

# **ΦΥΣΙΚΗ**

**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

**Β' ΤΑΞΗΣ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

**ΒΙΒΛΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΗ**

## **ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΤΗΣ ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ**

**Παναγιώτης Β. Κόκκοτας**, Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών.

## **ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ**

**Ιωάννης Α. Βλάχος**, Διδάκτορας, Σχολικός Σύμβουλος του κλάδου ΠΕ4.  
**Ιωάννης Γ. Γραμματικάκης**, Επίκουρος Καθηγητής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.

**Βασίλης Α. Καραπαναγιώτης**, Φυσικός, Καθηγητής Πειραματικού Σχολείου Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Παναγιώτης Β. Κόκκοτας**, Καθηγητής της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Περικλής Εμ. Περιστερόπουλος**, Φυσικός, Υποψήφιος Διδάκτορας, Καθηγητής στο 3ο Λύκειο Βύρωνα.

**Γιώργος Β. Τιμοθέου**, Φυσικός, Λυκειαρχης στο 2ο Λύκειο Αγ. Παρασκευής.

## **ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ**

**Αντώνιου Νικόλαος** (Πρόεδρος), Καθηγητής Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

**Ευθυμίου Θωμάς**, Αναπληρωτής καθηγητής Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Κρήτης.

**Αρναουτάκης Ιωάννης**, M. Sc, M. Ed. Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών (ΠΕ4).

**Καρανίκας Ιωάννης**, Δρ. Φυσικής, Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών (ΠΕ4).

**Πρίντζας Γεώργιος**, Σχολικός Σύμβουλος Φυσικών (ΠΕ4).

**Φωτάκης Ιωάννης**, Καθηγητής Φυσικός (ΠΕ4), 3<sup>ου</sup> Λυκείου Ν. Ιωνίας.

**Κοτρώζου Αικατερίνη**, M. Sc Πληροφορικής, Καθηγήτρια Φυσικός (ΠΕ4), Λυκείου Αυλωναρίου Ευβοίας, Διευθύντρια Γυμνασίου Αυλωναρίου Ευβοίας.

## **ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ**

**Σωτηρία Θεοδορίδου**, Φυσικός, Καθηγήτρια στο Ενιαίο Λύκειο Λαυρίου

## **ΕΚΔΟΤΙΚΟΣ ΟΙΚΟΣ**

Εκδοτικές Τομές Ορόσημο Α.Ε.

## **ATÉLIER: ART CHOICE**

Σχεδιασμός/Ηλεκτρονική σελιδοποίηση/Φιλμς

Διεύθυνση δημιουργικού: **Δημήτρης Κορωνάκος**

Υπεύθυνη Atélier: **Κασσάνδρα Παξιμάδη**

Φωτοστοιχειοθεσία: **Ιωάννα Φατούρου**

Επεξεργασία εικόνων: **Άννα Νικηταρά**

Σχεδιασμός εικόνων: **Ελένη Μπέλμπα**

Σύμβουλος τεχν. υποστήριξης: **Αλέκος Αναγνωστόπουλος**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Γιώργο Μπουργανό για τη συμβολή του στην εύρεση των Ηλεκτρονικών Δευθύνσεων.

Οι συγγραφείς

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ Α. ΒΛΑΧΟΣ**

**ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ Β. ΚΟΚΚΟΤΑΣ**

**ΙΩΑΝΝΗΣ Γ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗΣ**

**ΠΕΡΙΚΛΗΣ ΕΜ. ΠΕΡΙΣΤΕΡΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΒΑΣΙΛΗΣ Α. ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ**

**ΓΙΩΡΓΟΣ Β. ΤΙΜΟΘΕΟΥ**

# **ΦΥΣΙΚΗ**

**ΘΕΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗΣ  
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗΣ**

**Β' ΤΑΞΗΣ ΕΝΙΑΙΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**

**ΒΙΒΛΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΗ**

**ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΒΛΙΩΝ  
ΑΘΗΝΑΙ**

Το παρόν έγινε στο πλαίσιο του  
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ & ΑΡΧΙΚΗΣ  
ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΡΤΙΣΗΣ (Ε.Π.Ε.Α.Ε.Κ.)

**Υποπρόγραμμα 1: ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ**

**Μέτρο 1.1: ΑΝΑΜΟΡΦΩΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΓΕΝΙΚΗΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

**Ενέργεια 1.1α: Προγράμματα - βιβλία**

**ΕΡΓΟ: ΑΝΑΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΣΥΓΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΜΕ ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Με απόφαση της Ελληνικής κυβέρνησης, τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου και του Λυκείου τυπώνονται από τον Οργανισμό Εκδόσεως Διδακτικών Βιβλίων και διανέμονται δωρεάν.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	7
<b>1.1 Κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων</b> .....	65
Διδακτική ενότητα 1η: Πειραματική μελέτη της σχέσης της πίεσης με τον όγκο (1.1.1). Η σχέση του όγκου με τη θερμοκρασία (1.1.2). Η σχέση της πίεσης με τη θερμοκρασία (1.1.3). .....	66
Διδακτική ενότητα 2η: Νόμος των ιδανικών αερίων (1.1.4). Κινητική θεωρία των αερίων (1.1.5). Το πρότυπο του ιδανικού αερίου (1.1.6). .....	69
Διδακτική ενότητα 3η: Υπολογισμός της πίεσης στο ιδανικό αέριο (1.1.7). .....	71
Διδακτική ενότητα 4η: Η σχέση της θερμοκρασίας με τη μέση κινητική ενέργεια των μορίων (1.1.8). Η κατανομή των ταχυτήτων στα αέρια (1.1.9). .....	73
Διδακτική ενότητα 5η: Εφαρμογές του προτύπου του ιδανικού αερίου (1.1.10). Κορεσμένοι και ακόρεστοι ατμοί (1.1.11). .....	75
<b>1.2 Θερμοδυναμική</b> .....	78
Διδακτική ενότητα 1η: Θερμοδυναμική ισορροπία (1.2.1). Αντιστρεπτές και μη αντιστρεπτές μεταβολές (1.2.2). Παραδείγματα αντιστρεπτών και μη αντιστρεπτών μεταβολών (1.2.3). .....	79
Διδακτική ενότητα 2η: Έργο κατά την εκτόνωση αερίου (1.2.4). Πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα (1.2.5). .....	81
Διδακτική ενότητα 3η: Το πρώτο θερμοδυναμικό αξίωμα σε γνωστές μεταβολές (1.2.6). .....	84
Διδακτική ενότητα 4η: Ειδικές θερμότητες των αερίων (1.2.7). Ερμηνεία της ειδικής θερμότητας με το πρότυπο του ιδανικού αερίου (1.2.8). .....	86
Διδακτική ενότητα 5η: Δεύτερο θερμοδυναμικό αξίωμα (1.2.9). Θερμικές μηχανές (1.2.10). .....	89
Διδακτική ενότητα 6η: Η εντροπία (1.2.11). .....	91
<b>2.1 Ηλεκτρικό πεδίο</b> .....	98
Διδακτική ενότητα 1η: Ένταση ηλεκτρικού πεδίου (2.1.1) Ηλεκτρική ροή (2.1.2). .....	99
Διδακτική ενότητα 2η: Ο νόμος του Gauss (2.1.3). .....	101
Διδακτική ενότητα 3η: Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια (2.1.4). Οι έννοιες διαφορά δυναμικού και δυναμικό (2.1.5). .....	102
Διδακτική ενότητα 4η: Πυκνωτές και διηλεκτρικά (2.1.6). Η σημασία των διηλεκτρικών (2.1.7). .....	104
Διδακτική ενότητα 5η: Συγκριτική μελέτη του βαρυτικού και του ηλεκτρικού πεδίου (2.1.8). .....	106

