν θέλουμε να μάθουμε κάτι, όταν έχουμε μια απορία. Ο δάσκαλος αντίθετα δεν κάνει ερωτήσεις επειδή θέλει να μάθει ο ίδιος κάτι, αλλά επειδή θέλει να μάθουν οι μαθητές.

Είναι λοιπόν προφανές ότι οι ερωτήσεις του δασκάλου από τη φύση τους έχουν «τεχνητό» χαρακτήρα. Πέρα από το γεγονός αυτό οι συχνές κατευθυνόμενες ερωτήσεις του δασκάλου έχουν ως αποτέλεσμα να προκαλείται ο προβληματισμός των μαθητών από το δάσκαλο, ενώ προτιμότερο είναι αυτός να προκύπτει από τους ίδιους τους μαθητές με την εξέλιξη του μαθήματος. Για την επιτυχία της προσπάθειας μεγιστοποίησης της αλληλεπίδρασης των μαθητών κατά τη συζήτηση, ο δάσκαλος πρέπει να έχει υπόψη του δύο βασικές τεχνικές:

- Πρέπει να ακούει προσεκτικά: Ο δάσκαλος που εφαρμόζει αυτήν την τακτική δε σχολιάζει κάθε πρόταση. Αφήνει τους μαθητές να ολοκληρώσουν τη σκέψη τους και δε διατυπώνει άμεση αντίθεση στα σχόλια που διατυπώνουν οι μαθητές, αλλά τους δίνει τα εναύσματα, για να αναμορφώσουν μόνοι τους τις απόψεις τους.
- Πρέπει να έχει υπομονή και να σιωπά, όταν αυτό είναι απαραίτητο: Η τεχνική της «σιωπής» μπορεί να ηχεί παράλογη, είναι όμως κρίσιμο ο δάσκαλος να έχει υπόψη του ότι οι μαθητές μπορεί να έχουν διαφορετικούς «ρυθμούς» από εκείνους που ο ίδιος αναμένει. Όταν για παράδειγμα ένας μαθητής διατυπώνει ένα σχόλιο, ο δάσκαλος πρέπει να έχει την υπομονή να σιωπά περιμένοντας ένας άλλος μαθητής να πάρει την πρωτοβουλία σχολιάζοντας το συμμαθητή του. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η συνήθης αντίληψη του χρόνου που έχει ο δάσκαλος, όταν κάνει μάθημα είναι ότι ακόμη και δέκα δευτερόλεπτα είναι ένα μεγάλο σχετικά χρονικό διάστημα.

Είναι προφανές ότι η επιτυχία της μεγιστοποίησης της συμμετοχής των μαθητών στη μαθησιακή πορεία δεν μπορεί να προδιαγραφεί με «συνταγές» συμπεριφοράς. Είναι ωστόσο σημαντικό σε όλη τη διάρκεια της εξέλιξης του μαθήματος ο δάσκαλος να έχει υπόψη του τη βασική αρχή της ανακαλυπτικής μάθησης: «μαθαίνω καλύτερα, όταν μαθαίνω μόνος μου» (Berge 1993).

#### 2.1.2.4 Εμπέδωση - Γενίκευση

Η εμπέδωση και η γενίκευση των συμπερασμάτων αποτελούν το τελευταίο στάδιο της διδακτικής πορείας (πρβλ. 1.7.2.1). Σε κάθε φύλλο εργασίας περιλαμβάνεται μια σειρά εργασιών για το σπίτι. Με τις εργασίες αυτές ελέγχεται ο βαθμός κατανόησης των βασικών στοιχείων της ενότητας που προηγήθηκε και παράλληλα αναδεικνύονται εφαρμογές των συμπερασμάτων, στα οποία οι μαθητές κατέληξαν, σε φαινόμενα της καθημερινής ζωής και σε απλές τεχνολογικές κατασκευές. Σε καμιά περίπτωση δεν

είναι απαραίτητο να γίνονται όλες οι εργασίες. Το εύρος των προτεινόμενων εργασιών είναι επαρκές, ώστε να μπορεί ο δάσκαλος με κατάλληλη επιλογή να προσαρμόσει την εμπέδωση στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών του. Είναι στη διακριτική ευχέρεια κάθε δασκάλου, ανάλογα με τις δυνατότητες των μαθητών του και το διαθέσιμο χρόνο, να επιλέξει κάποιες από τις εργασίες, για να ολοκληρώσει τη διδασκαλία κάθε φύλλου εργασίας και να ελέγξει το βαθμό εμπέδωσης της διδακτέας ύλης, αντλώντας έτσι και

στοιχεία για την αξιολόγηση των μαθητών. Ο χαρακτηρισμός των εργασιών ως «εργασιών για το σπίτι» δε σημαίνει ότι κάποιες από αυτές δεν μπορούν να απαντηθούν στο σχολείο, εφόσον υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος. Σε κάθε περίπτωση είναι απαραίτητο να συζητηθούν στο σχολείο οι εργασίες, ακόμα και αυτές που οι μαθητές απάντησαν στο σπίτι. Μέσα από τη συζήτηση στην τάξη και με την καθοδήγηση του δασκάλου οι μαθητές θα συγκρίνουν

τις απαντήσεις τους με αυτές των συμμαθητών τους, ελέγχοντας την ορθότητα της απάντησης που έδωσαν.

Επιδιώκουμε, στο βαθμό που αυτό είναι δυνατό, οι μαθητές να διορθώνουν αυτόνομα τις απαντήσεις τους, διαπιστώνοντας μέσα από τη συζήτηση με τους συμμαθητές τους τις ενδεχόμενες αδυναμίες ή ελλείψεις της απάντησης που έδωσαν.

## 2.2 Το βιβλίο μαθητή

Το βιβλίο μαθητή αποτελεί υποστηρικτικό βιβλίο. Περιλαμβάνει πληθώρα στοιχείων και πληροφοριών που εμπλουτίζουν το μάθημα με ενδιαφέροντα στοιχεία και εφαρμογές των φαινομένων που μελετώνται στην καθημερινή ζωή. Τα κείμενα έχουν ανάλαφρο ύφος, πολλές φορές περιλαμβάνονται και διασκεδαστικά κείμενα με τη μορφή σταζοκεφαλιάς ή κόμικς.

Το βιβλίο μαθητή, σε αντίθεση με τα φύλλα εργασίας που περιλαμβάνουν τις ερωτήσεις και τα ερεθίσματα χωρίς να δίνουν τις απαντήσεις, περιλαμβάνει πληροφορίες και στοιχεία. Είναι βασικό λοιπόν η όποια χρήση του να είναι τέτοια που να μην αναιρεί στην πράξη την ανακαλυπτική μεθοδολογία της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης. Πρέπει να είναι απόλυτα σαφές ότι το βασικό εγχειρίδιο που βοηθά το μαθητή στη μεθόδευση της ερευνητικής του δουλειάς είναι το βιβλίο με τα φύλλα εργασίας.

Μετά την ολοκλήρωση της πειραματικής αντιμετώπισης ενός φαινομένου, ο μαθητής μπορεί να ανατρέξει στο βιβλίο μαθητή για να διαβάσει επιπλέον «εγκυκλοπαιδικά» στοιχεία που σχετίζονται με το φαινόμενο, να πληροφορηθεί για τις εφαρμογές των φαινομένων στην καθημερινότητα, να ενημερωθεί για την ιστορική διάσταση του φαινομένου, για τις τεχνολογικές εφαρμογές που σχετίζονται με αυτό ή να απολαύσει ένα σχετικό λογοτεχνικό απόσπασμα. Αν ο δάσκαλος το κρίνει απαραίτητο και εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, τα κείμενα του βιβλίου του μαθητή μπορεί να χρησιμοποιηθούν στη φάση του εισαγωγικού ερεθίσματος ή της εμπέδωσης ως εναύσματα για συζήτηση στην τάξη. Είναι προφανές ότι σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να ζητάμε από τους μαθητές να αποστηθίσουν το περιεχόμενο του βιβλίου αυτού, ούτε προφανώς τα επιπλέον πληροφοριακά στοιχεία που αυτό περιλαμβάνει πρέπει να εξετάζονται κατά την αξιολόγηση. Σε κάθε

περίπτωση η ανάγνωση των κειμένων του βιβλίου μαθητή στην τάξη πρέπει να μεθοδεύεται σε χρόνο τέτοιο, ώστε να μην αναιρείται στην πράξη η ανακαλυπτική διάσταση του μαθήματος. Είναι βασικό η όποια ενασχόληση του μαθητή με τα κείμενα στο βιβλίο μαθητή να έπεται της πειραματικής αντιμετώπισης με τα φύλλα εργασίας. Είναι όμως σαφές ότι, αν δημιουργηθούν απορίες κατά την επεξεργασία των κειμένων στο βιβλίο μαθητή, ο δάσκαλος βοηθά και επεξηγεί τα κείμενα με όσο το δυνατό πιο απλό τρόπο.

Τα κείμενα στο βιβλίο μαθητή καλύπτουν ένα μεγάλο εύρος θεμάτων και έχουν έντονα διαθεματικό χαρακτήρα. Πολλά από αυτά αναφέρονται στην ιστορία των επιστημών, άλλα εξηγούν τη λειτουργία τεχνολογικών κατασκευών σχετικών με τη θεματολογία του κεφαλαίου, άλλα παρουσιάζουν μύθους σχετικούς με τα φαινόμενα που μελετήθηκαν, άλλα δίνουν οδηγίες για περαιτέρω πειραματισμό και κατασκευές, ενώ άλλα έχουν τη μορφή διδακτικού παιχνιδιού ή λογοτεχνικού αποσπάσματος... Στόχος των κειμένων είναι να καλλιεργήσουν τη γενική παιδεία των μαθητών προσφέροντάς τους πολύπλευρα γνωστικά ερεθίσματα. Τα κείμενα αυτά αντιμετωπίζονται από τους μαθητές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Αξίζει εδώ να σημειωθεί ότι τα κείμενα αυτά έχουν ιδιαίτερη αξία για τους μαθητές των περιοχών στις οποίες η πρόσβαση σε βιβλιοθήκες δεν είναι εύκολη. Το βιβλίο μαθητή είναι δομημένο σε κεφάλαια αντίστοιχα με αυτά του τετραδίου εργασιών. Οι επί μέρους, ωστόσο, ενότητες των κεφαλαίων δεν αντιστοιχούν πάντοτε με τα φύλλα εργασίας, καθώς άλλα θέματα ενδείκνυνται για την πειραματική αντιμετώπιση, ενώ άλλα για θεωρητική εμβάθυνση και εμπλουτισμό.

Το βιβλίο του μαθητή περιλαμβάνει στο τέλος κάθε κεφαλαίου γλωσσάρι και περίληψη.

## 2.3 Ισότιμη αντιμετώπιση των δύο φύλων

Σημαντικό μειονέκτημα πολλών βιβλίων φυσικών επιστημών αποτελεί η διαφορετική αντιμετώπιση αγοριών και κοριτσιών (Hoffmann 1991, Hoffmann 1992, Χαλκιά 1998). Η

διαφορετική αυτή αντιμετώπιση συντελεί στην εδραίωση αρνητικών στερεότυπων σχετικά με την επίδοση των κοριτσιών στις φυσικές επιστήμες. Στα προτεινόμενα βιβλία

έχει γίνει ιδιαίτερα συστηματική προσπάθεια για την ισότιμη αντιμετώπιση των δύο φύλων:

- Όπου στο κείμενο γίνεται αναφορά στους μαθητές ή στο δάσκαλο, αναφέρονται με αλφαβητική σειρά και τα δύο φύλα (μαθητής ή μαθήτρια, δασκάλα ή δάσκαλος).
- Οι εργασίες για το σπίτι, καθώς και τα κείμενα στο βιβλίο αναφοράς, καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων και ανταποκρίνονται έτσι τόσο στα ενδιαφέροντα των αγοριών όσο και των κοριτσιών, που, όπως τεκμηριώνεται και από τη βιβλιογραφία, είναι διαφορετικά.
- Στις φωτογραφίες των πειραμάτων έχει δοθεί ιδιαίτερη προσοχή για την ισότιμη συμμετοχή αγοριών και κοριτσιών αλλά και για την κατανομή των ρόλων (κορίτσια ασχολούνται με τεχνολογικές κατασκευές, αγόρια

ασχολούνται με την καθαριότητα κ.ο.κ.). Αποτελεί στόχο της συγγραφικής ομάδας τα βιβλία αυτά να συντελέσουν, στο βαθμό που είναι δυνατό, στην κατάρριψη των αρνητικών στερεότυπων.

- Οι βασικοί χαρακτήρες των φύλλων εργασίας είναι δύο, ένα αγόρι και ένα κορίτσι. Οι δύο αυτοί χαρακτήρες παρουσιάζονται στην εισαγωγή και σε όλη την έκταση του βιβλίου με τα φύλλα εργασίας, «συνεργάζονται», καθοδηγούν το μαθητή και δίνουν το μήνυμα για την ομαδικότητα που πρέπει να διακρίνει την ερευνητική προσπάθεια.

Για λόγους οικονομίας κειμένου η αναφορά σε μαθητές / μαθήτριες και δασκάλους / δασκάλες δεν ακολουθήθηκε και στο βιβλίο για το δάσκαλο. Είναι προφανές ότι, όπου στο βιβλίο αυτό γίνεται αναφορά στο δάσκαλο ή στο μαθητή, ο όρος αναφέρεται και στα δύο φύλα.

## 2.4 Απαιτήσεις σε υλικοτεχνική υποδομή

Η επιλογή των πειραμάτων έγινε με την παραδοχή ότι δεν υπάρχουν ειδικά όργανα και ειδικές αίθουσες στα Δημοτικά σχολεία. Η επιλογή αυτή εξασφαλίζει τη δυνατότητα εφαρμογής των προτεινόμενων βιβλίων σε όλα τα σχολεία της χώρας. Τα όργανα και υλικά που απαιτούνται για τα πειράματα μπορούν για την συγκεντρωθούν εύκολα. Τα περισσότερα από αυτά αποτελούν υλικά και όργανα καθημερινής χρήσης. Η απλότητα των υλικών για τα πειράματα, πέρα από το ότι εξασφαλίζει τη δυνατότητα της άμεσης εφαρμογής στο σύνολο των σχολείων της χώρας, προσφέρει δύο ακόμη σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Η χρήση απλών οργάνων και υλικών για τα πειράματα εξασφαλίζει σε κάθε μαθητή τη δυνατότητα της αυτόνομης άσκησης στο σπίτι. Κάθε μαθητής μπορεί να επαναλάβει τα πειράματα στο σπίτι και να διευρύνει αυτόνομα το πεδίο των πειραματικών του εμπειριών. Χωρίς την πίεση των στενών χρονικών ορίων της σχολικής ώρας κάθε μαθητής έχει τη δυνατότητα να επιλέξει την έκταση του χρόνου που θα αφιερώσει στον πειραματισμό. Αν, για παράδειγμα, ένα πείραμα προκαλέσει την έκπληξή του, έχει τη δυνατότητα να το επαναλάβει περισσότερες φορές.
- Η χρήση οργάνων και υλικών καθημερινής χρήσης στα πειράματα βοηθά στη σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινή ζωή. Η χρήση πολύπλοκων πειραματικών διατάξεων, που τις περισσότερες φορές δε μοιάζουν με τα όργανα καθημερινής χρήσης, οδηγεί τους μαθητές πολλές φορές στην παρεξήγηση ότι τα

φαινόμενα που μελετώνται στο σχολείο και συνεπώς και οι νόμοι που τα διέπουν δε σχετίζονται με τα φαινόμενα της καθημερινής ζωής. Αντίθετα, ο πειραματισμός με οικεία όργανα και υλικά βοηθά στην εδραίωση της αντίληψης ότι το μάθημα στο σχολείο δεν αποτελεί παρά μία νέα μεθοδολογικά προσεγγίση της μελέτης των φυσικών φαινομένων της καθημερινής ζωής.

Σύμφωνα και με τις οδηγίες του αναλυτικού προγράμματος προτιμητέα είναι η πειραματική άσκηση των μαθητών σε ομάδες, έτσι ώστε να είναι η μαθησιακή διαδικασία συμμετοχική και βιωματική. Ωστόσο οι οδηγίες για τα πειράματα στα φύλλα εργασίας είναι γραμμένες με τρόπο τέτοιο, ώστε να είναι δυνατή και η εκτέλεση κάποιων πειραμάτων από τον δάσκαλο σε μορφή επίδειξης, όπου η άσκηση σε ομάδες δεν είναι εύκολη.

Για την ευκολότερη υλοποίηση της πρότασης, ιδίως αν προκριθεί η άσκηση σε ομάδες, η προμήθεια κάποιων απλών, χαμηλού κόστους, οργάνων, όπως θερμομέτρων, φελλών με σπή, δυναμομέτρων, λυχνιολαβών κ.τ.λ., θα διευκόλυνε σημαντικά την προσπάθεια του δασκάλου στην τάξη. Στα φύλλα εργασίας περιγράφονται τα πειράματα με τα υλικά καθημερινής χρήσης (π.χ. κατασκευή με λαστιχάκι αντί για δυναμόμετρο, αυτοσχέδια λυχνιολαβή αντί για ντουί...).

Είναι προφανές ότι σε όσα σχολεία υπάρχουν κάποια όργανα η χρήση τους θα προτιμηθεί, στο βαθμό βέβαια που να μην υπονομεύεται η σύνδεση των φαινομένων που μελετώνται με την καθημερινότητα.

## 2.5 Γλώσσα

Σημαντική έμφαση δόθηκε στη γλωσσική αρτιότητα των κειμένων και στην αντιστοιχία του βαθμού δυσκολίας των κειμένων με την ηλικία των μαθητών. Οι οδηγίες για τα πειράματα είναι γραμμένες σε δεύτερο ενικό πρόσωπο, με στόχο να δώσουν όσο το δυνατό μεγαλύτερη αμεσότητα στο κείμενο. Παράλληλα η επιλογή του δεύτερου ενικού υποδηλώνει έμμεσα την επιθυμία να γίνονται τα πειράματα από όλους τους μαθητές σε ομάδες, όπου αυτό είναι δυνατό, και όχι με τη μορφή της επίδειξης από το δάσκαλο. Ο λόγος είναι μικροπερίοδος, ενώ έχουν αποφευχθεί οι πολυσύλλαβες και δύσκολες λέξεις. Το επίπεδο της γλωσσικής δυσκολίας είναι ανάλογο με αυτό των διδακτικών βιβλίων που χρησιμοποιούνται σήμερα στις τελευταίες τάξεις του Δημοτικού σχολείου. Παρ' όλη την προσοχή για την απλή και εύληπτη διατύπωση των κειμένων, δεν έχουν γίνει συμβιβασμοί στην επιστημονική εγκυρότητα της πληροφορίας που δίνεται στους μαθητές.

Για την επιστημονική ορολογία έγινε προσπάθεια παραλληλισμού με τα διδακτικά βιβλία των προηγούμενων τάξεων του Δημοτικού, καθώς και των πρώτων τάξεων του Γυμνασίου (π.χ. γραφή της λέξης μίγματα με «ι» σύμφωνα με το βιβλίο «Χημείας» της Β' Γυμνασίου, κατηγοριοποίηση των φύλλων και βλαστών σύμφωνα με το βιβλίο «Μελέτη περιβάλλοντος» της Δ' Δημοτικού).

Είναι προφανές ότι η ακρίβεια της ορολογίας στις φυσικές επιστήμες και η αυστηρότητα των διατυπώσεων επιτρέπει ένα επίπεδο επικοινωνίας πέρα και πάνω από την καθημερινή γλώσσα. Δεν είναι όμως η ορολογία των φυσικών επιστημών ανεξάρτητη από την καθημερινή γλώσσα. Επηρεάζεται απ' αυτήν αλλά και επιδρά σε αυτή (Sutton 1992, Wellington & Osborne 2001). Έτσι, όροι των φυσικών επιστημών περνούν στο καθημερινό λεξιλόγιο και αντίστροφα, δυστυχώς όχι πάντα με ορθό τρόπο. Η καθημερινή σύγχυση βάρους και μάζας είναι ίσως το πιο χαρακτηριστικό παράδειγμα.