Διδακτική ενότητα 6η: Κινήσεις φορτισμένων σωματίων σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο (2.1.9).....	108
Διδακτική ενότητα 7η: Παλμογράφος (2.1.10).....	119
<b>2.2 Μαγνητικό πεδίο.....</b>	<b>114</b>
Διδακτική ενότητα 1η: Ο νόμος των Biot και Savart και η εφαρμογή του σε ευθύγραμμο και κυκλικό ρευματοφόρο αγωγό (2.2.1).....	115
Διδακτική ενότητα 2η: Δυναμική φορτισμένου σωματίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο (2.2.2). Α. Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Lorentz. Β. Περιγραφή της κίνησης φορτισμένου σωματίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο. ....	116
Διδακτική ενότητα 3η: Α. Ηλεκτρομαγνητική δύναμη Laplace. Β. Ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις μεταξύ παράλληλων ρευματοφόρων αγωγών (2.2.3). ....	118
Διδακτική ενότητα 4η: Νόμος του Gauss σε μαγνητικό πεδίο (2.2.4).....	120
Διδακτική ενότητα 5η: Α. Νόμος Ampere. Β. Εφαρμογές του νόμου του Ampere (2.2.5).....	121
<b>2.3 Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή.....</b>	<b>123</b>
Διδακτική ενότητα 1η: Πειραματική προσέγγιση του φαινομένου της επαγωγής (2.3.1). Α. Νόμος της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Β. Κανόνας του Lenz. Γ. Πειραματική επαλήθευση του νόμου της επαγωγής.....	125
Διδακτική ενότητα 2η: Θεωρητική προσέγγιση του φαινομένου της επαγωγής (2.3.2). ....	127
Α. Υπολογισμός της Η.Ε.Δ. από επαγωγή σε κινούμενο ευθύγραμμο αγωγό. ....	127
Β. Υπολογισμός της Η.Ε.Δ. από επαγωγή σε περιστρεφόμενο πλαίσιο. ....	128
Γ. Υπολογισμός της Η.Ε.Δ. από επαγωγή σε περιστρεφόμενο δίσκο. ....	128
Διδακτική ενότητα 3η: Α. Γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος. Β. Γεννήτριες συνεχούς ρεύματος (2.3.3).....	129
Διδακτική ενότητα 4η: Το εναλλασσόμενο ρεύμα και η ανόρθωσή του. (2.3.4).....	133
Διδακτική ενότητα 5η: Απλός κινητήρας (2.3.5). Αμοιβαία επαγωγή (2.3.6). ....	135
Διδακτική ενότητα 6η: Αυτεπαγωγή. (2.3.7).....	137
Διδακτική ενότητα 7η: Εφαρμογές του φαινομένου της επαγωγής (2.3.8). Α. Μετασχηματιστής. Β. Επαγωγικό πηνίο. Μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας.....	139
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ: Λύσεις ασκήσεων και προβλημάτων.....</b>	<b>147</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>207</b>
<b>ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ.....</b>	<b>213</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Η διδασκαλία της Φυσικής ως μαθήματος Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης στο Ενιαίο Λύκειο.

Η Φυσική ως μάθημα Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης στις Τάξεις Β και Γ του Ενιαίου Λυκείου\* απευθύνεται σε εκείνους τους μαθητές που έχουν ήδη αποφασίσει να σπουδάσουν το μάθημα αυτό και στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση. Κατά συνέπεια το ενδιαφέρον τους για τη Φυσική θεωρείται δεδομένο, γεγονός που καθιστά το έργο του διδάσκοντα από μια άποψη ευκολότερο και δημιουργικότερο. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μαθητές τείνουν να ενεργούν ως ώριμα άτομα που συμπεριφέρονται κατά ορισμένους τρόπους με σκοπό να αποκαλύψουν τις μη εμφανείς σχέσεις μεταξύ των φυσικών μεγεθών που υπεισέρχονται στα φαινόμενα.

Οι μαθητές αυτής της ηλικίας έχουν φθάσει κατά τεκμήριο στο στάδιο της αφαιρετικής σκέψης και συνεπώς η καθοδήγηση που χρειάζονται είναι μικρότερη. Αυτό μας επιτρέπει να τους δώσουμε μεγαλύτερες ευκαιρίες για επιστημονική περιπλάνηση. Παραδείγματος χάρη μπορεί να τους ζητήσουμε να δημιουργήσουν οι ίδιοι ένα πρόβλημα, να κάμουν υποθέσεις και στη συνέχεια να επιλέξουν τα μέσα και τις μεθόδους για τον έλεγχο των υποθέσεών τους. Δηλαδή σχεδιάζουν μόνοι τους τις ερευνητικές δραστηριότητες και δοκιμάζουν τις ιδέες τους κάνοντας πειράματα. Εργαζόμενοι κατά τον τρόπο αυτό αποκτούν στάσεις ζωής (επιστημονική νοοτροπία) και παράλληλα ψυχοκινητικές δεξιότητες κάτι που θεωρείται πολύ σημαντικό για τους μελλοντικούς επιστήμονες.

### 1.2 Σκοποί του Αναλυτικού Προγράμματος της Φυσικής

Οι σκοποί του αναλυτικού προγράμματος της Φυσικής ως μαθήματος Θετικής και Τεχνολογικής Κατεύθυνσης όπως περιγράφονται στο αναλυτικό πρόγραμμα είναι οι εξής:

---

\* Το πακέτο μας με τα Βιβλία του Μαθητή, αξιολογήθηκε από την κριτική επιτροπή, ως το καλύτερο μεταξύ των όσων υποβλήθησαν προς κρίση.