Η συσχέτιση της καθημερινής γλώσσας με την ορολογία των φυσικών επιστημών επιδιώκεται συστηματικά στο προτεινόμενο βιβλίο. Τα φαινόμενα εισάγονται με την καθημερινή τους ονομασία και, αφού αναλυθούν, η ορολογία

των φυσικών επιστημών συνδέεται με το φαινόμενο. Για παράδειγμα, τα στερεά «διαστέλλονται», αφού γίνει πρώτα σαφές ότι «μεγαλώνουν», η θερμότητα «άγεται» αφού γίνει σαφές ότι «περνά» από τον αγωγό κ.ο.κ. Η πορεία συσχέτισης της καθημερινής γλώσσας με την ορολογία των φυσικών επιστημών απαιτεί προσοχή και επιδεξιότητα. Η έλλειψη αυστηρότητας διατύπωσης στην καθημερινή γλώσσα εγκυμονεί τον κίνδυνο της παρανόησης των εννοιών και της εδραίωσης εσφαλμένων αντιλήψεων, ενώ η πρόωρη εισαγωγή στην αυστηρότητα της διατύπωσης με τη χρήση της ορολογίας των φυσικών επιστημών εγκυμονεί τον κίνδυνο της αδυναμίας σύνδεσης με την καθημερινή γλώσσα. Η χρήση της απλής γλώσσας για την ερμηνεία των φαινομένων πρέπει να γίνεται χωρίς συμβιβασμούς στην πληρότητα της διατύπωσης όσον αφορά στην ορθότητα της ερμηνείας. Όταν η χρήση της απλής γλώσσας εγκυμονεί τον κίνδυνο της ελλιπούς ερμηνείας, πρέπει να χρησιμοποιείται το ειδικό φρασεολόγιο και να ερμηνεύεται με όσο το δυνατόν απλούστερο τρόπο, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η αφομοίωση και όχι η απομνημόνευση της ορολογίας των φυσικών επιστημών. Το μάθημα πρέπει να εξελίσσεται στην απλή γλώσσα των μαθητών, τη γλώσσα της κατανόησης, στην οποία η ερμηνευτική προσέγγιση επιτυγχάνεται ευκολότερα. Αφού το φαινόμενο κατανοηθεί με βάση το καθημερινό φρασεολόγιο, έπεται η σύνδεση της καθημερινής γλώσσας με την ακριβή ορολογία των φυσικών επιστημών. Η αγωγή, για παράδειγμα, του ηλεκτρικού ρεύματος σημαίνει ότι ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα. Ο μαθητής κατανοεί το γεγονός ότι περνάει ρεύμα από τα καλώδια. Προτού υιοθετήσει την πρώτη διατύπωση, πρέπει να έχει κατανοήσει την ισοτιμία της με τη δεύτερη. «Η καθημερινή γλώσσα είναι η γλώσσα με την οποία καταλαβαίνουμε, η γλώσσα της κατανόησης, η ορολογία των φυσικών επιστημών επισφραγίζει το γεγονός ότι καταλάβαμε ως γλώσσα του κατανοημένου» (Wagenschein 1988, σ. 137). Ενδιαφέρουσα είναι η προτροπή του Heisenberg: «Ξέρουμε ότι η κατανόηση πρέπει να βασίζεται στην κοινή γλώσσα, γιατί αυτή είναι η μόνη γλώσσα με την οποία είμαστε σίγουροι ότι προσεγγίζουμε την πραγματικότητα...» (Heisenberg 1959, σ. 196).

## 2.6 Εικονογράφηση

Για την εικονογράφηση των περισσότερων ελληνικών βιβλίων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μέχρι σήμερα χρησιμοποιούνται σε συντριπτική πλειοψηφία σκίτσα. Η επιλογή αυτή προσφέρει σημαντικά πρακτικά πλεονεκτήματα, καθώς είναι πολύ απλούστερη και

οικονομικότερη, ωστόσο έχει σημαντικά διδακτικά μειονεκτήματα. Το σκίτσο έχει από τη φύση του ένα βαθμό αφαίρεσης. Αντίθετα η φωτογραφία είναι άμεση και απεικονίζει αυτή την ίδια την πραγματικότητα του φυσικού περιγύρου. Η προσπάθεια σύνδεσης του μαθήματος με την

καθημερινή ζωή και τις εμπειρίες που αντλεί από αυτήν ο μαθητής εξυπηρετείται πολύ αποτελεσματικότερα με την πρόκριση της φωτογραφίας για την εικονογράφηση του βιβλίου. Παράλληλα η φωτογράφιση των πειραμάτων αντί της εικονογράφησης τους με σκίτσα πείθει ευκολότερα για τη δυνατότητα υλοποίησής τους. Με βάση τα παραπάνω θεωρούμε ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των προτεινόμενων βιβλίων την πληρότητα και ποιότητα του

φωτογραφικού υλικού. Η εικονογράφηση με σκίτσα προκρίθηκε στα σημεία στα οποία η φωτογράφιση δεν ήταν εκ των πραγμάτων δυνατή (π.χ. εσωτερικές τομές ανθρώπινου σώματος) και σε σημεία στα οποία κρίθηκε ότι η καλλιτεχνική εκφραστική δύναμη του σκίτσου προσφέρει πλεονεκτήματα. Τα σκίτσα σχεδιάστηκαν με τη στενή συνεργασία του καλλιτέχνη με τη συγγραφική ομάδα, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η επιστημονική ορθότητα της απεικόνισης.

## 2.7 Στοιχειοθεσία

Ιδιαίτερη επιμέλεια έχει δοθεί στη στοιχειοθεσία των βιβλίων του μαθητή, καθώς η αισθητική και η λειτουργικότητα των βιβλίων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη θετική αποδοχή τους από τους μαθητές.

Έγινε προσπάθεια για την ισορροπία κειμένου και εικόνων για κάθε σελίδα χωριστά, ενώ κατά την τελική επιλογή των εικόνων από μία ομάδα θεματικά παρόμοιων δόθηκε προσοχή στη χρωματική και γενικότερη αισθητική αρμονία των σελίδων.

μέρος II:  
σχολιασμός συμπληρωμένου  
τετραδίου εργασιών





## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ

3 διδακτικές ώρες

### ΕΝΟΤΗΤΕΣ

1. Ερευνώντας και ανακαλύπτοντας (1 διδακτική ώρα)
2. Πώς μελετάμε τον κόσμο γύρω μας (1 διδακτική ώρα)
3. Ο δεκάλογος του καλού πειραματιστή (1 διδακτική ώρα)

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- φαινόμενα
- υπόθεση
- πείραμα
- παρατήρηση
- συμπέρασμα
- έρευνα
- ανακάλυψη
- οδηγίες
- ομάδα
- συλλογικότητα
- όργανα
- υλικά

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να εξοικειωθούν οι μαθητές με την ερευνητική μέθοδο και με τη δομή του βιβλίου.

### ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να γνωρίσουν οι μαθητές τη δομή του βιβλίου.
- Να γνωρίσουν οι μαθητές το συμβολισμό κάθε βινιέτας.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τα στάδια της ερευνητικής μεθοδολογίας.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τις γενικές οδηγίες που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.





**1. ΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΣ**



Ο κόσμος γύρω μας συνεχώς μεταβάλλεται. Το ιερόφωρο κινείται από τον αέρα που φυσά, τα φυτά μεγαλώνουν παίρνοντας τροφή από το έδαφος, το ανάγλυφο της γης αλλάζει με τους σεισμούς και τις εκρήξεις των ηφαιστειών...



Σελ. 12

Τις μεταβολές στη φύση τις ονομάζουμε φαινόμενα. Δεν αντιμετωπίζουμε όλα τα φαινόμενα με τον ίδιο τρόπο, δε βλέπουμε όλα τον κόσμο με τα ίδια μάτια...



Εμείς θα σε βοηθήσουμε να δεις τον κόσμο με έναν καινούργιο τρόπο. Μαζί θα αναρωτιόμαστε για τα φαινόμενα, θα κάνουμε παρατήρησεις, θα συζητάμε τις παρατηρήσεις μας, θα καταλήγουμε σε συμπεράσματα.

Αν τα φαινόμενα γύρω μας σου κινούν την περιέργεια, αν σου αρέσει να ερευνάς και να ανακαλύπτεις, αν το γιατί και το πώς είναι οι αγαπημένοι σου λέξεις, τότε σίγουρα όλη τη χρονιά θα είμαστε αχώριστοι φίλοι!

Σελ. 13

## ΕΝΟΤΗΤΑ 1: ΕΡΕΥΝΩΝΤΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΑΛΥΠΤΟΝΤΑΣ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

20 περίπου λεπτά

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

φαινόμενο, υπόθεση, πείραμα, παρατήρηση, συμπεέρασμα, ομάδα, συλλογικότητα

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να γνωρίσουν οι μαθητές τη δομή του βιβλίου.
- Να γνωρίσουν οι μαθητές το συμβολισμό κάθε βινιέτας.

Αν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο προβάλλουμε τις αντίστοιχες διαφάνειες, αλλιώς ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις εικόνες στο βιβλίο τους. Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για το σχολιασμό των εικόνων στη σελίδα 12:

- Τι παρατηρείτε στις εικόνες;
- Είναι το ιστοιόφωρο ακίνητο ή κινείται;
- Τα δένδρα που βλέπετε στην εικόνα είχαν πάντα αυτό το μέγεθος;
- Ποια είναι τα αποτελέσματα της εκρήξης ενός ηφαιστείου;

Εισάγουμε την έννοια «μεταβολή» και ζητάμε από τους μαθητές να αναφέρουν και άλλα παραδείγματα μεταβολών που γνωρίζουν από την καθημερινή τους ζωή. Σημειώνουμε στον πίνακα τα παραδείγματα που αναφέρουν οι μαθητές και εξηγούμε ότι στις θετικές επιστήμες τις μεταβολές τις ονομάζουμε φαινόμενα.

Αναφέρουμε στη συνέχεια ότι ανάλογα με τα ενδιαφέροντά μας αντιμετωπίζουμε τα φαινόμενα με διαφορετικό τρόπο σε διαφορετικές στιγμές και προβάλλουμε τη διαφάνεια με τα τρία σκίτσα της σελίδας 13. Ζητάμε από τους μαθητές να διαβάσουν τους διαλόγους και με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για τον σχολιασμό τους:

- Πώς αντιμετωπίζει ο ζωγράφος τον ξαφνικό άνεμο;
- Πώς αντιμετωπίζει το κορίτσι που προσπαθεί να φτάσει το μύλο τον ξαφνικό άνεμο;
- Πώς αντιμετωπίζουν το αγόρι και το κορίτσι στο αριστερό μέρος των σκίτσων το φαινόμενο;

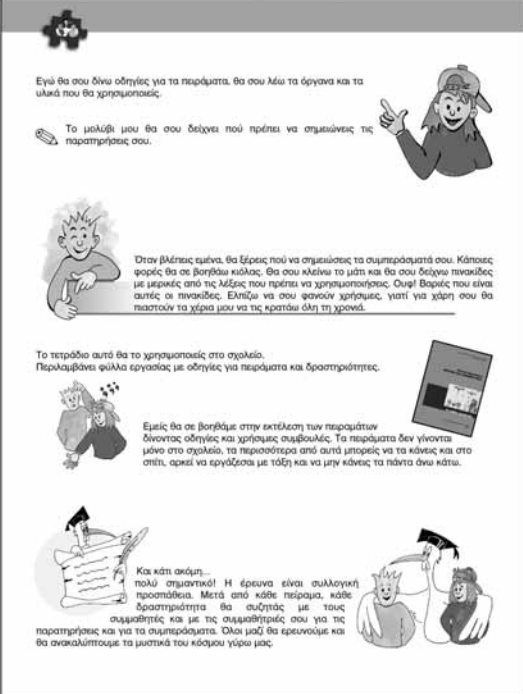
Αναφέρουμε στους μαθητές ότι το αγόρι και το κορίτσι στο αριστερό μέρος των σκίτσων είναι οι βασικοί «πρωταγωνιστές» του βιβλίου, που, όπως και εμείς, είναι περίεργοι για τα φαινόμενα που συμβαίνουν γύρω μας. Οι δύο αυτοί «πρωταγωνιστές» θα μας βοηθήσουν να μελετήσουμε τα φαινόμενα και να παρατηρήσουμε την εξέλιξή τους.

Αν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο προβάλλουμε τη διαφάνεια με τις διάφορες βινιέτες, αλλιώς ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις εικόνες στο βιβλίο τους. Ζητάμε από τους μαθητές να υποθέσουν τι μπορεί να συμβολίζει κάθε βινιέτα και στη συνέχεια εξηγούμε σύμφωνα με το κείμενο στο βιβλίο του μαθητή, το συμβολισμό της.

Καθώς το κείμενο στο βιβλίο έχει τη μορφή διαλόγου, μπορούμε επίσης να ζητήσουμε από τους μαθητές να διαβάσουν το σύντομο κείμενο που αναφέρεται σε κάθε βινιέτα και στη συνέχεια να το σχολιάσουν.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνουμε στον σχολιασμό της τελευταίας παραγράφου, που αναφέρεται στη συλλογικότητα της ερευνητικής προσπάθειας. Αναφέρουμε στους μαθητές ότι για την εκτέλεση των περισσότερων πειραμάτων θα εργαστούν σε ομάδες και εξηγούμε ότι στην επιστημονική μέθοδο η επικοινωνία με τους άλλους ερευνητές είναι μία από τις βασικότερες προϋποθέσεις για την επιτυχία της ερευνητικής προσπάθειας.

Αναφέρουμε ότι συχνά θα γίνεται συζήτηση στην τάξη, ώστε καθένας από μας να βοηθά με τη συμμετοχή του σε αυτή όλους τους υπόλοιπους και εξηγούμε στους μαθητές ότι η συμμετοχή τους στις συζητήσεις που θα γίνονται στην τάξη είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες για την επιτυχία του μαθήματος.



Εγώ θα σου δίνω οδηγίες για τα πειράματα, θα σου λέω τα όργανα και τα υλικά που θα χρησιμοποιήσεις.

Το μολύβι μου θα σου δείχνει πού πρέπει να σημειώσεις τις παρατηρήσεις σου.

Όταν βλέπεις εμένα, θα έρθεις πού να σημειώσεις τα συμπεράσματά σου. Κάποιες φορές θα σε βοηθά ο κύλιος, θα σου κλείνει το μάτι και θα σου δείχνει πινακίδες με μερικές από τις λέξεις που πρέπει να χρησιμοποιήσεις. Ουφ! Βαρύς που είναι αυτός ο πινακίδας, Ελπίζω να σου φανούν χρήσιμες, γιατί για χάρη σου θα πιστώσω τα χέρια μου να τις κρατάω όλη τη χρονιά.

Το τετράδιο αυτό θα το χρησιμοποιήσεις στο σχολείο. Περιλαμβάνει φύλλα εργασίας με οδηγίες για πειράματα και δραστηριότητες.

Εμείς θα σε βοηθάμε στην εκτέλεση των πειραμάτων δίνοντας οδηγίες και χρήσιμες συμβουλές. Τα πειράματα δεν γίνονται μόνο στο σχολείο, τα περισσότερα από αυτά μπορείς να τα κάνεις και στο σπίτι, αρκεί να εργάζεσαι με τόση και να μην κινείς τα πάντα άνω κάτω.

Και κάτι ακόμη... πολύ σημαντικό! Η έρευνα είναι συλλογική προσπάθεια. Μετά από κάθε πείραμα, κάθε δραστηριότητα θα συζητάς με τους συμμαθητές και με τις συμμαθήτριάς σου για τις παρατηρήσεις και για τα συμπεράσματα. Όλοι μαζί θα ερευνούμε και θα ανακαλύπτουμε τα μυστικά του κόσμου γύρω μας.

## ΕΝΟΤΗΤΑ 2: ΠΩΣ ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΓΥΡΩ ΜΑΣ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

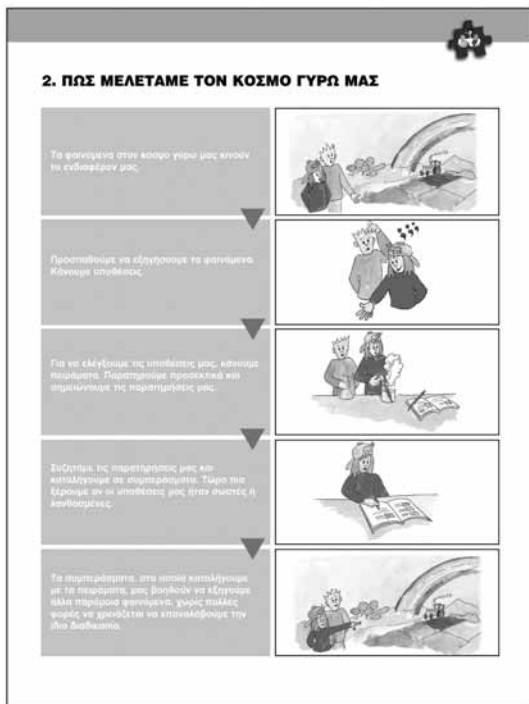
1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

φαινόμενο, υπόθεση, πείραμα, παρατήρηση, συμπέρασμα

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να κατανοήσουν οι μαθητές τη σημασία του πειράματος για τη μελέτη των φαινομένων.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τα στάδια της ερευνητικής μεθοδολογίας.



Σελ. 15

Αν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο προβάλλουμε την αντίστοιχη διαφάνεια, αλλιώς ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν τις εικόνες στο βιβλίο τους. Αν χρησιμοποιήσουμε διασκόπιο, με δύο λευκά φύλλα χαρτί καλύπτουμε όλη τη σελίδα εκτός από την εικόνα πάνω δεξιά. Αφού οι μαθητές σχολιάσουν την εικόνα, "αποκαλύπτουμε" το κείμενο στο πλαίσιο που βρίσκεται αριστερά της, τραβώντας προς τα κάτω το ένα λευκό φύλλο. Αφού οι μαθητές διαβάσουν το κείμενο, "αποκαλύπτουμε" και τη δεύτερη εικόνα κ.ο.κ.

Οι μαθητές στην πρώτη εικόνα βλέπουν τους δύο "πρωταγωνιστές" του βιβλίου να παρατηρούν ένα ουράνιο τόξο. Αφού σχολιάσουν την εικόνα, διαβάζουν το κείμενο στο πλαίσιο.

Η δεύτερη εικόνα και το αντίστοιχο κείμενο αναφέρονται στη διατύπωση υποθέσεων. Μέσα από συζήτηση βοηθάμε τους μαθητές να κατανοήσουν ότι, πριν μελετήσουμε κάτι, είναι φυσικό να έχουμε κάποια άποψη για την ερμηνεία του, άποψη που μπορεί να είναι σωστή ή λανθασμένη. Η άποψη αυτή ονομάζεται υπόθεση.

Η τρίτη εικόνα αναφέρεται στα πειράματα, με τη βοήθεια των οποίων επιβεβαιώνουμε ή απορρίπτουμε τις υποθέσεις μας. Εξηγούμε στους μαθητές ότι πολλές φορές η απόρριψη λανθασμένων υποθέσεων μάς βοηθά να καταλήξουμε στη σωστή απάντηση για την ερμηνεία των φαινομένων.

Η τέταρτη εικόνα αναφέρεται στα συμπεράσματα που εξάγουμε από τα πειράματά μας. Τα συμπεράσματα είναι γενικότερα από τις παρατηρήσεις.

Η πέμπτη και τελευταία εικόνα αναφέρεται στη γενίκευση των συμπερασμάτων. Οι μαθητές βλέπουν ότι οι "πρωταγωνιστές" του βιβλίου παρατηρούν πάλι το ουράνιο τόξο, γνωρίζοντας όμως, χάρη στη διαδικασία που προηγήθηκε, την ερμηνεία του φαινομένου. Με βάση τις γνώσεις που απέκτησαν μέσα από την επιστημονική διερεύνηση είναι πιθανό να μπορούν να ερμηνεύσουν και άλλα παρόμοια φαινόμενα, χωρίς να απαιτείται να επαναλάβουν την ίδια διαδικασία.

## ΕΝΟΤΗΤΑ 3: Ο ΔΕΚΑΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΚΑΛΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΗ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

οδηγίες, όργανα, υλικά, πείραμα, παρατήρηση, συμπέρασμα

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές τις γενικές οδηγίες που πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.
- Να αναφέρουν οι μαθητές επικίνδυνες δραστηριότητες που πρέπει να αποφεύγουν κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.

Η δομή της ενότητας είναι όμοια με αυτή της προηγούμενης. Αν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο, προβάλλουμε τις σχετικές διαφάνειες και δείχνουμε στους μαθητές σταδιακά τις εικόνες και τα αντίστοιχα κείμενα, καλύπτοντας με δύο φύλλα χαρτί την υπόλοιπη σελίδα.


Αν δεν υπάρχει διαθέσιμο διασκόπιο, ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν με τη σειρά, μία - μία, τις εικόνες στο βιβλίο τους.

Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για συζήτηση στην τάξη:






- Τι κάνει το αγόρι στην πρώτη εικόνα;
- Γιατί είναι σημαντικό να διαβάζουμε προσεκτικά τις οδηγίες;
- Τι κάνει το κορίτσι στη δεύτερη εικόνα;






Αντίστοιχα, με κατάλληλες ερωτήσεις, προτρέπουμε τους μαθητές να σχολιάσουν και τις υπόλοιπες εικόνες.

Αφού οι μαθητές σχολιάσουν όλες τις εικόνες, τους ζητάμε να διαβάσουν τα κείμενα στα πλαίσια δίπλα από τις εικόνες και να διαπιστώσουν αν «υπέθεσαν» σωστά το συμβολισμό των εικόνων.



### 3. Ο ΔΕΚΑΛΟΓΟΣ ΤΟΥ ΚΑΛΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΤΗ

1.	Διαβάζουμε προσεκτικά τις οδηγίες για το πείραμα.	
2.	Συγκεντρώνουμε τα απαραίτητα όργανα και υλικά.	
3.	Αφού βεβαιωθούμε ότι καταλάβαμε πώς θα γίνει το πείραμα φέρνουμε τα όργανα και τα υλικά που θα χρησιμοποιήσουμε στο φρεσό μας και κινούμε το πείραμα. Δεν ξεκινάμε ποτέ το πείραμα, αν δε μας δώσει την άδεια η δασκάλα ή ο δάσκαλός μας.	
4.	Αν διαπιστώσουμε κάποιο πρόβλημα στα όργανα που χρησιμοποιούμε, ενημερώνουμε αμέσως τη δασκάλα ή τον δάσκαλό μας. Προσέχουμε ιδιαίτερα να μη χρησιμοποιούμε απαγορευμένα γυάλινα δοχεία.	
5.	Όταν τελειώσουμε το πείραμα, επιστρέφουμε τα όργανα και τα υλικά και καθαρίζουμε το φρεσό μας.	

<p>6. Σημειώνουμε τις περιπτώσεις μας στο βιβλίο και τις συζητάμε με τους συμμαθητές και τις συμμαθήτριάς μας. Κατακρίνουμε ως απειράξιμα τα που σημειώνουμε στο βιβλίο μας.</p>	
<p>7. Δε βάζουμε ποτέ στο στόμα μας τις διάφορες αυτές που χρησιμοποιούμε στα πειράματα, ακόμη κι αν νομίζουμε ότι αυτό είναι ασφαλές. Στα πειράματά μας δε χρησιμοποιούμε ποτέ την αίσθηση της γεύσης.</p>	
<p>8. Πειράματα με το κεντόκο κάνει μόνο η δασκάλα ή ο δασκάλος.</p>	
<p>9. Στα πειράματα που ηλεκτρονιά χρησιμοποιούμε ως ηλεκτρικές πηγές μόνο μπαταρίες. Μηνιά από τις πρίζες.</p>	
<p>10. Δεν επαναλαμβάνουμε ποτέ στο σπίτι επείγοντα πειράματα, που στο βιβλίο μας έχουν αυτό το σύμβολο.</p>	

Σελ. 17

Οι οδηγίες στην προηγούμενη σελίδα αναφέρονται στα στάδια εκτέλεσης του πειράματος. Οι οδηγίες σε αυτή τη σελίδα αναφέρονται σε δραστηριότητες που οι μαθητές πρέπει να φροντίζουν να αποφεύγουν κατά την εκτέλεση των πειραμάτων. Δίνουμε έμφαση στο σχολιασμό των εικόνων αυτών και επισημαίνουμε στους μαθητές ότι, όταν εργαζόμαστε πειραματικά, πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί.

**Προσοχή:** Ιδιαίτερη σημασία δίνουμε στην τελευταία οδηγία. Αναφέρουμε στους μαθητές ότι τα περισσότερα πειράματα μπορούν να τα επαναλαμβάνουν μόνοι στο σπίτι, εκτός από λίγα, τα οποία είναι χαρακτηρισμένα με την αντίστοιχη βινιέτα ως επικίνδυνα. Σε καμιά περίπτωση οι μαθητές δεν πρέπει να επαναλάβουν τα πειράματα αυτά στο σπίτι.

Αν υπάρχει αυτή η δυνατότητα, καλό είναι να φωτοτυπήσουμε σε μεγέθυνση τις σελίδες αυτές και να τις τοποθετήσουμε σε εμφανές σημείο στην τάξη, ώστε να μπορούμε να αναφερόμαστε σε αυτές σε όλη τη διάρκεια της σχολικής χρονιάς. Καθώς τα φωτοαντίγραφα θα είναι πιθανότατα ασπρόμαυρα, μπορούμε να ζητήσουμε από κάποιους μαθητές να τα χρωματίσουν.





## ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ

5 διδακτικές ώρες

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Όγκος (2 διδακτικές ώρες)
2. Μάζα (1 διδακτική ώρα)
3. Πυκνότητα (2 διδακτικές ώρες)

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- όγκος
- ογκομετρικό δοχείο
- μάζα
- ζυγός σύγκρισης
- σταθμά
- πυκνότητα

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η μάζα, ο όγκος και η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών σωμάτων.

### ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τον όγκο ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ογκομετρικό δοχείο.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης όγκου.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τη μάζα ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ζυγό σύγκρισης.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης μάζας.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να ταξινομήσουν οι μαθητές τα υλικά σώματα ανάλογα με την πυκνότητά τους.

### ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Μονάδες μέτρησης της μάζας είναι το γραμμάριο (g), το χιλιόγραμμο ή κιλό (kg) και ο τόνος (tn). Η μάζα μετριέται με τους ζυγούς σύγκρισης και τα κατάλληλα σταθμά.



- Ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Μονάδες μέτρησης του όγκου είναι το κυβικό εκατοστό (cc ή  $\text{cm}^3$ ) ή αλλιώς χιλιοστόλιτρο (ml), το λίτρο (l) και το κυβικό μέτρο ( $\text{m}^3$ ). Ο όγκος μετριέται με τα ογκομετρικά δοχεία ή με μέτρηση των διαστάσεων του σώματος.
- Η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των υλικών σωμάτων. Η πυκνότητα εκφράζει τη μάζα ενός σώματος στη μονάδα του όγκου.

### ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Πολλοί μαθητές συγχέουν τη μάζα με το βάρος των σωμάτων. Η μάζα είναι χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων ανεξάρτητη από τη θέση στην οποία αυτά βρίσκονται. Τα βάρους είναι η δύναμη την οποία η Γη ασκεί στα σώματα. Εξαρτάται από τη μάζα των σωμάτων αλλά και από την απόσταση των σωμάτων από το κέντρο της Γης. Η μάζα μετριέται με το ζυγό σύγκρισης, ενώ το βάρος με το δυναμόμετρο. Η σύγχυση βάρους και μάζας είναι συχνή στην καθημερινή ζωή. Ο μανάβης, για παράδειγμα, μετρά το βάρος των σωμάτων με ένα δυναμόμετρο, χρησιμοποιεί όμως τις μονάδες της μάζας. Η σύγχυση αυτή είναι ιδιαίτερα εδραιωμένη. Χρειάζεται συστηματική προσπάθεια για την αναδόμησή της. Η χρησιμοποίηση των σωστών μονάδων μέτρησης κάθε φορά βοηθά τους μαθητές να διακρίνουν τα μεγέθη αυτά: η μάζα μετριέται σε kg ενώ το βάρος σε N.
- Πολλοί μαθητές περιγράφουν τη μάζα και τον όγκο ενός σώματος ως «ποσότητα ύλης» του σώματος και αδυνατούν να ορίσουν με σαφήνεια τη διαφορά των μεγεθών.
- Η μάζα είναι χαρακτηριστική ιδιότητα όλων των σωμάτων. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι κάποια σώματα που δεν είναι ορατά, όπως ο αέρας, δεν έχουν μάζα. Αυτό παρατηρείται κυρίως σε σώματα με ιδιαίτερα μικρή πυκνότητα, όπως για παράδειγμα τα αέρια.
- Κάποιοι μαθητές θεωρούν ότι η πυκνότητα των σωμάτων εξαρτάται μόνο από τη μάζα τους και αδυνατούν να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα εκφράζει την ποσότητα μάζας στη μονάδα όγκου.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

#### Φύλλο Εργασίας 1:

- ογκομετρικό δοχείο
- πέτρα
- πατάτα
- μεγάλη μπαταρία
- κόλλα
- πλαστελίνη
- σαπούνη

- διάφορα δοχεία γνωστού όγκου

#### Φύλλο Εργασίας 2:

- ζυγός σύγκρισης
- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα

#### Φύλλο Εργασίας 3:

- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα μάζας 1kg

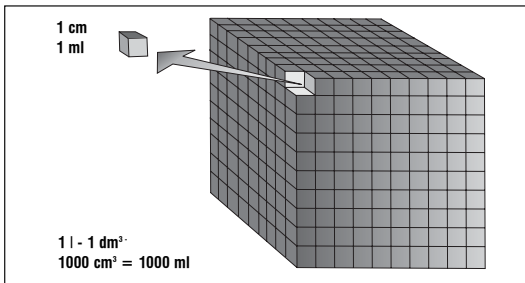


## ΥΛΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

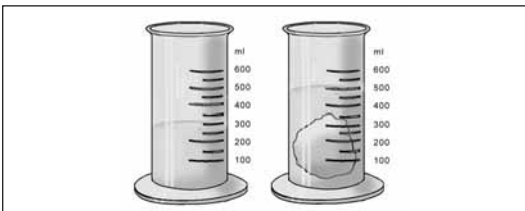
### ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Ο όγκος, η μάζα και η πυκνότητα είναι χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών σωμάτων.

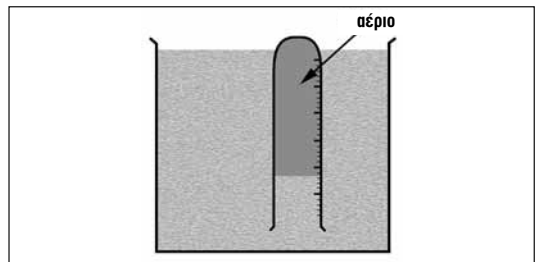
**Όγκος** ενός σώματος ονομάζεται ο χώρος που καταλαμβάνει το σώμα. Μονάδα μέτρησης του όγκου είναι το 1 κυβικό μέτρο ( $1\text{m}^3$ ), ο όγκος ενός κύβου με ακμή 1m. Υποδιαίρεση του κυβικού μέτρου είναι το κυβικό εκατοστό ( $1\text{cm}^3$  ή 1ml). Μια ακόμη συνηθισμένη μονάδα μέτρησης είναι το λίτρο (l). Ένα λίτρο αντιστοιχεί σε 1000  $\text{cm}^3$ . Για να υπολογίσουμε τον όγκο ενός σώματος, πρέπει να διαπιστώσουμε πόσες φορές χωρά το κυβικό μέτρο ή το κυβικό εκατοστό σε αυτό.



Για να προσδιορίσουμε τον όγκο ενός υγρού ή ενός στερεού με ακανόνιστο σχήμα, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ένα ογκομετρικό δοχείο. Ο όγκος του στερεού υπολογίζεται από τη διαφορά μεταξύ των ενδείξεων της τελικής από την αρχική στάθμη του υγρού μέσα στο ογκομετρικό δοχείο.



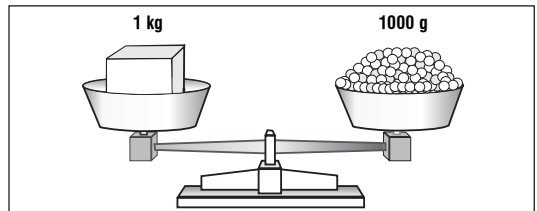
Για να προσδιορίσουμε τον όγκο ενός αερίου, διοχετεύουμε το αέριο αυτό σε ένα ογκομετρικό δοχείο γεμάτο με κάποιο υγρό, συνήθως νερό, και μετράμε τον όγκο του υγρού που εκτοπίζεται από το αέριο.



Τα υγρά και τα στερεά είναι ασυμπίεστα, δηλαδή διατηρούν αμετάβλητο τον όγκο τους, ακόμη και όταν αλλάζει το σχήμα τους. Στα αέρια αντίθετα ο όγκος μεταβάλλεται, όταν αυτά συμπίεζονται.

Η **μάζα** ενός σώματος εκφράζει το ποσό της ύλης από την οποία αυτό αποτελείται. Μονάδα μέτρησης της μάζας είναι το χιλιόγραμμο ή κιλό (kg). Χρησιμοποιείται επίσης συχνά το υποπολλαπλάσιό του, το γραμμάριο (g). Ένα κιλό είναι 1000g. Πολλαπλάσιο του κιλού είναι ο τόνος (t). Ένας τόνος είναι 1000kg.

Μετράμε τη μάζα ενός σώματος χρησιμοποιώντας ένα ζυγό σύγκρισης και σταθμά γνωστής μάζας.



Η **πυκνότητα** ενός σώματος εκφράζει την ποσότητα μάζας στη μονάδα του όγκου. Στην ερώτηση «ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα, ένα σιδερένιο ή ένα χάρτινο;» πολλοί θα απαντήσουν βιαστικά ότι το σιδερένιο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα. Κι όμως, ένα τετράδιο που είναι κατασκευασμένο από χαρτί έχει μεγαλύτερη μάζα από μια σιδερένια καρφίτσα. Για να έχει νόημα η αρχική ερώτηση πρέπει να συγκρίνουμε τη μάζα δύο αντικειμένων που έχουν τον ίδιο όγκο. Ένα συμπαγές σιδερένιο σώμα με όγκο  $1\text{cm}^3$  έχει μάζα 7,8g, ενώ ένα χάρτινο συμπαγές σώμα με τον ίδιο όγκο έχει μάζα 1g. Η ύλη στο σιδερένιο σώμα είναι πιο **πυκνή** απ' ότι στο χάρτινο, η πυκνότητα του σιδερένιου σώματος είναι μεγαλύτερη από του χαρτιού.

Ορίζουμε την **πυκνότητα** ως το πηλίκο της μάζας ενός σώματος διά του όγκου του. Μονάδες μέτρησης της πυκνότητας είναι το γραμμάριο ανά κυβικό εκατοστό ( $\text{g/cm}^3$ ), ή το χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο ( $\text{kg/m}^3$ ).

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι πυκνότητες διαφόρων υλικών.

ΥΛΙΚΟ	ΦΥΣΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ( $\text{g/cm}^3$ )
χρυσός	στερεό	19,3
υδράργυρος	υγρό	13,6
μόλυβδος	στερεό	11,3
χαλκός	στερεό	8,9
σίδηρος	στερεό	7,8
αλουμίνιο	στερεό	2,7
γλυκερίνη	υγρό	1,26
νερό	υγρό	1
πάγος	στερεό	0,92
πετρέλαιο	υγρό	0,85
οινόπνευμα	υγρό	0,80
φελλός	στερεό	0,24
οξυγόνο	αέριο	0,0014
άζωτο	αέριο	0,0003

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1: ΟΓΚΟΣ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

2 διδακτικές ώρες

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

όγκος, ογκομετρικό δοχείο


### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τον όγκο ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ογκομετρικό δοχείο.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης όγκου.


### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για κάθε ομάδα

- ογκομετρικό δοχείο
- πέτρα
- πατάτα
- μεγάλη μπαταρία
- κόλλα
- πλαστελίνη
- σαπούνι
- διάφορα δοχεία γνωστού όγκου




**ΦΕ1: ΟΓΚΟΣ**



Που από τα δύο αυτοκίνητα χωρά περισσότερες αποσκευές;

Μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων είναι ο **όγκος** τους. Η δασκάλα ή ο δάσκαλός σου έχει συγκεντρώσει διάφορα υλικά. Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο τους;



**Πείραμα**

**Όργανα - Υλικά**  
ογκομετρικό δοχείο  
πέτρα  
πατάτα  
μεγάλη μπαταρία  
κόλλα  
πίνακς πλαστελίνης  
σαπούνι

Γέμισε ως τη μισή με νερό το ογκομετρικό δοχείο. Σημείωσε στον πίνακα της επόμενης σελίδας τον όγκο του νερού. Τοποθέτησε μέσα στο δοχείο την πέτρα. Ποιος είναι ο όγκος του νερού; Υπολόγισε τον όγκο του βυθισμένου σώματος και σημείωσέ τον στον πίνακα. Μην ξεχάσεις να σημειώσεις και τη μονάδα μέτρησης. Επανάλαβε το πείραμα για όλα τα σώματα.

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να συγκρίνουν τις εικόνες. Στη συνέχεια διαβάζουμε το εισαγωγικό ερώτημα, προκαλώντας τη διατύπωση υποθέσεων, τις οποίες σημειώνουμε στον πίνακα χωρίς να τις σχολιάσουμε.

Αναφέρουμε στους μαθητές ότι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός σώματος είναι ο χώρος τον οποίο αυτό καταλαμβάνει. Αναφέρουμε ότι ονομάζουμε το χώρο αυτό όγκο του σώματος.

### Πειραματική αντιμετώπιση

Με την πειραματική αυτή δραστηριότητα οι μαθητές υπολογίζουν τον όγκο διαφόρων αντικειμένων.

Για την εκτέλεση του πειράματος είναι απαραίτητο ένα ογκομετρικό δοχείο για κάθε ομάδα. Αν στο σχολείο δεν υπάρχουν διαθέσιμα εργαστηριακά ογκομετρικά δοχεία μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κοινά ογκομετρικά δοχεία κουζίνας. Κατά την περιγραφή της χρήσης του ογκομετρικού δοχείου ζητάμε από τους μαθητές να αναφέρουν τις μονάδες μέτρησης που αναγράφονται επάνω στο δοχείο. Στο σημείο αυτό εισάγουμε τη μονάδα μέτρησης του όγκου, το λίτρο (l) και τις υποδιαφρέσεις του, το χιλιοστόλιτρο (ml) ή κυβικό εκατοστό (cm<sup>3</sup> ή cc). Επισημαίνουμε στους μαθητές ότι το λατινικό γράμμα ml μπροστά από μια μονάδα μέτρησης σημαίνει «1000 φορές μικρότερο» (1000ml=1l, 1000mm=1m).

Για την ορθή εκτέλεση του πειράματος είναι σημαντικό οι μαθητές να κατανοήσουν ότι ο όγκος του βυθισμένου σώματος προκύπτει από τη διαφορά της στάθμης του νερού στο ογκομετρικό δοχείο πριν και μετά τη βύθιση του σώματος. Αν υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, οι μαθητές μπορούν να ογκομετρήσουν και άλλα στερεά σώματα με την προϋπόθεση ότι βυθίζονται ολόκληρα μέσα στο νερό.

Οι μαθητές συμπληρώνουν στον πίνακα τις μετρήσεις τους από το προηγούμενο πείραμα. Ζητάμε από τους μαθητές να συμπληρώσουν δίπλα από κάθε μέτρηση και τη σωστή μονάδα μέτρησης του όγκου.

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές καλούνται να διαβάσουν τον όγκο κάθε δοχείου, ο οποίος αναγράφεται στην ετικέτα του. Διαπιστώνουν με τον τρόπο αυτό τη διαφορετική χωρητικότητα κάθε δοχείου και εξοικειώνονται με τις συνήθειες μονάδες μέτρησης του όγκου (ml ή  $\text{cm}^3$  ή cc και l). Για την πραγματοποίηση του πειράματος φέρνουμε στην τάξη άδεια μπουκάλια ή δοχεία, με ετικέτα στην οποία αναγράφεται ο όγκος τους. Μπορούμε επίσης να ζητήσουμε από τους μαθητές να φέρουν τέτοια δοχεία.

Οι μαθητές συμπληρώνουν τον πίνακα με τον αναγραφόμενο, σε κάθε δοχείο, όγκο.

Στη συνέχεια ταξινομούμε τα δοχεία σύμφωνα με τον όγκο τους. Αν υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, ζητάμε από τους μαθητές να προτείνουν ένα πείραμα με το οποίο να επιβεβαιώσουν ότι οι αναγραφόμενοι στις ετικέτες όγκοι των δοχείων είναι σωστοί. Πιθανόν οι μαθητές να προτείνουν την πλήρωση του μεγάλου δοχείου με ακέραια πολλαπλάσια του όγκου ενός από τα μικρότερα. Για παράδειγμα το δοχείο των 2l χωρά το περιεχόμενο 4 δοχείων του 0,5l. Οι μαθητές μπορεί επίσης να προτείνουν τη χρησιμοποίηση του ογκομετρικού δοχείου του προηγούμενου πειράματος.

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Με κατάλληλες ερωτήσεις προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές γενικεύουν τις παρατηρήσεις τους στα πειράματα που προηγήθηκαν και διατυπώνουν το συμπέρασμα:

- Γιατί λέμε ότι ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων;
- Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τον όγκο ενός σώματος;

### Εμπέδωση - Γενίκευση

Εργασία εμπέδωσης της διαδικασίας της ογκομέτρησης. Η εργασία αφορά στον υπολογισμό του όγκου του βυθισμένου, μέσα στο ογκομετρικό δοχείο, σώματος.

Στην εργασία αυτή οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν την εικόνα της αντλίας βενζίνης με τις ενδείξεις σε λίτρα και σε ευρώ και να αναφέρουν ότι η αντλία μετρά τον όγκο της βενζίνης.

Στην εργασία αυτή οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν τις εικόνες και να βάλουν στη σειρά τα δοχεία με αύξουσα ή φθίνουσα σειρά, ανάλογα με τον όγκο τους.