Οι μαθητές

1. Να ασκηθούν στην παρατήρηση, στη μέτρηση και στην ποσοτική περιγραφή/ ερμηνεία των προχωρημένων φυσικών φαινομένων.
2. Να ασκηθούν στη χρήση συνθετότερων και ακριδέστερων πειραματικών διατάξεων και μεθόδων.
3. Να εμβαθύνουν ποσοτικά και πειραματικά σε βασικές έννοιες της Φυσικής, συνειδητοποιώντας τον ενιαίο χαρακτήρα των νόμων.
4. Να καλλιεργήσουν νοητικές δεξιότητες για την επίλυση φυσικών και τεχνικών προβλημάτων, αναπτύσσοντας κριτική σκέψη, δημιουργική φαντασία και ικανότητα επικοινωνίας.
5. Να εκτιμήσουν την ικανότητα καταμερισμού έργου κατά την ομαδική εργασία και να αναπτύξουν το πνεύμα επιστημονικής συνεργασίας, το οποίο είναι η βάση όποιας μελλοντικής επιστημονικής ενασχόλησής τους.

### **1.3 Επιστημονικός και τεχνολογικός αλφαριθμητισμός.**

Ο επιστημονικά και τεχνολογικά εναλλάξιμος πολίτης χρησιμοποιεί έννοιες, δεξιότητες, αξίες κ.τ.λ. από τις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε) στην καθημερινή ζωή. Έχει την ικανότητα να διακρίνει μεταξύ της επιστημονικής απόδειξης και της προσωπικής γνώμης. Αναγνωρίζει τη χρησιμότητα της Φυσικής στην κοινωνική ανάπτυξη και κατανοεί την αλληλοεξάρτηση Επιστήμης και Τεχνολογίας. Κατανοεί ότι η Επιστήμη είναι ανθρώπινο δημιούργημα και ότι η επιστημονική γνώση είναι έντονα δυναμική και υπόκειται σε αλλαγή υπό το φως νέων δεδομένων. Οι γνώσεις και οι εμπειρίες του τον βοηθάνε να κατανοεί την επιστημονική εργασία των άλλων και η εκπαίδευσή του στη Φυσική τον βοηθά να έχει πλουσιότερη και περισσότερο τεκμηριωμένη άποψη για τον κόσμο από τους συνανθρώπους του. Έχει αναπτυγμένη ευαισθησία γύρω από τις εφαρμογές της Φυσικής, τα οφέλη και τους κινδύνους που αυτές συνεπάγονται. Αναγνωρίζει ότι κακή χρήση της Επιστήμης μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή της ανθρωπότητας. Σωστή χρήση της Επιστήμης προϋποθέτει πολίτες καλλιεργημένους γύρω από την Επιστήμη. Ο επιστημονικά και τεχνολογικά εναλλάξιμος πολίτης αποδέχεται τις αξίες που προάγουν οι Φ.Ε με αποτέλεσμα να χρησιμοποιεί τις επιστήμες της φύσης λόγω της διανοητικής απόλαυσης που του προσφέρουν, της κομψότητας της σκέψης και της συγκίνη-



σης της έρευνας. Αυτό τον βοηθά να αυξάνει τις γνώσεις του σε όλη του τη ζωή.

Αν δεχτούμε ότι ένας βασικός σκοπός της εκπαίδευσης είναι να προετοιμάσει τους πολίτες ώστε να μπορούν να παίξουν έναν ενεργό ρόλο σε μια δημοκρατική κοινωνία, τότε η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μπορεί να πρωτοστατήσει προς αυτή την κατεύθυνση, γιατί μπορεί να συμβάλλει στην απόκτηση κριτικής σκέψης και ορθής κρίσης στη λήψη αποφάσεων. Ελεύθερος πολίτης, που έχει το θάρρος της γνώμης του, είναι ο ενημερωμένος πολίτης. Η ανάπτυξη λοιπόν της Επιστήμης και της Τεχνολογίας πρέπει να αντανακλάται στον επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητισμό του συνόλου της κοινωνίας και όχι μόνο μιας μικρής μερίδας της. Η εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία δεν μπορεί παρά να είναι ανοικτή, ανανεωτική, ενοποιημένη, και να εδράζεται σε εμπειρίες και σε πραγματικές καταστάσεις. Οφείλει επίσης να περιλαμβάνει τις αξίες και στάσεις που αντανακλούν τον τρόπο με τον οποίο οι επιστήμονες κάνουν έρευνα.

Το σύνθημα της εποχής μας πρέπει να αφορά στην παροχή επιστημονικής και τεχνολογικής Παιδείας σε όλους, να προσφέρει δηλαδή τη δυνατότητα απόκτησης γνώσεων χρήσιμων και λειτουργικών που παράλληλα να συνοδεύονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων.

Κατά την άποψή μας το μάθημα των Φυσικών Επιστημών είναι αυτό που θα εφοδιάσει τους νέους με γνώσεις και δεξιότητες. Αυτό είναι εφικτό όταν ο τρόπος διδασκαλίας δεν είναι ο παραδοσιακός. Όλοι έχουν δικαίωμα στη σωστή κατανόηση του κόσμου και στην εξάσκηση στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων που θα αντιμετωπίσουν στην καθημερινή τους ζωή και που η επίλυσή τους απαιτεί γνώσεις και δεξιότητες από το χώρο των Φυσικών Επιστημών. Ο σύγχρονος πολίτης έχει ανάγκη κατανόησης μερικών εννοιών και νόμων από τις Φυσικές Επιστήμες, αλλά και των επιτευγμάτων τους και των ορίων στα οποία μπορούν να φθάσουν. Η βελτίωση αυτής της κατανόησης δεν είναι πολυτέλεια αλλά ζωτικής σημασίας επένδυση για την ευημερία της κοινωνίας που ζούμε.

#### **1.4 Από την Επιστήμη των επιστημόνων στην Επιστήμη του σχολείου και στην Επιστήμη των παιδιών.**

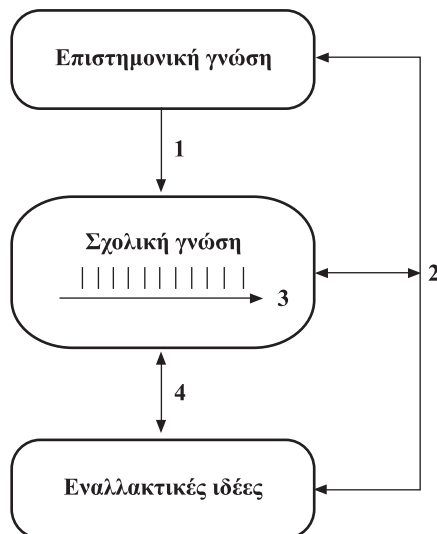
Η επιστημονική γνώση αποτελεί αυτό που η επιστημονική κοινό-

τητα δέχεται σε μια δεδομένη χρονική στιγμή ως έγκυρο σώμα γνώσης. Αυτή η γνώση διακρίνεται για τον υψηλό βαθμό αφαιρέσης με τον οποίο εκφράζεται μέσω του συμβολισμού στα διάφορα επιστημονικά περιοδικά και συγγράμματα. Γι' αυτό το λόγο είναι αδύνατη η αυτούσια χρήση της στο σχολείο. Απαιτείται επομένως η απλοποίηση της ώστε να γίνεται κατανοητή από τον μέσης ικανότητας μαθητή χωρίς να εισάγει συγχρόνως παρανοήσεις. Το πλαίσιο αυτό αποτελεί τη σχολική γνώση.