ΣΩΜΑ	ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΠΡΙΝ	ΟΓΚΟΣ ΝΕΡΟΥ ΜΕΤΑ	ΔΙΑΦΟΡΑ
πέτρα	4,00ml	4,50ml	50ml
μπαταρία	4,00ml	4,60ml	60ml
πατάτα	4,00ml	4,80ml	80ml
κόλλο	4,00ml	4,30ml	30ml
πλαστική	4,00ml	4,40ml	40ml
οσπύρι	4,00ml	4,50ml	50ml

**Πείραμα** 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Η δασκάλα ή ο δάσκαλος του έχει φέρει στην τάξη διάφορα δοχεία. Στην ετικέτα κάθε δοχείου αναγράφεται ο όγκος του. Σημείωσε τον όγκο κάθε δοχείου στον πίνακα που ακολουθεί. Μην αμελήσεις να σημειώσεις και τη μονάδα μέτρησης.

ΔΟΧΕΙΟ	ΟΓΚΟΣ
κουτάκι αναψυκτικού	330ml
μικρό χάρτινο δοχείο από γάλα	500ml
μεγάλο χάρτινο δοχείο από γάλα	2l
μικρό μπουκάλι νερού	0,5l
μεγάλο μπουκάλι νερού	1,5l

Σύγκρισε τον όγκο των δοχείων. Μπορείς να τα ταξινομήσεις αρχίζοντας με αυτό που έχει το μεγαλύτερο όγκο.

Μεγάλο χάρτινο δοχείο γάλακτος, μεγάλο μπουκάλι νερού, μικρό χάρτινο δοχείο γάλακτος, μικρό μπουκάλι νερού, κουτάκι αναψυκτικού.

Σελ. 21

**Συμπέρασμα**


Ο όγκος είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων. Μετράμε τον όγκο των σωμάτων χρησιμοποιώντας το ογκομετρικό δοχείο.

Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •όγκος •ιδιότητα •ογκομετρικό δοχείο


**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Παρατήρησε τις εικόνες. Μπορείς να υπολογίσεις τον όγκο του βυθισμένου σώματος;
 


Ο όγκος του βυθισμένου σώματος είναι 250ml-200ml=50ml.


2. Τι μετρά η αντλία της βενζίνης;
 

Η αντλία μετρά τον όγκο της βενζίνης σε λίτρα.


3. Ταξινόμησε τα δοχεία σύμφωνα με τον όγκο τους.
 

Δοχείο γάλακτος 2l, δοχείο αναψυκτικού 1,5l, δοχείο νερού 1l.



Σελ. 22

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2: ΜΑΖΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

μάζα, ζυγός σύγκρισης, σταθμά

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:


- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να μετρήσουν οι μαθητές τη μάζα ενός στερεού σώματος χρησιμοποιώντας ένα ζυγό σύγκρισης.
- Να αναφέρουν οι μαθητές μονάδες μέτρησης μάζας.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για κάθε ομάδα

- ζυγός σύγκρισης
- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα

**ΦΕ2: ΜΑΖΑ**



Γιατί γέρνει η τραμπάλα προς τη μεριά του αγοραίου;

Μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων είναι η **μάζα** τους. Η δασκάλα ή ο δασκαλός σου έχει φέρει στην τάξη διάφορα προϊόντα. Ποια είναι η μάζα τους;

**Πείραμα** 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Στη συσκευασία κάθε προϊόντος αναγράφεται η μάζα του. Παρατήρησε τα προϊόντα που έχει φέρει στην τάξη η δασκάλα ή ο δασκαλός σου και σημείωσε τη μάζα τους στον πίνακα που ακολουθεί. Μην αμείλῃσεις να σημειώσεις και τη μονάδα μέτρησης.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ	ΜΑΖΑ
ριζί	500g
ζάχαρη	1000g
γιοούρτι	200g
σοκολάτα	100g
πατατάκια	100g
βαμβάκι	100g

Σύγκρινε τη μάζα των προϊόντων. Μπορείς να τα ταξινομήσεις σύμφωνα με τη μάζα τους; Άρχισε με αυτό που έχει τη μεγαλύτερη μάζα.

*Ζάχαρη, ρύζι, γιοούρτι, πατατάκια, σοκολάτα, βαμβάκι.*

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να σχολιάσουν την εικόνα. Στη συνέχεια διαβάζουμε το εισαγωγικό ερώτημα και προκαλούμε τη διατύπωση υποθέσεων, τις οποίες σημειώνουμε στον πίνακα χωρίς να τις σχολιάσουμε.

### Πειραματική Αντιμετώπιση

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές καλούνται να διαβάσουν τη μάζα κάθε προϊόντος, η οποία αναγράφεται στην ετικέτα του. Διαπιστώνουν με τον τρόπο αυτό τη διαφορετική μάζα των προϊόντων και εξοικειώνονται με τις συνήθεις μονάδες μέτρησης της μάζας.

Εισάγουμε στην τάξη τη μονάδα μέτρησης της μάζας, το κιλό (kg) και την υποδιαίρεσή του, το γραμμάριο (g). Επισημαίνουμε στους μαθητές ότι το αγγλικό γράμμα k μπροστά από μια μονάδα μέτρησης σημαίνει «1000 φορές μεγαλύτερο» ( $1000g=1kg$ ,  $1000m=1km$ ).

Για το πείραμα αυτό φέρνουμε στην τάξη τα προϊόντα που αναγράφονται στον πίνακα ή άλλα παρόμοια. Φροντίζουμε να επιλέξουμε προϊόντα στην ετικέτα των οποίων αναγράφεται η μάζα τους. Μπορούμε επίσης να ζητήσουμε από τους μαθητές να φέρουν αντίστοιχα προϊόντα από το σπίτι τους. Φροντίζουμε η μάζα των προϊόντων να είναι τέτοια, ώστε να είναι δυνατή η εκτέλεση με αυτά και της επόμενης δραστηριότητας.

Οι μαθητές ταξινομούν τα προϊόντα σύμφωνα με τη μάζα τους.

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές χρησιμοποιούν το ζυγό, για να συγκρίνουν τη μάζα των σωμάτων που είχαν στη διάθεσή τους στο προηγούμενο πείραμα. Ζητάμε από τους μαθητές να βρουν τους συνδυασμούς, ώστε ο ζυγός να ισορροπεί. Ο ζυγός σύγκρισης είναι γενικά πολύ ευαίσθητο όργανο μέτρησης μάζας. Μικρές διαφορές στη μάζα οδηγούν στην ανισορροπία του ζυγού. Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι ο ζυγός ισορροπεί, μόνο αν σταματήσει σε απολύτως οριζόντια θέση. Εξηγούμε στους μαθητές ότι ισορροπία σημαίνει ότι ο ζυγός παραμένει ακίνητος, έστω και αν υπάρχουν μικρές αποκλίσεις από την οριζόντια θέση. Τέτοιες αποκλίσεις είναι αναπόφευκτες, αφού οι μαθητές για τα πειράματά τους θα χρησιμοποιήσουν συσκευασίες καθημερινών προϊόντων και όχι σταθμά εργαστηρίου. Φροντίζουμε τα προϊόντα που φέρνουμε στην τάξη να είναι τέτοια, ώστε να υπάρχουν τουλάχιστον τρεις τρόποι τοποθέτησής τους στο ζυγό που να επιφέρουν ισορροπία.

Βοηθάμε τους μαθητές να κατανοήσουν ότι οι μάζες των σωμάτων που συγκρίνουμε είναι ίσες, όταν ο ζυγός ισορροπεί. Όταν οι μάζες των σωμάτων που είναι αναρτημένες είναι άνισες, ο ζυγός «γέρνει» προς τη μεριά από την οποία είναι αναρτημένο το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα.

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Με κατάλληλες ερωτήσεις προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές γενικεύουν τις παρατηρήσεις τους στα πειράματα που προηγήθηκαν και διατυπώνουν το συμπέρασμα:


- Γιατί λέμε ότι η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων;
- Πώς μπορούμε να μετρήσουμε τη μάζα ενός σώματος;


### Εμπέδωση - Γενίκευση

Στην εργασία αυτή οι μαθητές καλούνται να περιγράψουν μια συνταγή και κυρίως να σημειώσουν τη μάζα των απαιτούμενων υλικών. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές αναφέρουν ένα καθημερινό παράδειγμα, στο οποίο η μέτρηση της μάζας των σωμάτων είναι απαραίτητη.

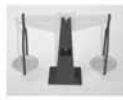
Στην εργασία αυτή οι μαθητές συγκρίνουν τη μάζα των αντικειμένων παρατηρώντας το ζυγό. Οι μαθητές στο Φύλλο Εργασίας αυτό εργάστηκαν με μικρά αντικείμενα. Η εργασία αυτή τους βοηθά να κατανοήσουν ότι η σύγκριση της μάζας μπορεί να γίνει και για μεγαλύτερα σώματα.


Στην εργασία αυτή οι μαθητές καλούνται να χρησιμοποιήσουν το ζυγό σύγκρισης και να βρουν με ποιο συνδυασμό προϊόντων ο ζυγός θα ισορροπεί.





**Πείραμα**





**Όργανο - Υλικά**  
Ζυγός σύγκρισης  
Διάφορα υλικά

Τοποθέτησε διάφορα από τα προϊόντα που είναι σημειωμένα στον πίνακα της προηγούμενης σελίδας στο ζυγό σύγκρισης, έτσι ώστε αυτός να ισορροπεί. Πρότεινε τρεις διαφορετικούς τρόπους. Πότε ισορροπεί ο ζυγός; Πότε γέρνει προς μια μεριά:

**Παρατήρηση**


- \* Βάζω στη μια μεριά το ρύζι και στην άλλη το γιαούρτι, τη σοκολάτα, τα πατατάκια και το βαμβάκι.
- \* Βάζω στη μια μεριά το γιαούρτι και στην άλλη τη σοκολάτα και το βαμβάκι.
- \* Βάζω στη μια μεριά τη ζάχαρη και στην άλλη όλα τα υπόλοιπα.


**Συμπέρασμα**

Η μάζα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα των σωμάτων. Μετράμε τη μάζα ενός σώματος με ζυγό σύγκρισης. Οι μάζες που μετράμε είναι ίσες όταν ο ζυγός ισορροπεί.

Συμπλήρωσε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •μάζα •ιδιότητα •ζυγός •ισορροπεί

Σελ. 24





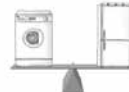
**ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Γράψε τη συνταγή ενός γλυκού ή ενός φαγητού, σημειώνοντας δίπλα σε κάθε υλικό και τη μάζα που πρέπει να χρησιμοποιηθεί.


Αρνάκι με σάλτσα ντομάτας και δούσμο

2kg αρνί	1,5kg ντομάτες
10g δούσμο	0,5kg ρύζι
100g ελαιόλαδο	


2. Παρατήρησε τις εικόνες. Ποιο σώμα έχει μεγαλύτερη μάζα σε κάθε περίπτωση;



Οι μάζες είναι ίσες



Το ψυγείο




Η τηλεόραση.

3. Παρατήρησε τα προϊόντα του πίνακα. Μηνιάς να προτείνεις έναν τρόπο τοποθέτησης των προϊόντων στο ζυγό, ώστε αυτός να ισορροπεί; Πρότεινε ένα συνδυασμό στον οποίο να χρησιμοποιηθεί όλα τα προϊόντα του πίνακα.

Στη μία μεριά του ζυγού τοποθετούμε τις φακές, το ρύζι και τον καφέ και στην άλλη τη ζάχαρη, τη μαρμελάδα και το βαμβάκι.

ΠΡΟΪΟΝΤΑ	ΜΑΖΑ
φακές	500g
ζάχαρη	1kg
καφέ	100g
ρύζι	0,5kg
μαρμελάδα	50g
βαμβάκι	50g



Σελ. 25

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

2 διδακτικές ώρες

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

πυκνότητα

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η πυκνότητα είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα ενός υλικού σώματος.
- Να ταξινομήσουν οι μαθητές υλικά σώματα ανάλογα με την πυκνότητά τους.


### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για κάθε ομάδα

- διάφορα συσκευασμένα προϊόντα με μάζα 1Kg.



### ΦΕ3: ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ




Παρατήρησε τις εικόνες. Σε ποια περίπτωση δυσκολεύεται το αγόρι περισσότερο;



#### Πείραμα

5 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

Η δασκάλα ή ο δασκάλης σου έχει συγκεντρώσει διάφορα προϊόντα που όλα έχουν μάζα ένα κιλό. Σύγκρισε τον όγκο των προϊόντων. Ταξιλόγησε τα σύμφωνα με τον όγκο τους αρχίζοντας με αυτό που έχει το μεγαλύτερο όγκο.



**Παρατήρηση**

Βαμβάκι, ψωμί, αλεύρι, ζάχαρη

Τα κλιβάνια της επίμονης σκέψης είναι κατασκευασμένα από διάφορα υλικά και έχουν όλα τον ίδιο όγκο αλλά διαφορετική μάζα. Ταξιλόγησε τα σύμφωνα με τη μάζα τους αρχίζοντας με αυτό που έχει τη μεγαλύτερη μάζα.

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν και να συγκρίνουν τις εικόνες. Στη συνέχεια διαβάζουμε το εισαγωγικό ερώτημα, προκαλώντας τη διατύπωση υποθέσεων, τις οποίες σημειώνουμε στον πίνακα χωρίς να τις σχολιάσουμε.

Ζητάμε από τους μαθητές να σχολιάσουν τις εικόνες αναφέροντας τη μάζα και τον όγκο των αντικειμένων που σηκώνει το αγόρι της εικόνας.

### Πειραματική αντιμετώπιση

Με την πειραματική αυτή δραστηριότητα οι μαθητές διαπιστώνουν ότι αντικείμενα με την ίδια μάζα μπορεί να έχουν διαφορετικό όγκο.

Για την εκτέλεση της δραστηριότητας συγκεντρώνουμε προϊόντα μάζας 1kg με διαφορετικό όμως όγκο. Ζητάμε από τους μαθητές να επιβεβαιώσουν ότι η μάζα των προϊόντων αυτών είναι πράγματι 1kg, είτε από τις πληροφορίες που αναγράφονται στις ετικέτες τους είτε με τη χρήση του ζυγού σύγκρισης.

Στη συνέχεια οι μαθητές ταξινομούν κατά φθίνουσα σειρά τα προϊόντα ανάλογα με τον όγκο τους.



Με τη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές ταξινομούν τους κύβους ίδιου όγκου ( $1\text{cm}^3$ ) αλλά από διαφορετικό υλικό ανάλογα με τη μάζα τους. Οι μαθητές αναφέρουν ότι αντικείμενα με τον ίδιο όγκο μπορεί να έχουν διαφορετική μάζα.

Είναι αυτονόητο ότι, αν υπάρχει το αντίστοιχο σετ κύβων στο εργαστήριο του σχολείου μας, μπορούμε να μετρήσουμε τόσο τη μάζα κάθε κύβου με ένα ζυγό σύγκρισης όσο και τον όγκο του με ένα ογκομετρικό δοχείο. Στην περίπτωση αυτή θα χρειαστεί να αφιερώσουμε πολύ περισσότερο χρόνο, αλλά η εξαγωγή του συμπεράσματος που ακολουθεί θα είναι ευκολότερη.

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Ζητάμε από τους μαθητές να σχολιάσουν εκ νέου τις εικόνες του εισαγωγικού ερεθίσματος όσον αφορά τη μάζα και τον όγκο των σωμάτων που σηκώνει κάθε φορά ο μαθητής.

Ρωτάμε τους μαθητές αν είναι αρκετό να γνωρίζουμε μόνο τη μάζα ενός σώματος ή μόνο τον όγκο του, για να καταλάβουμε αν είναι εύκολο το έργο του παιδιού της εικόνας.

Εισάγουμε τον όρο πυκνότητα. Εξηγούμε στους μαθητές ότι ο όρος πυκνότητα χρησιμοποιείται με την ίδια έννοια και στην καθημερινή μας ζωή. Αναφέρουμε ως παράδειγμα την έκφραση «πυκνοκατοικημένη περιοχή», όταν αναφερόμαστε σε μια περιοχή συγκεκριμένης έκτασης με πολλούς κατοίκους. Ρωτάμε τους μαθητές ποιο από τα δύο σώματα που σηκώνει ο μαθητής έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα, ζητώντας παράλληλα να δικαιολογήσουν την απάντησή τους.

Ζητάμε από τους μαθητές να κατατάξουν τα σώματα στο πείραμα και τη δραστηριότητα που προηγήθηκε ανάλογα με την πυκνότητά τους με φθίνουσα σειρά.

Με κατάλληλες ερωτήσεις προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές γενικεύουν τις παρατηρήσεις τους στις πειραματικές δραστηριότητες που προηγήθηκαν και διατυπώνουν το συμπέρασμα:


- Τι κοινό είχαν τα κυβάκια από διάφορα υλικά;
- Τι διαφορετικό είχαν τα κυβάκια εκτός από το υλικό τους;
- Ποιο από τα υλικά έχει τη μεγαλύτερη μάζα;
- Ποιο από τα υλικά έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα;







### Εμπέδωση - Γενίκευση

Εργασία εμπέδωσης που αναφέρεται στο εισαγωγικό ερώτημα. Η απάντηση έχει δοθεί ήδη κατά την εξαγωγή του συμπεράσματος.

Στην εργασία αυτή οι μαθητές καλούνται να σχολιάσουν την έκφραση «το σώμα βυθίστηκε σε μολύβι». Με βάση την ταξινόμηση των κύβων της δραστηριότητας στην ενότητα αυτή οι μαθητές πληροφορήθηκαν ότι η πυκνότητα του μολύβδου είναι μικρότερη από εκείνη του χρυσού. Η έκφραση επομένως «βυθίστηκε σε χρυσός» θα ήταν ορθότερη!

Είναι απαραίτητο να επισημάνουμε στους μαθητές, πριν αναθέσουμε την εργασία ότι το «μολύβι» στην έκφραση αυτή είναι ο «μόλυβδος» και όχι το μολύβι που γράφουμε.




					
Αλουμίνιο: 2,7g	Μόλυβδος: 11,3g	Χρυσός: 19,3g	Πάγος: 0,9g	Ξύλο: 0,6g	Σίδηρος: 7,9g

Χρυσός, μολύβδος, σίδηρος, αλουμίνιο, πάγος, ξύλο

**Συμπέρασμα**


Όσο μεγαλύτερη είναι η μάζα στον ίδιο όγκο, τόσο πιο μεγάλη είναι η πυκνότητά ενός σώματος.


Συμπλήρωση το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •μάζα •όγκος •πυκνότητα



**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**


1. Ποιο από τα δύο σώματα που σηκώνει το παιδί έχει μεγαλύτερη πυκνότητα;
 





Η πυκνότητα της πέτρας είναι μεγαλύτερη γιατί έχει μεγαλύτερη μάζα σε μικρότερο όγκο.
2. Γνωρίζεις σίγουρα την έκφραση «βυθίστηκε σε μολύβι»; Παρατήρησε τα κυβάκια στο πάνω μέρος της σελίδας και διάβασε τη φράση αυτή. Μπορείς να εγγυηθείς την απάντησή σου;
 

Το σωστό θα ήταν «βυθίστηκε σε χρυσός». Ο χρυσός έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το μολύβδο.





## ΜΙΓΜΑΤΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ

3 διδακτικές ώρες

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Μελετάμε τα μίγματα (1 διδακτική ώρα)
2. Μελετάμε τα διαλύματα (2 διδακτικές ώρες)

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- μίγμα
- συστατικά
- φυσική κατάσταση
- στερεή, υγρή, αέρια
- ετερογενές μίγμα
- ομογενές μίγμα
- διάλυμα
- διαλύτης
- διαλυμένη ουσία
- ίζημα

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να γνωρίσουν οι μαθητές τα βασικά χαρακτηριστικά των μιγμάτων και των διαλυμάτων

### ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να φτιάξουν οι μαθητές μίγματα αναμειγνύοντας διάφορες ουσίες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τη φυσική κατάσταση των μιγμάτων που έφτιαξαν, καθώς και τη φυσική κατάσταση των συστατικών τους.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά σε ποια από τα μίγματα που φτιάχνουν μπορούν να διακρίνουν τα συστατικά τους και σε ποια όχι.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τα μίγματα σε ομογενή και ετερογενή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τα ομογενή μίγματα ονομάζονται αλλιώς διαλύματα.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η διαλυτότητα μιας στερεής ουσίας στο νερό.

## ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Τα μίγματα προκύπτουν από την ανάμειξη δύο ή περισσότερων ουσιών.
- Οι ουσίες από τις οποίες αποτελείται ένα μίγμα ονομάζονται συστατικά του μίγματος.
- Τα μίγματα μπορεί να βρίσκονται σε στερεή, υγρή ή αέρια φυσική κατάσταση.
- Τα μίγματα διακρίνονται σε ετερογενή και ομογενή. Ετερογενή ονομάζονται τα μίγματα στα οποία μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, ενώ ομογενή ονομάζονται τα μίγματα στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους.
- Τα ομογενή μίγματα ονομάζονται και διαλύματα.
- Στα υγρά διαλύματα διακρίνουμε το διαλύτη και τη διαλυμένη ουσία.
- Η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα, τη θερμοκρασία, το είδος του διαλύτη και από το είδος της ουσίας.
- Όταν σ' ένα διάλυμα δεν μπορεί να διαλυθεί επιπλέον ουσία, το διάλυμα ονομάζεται κορεσμένο. Αν συνεχίζουμε να προσθέτουμε ποσότητες της ουσίας στο διάλυμα, δημιουργείται ίζημα.

## ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

- Σημαντικές δυσκολίες συναντούν πολλοί μαθητές στη διάκριση των καθαρών ουσιών από τα μίγματα. Οι μαθητές θεωρούν συνήθως ότι καθарές ουσίες είναι αυτές οι οποίες δεν είναι «βρώμικες». Έτσι ταξινομούν τα περισσότερα ομογενή μίγματα στην κατηγορία των καθαρών ουσιών. Στην ενότητα αυτή δε δίνεται ορισμός για τις καθарές ουσίες, επιδιώκουμε όμως να βοηθήσουμε τους μαθητές να διακρίνουν τις καθарές ουσίες από τα μίγματα.
- Στην καθημερινή ζωή ο όρος «διάλυμα» χρησιμοποιείται κυρίως για τα ομογενή μίγματα που βρίσκονται σε υγρή φυσική κατάσταση. Πολλοί μαθητές δυσκολεύονται συνεπώς να κατανοήσουν ότι οι όροι «ομογενές μίγμα» και «διάλυμα» είναι συνώνυμοι.

## ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

### Φύλλο Εργασίας 1:

- κουταλάκι
- ποτήρια
- φασόλια
- φακές
- αλάτι
- λάδι

- οινόπνευμα
- ζάχαρη
- ρύζι
- νερό
- πιπέρι
- χρώμα
- νέφτι

### Φύλλο Εργασίας 2:

- διάφανα μικρά ποτήρια για κρασί
- ζάχαρη
- κουταλάκια
- αλάτι
- καμινέτο (πείραμα επίδειξης)
- μπρίκι (πείραμα επίδειξης)



## ΜΙΓΜΑΤΑ

### ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

**Μίγματα** ονομάζονται οι ουσίες που προκύπτουν από την ανάμειξη δύο ή περισσότερων **καθαρών ουσιών**. Οι καθαρές ουσίες από την ανάμειξη των οποίων προκύπτουν τα μίγματα μπορεί να είναι χημικά στοιχεία ή χημικές ενώσεις. Οι καθαρές ουσίες από τις οποίες αποτελείται ένα μίγμα ονομάζονται **συστατικά** του μίγματος. Τα συστατικά ενός μίγματος μπορεί να είναι στερεά, υγρά ή αέρια. Μίγματα υπάρχουν επίσης και στις τρεις φυσικές καταστάσεις.

Τα μίγματα που δεν έχουν ενιαία σύσταση, τα μίγματα δηλαδή στα οποία μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους με γυμνό μάτι ή με το μικροσκόπιο, ονομάζονται **ετερογενή**. Τα μίγματα που έχουν ενιαία σύσταση, τα μίγματα δηλαδή στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, ακόμη και αν χρησιμοποιήσουμε μικροσκόπιο, ονομάζονται **ομογενή** ή αλλιώς **διαλύματα**. Διαλύματα που χρησιμοποιούμε ή συναντάμε στην καθημερινότητά μας είναι το ασάλι και γενικά τα κράματα των μετάλλων, το κρασί, το αλατόνερο, ο ατμοσφαιρικός αέρας...

Πολλά μίγματα που με γυμνό μάτι φαίνονται ότι είναι ομογενή διαπιστώνουμε, αν τα παρατηρήσουμε στο μικροσκόπιο, ότι είναι ετερογενή. Παραδείγματα τέτοιων μιγμάτων είναι το αίμα και το γάλα. Γενικά πρέπει να είμαστε προσεκτικοί πριν χαρακτηρίσουμε ένα μίγμα ως ομογενές. Η σύσταση των μιγμάτων μπορεί να μεταβάλλεται, γι' αυτό και δεν έχουν συγκεκριμένο σημείο βρασμού και σημείο τήξης. Τα μίγματα αποτελούνται από διάφορα είδη μορίων. Τα συστατικά τους μπορούν να διαχωριστούν με διάφορες φυσικές μεθόδους.

Στα διαλύματα ονομάζουμε **διαλύτη** το συστατικό το οποίο περιέχεται στο μίγμα σε μεγαλύτερη ποσότητα και **διαλυμένες ουσίες** τα υπόλοιπα συστατικά. Αν ένα μόνο από τα συστατικά ενός διαλύματος είναι υγρό, τότε αυτό ονομάζεται διαλύτης, ανεξάρτητα από την ποσότητά του. Όταν ο διαλύτης ενός μίγματος είναι το νερό, το διάλυμα ονομάζεται υδατικό. Σε διαλύματα με ίδια συστατικά λέμε πυκνότερο εκείνο στο οποίο η ποσότητα της διαλυμένης ουσίας είναι μεγαλύτερη. Αν, για παράδειγμα, έχουμε διαλύσει μία κουταλιά αλάτι σε ένα ποτήρι νερό και σε ένα άλλο ίδιο ποτήρι έχουμε διαλύσει τρεις κουταλιές αλάτι, το δεύτερο διάλυμα είναι πυκνότερο από το πρώτο.

Η ποσότητα μιας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη είναι περιορισμένη και εξαρτάται προφανώς από την ποσότητα του διαλύτη. Αν προσθέτουμε σταδιακά μία ουσία σε ένα διαλύτη, κάποια στιγμή δε διαλύεται άλλη ουσία. Το διάλυμα ονομάζεται τότε **κορεσμένο**. Η επιπλέον ποσότητα ουσίας που προσθέτουμε και δε διαλύεται, αλλά κατακάθεται στον πυθμένα του δοχείου που περιέχει το διάλυμα ονομάζεται **ίζημα**. Ονομάζουμε **διαλυτότητα** την ποσότητα μιας ουσίας σε γραμμάρια που μπορεί να διαλυθεί σε 100 γραμμάρια διαλύτη. Η διαλυτότητα εξαρτάται από το είδος της ουσίας, καθώς και από το είδος του διαλύτη. Για παράδειγμα, σε 100 γραμμάρια νερό θερμοκρασίας 20 °C διαλύονται 35,9 γραμμάρια αλάτι, αλλά 203,9 γραμμάρια ζάχαρης. Η διαλυτότητα δηλαδή της ζάχαρης στο νερό είναι μεγαλύτερη από τη διαλυτότητα του αλατιού στο νερό.

Η διαλυτότητα πολλών ουσιών εξαρτάται από τη θερμοκρασία του διαλύτη, ενώ κάποιων άλλων όχι. Η διαλυτότητα, για παράδειγμα, του αλατιού στο νερό δεν εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού. Αντίθετα, η διαλυτότητα της ζάχαρης στο νερό αυξάνεται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας. Όταν η διαλυμένη ουσία είναι αέριο, η διαλυτότητα μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γι' αυτό και όταν θερμαίνουμε ένα ποτήρι με νερό, παρατηρούμε ότι σχηματίζονται στο εσωτερικό των τοιχωμάτων του φουσαλίδες αέρα. Στο νερό υπάρχει διαλυμένος αέρας. Όταν η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται, η διαλυτότητα μειώνεται κι έτσι η ποσότητα του αέρα που είναι διαλυμένη στο νερό μειώνεται. Ο αέρας, που πριν από την αύξηση της θερμοκρασίας ήταν διαλυμένος στο νερό, συγκεντρώνεται στα τοιχώματα του ποτηριού και έχει τη μορφή μικρών φουσαλίδων.

Πολλές φορές χρειαζόμαστε ένα ή περισσότερα από τα συστατικά ενός μίγματος. Στην περίπτωση αυτή πρέπει, επιλέγοντας την κατάλληλη μέθοδο, να διαχωρίσουμε το ή τα συστατικά που χρειαζόμαστε από τα υπόλοιπα συστατικά του μίγματος. Μερικές μέθοδοι διαχωρισμού είναι το κοσκίνισμα, η διαλογή, ο μαγνητικός διαχωρισμός, η διήθηση (φιλτράρισμα), η εξάτμιση, η απόσταξη, η φυγοκέντριση, η απόχυση και η χρωματογραφία.



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

μίγμα, συστατικά, φυσική κατάσταση, στερεή, υγρή, αέρια, ετερογενές μίγμα, ομογενές μίγμα, διάλυμα

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να φτιάξουν οι μαθητές μίγματα αναμειγνύοντας διάφορες ουσίες.
- Να αναφέρουν οι μαθητές τη φυσική κατάσταση των μιγμάτων που έφτιαξαν, καθώς και τη φυσική κατάσταση των συστατικών τους.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά σε ποια από τα μίγματα που φτιάχνουν μπορούν να διακρίνουν τα συστατικά τους και σε ποια όχι.
- Να διακρίνουν οι μαθητές τα μίγματα σε ομογενή και ετερογενή.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τα ομογενή μίγματα ονομάζονται αλλιώς διαλύματα.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για κάθε ομάδα

- |             |         |              |          |         |
|-------------|---------|--------------|----------|---------|
| • κουταλάκι | • φακές | • οινόπνευμα | • νερό   | • νέφτι |
| • ποτήρια   | • αλάτι | • ζάχαρη     | • πιπέρι |         |
| • φασόλια   | • λάδι  | • ρύζι       | • χώμα   |         |



### ΦΕ1: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΜΙΓΜΑΤΑ



Αναμειγνύοντας δύο ή περισσότερες ουσίες μπορούμε να φτιάξουμε ένα μίγμα. Οι ουσίες αυτές είναι τα συστατικά του μίγματος. Γνωρίζεις κάποια μίγματα από την καθημερινή σου ζωή;

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

**Πείραμα**

**Όργανα - Υλικά**  
ποτήρια  
φασόλια  
φακές  
ρύζι  
νερό  
αλάτι  
λάδι  
κουταλάκι



Ανακτέλεσε σε τρία διαφορετικά ποτήρια τα υλικά που βλέπεις στις εικόνες. Σημείωσε δίπλα σε κάθε εικόνα τη φυσική κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα υλικά που ανακατεύεις και τη φυσική κατάσταση του μίγματος που προκύπτει.

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Αφού αναφέρουμε ότι οι ουσίες από τις οποίες αποτελείται ένα μίγμα ονομάζονται συστατικά του μίγματος, ζητάμε από τους μαθητές να αναφέρουν μίγματα που γνωρίζουν από την καθημερινή τους ζωή. Ζητάμε επίσης από τους μαθητές να αναφέρουν και τα συστατικά των μιγμάτων αυτών. Σημειώνουμε τα μίγματα που αναφέρουν οι μαθητές, καθώς και τα συστατικά τους, στον πίνακα της τάξης.

### Πειραματική αντιμετώπιση


Οι μαθητές παρατηρούν τις εικόνες και φτιάχνουν μίγματα αναμειγνύοντας διάφορα συστατικά. Αναφέρουν τη φυσική κατάσταση των μιγμάτων, καθώς και των συστατικών τους. Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι τόσο τα συστατικά ενός μίγματος όσο και το μίγμα που προκύπτει μπορεί να βρίσκονται σε στερεή, υγρή ή και αέρια φυσική κατάσταση.

Τα συστατικά του πρώτου μίγματος που φτιάχνουν οι μαθητές βρίσκονται σε στερεή φυσική κατάσταση, το ίδιο και το μίγμα που προκύπτει από την ανάμειξή τους. Οι μαθητές συμπληρώνουν στο βιβλίο τους τη φυσική κατάσταση του μίγματος και των συστατικών του.


Οι μαθητές αναμειγνύουν αλάτι και νερό και σημειώνουν τη φυσική κατάσταση των συστατικών του μίγματος, καθώς και τη φυσική κατάσταση του μίγματος.

Το πείραμα ολοκληρώνεται με την ανάμειξη δύο υγρών και συγκεκριμένα λαδιού και νερού. Το μίγμα που προκύπτει βρίσκεται και αυτό σε υγρή φυσική κατάσταση.


**Παρατήρηση**



φασόλια: στερεή φυσική κατάσταση  
 φακές: στερεή φυσική κατάσταση  
 ρύζι: στερεή φυσική κατάσταση  
 μίγμα: στερεή φυσική κατάσταση



νερό: υγρή φυσική κατάσταση  
 αλάτι: στερεή φυσική κατάσταση  
 μίγμα: υγρή φυσική κατάσταση



νερό: υγρή φυσική κατάσταση  
 λάδι: υγρή φυσική κατάσταση  
 μίγμα: υγρή φυσική κατάσταση

Σελ. 31

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι σε κάποια μίγματα μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, ενώ σε άλλα όχι. Οι μαθητές φτιάχνουν τα μίγματα που αναφέρονται στην πρώτη στήλη του πίνακα ανακατεύοντας καλά με ένα κουταλάκι και τα παρατηρούν προσεκτικά, για να διαπιστώσουν σε ποια από αυτά μπορούν να διακρίνουν τα συστατικά τους.

Φροντίζουμε οι μαθητές να χρησιμοποιούν μικρή ποσότητα από κάθε ουσία, ώστε να μη δημιουργηθεί ίζημα σε κανένα διάλυμα και τους προτρέπουμε να καθαρίζουν με μία χαρτοπετσέτα καλά το κουταλάκι, πριν ανακατέψουν με αυτό ένα καινούριο μίγμα.

**Πείραμα**

**Υγρά - Υλικά**  
 ποτήρια  
 ονόπνευμα  
 άχαρα  
 λάδι  
 αλάτι  
 χυμός  
 νερό  
 πιπέρι  
 κουταλάκι



Ανακατέψτε σε οκτώ διαφορετικά ποτήρια τα υλικά που βάζετε σημειωμένα στον παρακάτω πίνακα. Παρατήρησε τα μίγματα που έφτιαξες. Σε ποια από τα μίγματα μπορείς να διακρίνεις τα συστατικά τους;

**Παρατήρηση**

ΜΙΓΜΑ	ΜΠΟΡΕ ΝΑ ΔΙΑΚΡΙΝΟ ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ	ΔΕΝ ΜΠΟΡΕ ΝΑ ΔΙΑΚΡΙΝΟ ΤΑ ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΤΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ
νερό με πιπέρι	✓	
νερό με αλάτι		✓
νερό με ζάχαρη		✓
ονόπνευμα με χυμό	✓	
νερό με λάδι	✓	
νερό με ονόπνευμα		✓
ονόπνευμα με λάδι	✓	
νερό με λάδι		✓

Σελ. 32

**Συμπέρασμα**  
Ένα μίγμα ονομάζεται ετερογενές όταν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά του. Τα μίγματα στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους ονομάζονται ομογενή ή αλλιώς διαλύματα.

Συμπληρώστε το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: •μίγμα •ετερογενές •ομογενές •διάλυμα


**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΧΗΤ**

1. Ποια από τα μίγματα του πίνακα είναι ομογενή και ποια ετερογενή. Μπορείτε να απαντήσετε στην ερώτηση σημειώνοντας ✓ στην αντίστοιχη στήλη.

ΜΙΓΜΑ	ΟΜΟΓΕΝΕΣ	ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΣ
αυγά	✓	
αλάτι		✓
λυοξίδη		✓
μπύρα	✓	
χυμός πορτοκαλιού		✓
τσάι	✓	

2. Στην εικόνα βλέπετε τη φράση «ανακινήστε, πριν ανοίξετε» γραμμένη στην ετικέτα από ένα σοκολατούχο γάλα. Γιατί είναι απαραίτητη η υποδείξη αυτή;

Το σοκολατούχο γάλα είναι ετερογενές μίγμα. Μια ποσότητα από το κακάο που περιέχει το μίγμα κατακάθεται συνήθως στον πυθμένα, γι' αυτό πρέπει να «ανακινούμε» το σοκολατούχο γάλα, πριν το πιούμε.



Σελ. 33

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές γενικεύουν την παρατήρησή τους στο προηγούμενο πείραμα και διατυπώνουν το συμπέρασμα. Οι μαθητές με βάση την παρατήρησή τους αναφέρουν ότι τα μίγματα χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, σε αυτά στα οποία μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους και σε αυτά στα οποία δεν μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους. Εισάγουμε τις ονομασίες «ετερογενή μίγματα» και «ομογενή μίγματα» και τις εξηγούμε στους μαθητές. Αναφέρουμε επίσης ότι τα ομογενή μίγματα ονομάζονται αλλιώς «διαλύματα».

Συμπληρωματικά μπορούμε στο σημείο αυτό να αναφέρουμε στους μαθητές ότι υπάρχουν μίγματα που με γυμνό μάτι φαίνονται ότι είναι ομογενή, όπως για παράδειγμα το αίμα, όταν όμως τα παρατηρήσουμε με ένα μικροσκόπιο, μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά τους, που στην περίπτωση του αίματος είναι τα ερυθρά και τα λευκά αιμοσφαίρια, τα αιμοπετάλια κ.ά.

Η διδακτική ώρα ολοκληρώνεται με το σχολιασμό των απαντήσεων των μαθητών στο εισαγωγικό ερώτημα. Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές σχολιάζουν τις απαντήσεις τους και ελέγχουν αν πράγματι οι ουσίες που ανέφεραν στην αρχή του μαθήματος είναι μίγματα. Αν υπάρχει διαθέσιμος χρόνος, μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να αναφέρουν αν τα μίγματα που είναι σημειωμένα στον πίνακα είναι ετερογενή ή ομογενή.

### Εμπέδωση - Γενίκευση

Οι μαθητές καλούνται να διακρίνουν τα ομογενή από τα ετερογενή μίγματα. Κατά τη συζήτηση της εργασίας στην τάξη μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να επαναλάβουν το κριτήριο σύμφωνα με το οποίο γίνεται η διάκριση των μιγμάτων σε ομογενή και ετερογενή.

Το σοκολατούχο γάλα με πρώτη ματιά φαίνεται να είναι διάλυμα. Οι μαθητές πρέπει να προβληματιστούν από την «υπόδειξη» που διαβάζουν στην ετικέτα, για να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι το μίγμα είναι ετερογενές. Κατά τη συζήτηση της εργασίας στην τάξη δείχνουμε στους μαθητές το ίζημα σε ένα μπουκάλι με σοκολατούχο γάλα, βοηθώντας τους να διαπιστώσουν ότι μπορούμε να διακρίνουμε τα συστατικά του μίγματος.

Είναι προφανές ότι, για να μπορέσουν οι μαθητές να δουν το ίζημα, πρέπει να φροντίσουμε το σοκολατούχο γάλα που θα τους δείξουμε να μην έχει ανακινηθεί. Μπορούμε επίσης να ζητήσουμε από τους μαθητές να αναφέρουν άλλα ροφήματα στις ετικέτες των οποίων έχουν διαβάσει ανάλογες «υποδείξεις».



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

2 διδακτικές ώρες

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

διάλυμα, διαλύτης, διαλυμένη ουσία

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ένα διαλύτη είναι περιορισμένη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύτη.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές πειραματικά ότι η ποσότητα μίας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη εξαρτάται συχνά από τη θερμοκρασία του διαλύτη.
- Να προτείνουν οι μαθητές πείραμα με το οποίο θα διαπιστώσουν ότι στην ίδια ποσότητα νερού διαλύεται μεγαλύτερη ποσότητα ζάχαρης απ' ό,τι αλατιού.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για κάθε ομάδα

- διάφανα μικρά ποτήρια για κρασί
- ζάχαρη
- κουταλάκια

#### για τα πειράματα επίδειξης

- αλάτι
- καμινέτο
- μπρίκι

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν προσεκτικά και να σχολιάσουν την εικόνα. Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη και εξηγούμε στους μαθητές ότι με την έκφραση «διαλύουμε ζάχαρη στο τσάι» αναφερόμαστε στην ποσότητα της ζάχαρης που δε βλέπουμε. Στη συνέχεια διαβάζουμε το εισαγωγικό ερώτημα προκαλώντας τη διατύπωση υποθέσεων, τις οποίες χωρίς να σχολιάσουμε σημειώνουμε στον πίνακα.

### Πειραματική αντιμετώπιση

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η ποσότητα μιας ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη είναι περιορισμένη. Οι μαθητές διαπιστώνουν επίσης ότι, αν συνεχίσουμε να προσθέτουμε ουσία στο διαλύτη, αυτή κατακάθεται στον πυθμένα σχηματίζοντας ίζημα. Το διάλυμα τότε ονομάζεται κορεσμένο. Αναφέρουμε και εξηγούμε στους μαθητές τις ονομασίες «ίζημα» και «κορεσμένο διάλυμα» Κατά την εκτέλεση του πειράματος είναι σημαντικό οι μαθητές να ανακατεύουν καλά και για αρκετό χρονικό διάστημα. Πολλές φορές, ενώ οι μαθητές έχουν την εντύπωση ότι δε διαλύεται άλλη ζάχαρη, παρατηρούν ότι, αν ανακατέψουν και άλλο το διάλυμα, τελικά διαλύεται και άλλη ποσότητα ζάχαρης σε αυτό.

**Σημείωση:** Το πλήθος των κουταλιών ζάχαρης που αναφέρεται στην παρατήρηση είναι ενδεικτικό, αφού αυτό διαφοροποιείται ανάλογα με το μέγεθος του ποτηριού και τη θερμοκρασία του νερού. Για την εξοικονόμηση χρόνου είναι ιδιαίτερα σημαντικό να χρησιμοποιήσουμε όσο το δυνατό πιο μικρά ποτήρια.