Ένα τρίτο γνωστικό πλαίσιο που υπάρχει και λειτουργεί στο επίπεδο του σχολείου είναι οι εναλλακτικές ιδέες που και αυτές αποτελούν «γνώση» αφού χρησιμοποιούνται από τους μαθητές για να ερμηνεύσουν με τη βοήθειά της τα φαινόμενα του κόσμου στον οποίο ζουν.

Τα ανωτέρω τρία γνωστικά πλαίσια συσχετίζονται και αλληλεπηρεάζονται κατά πολλούς τρόπους. Συνδέονται μεταξύ τους μέσω των διδακτικών προσεγγίσεων που ο δάσκαλος υιοθετεί προκειμένου να επιτύχει τους διδακτικούς στόχους. Επιπλέον η σχολική γνώση και οι ιδέες των παιδιών συνδέονται μέσω των κριτηρίων αξιολόγησης που εφαρμόζει ο δάσκαλος προκειμένου να κρίνει την επιτυχία της διδακτικής παρέμβασης.

Όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα (Κουλαϊδής, 1992) τα τρία γνωστικά πλαίσια συγκροτούν τρία ξεχωριστά μεταξύ τους επίπεδα. Στο ανώτερο επίπεδο αντιστοιχεί η επιστημονική γνώση, στο μεσαίο η σχολική γνώση, και στο κατώτερο οι εναλλακτικές



ιδέες των παιδιών. Οι γραμμές 1, 2 και 4 συνιστούν τους άξονες επικοινωνίας μεταξύ των τριών γνωστικών πεδίων, ενώ η γραμμή 3 αντιστοιχεί στους ρυθμούς μετάδρασης στο εσωτερικό της σχολικής γνώσης. Αναλυτικότερα η γραμμή 1 αντιστοιχεί με τον ορισμό κριτηρίων για την επιλογή περιεχομένου. Η γραμμή 2 με την εγκατάσταση κριτηρίων για την επιλογή στόχων και διδακτικών προσεγγίσεων. Η γραμμή 3 αντιστοιχεί με την επιλογή κριτηρίων για τους ρυθμούς μετάδρασης και η γραμμή 4 με την επιλογή κριτηρίων αξιολόγησης.

Προσδιορίζοντας τις εναλλακτικές ιδέες των παιδιών και καθορίζοντας το γνωστικό περιεχόμενο της σχολικής γνώσης από το αντίστοιχο της επιστημονικής γνώσης μπορούμε να επιδιώξουμε την εννοιολογική αλλαγή.

### 1.5 Διάρθρωση της γνώσης στη Φυσική.

Η επιστημονική γνώση διαρθρώνεται σε έννοιες, σε αρχές, σε νόμους και σε θεωρίες.

**Η έννοια** είναι μια γενικευμένη ιδέα από ειδικές και σχετικές εμπειρίες. Μερικές χαρακτηριστικές έννοιες είναι οι εξής: Η έννοια της δύναμης, της ενέργειας, της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, του ηλεκτρικού φορτίου, του ηλεκτρικού ρεύματος κ.τ.λ.

**Οι αρχές** είναι γενικεύσεις που περιλαμβάνουν πολλές σχετικές έννοιες, π.χ. Η αρχή διατήρησης της ενέργειας, η αρχή διατήρησης της ορμής, κ.τ.λ.

Οι επιστήμονες χρησιμοποιούν τις παρατηρήσεις τους για να κάνουν γενικεύσεις και να βρουν σχέσεις μεταξύ των φαινομένων, που αποτελούν τους νόμους της φύσης. Ωστόσο στους νόμους φθάνουν με τη διαίσθηση, η οποία όμως δεν έχει κάποια μυστικιστική σημασία, αλλά αποτελεί τη στιγμή της δημιουργικής φαντασίας, που ξεπερνάει το πλέγμα των αντιθέσεων με μια ποιοτικά διαφορετική σύλληψη (Ε. Μπιτσάκης, 1980). **Ο νόμος** είναι η εσωτερική σύνδεση των φαινομένων. Οντολογικά ο νόμος είναι αντικειμενικός, ενώ από γνωσιολογική άποψη αποτελεί κατά προσέγγιση αντανάκλαση της φύσης στη διάνοια του ανθρώπου. Ο νόμος είναι αντανάκλαση των φαινομένων, αλλά δεν ταυτίζεται με αυτά. Ο νόμος εκφράζει ό,τι είναι ουσιαστικό σ' ένα φαινόμενο. Αντικειμενικά υπάρχει απειρία νόμων, όπως υπάρχει απειρία σχέσεων και αλληλοκαθορισμών μέσα στη φύση. Οι νόμοι είναι σχέσεις αντικειμενικές και το κριτήριο της αντικειμενικότητας είναι η πράξη (Ε. Μπιτσάκης, 1974).

**Η επιστημονική θεωρία** είναι μια ευρύτερη γενίκευση συσχετιζόμενων αρχών, που εξηγούν κάποια φαινόμενα. Συνήθως εξηγούν, συσχετίζουν και προβλέπουν πλατειές ποικιλίες πειραματικών και παρατηρησιακών ευρημάτων κατά τους απλούστερους και αποτελεσματικότερους τρόπους. Όταν μια θεωρία δεν εξηγεί ικανοποιητικά ορισμένα φαινόμενα, εγκαταλείπεται. Κατά τον Popper, η θεωρία γεννιέται από τη στιγμή που ο επιστήμονας, αντιμετωπίζοντας ένα πρόβλημα, προσφέρει δοκιμαστικά μια κάποια λύση, μια θεωρία δηλαδή. Αυτή η θεωρία γίνεται προσωρινά αποδεκτή και οι επιστήμονες την κριτικάρουν και τη δοκιμάζουν. Η κριτική και ο έλεγχος πάνε πάντα μαζί. Στη θεωρία ασκείται κριτική από πολλές πλευρές με σκοπό να αποκαλυφθούν τα τρωτά της σημεία. Ο έλεγχος της θεωρίας προχωρεί με την έκθεση των αδύνατων σημείων της σε μια όσο γίνεται περισσότερη αυστηρή εξέταση. Η μέθοδος αυτή χαρακτηρίζεται από δοκιμές και σφάλματα.