### ΦΕ2: ΜΕΛΕΤΑΜΕ ΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Κάποιοι πίνουν το τσάι τους σκέτο, χωρίς ζάχαρη. Άλλοι το προτιμούν πολύ γλυκό. Παρατήρησε την εικόνα. Μπορούμε να διαλύσουμε στο τσάι μας όση ζάχαρη θέλουμε;




#### Πείραμα

Γέμισε ένα ποτήρι κρασιού μέχρι τη μέση με νερό. Ρίχνε στο ποτήρι κοφτές κουταλιές ζάχαρη. Ανακάτεψε καλά μετά από κάθε κουταλιά. Τι παρατηρείς;



**Παρατήρηση**


Στο νερό διαλύονται 15 κουταλιές ζάχαρη. Μετά η ζάχαρη που ρίχνω στο ποτήρι μένει στον πυθμένα, όσο κι αν ανακατεύω το διάλυμα.

 Πώς διακρίνεται περισσότερο η ζάχαρη στο κρύο ή στο ζεστό νερό;

Γίναμε ένα ποτήρι κρασί μέχρι τη μέση με κρύο νερό κι ένα άλλο με ζεστό νερό. Πρόσθεσε να είναι η ποσότητα του νερού ίδια και στα δύο ποτήρια. Ρίξε στο ποτήρι με το κρύο νερό κοφτές κουταλιές ζάχαρη, μέχρι να δεις ότι η ζάχαρη δε διαλύεται πια και μένει στον πυθμένα του ποτηριού. Ανακατέψτε καλά μετά από κάθε κουταλιά. Πόσες κουταλιές ζάχαρη διαλύθηκαν στο κρύο νερό; Επισκέψατε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας το ποτήρι με το ζεστό νερό. Πόσες κουταλιές ζάχαρη διαλύθηκαν στο ζεστό νερό;

**Παρατήρηση**

Στο ζεστό νερό διαλύθηκαν 25 κουταλιές ζάχαρη, ενώ στο κρύο διαλύθηκαν 15 κουταλιές ζάχαρη.




**Πείραμα**


Γίναμε ένα ποτήρι κρασί μέχρι τη μέση με νερό. Ρίξε στο ποτήρι κοφτές κουταλιές αλάτι, μέχρι να δεις ότι το αλάτι δε διαλύεται πια και μένει στον πυθμένα του ποτηριού. Ανακατέψτε καλά μετά από κάθε κουταλιά. Πόσες κουταλιές αλάτι διαλύθηκαν στο νερό; Επισκέψατε τη διαδικασία χρησιμοποιώντας ένα ποτήρι κρασί γεμάτο μέχρι πάνω με νερό. Πόσες κουταλιές αλάτι διαλύθηκαν στο νερό;

**Παρατήρηση**

Στο ποτήρι που είναι γεμάτο μέχρι τη μέση διαλύονται 6 κουταλιές αλάτι, ενώ στο γεμάτο ποτήρι διαλύονται 12 κουταλιές αλάτι.



Σελ. 35

 Πώς είναι διακρίνεται περισσότερο στο νερό, το αλάτι ή η ζάχαρη;

Μπορείτε να προτείνετε ένα πείραμα, που θα σε βοηθήσει να απαντήσεις στο ερώτημα αυτό; Σημείωσε τα όργανα και τα υλικά που θα χρησιμοποιήσεις καθώς και την περιγραφή του πειράματός.

**Πείραμα**

Όργανα - Υλικά	Περιγραφή
2 ποτήρια κρασί 2 κουτάλια αλάτι ζάχαρη νερό	Θα γεμίσω δύο ποτήρια κρασί μέχρι τη μέση με νερό. Η ποσότητα του νερού πρέπει να είναι η ίδια και στα δύο ποτήρια, το ίδιο και η θερμοκρασία του. Στο ένα ποτήρι θα ρίχνω κοφτές κουταλιές αλάτι, μέχρι να δω ότι το αλάτι δε διαλύεται πια. Το ίδιο θα κάνω και στο άλλο ποτήρι με τη ζάχαρη.

**Παρατήρηση**

Στο ένα ποτήρι διαλύθηκαν 6 κουταλιές αλάτι και στο άλλο ποτήρι διαλύθηκαν 15 κουταλιές ζάχαρη.

**Συμπέρασμα**

Όσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα του διαλύτη, τόσο περισσότερη ουσία μπορεί να διαλυθεί σ' αυτόν. Στο ζεστό νερό διαλύεται περισσότερη ζάχαρη απ' ό,τι στο κρύο νερό. Στην ίδια ποσότητα νερού διαλύονται διαφορετικές ποσότητες διαφορετικών ουσιών.

Σελ. 36

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η ποσότητα της ζάχαρης που διαλύεται σε συγκεκριμένη ποσότητα νερού εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού. Για την επιτυχία του πειράματος είναι σημαντικό οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν δύο ίδια ποτήρια και να φροντίσουν να τα γεμίσουν και τα δύο μέχρι το ίδιο σημείο.

Οι μαθητές γεμίζουν μέχρι τη μέση περίπου το ένα ποτήρι με νερό από τη βρύση. Τοποθετούν το ποτήρι με το νερό στο θρανίο τους και δίπλα του τοποθετούν άδειο το δεύτερο ποτήρι.

Ζεσταίνουμε σε ένα μεγάλο μπρίκι νερό μέχρι περίπου τους 40 °C. Στη συνέχεια γεμίζουμε με αυτό μέχρι τη μέση το δεύτερο ποτήρι κάθε ομάδας. Οι μαθητές προσθέτουν και στα δύο ποτήρια ζάχαρη και ανακατεύουν καλά. Οι κουταλιές πρέπει να είναι κοφτές, ώστε με κάθε κουταλιά να προστίθεται η ίδια περίπου ποσότητα ζάχαρης. Για να εξοικονομήσουμε χρόνο, είναι σημαντικό τα ποτήρια να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρά και το νερό που θα θερμάνουμε να μην είναι πολύ ζεστό.

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η ποσότητα μιας ουσίας που διαλύεται σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύτη.

Και στο πείραμα αυτό επισημαίνουμε στους μαθητές ότι πρέπει να ανακατεύουν καλά και για αρκετό χρονικό διάστημα. Οι μαθητές προσθέτουν αλάτι στο διάλυμα, μέχρι να γίνει κορεσμένο, μέχρι δηλαδή να παρατηρήσουν ότι αρχίζει να σχηματίζεται ίζημα. Για να μη χάνουμε άσκοπα χρόνο, φροντίζουμε τα ποτήρια που θα χρησιμοποιήσουν οι μαθητές να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρά. Είναι προφανές ότι και σε αυτό το πείραμα το πλήθος των κουταλιών αλατιού που αναφέρεται στην παρατήρηση είναι ενδεικτικό.

Οι μαθητές καλούνται να προτείνουν πείραμα με το οποίο θα ελέγξουν αν η ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε ένα διαλύτη είναι ίδια ή διαφορετική για όλες τις ουσίες.

Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, βοηθώντας τους μαθητές να σχεδιάσουν το πείραμα που θα εκτελέσουν. Στο πείραμα αυτό πρέπει οι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαλυτότητα, η ποσότητα δηλαδή του διαλύτη και η θερμοκρασία του, να έχουν τις ίδιες τιμές και για τις δύο ουσίες. Βοηθάμε τους μαθητές με κατάλληλες ερωτήσεις να συνειδητοποιήσουν ότι είναι σημαντικό τα δύο ποτήρια να περιέχουν την ίδια ποσότητα νερού στην ίδια θερμοκρασία:

- Από ποιους παράγοντες εξαρτάται η ποσότητα της ουσίας που διαλύεται σε ένα διαλύτη;
- Πόσο νερό θα βάλουμε σε κάθε ποτήρι;
- Τι θερμοκρασία πρέπει να έχει το νερό σε κάθε ποτήρι;

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Οι μαθητές γενικεύουν τις παρατηρήσεις τους στα πειράματα που προηγήθηκαν και διατυπώνουν το συμπέρασμα, αναφέροντας ότι η διαλυτότητα είναι περιορισμένη και διαφορετική για κάθε ουσία και ότι εξαρτάται από την ποσότητα και τη θερμοκρασία του διαλύτη.


Η διδακτική ώρα ολοκληρώνεται με το σχολιασμό των υποθέσεων που έχουν διατυπώσει οι μαθητές στην αρχή του μαθήματος και που έχουμε σημειώσει στον πίνακα. Προκαλούμε συζήτηση μέσα από την οποία οι μαθητές σχολιάζουν, συμπληρώνουν ή διορθώνουν τις υποθέσεις τους.


### Εμπέδωση - Γενίκευση

Οι μαθητές καλούνται να παρατηρήσουν το ίζημα στο δεξιό ποτήρι. Κατά τη συζήτηση της εργασίας στην τάξη μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να σχολιάσουν τη φράση «...τα οποία έχουμε ανακατέψει για πολλή ώρα». Αν δεν ανακατέψουμε καλά τα διαλύματα, μπορεί να σχηματιστεί ίζημα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δε διαλύεται άλλο αλάτι στο νερό. Αν ρίξουμε μια κουταλιά αλάτι ή ζάχαρη σε ένα ποτήρι νερό, θα παρατηρήσουμε ότι σχηματίζεται ίζημα. Αν ανακατέψουμε όμως, θα παρατηρήσουμε ότι το αλάτι ή η ζάχαρη διαλύονται στο νερό και στο ποτήρι δεν υπάρχει πια ίζημα.

Οι μαθητές καλούνται να αναφέρουν ότι η ποσότητα της ουσίας που μπορούμε να διαλύσουμε σε ένα διαλύτη εξαρτάται από την ποσότητα του διαλύτη.

Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν αναφέροντας την εξάρτηση της διαλυτότητας από τη θερμοκρασία του διαλύτη. Αν οι μαθητές αναφερθούν στην εξάρτηση της διαλυτότητας από την ποσότητα του διαλύτη, εξηγούμε ότι η ποσότητα του τσαγιού στο ποτήρι και στο φλιτζάνι είναι περίπου ίδια.







**ΕΡΓΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Και τα δύο ποτήρια περιέχουν αλάτι νερό, το οποίο έχουμε ανακατέψει για αρκετή ώρα χρησιμοποιώντας ένα κουτάλι. Πισα διαφορά παρατηρείς; Πώς ονομάζουμε το διάλυμα στο δεξιό ποτήρι;


• Στον πυθμένα του δεξιού ποτηριού έχει σχηματιστεί ίζημα. Στο διάλυμα αυτό δεν μπορεί να διαλυθεί επιπλέον αλάτι. Το διάλυμα ονομάζεται κορεσμένο.


2. Το νερό στα δύο ποτήρια έχει την ίδια θερμοκρασία. Σε ποιο από τα δύο ποτήρια μπορούμε να διαλύσουμε περισσότερο αλάτι; Μπορείς να εξηγήσεις την απάντησή σου;

• Στο αριστερό ποτήρι μπορούμε να διαλύσουμε περισσότερο αλάτι, γιατί η ποσότητα του διαλύτη είναι μεγαλύτερη.


3. Πού μπορούμε να διαλύσουμε περισσότερη ζάχαρη, στο κρύο ή στο ζεστό τσάι;

• Η ποσότητα του τσαγιού είναι περίπου ίδια και στο ποτήρι και στο φλιτζάνι. Στο ζεστό τσάι μπορούμε να διαλύσουμε περισσότερη ζάχαρη απ' ό,τι στο κρύο τσάι.





## ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ

7 διδακτικές ώρες

### ΦΥΛΛΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1. Η ενέργεια έχει πολλά «πρόσωπα» (2 διδακτικές ώρες)
2. Η ενέργεια αποθηκεύεται (1 διδακτική ώρα)
3. Η ενέργεια αλλάζει συνεχώς μορφή (1 διδακτική ώρα)
4. Η ενέργεια υποβαθμίζεται (2 διδακτικές ώρες)
5. Τροφές και ενέργεια (1 διδακτική ώρα)

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ

- ενέργεια
- μορφές ενέργειας
- χημική ενέργεια
- φωτεινή ενέργεια
- θερμότητα
- κινητική ενέργεια
- δυναμική ενέργεια
- ηλεκτρική ενέργεια
- πυρηνική ενέργεια
- πηγές ενέργειας
- μετατροπή ενέργειας
- διατήρηση ενέργειας
- αποθήκευση ενέργειας
- μεταφορά ενέργειας
- υποβάθμιση ενέργειας
- ενεργειακό περιεχόμενο τροφών

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΣΤΟΧΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Να αποκτήσουν οι μαθητές βασικές γνώσεις για την ενέργεια, τις πηγές της, για τις διάφορες μορφές της καθώς και για τις μετατροπές της.

### ΕΙΔΙΚΟΤΕΡΟΙ ΣΤΟΧΟΙ

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ενέργεια μπορεί να έχει διάφορες μορφές.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές πως η ενέργεια μπορεί να αποθηκεύεται και να αναφέρουν διάφορες πηγές ενέργειας.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται από μια μορφή σε μία άλλη.
- Να αναφέρουν οι μαθητές πως πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή, που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές πως σε όλες τις ενεργειακές μετατροπές ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, την

οποία δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε.

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι και ο ανθρώπινος οργανισμός είναι ένας μετατροπέας ενέργειας.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το ενεργειακό περιεχόμενο των τροφών που καταναλώνει κάθε άνθρωπος πρέπει να είναι αντίστοιχο της ενέργειας που απαιτείται για τις δραστηριότητες του.

## ΤΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

- Για κάθε αλλαγή στη φύση είναι απαραίτητη η ενέργεια.
- Στην ενέργεια δίνουμε διάφορα «ονόματα» ανάλογα με την προέλευσή της και τον τρόπο με τον οποίο τη χρησιμοποιούμε. Τα διάφορα «πρόσωπα», με τα οποία «εμφανίζεται» η ενέργεια, τα ονομάζουμε μορφές ενέργειας.
- Οι διάφορες αλλαγές που συμβαίνουν γύρω μας συνοδεύονται από μετατροπές στη μορφή της ενέργειας.
- Η ενέργεια βρίσκεται αποθηκευμένη σε διάφορες μορφές. Τις αποθήκες ενέργειας τις ονομάζουμε συχνά και πηγές ενέργειας.
- Με τις διάφορες δραστηριότητές μας η ενέργεια μετατρέπεται διαρκώς σε μορφές, που δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε ή, όπως λέμε διαφορετικά, η ενέργεια υποβαθμίζεται.
- Οι καθημερινές ανάγκες του οργανισμού σε ενέργεια πρέπει να καλύπτονται από τις τροφές που καταναλώνουμε.

## ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ - ΣΥΝΗΘΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

Καμία έννοια της φυσικής δεν έχει μελετηθεί τόσο αναλυτικά όσο η έννοια «ενέργεια». Οι επιστημονικές εργασίες για τον εντοπισμό εναλλακτικών αντιλήψεων σχετικά με την ενέργεια είναι αμέτρητες, όπως αμέτρητες είναι και οι προτάσεις για διάφορους τρόπους διδακτικής προσέγγισης της ενέργειας. Είναι προφανές ότι ο σχετικός προβληματισμός δεν είναι δυνατόν να παρουσιαστεί με πληρότητα στα πλαίσια ενός βιβλίου για το δάσκαλο. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια σημεία που η συγγραφική ομάδα θεωρεί ιδιαίτερα σημαντικά. Στη βιβλιογραφία, στο τέλος του βιβλίου αυτού, προτείνονται πηγές, στις οποίες μπορεί κανείς να ανατρέξει, αν επιθυμεί να μελετήσει αναλυτικότερα τις σχετικές ερευνητικές εργασίες.

Η κυρίαρχη σήμερα άποψη είναι ότι η ενέργεια δεν πρέπει να διδάσκεται ως ανεξάρτητο κεφάλαιο, αλλά σε συνάρτηση με τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, που οι μαθητές μελετούν στα επιμέρους κεφάλαια. Η συγγραφική ομάδα ακολουθώντας το αναλυτικό πρόγραμμα όφειλε να περιλάβει στο βιβλίο το ανεξάρτητο αυτό κεφάλαιο. Αναφορές όμως στην ενέργεια γίνονται σε διάφορες ενότητες του βιβλίου. Προτείνεται, όπου δίνεται σχετική ευκαιρία, να γίνεται αναφορά στην ενέργεια και στην αρχή διατήρησής της.

- Η ενέργεια είναι αφηρημένη έννοια, η κατανόηση συνεπώς των ενεργειακών μετατροπών προξενεί σημαντική δυσκολία στους περισσότερους μαθητές. Στο επίπεδο του δημοτικού σχολείου είναι προτιμότερο να μην εμβαθύνουμε ιδιαίτερα, είναι όμως σημαντικό, όταν αναφερόμαστε στην ενέργεια, να μην κάνουμε απλοποιήσεις, που ενδέχεται να εδραιώσουν εσφαλμένες αντιλήψεις.
- Οι περισσότεροι μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια «παράγεται» από τις πηγές και «καταναλώνεται» από τις διάφορες μηχανές. Καθημερινές εκφράσεις, όπως «ηλεκτροπαραγωγό εργοστάσιο», «κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας», «η μπαταρία άδειασε», «τελείωσε η ενέργεια», ενισχύουν την εδραίωση αυτής της λαθεμένης αντίληψης. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να αποφεύγουμε τις εκφράσεις αυτές και να αναφερόμαστε με έμφαση στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Η αναφορά αυτή δεν πρέπει να περιορίζεται κατά την επεξεργασία του κεφαλαίου αυτού, αλλά να είναι συστηματική και συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια της χρονιάς. Εξηγούμε στους μαθητές με έμφαση ότι η συνολική ενέργεια διατηρείται και ότι αυτό, που στην καθημερινή ζωή ονομάζουμε «κατανάλωση ενέργειας», είναι στην πραγματικότητα «μετατροπή ενέργειας» σε κάποια μορφή που δε γίνεται εύκολα αντιληπτή, για παράδειγμα σε θερμότητα.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια έχει «υλική υπόσταση». Όταν συνεπώς μεταφέρεται ενέργεια από ένα σώμα σε ένα άλλο, θεωρούν ότι μεταφέρεται κάτι υλικό. Η αναφορά στη διάδοση ενέργειας από τον Ήλιο στη Γη μπορεί να βοηθήσει στην ανατροπή αυτής της εσφαλμένης αντίληψης, αφού οι μαθητές γνωρίζουν ότι ανάμεσα στη Γη και στον Ήλιο ο περισσότερος χώρος είναι κενός.
- Πολλοί μαθητές θεωρούν ότι η ενέργεια είναι εγγενής ιδιότητα κάποιων σωμάτων. Η βενζίνη και το πετρέλαιο, για παράδειγμα, έχουν ενέργεια, ενώ ο σίδηρος δεν έχει. Κατά την αναφορά σε πηγές ενέργειας πρέπει συνεπώς να είμαστε ιδιαίτερα προσεχτικοί.
- Ο ανθρώπινος οργανισμός είναι ένας μετατροπέας ενέργειας. Την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τις λειτουργίες του οργανισμού μας και για τις δραστηριότητές μας την παίρνουμε από τις τροφές.

**ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ****Φύλλο Εργασίας 3:**

- ελατήριο
- χαρτί
- μπαταρία
- λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- καλώδια

**Φύλλο Εργασίας 4:**

- ποδήλατο με δυναμό (πείραμα επίδειξης)





## ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Η έννοια της ενέργειας είναι μία από τις πιο βασικές στη Φυσική. Το σύμπαν αποτελείται από ύλη και ενέργεια, που αποτελούν διαφορετικές εκφάνσεις του ίδιου μεγέθους. Την έννοια της ύλης είναι ευκολότερο να την αντιληφθούμε, διότι η ύλη έχει μάζα, καταλαμβάνει κάποιον όγκο και μπορούμε συνεπώς τις περισσότερες φορές να τη δούμε. Αντίθετα η έννοια της ενέργειας είναι αφηρημένη. Ανάλογα με την προέλευση της ενέργειας και τον τρόπο με τον οποίο τη χρησιμοποιούμε, διακρίνουμε διάφορες **μορφές** ενέργειας: τη θερμότητα, την ηλεκτρική ενέργεια, την κινητική και τη δυναμική ενέργεια, την πυρηνική ενέργεια, τη χημική ενέργεια, τη φωτεινή ενέργεια.