Συνήθως για την εξήγηση των ίδιων φαινομένων προσφέρονται περισσότερες από μία θεωρίες και μετά την κριτική και τον έλεγχο επιδιώκει η περισσότερη ταιριαστή, ενώ οι υπόλοιπες εγκαταλείπονται.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα θεωρίας αποτελεί ο αιθέρας. Μη μπορώντας να εξηγήσουν οι επιστήμονες τη διάδοση του φωτός στο κενό, δημιούργησαν διάφορες θεωρίες, από τις οποίες επικρατέστερη ήταν αυτή που διατύπωσε ο Descartes στις αρχές του 17ου αιώνα και αφορούσε τον αιθέρα. Κατά τη θεωρία αυτή δεν υπάρχει πουθενά κενός χώρος. Τα πάντα καλύπτονται από τον αιθέρα, ακόμα και ο χώρος μεταξύ των ατόμων. Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή υπάρχουν αρκετά είδη αιθέρα, π.χ. οπτικός αιθέρας, ηλεκτρικός αιθέρας, για τα οπτικά και τα ηλεκτρικά φαινόμενα αντίστοιχα. Η θεωρία αυτή μπορούσε να εξηγήσει πολλά φαινόμενα, όπως τη δράση από απόσταση, τη βαρύτητα, το ηλεκτρικό πεδίο κτλ. Ο Faraday, διατυπώνοντας την ηλεκτρομαγνητική του θεωρία, ήταν σίγουρος για την ύπαρξη του αιθέρα, παρόλο που το υλικό αυτό δεν έμπαινε κατά κανένα τρόπο στους τύπους που περιέγραφαν το ηλεκτρικό και το μαγνητικό πεδίο. Τι ακριβώς ήταν ο αιθέρας; Σίγουρα έπρεπε να ήταν ένα παράξενο υγρό σε συνεχή κίνηση ή σε πλήρη ακινησία, στο οποίο πάλλονταν πυκνότερες σφαίρες. Για να εξηγήσουν τη διάδοση του φωτός στον αιθέρα δέχτηκαν ότι έπρεπε να είχε ιδιότητες στερεού, αφού μέσα του διαδίδονταν εγκάρσια κύματα (όπως είναι γνωστό, τα φωτεινά κύματα είναι εγκάρσια). Όταν

κατά το τέλος του προηγούμενου αιώνα ο Maxwell διατύπωσε την ηλεκτρομαγνητική του θεωρία και αποδείχτηκε ότι το φως είναι ηλεκτρομαγνητικό κύμα, εξέλιπε η ανάγκη να αποδίδουν στον αιθέρα ειδικές μηχανικές ιδιότητες. Ωστόσο καταργήθηκε οριστικά με το πείραμα των Michelson και Morley, το οποίο απέδειξε ότι ο αιθέρας δεν ήταν δυνατόν να υπάρχει. Τα προβλήματα που δημιουργούνται βρήκαν οριστική λύση στη θεωρία της σχετικότητας του Einstein.

Είναι βέβαιο ότι αν μπορούσαμε να δώσουμε στους μαθητές την ευκαιρία να εργάζονται όπως οι επιστήμονες, να σκέφτονται όπως αυτοί, να κάνουν λάθη, να πειραματίζονται, τότε τους παρέχουμε ευκαιρίες για διανοητική ανάπτυξη που δεν μπορούν να την αποκτήσουν με κανένα άλλο τρόπο.

## 1.6 Η επιστημονική μέθοδος.

Με την επιστημονική επανάσταση αρχίζει η αλματώδης ανάπτυξη της επιστημονικής γνώσης. Έτσι οι επιστήμονες υποχρεώθηκαν πολύ νωρίς να αναζητήσουν λύσεις σε μεθολογικά προβλήματα, στράφηκαν στη δημιουργία μιας νέας λογικής, που θα ήταν κατάλληλη για την επεξεργασία μέσων και μεθόδων που θα βοηθούσαν στην ανακάλυψη των νόμων της φύσης. Από την εποχή του Γαλιλαίου διακρίνονταν τέσσερις χωριστές φάσεις στον τρόπο ανακάλυψης της επιστημονικής γνώσης.

1. Η συσσώρευση των εμπειρικών δεδομένων.
2. Η διατύπωση γενικών θέσεων.
3. Η συναγωγή συμπερασμάτων από τις γενικές θέσεις.
4. Η επιβεβαίωση της επιστημονικής θεωρίας.

Το σημαντικό είναι ότι οι επιστήμονες αναζητούσαν τις απαντήσεις τους μέσα από την ίδια τη φύση και δεν κατέφευγαν σε μεταφυσικούς και δογματικούς αφορισμούς. Ο Γαλιλαίος, ένας από τους θεμελιωτές της επιστημονικής μεθόδου, δεχόταν ότι η ανακάλυψη των φυσικών νόμων προκύπτει από την κριτική γενίκευση της αισθητικής εμπειρίας, μέσα όμως από δημιουργικές διαδικασίες. Ο Bacon υποστήριζε ότι οι επιστημονικές αλήθειες συνάγονται με τις αισθήσεις. Στόχος του ήταν η ανάπτυξη μιας μεθόδου που θα βοηθούσε τους επιστήμονες να ανακαλύψουν τους νόμους της φύσης, στηριζόμενοι στην παρατήρηση. Ο Descartes υποστήριζε ότι φθάνουμε στη γνώση από δύο δρόμους, τον εμπειρικό και τον παραγω-

γικό. Ενώ ο Leibnitz καταλόγιζε αδυναμία στην εμπειρία για την ανακάλυψη της γνώσης, υποστηρίζοντας ότι πρέπει να θεμελιώνεται πάνω στη θεωρία.

Αλλά τι ακριβώς είναι η επιστημονική μέθοδος; Υπάρχει πράγματι; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά της; Είναι μόνο ένας ο δρόμος προς την αλήθεια ή υπάρχουν περισσότεροι; Αυτά είναι μερικά από τα ερωτήματα στα οποία θα προσπαθήσουμε να δώσουμε απάντηση σ' αυτό το κεφάλαιο.

Οριζόμενη πλατειά η επιστημονική μέθοδος θα λέγαμε ότι αποτελείται από μια σειρά καλά καθορισμένων διαδικασιών, μέσα από τις οποίες ο επιστήμονας γνωρίζει την πραγματικότητα, ανακαλύπτει τους νόμους της φύσης ή φτιάχνει θεωρίες για την εξήγηση των φαινομένων.

Ο επιστήμονας κάνει υποθέσεις, χτίζει μοντέλα για να εξηγήσει τη φύση, σχεδιάζει πειράματα για να δοκιμάσει τις προβλέψεις του ή τη θεωρία που κατασκεύασε και με το φως των πειραμάτων να την τροποποιήσει. Βέβαια η διαδικασία δεν είναι τόσο απλή, αφού για την ουσιαστική γνώση του πραγματικού, το μεθοδολογικό μέσο είναι η απομάκρυνση με την αφαίρεση από το άμεσο δεδομένο και η επιστροφή πάλι σ' αυτό. Απομάκρυνση και προσέγγιση βρίσκονται σε διαλεκτική σχέση (Γ. Ιμβριώτης, 1983). Συνήθως ο επιστήμονας στρέφεται προς το πράγμα ή το φαινόμενο, το εξετάζει, κάνει θεωρητικούς συλλογισμούς, συγκρίνει τα εμπειρικά δεδομένα, γενικεύει κτλ. Όπως θα δούμε όμως στις επόμενες παραγράφους, υπάρχουν σημαντικές αμφισβητήσεις του παραπάνω τρόπου ανακάλυψης του πραγματικού.

Η επιστημονική μέθοδος αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα των Φ.Ε., γιατί λειτουργεί ανεξάρτητα από τα άτομα που τη χρησιμοποιούν. Είναι δηλαδή χωρίς υποκείμενο, όπως υποστηρίζουν μερικοί (Κυπριανίδης, 1984). Μελετώντας το ίδιο φαινόμενο δύο επιστήμονες, ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο, κάτω από τις ίδιες προϋποθέσεις, είναι πολύ πιθανόν να καταλήξουν σε ταυτόσημα συμπεράσματα. Η επιστημονική μέθοδος είναι σχετικά σταθερή, εφαρμόζεται σε παγκόσμια κλίμακα, βοηθάει τους επιστήμονες να απαλλαγούν από τις ανθρωπίνες αδυναμίες τους και να είναι αντικειμενικοί στην αναζήτηση της γνώσης και της αλήθειας. Υποστηρίζεται (ΕΣΣΔ Ινστιτούτο Φιλοσοφίας, 1980) ότι η απόκτηση της επιστημονικής μεθόδου είναι ένας από τους κυριότερους όρους της επιτυχούς γόνιμης δράσης, όχι μόνο στην Επιστήμη, αλλά και στη

ζωή. Βοηθάει στην εκλογή της σωστής κατεύθυνσης, προστατεύει από τα λάθη, τόσο στη θεωρία όσο και στην πράξη. Ο Bacon υποστήριξε ότι η μέθοδος μοιάζει με φανάρι που φωτίζει το δρόμο στο σκοτάδι και ισχυριζόταν ότι ακόμα και ο κουτσός, που βαδίζει πάνω σε ίσιο δρόμο, ξεπερνάει τον οδοιπόρο που τρέχει απρογραμμάτιστα. Την ανάγκη για την καθιέρωση της μεθόδου απέδιδε ο Bacon στην πολυπλοκότητα της Φυσικής Ιστορίας. Αν όμως η ύλη παραταχτεί και παρουσιαστεί κατά έναν κατάλληλο τρόπο, τότε οι δυσκολίες αμβλύνονται και η καινούργια γνώση ανακαλύπτεται εύκολα.

Στη σημερινή εποχή είναι απαραίτητο οι μαθητές να ασκηθούν στον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται και εργάζονται οι επιστήμονες, στις διαδικασίες που ακολουθούν στις έρευνές τους. Γιατί η ανάπτυξη των γνώσεων επιβάλλει ολοένα και νέα καθήκοντα.

### **Οι επιμέρους διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου.**

Είναι προφανές ότι στο σχολικό επίπεδο, ενώ είναι εξαιρετικά δύσκολο οι νεαροί μαθητές να ασχοληθούν με τη μελέτη των προβλημάτων στα οποία επιδιώκεται συνειδητά η καλλιέργεια επιστημονικών μεθόδων, είναι ωστόσο εύκολο να ασκηθούν στην κατάκτηση των επιμέρους διαδικασιών οι οποίες συνιστούν την επιστημονική μέθοδο. Έτσι, στο Δημοτικό Σχολείο και στο Γυμνάσιο μιλάμε συνήθως για διαδικασίες των Φ.Ε., οι οποίες παίζουν ένα βασικό ρόλο στην εκπαίδευση των σπουδαστών όλων των βαθμίδων. Ο J. Dewey υποστήριξε παλιά την άποψη ότι οι διαδικασίες των Φ.Ε. είναι εξίσου σημαντικές με τη μεταδιδόμενη γνώση.

Οι εκσυγχρονισμοί που γίνονται στα σχολικά προγράμματα τονίζουν τις διαδικασίες των Φ.Ε., τους τρόπους με τους οποίους οι επιστήμονες κατακτούν τη γνώση και λύνουν τα προβλήματα. Αυτό φαίνεται κυρίως στα νέα προγράμματα (Projects) της σειράς Nuffield για τη Βρετανία και P.S.S.C. για τις Η.Π.Α. «Οι Φ.Ε. πρέπει να δοθούν στους μαθητές σαν ο τρόπος με τον οποίο οι ίδιοι θα διεξάγουν μια έρευνα για να μελετήσουν τη φύση των πραγμάτων, καθώς επίσης και σαν μια ποσότητα γνώσεων που ανοικοδομήθηκαν από άλλους ανθρώπους» (Nuffield Chemistry, 1961). Από τους μαθητές ζητείται να ακολουθήσουν το σχήμα: πρόβλημα – υπόθεση – πείραμα – αποτέλεσμα. Ζητείται δηλαδή να μιμηθούν τους επιστήμονες, οι οποίοι δείχνουν έντονο ενδιαφέρον για το περιβάλλον

τους, τη φύση των αντικειμένων που συναντούν και για το πως αυτά συμπεριφέρονται. Έτσι ένα μεγάλο μέρος από τη σύγχρονη διδασκαλία των Φ.Ε. αφιερώνεται στο να διοχετεύσει αυτό το ενδιαφέρον στο μαθητή, περνώντας το από τρία στάδια. Το πρώτο είναι η παρατήρηση, το δεύτερο η εξήγηση, το τρίτο είναι ο έλεγχος της εξήγησης με τη βοήθεια του πειράματος (CARRE and HEAD, 1974).