Μία από τις κυριότερες μορφές ενέργειας είναι η **κινητική** ενέργεια. Η κινητική ενέργεια ενός σώματος εξαρτάται από την ταχύτητά του και τη μάζα του. Η ενέργεια που έχει ένα σώμα λόγω της θέσης του ή λόγω της παραμόρφωσής του ονομάζεται **δυναμική**. Δυναμική για παράδειγμα είναι η ενέργεια σε ένα τεντωμένο τόξο. Όταν αφήνουμε το τόξο ελεύθερο, η ενέργεια αυτή μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια του βέλους. Ένα ακόμη χαρακτηριστικό παράδειγμα διαρκούς μετατροπής κινητικής ενέργειας σε δυναμική και αντίστροφα αποτελεί η κίνηση του «τρένου του τρόμου» στο λούνα παρκ. Στα ψηλότερα σημεία της διαδρομής το τρένο έχει τη μέγιστη δυναμική ενέργεια λόγω της θέσης του, ενώ η κινητική του ενέργεια είναι ελάχιστη, αφού η ταχύτητά του είναι πολύ μικρή. Καθώς το τρένο επιταχύνει κινούμενο στην απότομη κάθοδο, η δυναμική του ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική και η ταχύτητά του αυξάνεται. Στα χαμηλότερα σημεία της διαδρομής η ταχύτητα είναι μεγάλη, συνεπώς και η κινητική ενέργεια είναι μέγιστη, ενώ η δυναμική ενέργεια είναι ελάχιστη. Αν δεν υπήρχαν τριβές κατά την κίνηση του τρένου στις ράγες και κατά συνέπεια μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμότητα, το άθροισμα της δυναμικής και της κινητικής ενέργειας του τρένου θα παρέμενε σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής. Το άθροισμα της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας ενός σώματος ονομάζεται **μηχανική** ενέργεια του σώματος.

Η ενέργεια η οποία αποθηκεύεται σε χημικές ουσίες και απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια χημικών αντιδράσεων όπως για παράδειγμα κατά την καύση, ονομάζεται **χημική**. Όταν

καίγεται ένα ξύλο, η χημική ενέργεια που είναι αποθηκευμένη σε αυτό, μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια και θερμότητα.

Η **ηλεκτρική** ενέργεια είναι μορφή ενέργειας που αξιοποιούμε με τις ηλεκτρικές συσκευές μετατρέποντάς την σε άλλες μορφές. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται μέσω των ηλεκτρικών κυκλωμάτων από τις ηλεκτρικές πηγές στις διάφορες συσκευές.

**Θερμότητα** ονομάζουμε την ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας. Η θερμότητα συνήθως «εμφανίζεται» παράλληλα με μια άλλη μορφή ενέργειας, τη **φωτεινή** ενέργεια. Πολλές φορές η διάκριση των δύο αυτών μορφών ενέργειας δεν είναι εύκολη.

**Πυρηνική** ενέργεια, τέλος, ονομάζουμε την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη σχάση πυρήνων. Η χρήση της πυρηνικής ενέργειας εγκυμονεί σοβαρούς κινδύνους. Η μορφή αυτή της ενέργειας μετατρέπεται σε ηλεκτρική σε πυρηνικά εργοστάσια ή χρησιμοποιείται για την κίνηση μεγάλων, συνήθως πολεμικών, πλοίων και υποβρυχίων.

Η συνολική ενέργεια **διατηρείται**. Η ενέργεια ούτε δημιουργείται ούτε εξαφανίζεται, μετατρέπεται όμως διαρκώς, σε κάθε αλλαγή στη φύση, από μια μορφή σε μία άλλη. Πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη. Κάποιες μορφές ενέργειας μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε εύκολα και αποτελεσματικά μετατρέποντάς τις σε άλλες μορφές, ενώ κάποιες άλλες μορφές ενέργειας δεν μπορούμε να τις αξιοποιήσουμε. Οι μορφές ενέργειας που δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε ονομάζονται υποβαθμισμένες μορφές ενέργειας. Σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται λόγω των τριβών σε θερμότητα, που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Σε κάθε λοιπόν ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας **υποβαθμίζεται**. Καθώς δεν μπορούμε σε κάθε ενεργειακή μετατροπή να αντιληφθούμε εύκολα τη μετατροπή μέρους της ενέργειας σε θερμότητα, έχουμε πολλές φορές τη λανθασμένη αντίληψη ότι μέρος της ενέργειας «χάνεται».



Δεν είναι πάντοτε εύκολο να μεταφέρουμε την ενέργεια εκεί όπου είναι απαραίτητη. Με διάφορους τρόπους η ενέργεια

μπορεί να αποθηκευτεί σε κάποια μορφή



και να μεταφερθεί στη συνέχεια, όπου είναι απαραίτητη.



Τις διάφορες «αποθήκες» ενέργειας τις ονομάζουμε **πηγές ενέργειας**.

Μονάδα μέτρησης της ενέργειας είναι το kJ. Στην καθημερινή ζωή χρησιμοποιείται συχνά και το Kcal (χιλιοθερμίδα) ως μονάδα μέτρησης της ενέργειας που περιέχουν οι τροφές (1kcal=4,2kJ). Στις συσκευασίες των τροφίμων αναγράφεται

το ενεργειακό τους περιεχόμενο ανά μονάδα μάζας (συνήθως ανά 100gr).


Οι καθημερινές ανάγκες του οργανισμού σε ενέργεια πρέπει να καλύπτονται από τις τροφές που καταναλώνουμε. Οι ανάγκες αυτές διαφέρουν, βέβαια, ανάλογα με την ηλικία και το φύλλο του ατόμου, είναι πάντα όμως, ανάλογες των δραστηριοτήτων μας. Όσο πιο δραστήριοι είμαστε, τόσο περισσότερη ενέργεια πρέπει να περιέχουν οι τροφές που θα καταναλώσουμε.


Ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας που χρειάζεται ο οργανισμός μας καθημερινά είναι απαραίτητο για τη λειτουργία των οργάνων του ανθρώπινου σώματος, όπως ο εγκέφαλος ή οι πνεύμονες αλλά και για τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος σταθερής. Για το λόγο αυτό, ακόμα και όταν νομίζουμε ότι δεν κάνουμε κάτι, όπως για παράδειγμα, όταν κοιμόμαστε ή όταν βλέπουμε τηλεόραση, ο οργανισμός μας χρειάζεται ενέργεια.

Στον ανθρώπινο οργανισμό η χημική ενέργεια των τροφών μετατρέπεται διαρκώς, σε θερμότητα, σε κινητική και σε δυναμική ενέργεια.












**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

**1. Ποια μορφή έχει η ενέργεια**


- στη φιάλη του καμινέτου;
- στο κομprimμένο ελατήριο του ρολογιού;
- σε μία μπάλα που κινείται σε επίπεδο έδαφος;

- Χημική
- Δυναμική
- Κινητική

**2. Λύσε το σταυρόλεξο**

1. Στους αγηγούς του ηλεκτρικού κυκλώματος μετατρέπεται ... ενέργεια.
2. Όταν ένα σώμα κινείται, έχει ... ενέργεια.
3. Είναι απαραίτητη για κάθε αλλαγή στη φύση.
4. Η ενέργεια στα τρέφιμα ονομάζεται ...
5. Το φως είναι ... ενέργεια.
6. Η ενέργεια που ρέει από ένα σώμα σε ένα άλλο λόγω της διαφορετικής τους θερμοκρασίας ονομάζεται ...
7. Η ενέργεια «εμφανίζεται» με διάφορους ...
8. Η χρήση της ... ενέργειας είναι πολύ επώδυνη.
9. Η ενέργεια σε ένα τριτωμένο ελατήριο ονομάζεται ...



### Εμπέδωση - Γενίκευση

Επαναληπτική εργασία, στην οποία οι μαθητές καλούνται να αναφέρουν τη μορφή ενέργειας στο υγραέριο της φιάλης του καμινέτου, στο συσπειρωμένο ελατήριο του ξιπητηριού και σε μία μπάλα που κυλά σε επίπεδο έδαφος.

Επαναληπτική εργασία με τη μορφή σταυρόλεξου. Οι μαθητές καλούνται να απαντήσουν στις ερωτήσεις αναφέροντας τις ονομασίες των διαφόρων μορφών ενέργειας.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

αποθήκευση ενέργειας, αποθήκες ενέργειας

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι η ενέργεια που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή μπορεί να αποθηκεύεται με διάφορους τρόπους.
- Να αναφέρουν οι μαθητές παραδείγματα αποθήκευσης ενέργειας.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι τις «αποθήκες ενέργειας» τις ονομάζουμε πηγές ενέργειας.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

Δεν απαιτούνται

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν την εικόνα του παιδιού και προκαλούμε συζήτηση σχετικά με την ενέργεια, με την οποία λειτουργεί το φορητό κασετοφωνάκι:

- Τι ενέργεια χρειάζεται το κασετοφωνάκι, για να λειτουργήσει;
- Σε ποια μορφή είναι αυτή αποθηκευμένη;
- Πού είναι αποθηκευμένη η ενέργεια αυτή;

### Αντιμετώπιση

Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη σχετικά με την αποθήκευση ενέργειας, τις διάφορες πηγές ενέργειας και τους τρόπους με τους οποίους χρησιμοποιούμε την ενέργεια κάθε πηγής. Εισάγουμε τον όρο «πηγή ενέργειας» και τον όρο «αποθήκη ενέργειας» οι οποίοι είναι συνώνυμοι.

Αν είναι αναγκαίο, συμπληρώνουμε με επιπλέον στοιχεία που δεν αναφέρουν οι μαθητές. Έπειτα από τη συζήτηση, οι μαθητές σημειώνουν με συντομία τα βασικότερα σημεία στο διαθέσιμο χώρο του βιβλίου τους.

Κατά τη διάρκεια της συζήτησης αναφερόμαστε στις ενεργειακές μετατροπές και στη χρησιμότητά τους. Έτσι, αν για παράδειγμα αναφέρουν οι μαθητές τη χρήση του πετρελαίου, που βρίσκεται αποθηκευμένο στα βαρέλια, τότε ρωτάμε:

- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο πετρέλαιο;
- Σε ποια μορφή μετατρέπεται η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο πετρέλαιο στα εργοστάσια ή τους κινητήρες των αυτοκινήτων;



### ΦΕ2: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ



Από πού μπορεί να παίρνουν την ενέργεια που χρειάζονται για να λειτουργήσουν οι διάφορες συσκευές, που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή;

Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες και σημείωσε τη μορφή της ενέργειας και πού είναι αποθηκευμένη σε κάθε περίπτωση.







Στο πετρέλαιο είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια.







**ΦΕ2: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΕΤΑΙ**

Από πού μπορεί να παίρνουν την ενέργεια που χρειάζονται για να λειτουργήσουν οι διάφορες συσκευές, που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή;

Παρατήρησε τις παρακάτω εικόνες και σημείωσε τη μορφή της ενέργειας και πού είναι αποθηκευμένη σε κάθε περίπτωση.



Στο υγρό είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια.



Στους κομμένους κορμούς δένδρων είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια.




Στο ελατήριο είναι αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.



Στο τεντωμένο τόξο είναι αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.



Στις μπαταρίες είναι αποθηκευμένη χημική ενέργεια.

Σελ. 43

**Συμπέρασμα**

Το πετρέλαιο, το υγρό, το ξύλο, το ελατήριο, το τεντωμένο τόξο και οι μπαταρίες είναι πηγές ενέργειας, δηλαδή αποθήκες ενέργειας.

Συμπέρασμα το συμπέρασμα αναφέρεται τις αποθήκες ενέργειας που γνωρίζεις.

**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Μπορείς να αναφέρεις μερικές συσκευές που λειτουργούν με ενέργεια, η οποία αποθηκεύεται σε μπαταρίες;

Παιχνίδια, ραδιόφωνο, κασετόφωνο, ρολόι, κινητό τηλέφωνο κ.ά.

2. Παρατήρησε τις εικόνες. Εντόπισε την «αποθήκη» ενέργειας και σημείωσε τη μορφή που έχει η αποθηκευμένη ενέργεια σε κάθε περίπτωση.



Τα καύσιμα είναι πηγή χημικής ενέργειας.



Οι μπαταρίες είναι πηγή χημικής ενέργειας.



Το πετρέλαιο είναι πηγή χημικής ενέργειας.



Στο λυγισμένο κοντάρι είναι αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.



Στο ελατήριο του ξυπνητηριού είναι αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.



Στο νερό του φράγματος είναι αποθηκευμένη δυναμική ενέργεια.

Σελ. 44

Αντίστοιχα ζητάμε από τους μαθητές να σχολιάσουν και τις υπόλοιπες εικόνες. Συντονίζουμε τη συζήτηση με κατάλληλες ερωτήσεις:

- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο υγρό, μέσα στη φιάλη του καμινέτου;
- Σε ποια μορφή μετατρέπεται η ενέργεια, όταν θερμαίνει το νερό στο μπρίκι;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στους κομμένους κορμούς δένδρων;
- Σε ποιες μορφές μπορεί να μετατραπεί αυτή η ενέργεια;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο ελατήριο γυμναστικής;
- Σε ποια μορφή μετατρέπεται, όταν ο αθλητής παύει να το κρατά λυγισμένο;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο τεντωμένο τόξο;
- Σε ποια μορφή μετατρέπεται, όταν το αφήσει ελεύθερο ο τοξοβόλος;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στις μπαταρίες;
- Σε ποιες μορφές μπορεί να μετατραπεί αυτή η ενέργεια;

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές συνοψίζουν όσα συζήτησαν στην τάξη και διατυπώνουν το συμπέρασμα, που αναφέρεται στις διάφορες πηγές ή αλλιώς αποθήκες ενέργειας.

### Εμπέδωση - Γενίκευση:

Επαναληπτική εργασία στην οποία οι μαθητές καλούνται να αναφέρουν συσκευές, που λειτουργούν με την αποθηκευμένη χημική ενέργεια στις μπαταρίες, η οποία μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια. Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι τα παιχνίδια τους, οικιακές ηλεκτρικές συσκευές, όπως κασετόφωνα, ραδιόφωνα, ρολόγια, κινητά τηλέφωνα κ.ά.

Οι μαθητές καλούνται να εντοπίσουν την πηγή ενέργειας που υπάρχει σε κάθε εικόνα και να αναφέρουν τη μορφή, που έχει η αποθηκευμένη ενέργεια. Ενδεχομένως στην περίπτωση του αυτοκινήτου να χρειαστεί να εστιάσουμε την προσοχή τους στα καύσιμα, που χρησιμοποιούνται για την κίνησή του. Στην περίπτωση του κουρδιστού ξυπνητηριού ίσως χρειαστεί να παρατηρήσουν ένα από κοντά ή ακόμα καλύτερα να ανοίξουν και να περιεργαστούν ένα παλιό ξυπνητήρι. Στην τελευταία περίπτωση, ίσως θα πρέπει να εστιάσουμε την προσοχή των μαθητών στο βάρος της ποσότητας του νερού, που βρίσκεται εγκλωβισμένο πίσω από το φράγμα μιας τεχνητής λίμνης και ενδεχομένως και στο ύψος, που αυτό βρίσκεται σε σχέση με χαμηλότερα σημεία σε μια παρακείμενη πεδιάδα. Μπορούμε επίσης να κάνουμε μια αναφορά σε υδροηλεκτρικά εργοστάσια και στον τρόπο λειτουργίας τους.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

μετατροπή ενέργειας, μορφή ενέργειας

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές πώς η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.
- Να καταγράψουν οι μαθητές παραδείγματα ενεργειακών μετατροπών.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

- ελατήριο
- χαρτί
- μπαταρία
- λαμπάκι σε λυχνιολαβή
- καλώδια

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις φωτογραφίες και προκαλούμε συζήτηση σχετικά με τις «αλλαγές» που εικονίζονται σ' αυτές. Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για συζήτηση:

- Με ποια μορφή ενέργειας λειτουργεί το πιστολάκι;
- Ποια μορφή ενέργειας στεγνώνει τα μαλλιά;
- Πώς λειτουργεί το κομπιουτεράκι;
- Τι συμβαίνει με την ηλιακή ενέργεια, που φτάνει στο κομπιουτεράκι;
- Πώς ζεσταίνει το νερό ο ηλιακός θερμοσίφοντας;
- Τι συμβαίνει με την ηλιακή ενέργεια που φτάνει στους σλλέκτες;

Μέσα από τη συζήτηση βοηθάμε τους μαθητές να προβληματιστούν για τις αλλαγές στη μορφή της ενέργειας, καθώς και για το πώς οι αλλαγές αυτές επηρεάζουν την καθημερινή μας ζωή.

### Πειραματική αντιμετώπιση

Με το πείραμα αυτό οι μαθητές διαπιστώνουν τη μετατροπή της αποθηκευμένης δυναμικής ενέργειας του συμπιεσμένου ελατηρίου σε κινητική ενέργεια. Παρατηρούν το αποτέλεσμα αυτής της μετατροπής, δηλαδή το τίναγμα της μικρής μπάλας χαρτιού. Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για συζήτηση.



### ΦΕ3: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΛΛΑΖΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ ΜΟΡΦΗ





Όλες οι συσκευές και τα μηχανήματα χρειάζονται ενέργεια, για να λειτουργήσουν. Τι συμβαίνει με την ενέργεια, όταν χρησιμοποιούμε τις συσκευές αυτές;



**Πείραμα** 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14



**Όργανα - Υλικά**  
ελατήριο  
χαρτί

Τοποθετείς το ελατήριο στο θρανίο σου και πιέζεις το με το χέρι σου έτσι, ώστε να συμπιεστεί. Μην αφήνεις από το ελατήριο τοποθέτησης ένα μακρό μπαλάκι από χαρτί. Αφήνεις απότομα την άκρη του ελατηρίου που ακουμπάει στο χάρτινο μπαλάκι. Τι παρατηρείς;

 **Παρατήρηση**

Το ελατήριο τεντώνεται και σπρώχνει το χάρτινο μπαλάκι μακριά.

**Πείραμα**

**Όργανα - Υλικά**  
μπαταρία  
λαμπάκι σε λυχνιολαβή  
καλώδια



Κατασκευάστε το κύκλωμα της εικόνας. Αποσυνδέστε την μπαταρία από το κύκλωμα. Τι παρατηρείτε;

**Παρατήρηση**  
Το λαμπάκι σταματάει να φωτίζει.

Παρατήρηση στις παρακάτω εικόνες τις συσκευές που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Σημειώστε τις αλλαγές στη μορφή της ενέργειας.

 <b>Μετατροπή ενέργειας</b> από ηλεκτρική σε θερμότητα	 <b>Μετατροπή ενέργειας</b> από ηλεκτρική σε κινητική	 <b>Μετατροπή ενέργειας</b> από χημική σε θερμότητα και φωτεινή
--	---	--

Σελ. 46

**Συμπέρασμα**

Στις συσκευές που χρησιμοποιούμε στην καθημερινή μας ζωή η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.

**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΥΤΙ**

1. Παρατήρησης τις συσκευές στις εικόνες. Τι συμβαίνει με την ενέργεια, όταν χρησιμοποιούμε καθημέρα από τις συσκευές αυτές;

Στις συσκευές αυτές η ενέργεια μετατρέπεται από τη μια μορφή σε μία άλλη

2. Παρατήρησης τις παρακάτω εικόνες και σημειώστε την αλλαγή στη μορφή της ενέργειας.

 <b>Μετατροπή ενέργειας</b> από χημική σε κινητική	 <b>Μετατροπή ενέργειας</b> από χημική σε θερμότητα
---	--

Σελ. 47

Στο πείραμα αυτό οι μαθητές κατασκευάζουν ένα απλό ηλεκτρικό κύκλωμα με μια μπαταρία και ένα λαμπάκι σε λυχνιολαβή. Παρατηρούν ότι το λαμπάκι φωτίζει, όσο μετατρέπεται η αποθηκευμένη χημική ενέργεια της μπαταρίας σε ηλεκτρική. Όταν αποσυνδεθεί η μπαταρία από το κύκλωμα, το λαμπάκι παύει να φωτίζει και σταματά η μετατροπή της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη. Μπορούμε να ρωτήσουμε τους μαθητές τι νομίζουν ότι συμβαίνει, όταν αποσυνδέουμε την μπαταρία από το κύκλωμα και να προκαλέσουμε συζήτηση για τη μετατροπή της ενέργειας από τη μια μορφή στην άλλη.

**Σημείωση:** Στην περίπτωση που το εργαστήριο του σχολείου δεν διαθέτει λυχνιολαβή, οδηγίες για την κατασκευή της υπάρχουν στο Φύλλο Εργασίας 4 (σελ. 105-106), στο κεφάλαιο «Ηλεκτρισμός».

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις εικόνες και να σημειώσουν τις ενεργειακές μετατροπές, που συνοδεύουν τις «αλλαγές», που απεικονίζονται σ' αυτές. Βοηθάμε τους μαθητές με κατάλληλες ερωτήσεις:

- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που χρειάζεται το πιστολάκι, για να λειτουργήσει;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια του αέρα, που βγαίνει από το πιστολάκι;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που χρειάζεται το κουδούνι, για να λειτουργήσει;
- Ποια μορφή ενέργειας έχει το μεταλλικό μέρος του κουδουνιού, όταν πάλλεται;
- Ποια μορφή έχει η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο αέριο, που περιέχει η φιάλη του καμινέτου;

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Μέσα από συζήτηση οι μαθητές διατυπώνουν συμπέρασμα, σχετικό με τις ενεργειακές μετατροπές, που παρατηρούνται σε συσκευές καθημερινής χρήσης, στις οποίες η ενέργεια μετατρέπεται από μια μορφή σε μια άλλη.