Ο σύγχρονος δάσκαλος πρέπει να γνωρίζει τις δεξιότητες που μπορούν να αποκτήσουν οι μαθητές, αν εργάζονται κατά επιστημονικό τρόπο. Αυτές οι δεξιότητες αποτελούν έναν από τους κύριους σκοπούς της εκπαίδευσης σ' όλες τις χώρες του κόσμου. Ποιες όμως είναι οι διαδικασίες των Φ.Ε.;

Η Αμερικάνικη Ένωση για την προαγωγή των Φ.Ε. (American Association for the Advancement of Science), σε μια προσπάθεια να ορίσει τις διαδικασίες των Φ.Ε., απευθύνθηκε στους επιστήμονες και τους ρώτησε τι ακριβώς κάνουν στην πραγματικότητα. Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ένας κατάλογος με τις εξής διαδικασίες.

1. Παρατήρηση.
2. Ταξινόμηση.
3. Μαθηματικές εκφράσεις.
4. Μετρήσεις.
5. Χωροχρονικές σχέσεις.
6. Επικοινωνία.
7. Προβλέψεις.
8. Εξαγωγή συμπερασμάτων.
9. Λειτουργικοί ορισμοί.
10. Υποθέσεις.
11. Ερμηνεία.
12. Αναγνώριση και έλεγχος των μεταβλητών.
13. Διεξαγωγή πειραμάτων.

Ο κατάλογος των διαδικασιών είναι ιεραρχημένος. Κάθε διαδικασία αντιπροσωπεύει ένα ψηλότερο επίπεδο δεξιότητας από τις προηγούμενες της και τις περικλείει. Κατά συνέπεια οι τελευταίες διαδικασίες του πίνακα είναι ανώτερου επιπέδου δεξιότητες, που δεν είναι εύκολο να αποκτηθούν από τους μικρούς μαθητές. Στις παραπάνω διαδικασίες θα προσθέσουμε ακόμα μία: την κατασκευή μοντέλων, που κατά τη γνώμη μας είναι σπουδαία γνωστική διαδικασία, την οποία χρησιμοποιούν οι ερευνητές.



## 1.7 Η πρακτική της διδασκαλίας.

Είναι βέβαιο ότι το σημαντικότερο έργο του δασκάλου είναι η διδασκαλία, αφού μέσω αυτής θα προσπαθήσει να κατανοήσουν οι μαθητές αυτά που θέλει να διδάξει. Πριν μπει στην αίθουσα της διδασκαλίας πρέπει να έχει καταστρώσει τη στρατηγική που θα ακολουθήσει, να έχει σχεδιάσει εκ των προτέρων τις διδακτικές ενέργειες με βάση τις οποίες θα διεξαχθεί η διδασκαλία. Δηλαδή να έχει σκηνοθετήσει την «παράσταση» που θα δοθεί στην τάξη, όπου τα κύρια πρόσωπα (ηθοποιοί) του έργου θα είναι οι μαθητές, ενώ ο ρόλος του δασκάλου θα είναι συντονιστικός και καθοδηγητικός, θα λέγαμε ότι είναι ρόλος «σκηνοθέτη». Όσο λιγότερο παρεμβαίνει τόσο καλύτερο θα είναι το αποτέλεσμα της δουλειάς του. Στο έργο του δασκάλου υπάρχουν τρία ευδιάκριτα και αλληλεξαρτώμενα μέρη: Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας, η πραγματοποίησή της και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της.

### α) Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας

Το σχεδιασμό της διδασκαλίας τον κάνει μόνος του, στο γραφείο του σπιτιού του, όταν προετοιμάζεται για την επόμενη μέρα. Αφού μελετήσει το γνωστικό μέρος ώστε να είναι κάτοχος αυτού που θα διδάξει, θα καταστρώσει το σχέδιό του. Αυτόματα θα διερωτηθεί, τι επιδιώκω με την ενότητα που θα διδάξω; τι θέλω να μάθουν οι μαθητές μου; σε ποια σημεία πρέπει να επιμείνω; Με τον τρόπο αυτό ο δάσκαλος αναζητάει τους διδακτικούς στόχους του μαθήματος. Δηλαδή ζητάει να διατυπώσει προτάσεις για το τι θα πρέπει να είναι σε θέση να «κάνει» ο μαθητής μετά τη διδασκαλία που είναι αποτέλεσμα της μάθησης. Μερικοί από αυτούς μπορεί να αναφέρονται στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου: την παρατήρηση, την ταξινόμηση, τις μετρήσεις, την εξαγωγή συμπερασμάτων μέσα από δεδομένα κ.τ.λ. Στους διδακτικούς στόχους θα αναφερθούμε λεπτομερέστερα στην επόμενη παράγραφο.

Ο σχεδιασμός της διδασκαλίας, δηλαδή οι διδακτικοί στόχοι, τα εποπτικά μέσα που θα χρησιμοποιηθούν, οι ερωτήσεις που θα υποβληθούν στους μαθητές, οι τυχόν ασκήσεις ή εργασίες που θα δοθούν για το σπίτι είναι αναγκαίο να καταγράφονται στο χαρτί και να τους έχει μπροστά του ο δάσκαλος την ώρα του μαθήματος (σχέδιο μαθήματος).

Σε όλο τον κόσμο οι εκπαιδευτικοί μπαίνουν στην αίθουσα διδασκαλίας έχοντας μαζί τους τις σημειώσεις τους, στις οποίες καταφεύγουν στη διάρκεια του μαθήματος. Στη χώρα μας δυστυχώς πολλοί εκπαιδευτικοί αρνούνται να χρησιμοποιήσουν σημειώσεις με το αιτιολογικό είτε ότι «τα έχουν όλα στο μυαλό τους» είτε γιατί έχουν το εγχειρίδιο ανοιχτό είτε διότι θεωρούν υποτιμητικό να ιδούν οι μαθητές ότι ο δάσκαλός τους συμβουλευεται τις πηγές του και δεν «τα ξέρει όλα απέξω». Βέβαια όλες οι δικαιολογίες είναι αβάσιμες. Ο δάσκαλος που πάει στη τάξη χωρίς γραπτή προετοιμασία, χωρίς δηλαδή καταγραμμένους τους στόχους, υπάρχει κίνδυνος να λησμονήσει μερικούς, ή στην καλύτερη περίπτωση να μην επεξεργαστεί ένα στόχο του μαθήματος. Ο αυτοσχεδιασμός της στιγμής ποτέ δεν οδηγεί στην επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Επίσης είναι αντιπαιδαγωγικό να καταφεύγει στο εγχειρίδιο, αφού δείχνει στους μαθητές του ότι και η δική του πηγή πληροφόρησης είναι το εγχειρίδιο. Ίσως η αντίληψη που επικρατούσε παλιότερα, που ήθελε δηλαδή το δάσκαλο παντογνώστη, δημιουργήσε τέτοια ψυχολογία στους εκπαιδευτικούς, που και σήμερα ακόμα θεωρούν ότι «πέφτουν στα μάτια των παιδιών» αν χρησιμοποιήσουν σημειώσεις στη διάρκεια του μαθήματος.