Αναφέρουμε στους μαθητές ότι η ενέργεια μετατρέπεται διαρκώς από τη μια μορφή στην άλλη, αλλά τονίζουμε ότι δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε ενέργεια. Προκαλούμε συζήτηση σχετική με τη διατήρηση της ενέργειας.

### Εμπέδωση - Γενίκευση

Η πρώτη εργασία αποτελεί επανάληψη του εισαγωγικού ερεθίσματος, πρέπει συνεπώς να συζητηθεί στο σχολείο. Η απάντηση στην εργασία αυτή είναι ουσιαστικά επανάληψη του συμπεράσματος που διατύπωσαν οι μαθητές.

Οι μαθητές καλούνται να σημειώσουν τις ενεργειακές μετατροπές στα κουτάκια.



## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 4: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΕΤΑΙ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

2 διδακτικές ώρες

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

υποβάθμιση ενέργειας

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι η ενέργεια μπορεί να μετατρέπεται από μία μορφή σε μία άλλη.
- Να καταγράψουν οι μαθητές παραδείγματα ενεργειακών μετατροπών.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη.
- Να εξηγήσουν οι μαθητές ότι σε όλες τις ενεργειακές μετατροπές ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, την οποία δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και έτσι η ενέργεια υποβαθμίζεται

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

#### για το πείραμα επίδειξης

- ποδήλατο με δυναμό

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις εικόνες και προκαλούμε συζήτηση στην τάξη. Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε ενδείξεις για τη συζήτηση:

- Τι μορφή έχει η ενέργεια στο φυσίκι;
- Γιατί τρώει ο σκίουρος το φυσίκι;
- Τι μορφή έχει η ενέργεια στο δένδρο, που έχει παραμορφωθεί από τον άνεμο;
- Τι μορφή έχει η ενέργεια στο ξύλο των δένδρων;
- Τι μορφή έχει η ενέργεια που απελευθερώνεται, όταν καίγονται τα ξύλα;


Μέσα από τη συζήτηση βοηθάμε τους μαθητές να κατανοήσουν ότι όλες οι αλλαγές στη φύση, όλα τα φαινόμενα συνοδεύονται από μετατροπές στη μορφή της ενέργειας. Αναφέρουμε μάλιστα ότι πολλές φορές προκαλούμε εμείς οι ίδιοι τη μετατροπή της ενέργειας στη μορφή που μας είναι κάθε φορά χρήσιμη.

### Πειραματική αντιμετώπιση



Τοποθετούμε ένα ποδήλατο με δυναμό ανάποδα πάνω στην έδρα ή σε ένα θρανίο, όπως φαίνεται στην εικόνα και ζητάμε από ένα μαθητή να περιστρέψει πρώτα αργά και μετά γρήγορα τη ρόδα του ποδηλάτου με το δυναμό. Κλείνουμε τις κουρτίνες στην τάξη, για να μπορούν οι μαθητές να παρατηρήσουν καλύτερα τη διαφορά στη φωτεινότητα του λαμπτήρα του ποδηλάτου.



**Σημείωση:** Πολλά ποδήλατα δεν έχουν δυναμό αλλά κύκλωμα με μπαταρία. Είναι προφανές ότι τα ποδήλατα αυτά δεν είναι κατάλληλα για το συγκεκριμένο πείραμα.

Αντί για ποδήλατο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μια μικρή γεννήτρια εργαστηρίου ή ένα φακό με δυναμό.




### ΦΕ4: Η ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΠΟΒΑΘΜΙΖΕΤΑΙ


Η ενέργεια στη φύση αλλάζει διαρκώς μορφή. Ποιες αλλαγές στη μορφή της ενέργειας διαπιστώνεις παρατηρώντας τις εικόνες;



#### Πείραμα

Η δασκάλα ή ο δασκάλας σου έχει αποκτήσει ένα ποδήλατο ανάποδα πάνω στο θρανίο.

- Τι παρατηρείς, όταν περιστρέφεις αργά τη ρόδα του ποδηλάτου με το δυναμό;
- Τι παρατηρείς, όταν περιστρέφεις γρήγορα τη ρόδα του ποδηλάτου με το δυναμό;



**Παρατήρηση**

Όταν γυρίζω αργά τη ρόδα με το δυναμό, παρατηρώ ότι το λαμπάκι φωτίζει λίγο.  
Όταν γυρίζω γρήγορα τη ρόδα με το δυναμό, παρατηρώ ότι το λαμπάκι φωτίζει πιο έντονα απ' ό,τι προηγουμένως.

Παρατήρηση: τις εικόνες και σημειώσεις στα κουτάκια τις αλλάζεις στη μορφή της ενέργειας.

Μετατροπή ενέργειας από χημική σε κινητική

Μετατροπή ενέργειας από κινητική σε ηλεκτρική

Μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε φωτεινή

Θερμότητα

Θερμότητα

Μετατροπή ενέργειας από δυναμική σε κινητική

Μετατροπή ενέργειας από κινητική σε ηλεκτρική

Μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε φωτεινή

Θερμότητα

Θερμότητα

**Συμπέρασμα**

Σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, δηλαδή υποβαθμίζεται.

Σημειώσεις το συμπέρασμα χρησιμοποιώντας τις λέξεις: • ενεργειακή μετατροπή • ενέργεια • θερμότητα • υποβαθμίζεται

Σελ. 49

Οι μαθητές στη δραστηριότητα αυτή παρατηρούν ότι η μετατροπή της ενέργειας από τη μια μορφή σε μια άλλη είναι μια συνεχής διαδικασία. Πριν ζητήσουμε από τους μαθητές να σημειώσουν τις ενεργειακές μετατροπές στα κουτάκια τους, ζητάμε να εντοπίσουν πού αποθηκεύεται ενέργεια και πού μεταφέρεται. Οι μαθητές με τη βοήθεια των σκίτσων της «ενεργούλας» αναφέρουν ότι «αποθήκη» ενέργειας στο πρώτο σκίτσο είναι τα τρόφιμα, ενώ ενέργεια μεταφέρεται από το σώμα μας στο ποδήλατο και μέσω των καλωδίων στο λαμπάκι.

Οι μαθητές σημειώνουν τις ενεργειακές μετατροπές στα κουτάκια και παρατηρούν ότι τα βέλη μεταξύ των ενεργειακών μετατροπών «χωρίζονται» στα δύο.

Ζητάμε από τους μαθητές να σημειώσουν τη λέξη «θερμότητα» στα κάτω κουτάκια της ενεργειακής αλυσίδας και εξηγούμε ότι σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, μορφή ενέργειας που δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε. Γι' αυτό λέμε ότι ένα μέρος της ενέργειας υποβαθμίζεται. Καθώς δεν αντιλαμβανόμαστε εύκολα ότι ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, έχουμε τη λανθασμένη άποψη ότι ένα μέρος της ενέργειας «χάνεται». Αφού οι μαθητές κατανοήσουν ότι ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, αναφέρουμε ξανά με έμφαση ότι η συνολική ενέργεια πάντοτε διατηρείται και ότι η άποψη, που μερικές φορές έχουμε, ότι συμβαίνει το αντίθετο οφείλεται στο γεγονός ότι κάποιες ενεργειακές μετατροπές δεν μπορούμε εύκολα να τις αντιληφθούμε.

Ζητάμε από τους μαθητές να εντοπίσουν και στο σκίτσο αυτό πού αποθηκεύεται και πού μεταφέρεται ενέργεια και στη συνέχεια να σημειώσουν τις ενεργειακές μετατροπές στα κουτάκια. Επισημαίνουμε και εδώ τη μετατροπή ενός μέρους της ενέργειας σε θερμότητα και αναφερόμαστε για μια ακόμη φορά στη διατήρηση της συνολικής ενέργειας.

**ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΣΠΙΤΙ**

1. Παρατήρηση: τις εικόνες και σημειώσεις τις μετατρέπεις ενέργειας.

Μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε φωτεινή ενέργεια και θερμότητα

Μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε θερμότητα

Μετατροπή ενέργειας από ηλιακή σε θερμότητα

2. Με ειδικές συσκευές, τους **φωτοβολταϊκούς μετατροπείς**, μπορούμε να μετατρέψουμε τη φωτεινή ενέργεια του Ήλιου σε ηλεκτρική. Παρατήρηση: την εικόνα και σημειώσεις τα κουτάκια.

Μετατροπή ενέργειας από πυρηνική σε φωτεινή

Μετατροπή ενέργειας από φωτεινή σε ηλεκτρική

Μετατροπή ενέργειας από ηλεκτρική σε κινητική

Θερμότητα

Θερμότητα

Σελ. 50

### Εξαγωγή συμπεράσματος

Προκαλούμε συζήτηση στην τάξη, μέσα από την οποία οι μαθητές διατυπώνουν το συμπέρασμα.

Το συμπέρασμα είναι δύσκολο, γι' αυτό δίνουμε σημαντική βοήθεια στους μαθητές. Τους βοηθάμε να κατανοήσουν ότι σε κάθε ενεργειακή μετατροπή ένα μέρος της ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα, την οποία δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε περαιτέρω και γι' αυτό λέμε ότι ένα μέρος της ενέργειας υποβαθμίζεται.

### Εμπέδωση - Γενίκευση

Οι μαθητές καλούνται και εδώ να σημειώσουν στα κουτάκια τις μετατροπές της ενέργειας σε διάφορες συσκευές.

Οι μαθητές καλούνται και εδώ να σημειώσουν τις ενεργειακές μετατροπές αναφέροντας την υποβάθμιση της ενέργειας, δηλαδή την αναπόφευκτη μετατροπή ενός μέρους της σε θερμότητα. Κατά τη συζήτηση της εργασίας στην τάξη εξηγούμε ότι και ο ήλιος είναι ένας «ενεργειακός μετατροπέας». Η ενέργεια στον ήλιο μετατρέπεται από πυρηνική σε φωτεινή και θερμότητα. Αναφερόμαστε επίσης στο φωτοβολταϊκό μετατροπέα, διάταξη που επιτρέπει την απευθείας μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε ηλεκτρική, και ζητάμε από τους μαθητές να αναφέρουν συσκευές, στις οποίες χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκοί μετατροπείς.

## ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 5: ΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### ΔΙΑΡΚΕΙΑ:

1 διδακτική ώρα

### ΛΕΞΙΛΟΓΙΟ:

ενέργεια, ενεργειακό περιεχόμενο τροφών

### ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ:

- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι ο άνθρωπος παίρνει την ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του οργανισμού και τις δραστηριότητες του από τις τροφές.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι η ενέργεια που χρειάζεται ένας άνθρωπος εξαρτάται από τη σωματική του δραστηριότητα.
- Να αναφέρουν οι μαθητές ότι διαφορετικές τροφές έχουν διαφορετικό ενεργειακό περιεχόμενο.
- Να διαπιστώσουν οι μαθητές ότι το ενεργειακό περιεχόμενο των τροφών που καταναλώνει κάθε άνθρωπος πρέπει να είναι αντίστοιχο της ενέργειας που απαιτείται για τις δραστηριότητές μας.

### ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ:

για κάθε ομάδα

Δεν απαιτούνται

### Εισαγωγικό ερέθισμα - Διατύπωση υποθέσεων

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τις εικόνες στο βιβλίο τους και διατυπώνουμε το εισαγωγικό ερώτημα προκαλώντας τη διατύπωση υποθέσεων. Σημειώνουμε τις υποθέσεις των μαθητών στον πίνακα χωρίς να τις σχολιάσουμε.


### Αντιμετώπιση

Με τη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές διαπιστώνουν ότι η ενέργεια που χρειαζόμαστε καθημερινά σχετίζεται με τις δραστηριότητες τις οποίες κάνουμε. Εξηγούμε στους μαθητές ότι το kJ είναι μονάδα μέτρησης της ενέργειας χωρίς όμως να εμβαθύνουμε. Όσο περισσότερη σωματική κόπωση απαιτεί μια δραστηριότητα, τόσο περισσότερη ενέργεια χρειαζόμαστε γι' αυτήν. Βοηθάμε τους μαθητές να αντιστοιχίσουν σωστά τις εικόνες με την ενέργεια που χρειάζονται για καθημιά δραστηριότητα.



Εξηγούμε στους μαθητές ότι το σώμα μας χρειάζεται ενέργεια ακόμη και όταν νομίζουμε ότι δεν κάνουμε κάτι, όπως όταν κοιμόμαστε ή όταν παρακολουθούμε τηλεόραση.

Με κατάλληλες ερωτήσεις δίνουμε εναύσματα για συζήτηση:

- Χρειαζόμαστε ενέργεια μόνο όταν αθλούμαστε έντονα;
- Χρειαζόμαστε ενέργεια όταν δεν κάνουμε τίποτα;
- Γιατί χρειάζεται το σώμα μας ενέργεια όταν κοιμόμαστε ή όταν βλέπουμε τηλεόραση;

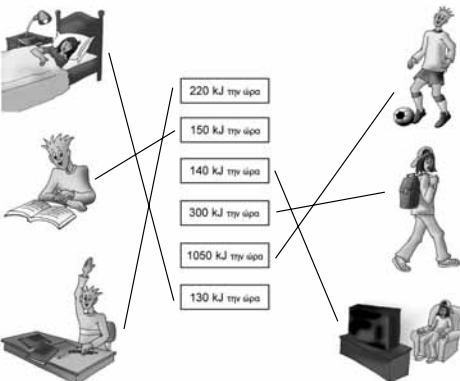


### ΦΕ5: ΤΡΟΦΕΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Από πού παίρνουμε την ενέργεια που χρειαζόμαστε για τις δραστηριότητές μας;  
Παρατήρατε τις εικόνες. Ποιος χρειαζεται περισσότερη ενέργεια, η γραμματέας ή ο κολλημένος;

Πόση ενέργεια χρειαζόσαι καθημερινά; Με τη βοήθεια της δασκάλας ή του δασκάλου σου ένωσε τις εικόνες με την ενέργεια που χρειαζόσαι για καθεμιά δραστηριότητα.



Μπορείς να περιγράψεις το πρόγραμμά σου για μια μέρα; Με βάση τα στοιχεία στην προηγούμενη σελίδα υπολόγισε την ενέργεια που χρειάζεσαι τη μέρα αυτή για τις δραστηριότητές σου.

Είμαι 6 ώρες στο σχολείο, μελετώ 2 ώρες, βλέπω 1 ώρα τηλεόραση, περπατώ 1 ώρα, παίζω ποδόσφαιρο 2 ώρες και κοιμάμαι 12 ώρες. Συνολικά χρειάζομαι 5720 kJ.

Παρατήρησε τον πίνακα με το ενεργειακό περιεχόμενο διαφόρων τροφίμων. Ποια τρόφιμα περιέχουν περισσότερο και ποια λιγότερη ενέργεια;

ΤΡΟΦΙΜΑ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΕ 100g
ψωμί	1050 kJ
ρούφι	1465 kJ
πατάτες	335 kJ
σοκολάτα	2260 kJ
βούτυρο	3010 kJ
μακαρόνια	1487 kJ
λάδι	3870 kJ
κορυμβόλες (δημητριακά)	1587 kJ
κίτρινα τυρί	1675 kJ
γάλα πλήρες (3,5%)	290 kJ
γιαούρτι (10%)	521 kJ
αβγό	630 kJ
σαλάμι	1800 kJ
μπαχαρί	835 kJ
χυμόν	1050 kJ
βουκάλιας	290 kJ
φασόλια	420 kJ
μήλα	210 kJ
πορτοκάλια	190 kJ
πράσινη σαλάτα	80 kJ

Περισσότερη ενέργεια περιέχουν η σοκολάτα, το βούτυρο και το λάδι.

Λιγότερη ενέργεια περιέχουν η πράσινη σαλάτα, τα πορτοκάλια και τα μήλα.

Σελ. 52

Οι μαθητές καλούνται να υπολογίσουν την ενέργεια που χρειάζονται για μια ημέρα, χρησιμοποιώντας τα στοιχεία της προηγούμενης δραστηριότητας.

Εξηγούμε στους μαθητές ότι θα πρέπει να υπολογίσουν την ενέργεια που χρειάζονται για τις διάφορες δραστηριότητές τους ανάλογα με το χρόνο που αφιερώνουν σε κάθε μία από αυτές.

Ζητάμε από τους μαθητές να παρατηρήσουν τον πίνακα με το ενεργειακό περιεχόμενο διαφόρων τροφίμων. Επισημαίνουμε στους μαθητές ότι ο πίνακας μας δίνει πληροφορίες για την ενέργεια που περιέχεται σε 100 γραμμάρια διαφόρων τροφίμων και εξηγούμε ότι μεγαλύτερες ποσότητες περιέχουν προφανώς περισσότερη ενέργεια, ενώ μικρότερες ποσότητες τροφίμων περιέχουν λιγότερη ενέργεια. Μπορούμε να ζητήσουμε από τους μαθητές να αναφέρουν και αριθμητικά παραδείγματα για 50 ή 200 γραμμάρια τροφίμων. Οι μαθητές συμπληρώνουν την παρατήρησή τους αναφέροντας τα τρόφιμα που περιέχουν περισσότερη καθώς και αυτά που περιέχουν λιγότερη ενέργεια. Μπορούμε να έχουμε ζητήσει από την προηγούμενη ημέρα να φέρουν οι μαθητές στο σχολείο αποκόμματα από συσκευασίες τροφίμων και να διαβάσουν στην τάξη πόση ενέργεια περιέχει κάθε ένα απ' αυτά. Στις συσκευασίες τροφίμων αναφέρεται συχνά το ενεργειακό τους περιεχόμενο σε kJ και σε kcal. Στην καθημερινή μας ζωή αναφέρουμε συχνά τις θερμίδες που μας δίνουν οι τροφές, κάτι που γνωρίζουν σίγουρα και οι μαθητές. Εξηγούμε στους μαθητές ότι αυτό που στην καθημερινή γλώσσα αναφέρουμε ως θερμίδα ονομάζεται σωστά χιλιοθερμίδα και ότι πρόκειται για μονάδα μέτρησης της ενέργειας που χρησιμοποιούσαμε παλιότερα. Τους προτρέπουμε να χρησιμοποιούν τα kJ ως μονάδα για την ενέργεια. Δίνουμε ακόμη στους μαθητές την πληροφορία ότι 1 kcal αντιστοιχεί σε 4,2 kJ. Σε πολλές συσκευασίες χρησιμοποιούνται παράλληλα και οι δύο μονάδες.

Με βάση τα στοιχεία του πίνακα μπορείς να προτείνεις ένα συνδυασμό τροφίμων που να καλύπτει τις ανάγκες σου σε ενέργεια για μια μέρα; Μπορείς να αναφερθείς στο πρόγραμμά που προτείνεις στην προηγούμενη δραστηριότητα.

Πρωινό	Ενέργεια
20 γρ. ψωμί	210 kJ
300 γρ. γάλα	870 kJ
50 γρ. δημητριακά	793,5 kJ
10 γρ. τυρί	167,5 kJ
<b>Σύνολο</b>	<b>2041 kJ</b>

Μεσημεριανό	Ενέργεια
100 γρ. χοιρινό	1050 kJ
100 γρ. μακαρόνια	1487 kJ
200 γρ. σαλάτα	160 kJ
<b>Σύνολο</b>	<b>2697 kJ</b>

Βραδινό	Ενέργεια
200 γρ. γιαούρτι	1042 kJ
100 γρ. μήλα	210 kJ
<b>Σύνολο</b>	<b>1252 kJ</b>

**Γενικό σύνολο ενέργειας για μια μέρα 5990 kJ**

Σελ. 53

Ζητάμε από τους μαθητές να προτείνουν ένα ημερήσιο πρόγραμμα διατροφής και να υπολογίσουν την ενέργεια από τις τροφές που αυτό περιλαμβάνει. Επειδή για τη δραστηριότητα αυτή απαιτούνται μαθηματικοί υπολογισμοί, έχουμε ζητήσει από τους μαθητές να φέρουν μαζί τους υπολογιστή τσέπης έτσι ώστε να μη χάσουμε πολύ χρόνο για τους υπολογισμούς.

Εξηγούμε στους μαθητές ότι η ενέργεια που παίρνουμε από τις τροφές πρέπει να είναι αντίστοιχη με αυτή που είναι απαραίτητη για τις δραστηριότητές μας. Αν η ενέργεια που παίρνουμε από τις τροφές είναι περισσότερη, ο οργανισμός μας αποθηκεύει την περίσσεια ενέργεια με τη μορφή λίπους, δηλαδή παχαινουμε. Είναι λοιπόν σημαντικό οι μαθητές να προτείνουν διατροφικό πρόγραμμα του οποίου το ενεργειακό περιεχόμενο να αντιστοιχεί στις δραστηριότητες που προτείνουν πιο πάνω. Αν το ενεργειακό περιεχόμενο αποκλίνει σημαντικά, τους προτρέπουμε να αυξήσουν ή να μειώσουν τις ποσότητες αντίστοιχα.