#### 6) Η πραγματοποίηση της διδασκαλίας.

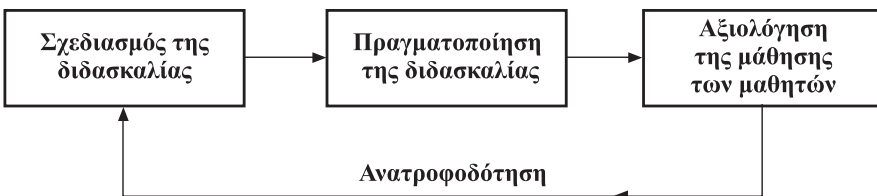
Συνήθως ο δάσκαλος μετά τη σύντομη ανακεφαλαίωση της προηγούμενης ενότητας, του ελέγχου των τυχόν εργασιών που είχε αναθέσει προετοιμάζει τους μαθητές νοητικά και συναισθηματικά για το νέο θέμα που πρόκειται να ερευνήσουν όλοι μαζί. Αυτός θέτει τα ερωτήματα ή δίνει τις πληροφορίες που ίσως χρειάζονται και αναθέτει στους μαθητές κάποιες δραστηριότητες που μπορεί να είναι π.χ η παρατήρηση κάποιου πειράματος που θα κάνει αυτός ή οι μαθητές. Ο ρόλος του είναι να κάνει ερωτήσεις, να θέτει προβλήματα. Αυτά πρέπει να αποτελούν τους στόχους που έχει θέσει. Ακολουθεί η συνέντευξη των ερωτημάτων ή προβλημάτων. Ο δάσκαλος συντονίζει τις δραστηριότητες, παρεμβαίνει και κατευθύνει τη συζήτηση και τη σκέψη των μαθητών στους στόχους. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν δυνατόν να γράφονται στον πίνακα ή στα τετράδια των μαθητών. Μετά από κάθε ερώτηση μεσολαβεί ένας νεκρός χρόνος για να μπορέσουν οι μαθητές να αυτοσυγκεντρωθούν, να συσχετίσουν, να συγκρίνουν, να κάνουν υποθέσεις και να καταλήξουν

σε κάποιο συμπέρασμα. Τα συμπεράσματα θα συζητηθούν στην τάξη με τη μικρότερη δική του παρέμβαση: Αυτό γιατί ο μαθητής πρέπει να ανακαλύψει μόνος του τη γνώση, αφού η μάθηση είναι προσωπική του υπόθεση. Η γνώση που προκύπτει κατ' αυτό τον τρόπο θα διατηρηθεί για πολύ καιρό στη μνήμη του μαθητή.

Κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων γίνονται σύντομες ανακεφαλαιώσεις για να ελέγξουν οι μαθητές αν αυτά που κατανόησαν είναι σωστά, για να επισημανθούν τα κυριότερα σημεία του μαθήματος και τέλος να εφοδιαστούν οι μαθητές με επιβεβαιωμένες γνώσεις, που θα τους βοηθήσουν στην επεξεργασία και των υπόλοιπων διδακτικών στόχων. Τελειώνοντας την επεξεργασία όλης της ενότητας γίνεται σύντομη ανακεφαλαιώση με σημεία αναφοράς τους διδακτικούς στόχους. Η ανακεφαλαιώση μπορεί να γίνει και με την προβολή διαφάνειας στον Overhead που ο δάσκαλος έχει ετοιμάσει γι' αυτό το σκοπό.

### γ) Η αξιολόγηση της διδασκαλίας.

Είναι απαραίτητο μετά την ολοκλήρωση όλων των δραστηριοτήτων που περιελάμβανε η πραγματοποίηση της διδασκαλίας, να γίνει και ο έλεγχος των αποτελεσμάτων. Να ελεγχθεί δηλαδή ο βαθμός μέχρι του οποίου οι μαθητές κατέκτησαν τους διδακτικούς στόχους. Αυτό μπορεί να γίνει εύκολα και αποτελεσματικά με ένα σύντομο τεστ αξιολόγησης που έχει ετοιμάσει ο δάσκαλος και του οποίου τα ερωτήματα αναφέρονται στους διδακτικούς στόχους. Το αποτέλεσμα του τεστ θα τον πληροφορήσει αν οι στόχοι που είχε θέσει επιτεύχθηκαν ή όχι. Στη δεύτερη περίπτωση είναι υποχρεωμένος να τροποποιήσει το σχεδιασμό που είχε κάνει και αν το ποσοστό αποτυχίας είναι πολύ μεγάλο, να επαναλάβει τη διδασκαλία με τροποποιημένους στόχους. Τα τρία μέρη της Διδασκαλίας συνδέονται μεταξύ τους όπως φαίνεται στο διάγραμμα.



### δ) Μερικές πρακτικές οδηγίες για τη διδασκαλία.

1. Η διδασκαλία των Φ.Ε. πρέπει να είναι περισσότερο ερευνητικές δραστηριότητες των μαθητών, παρά παρουσίαση θεωρίας στον πίνακα. Βοήθησε τους μαθητές σου να σκεφτούν κριτικά. Δείχτους πώς να αναζητούν την απόδειξη πριν πηδήσουν στο συμπέρασμα.
2. Οργάνωσε τις ερευνητικές δραστηριότητες των μαθητών με βάση αυτά τα στοιχεία:
  - α. Προκάλεσε τα παιδιά με ερωτήσεις.
  - β. Άφησέ τους να δουλέψουν χωρίς καταπίεση· η τάξη -«νεκροταφείο» δε βοηθάει στη μάθηση.
  - γ. Να είσαι ενήμερος ότι είναι δυνατόν να μην υπάρχει μία μόνο «σωστή» απάντηση ή μια πλήρης απάντηση.
  - δ. Ενθάρρυνε τους μαθητές να παρατηρούν και να συζητούν τις παρατηρήσεις τους.
  - ε. Κάνε πολλές ανοιχτές ερωτήσεις για να μην περιορίζονται τα πλαίσια της μελέτης.
  - στ. Δώσε έμφαση όχι μόνο στη γνώση, αλλά και στις διαδικασίες που ακολουθούμε, καθώς επίσης και σε «άπιαστα» πράγματα, όπως συναισθήματα, αξίες, στάσεις κ.τ.λ.
3. Τουλάχιστον μία ώρα την εβδομάδα να είναι προσέγγιση της διδασκαλίας «κάνοντας» και όχι «διαδίδοντας» γύρω από τις Φ.Ε.

## **1.8 Διδακτικοί στόχοι.**

Όπως αναφέραμε, οι ειδικοί σκοποί των Φ.Ε. μπορούν να αναλυθούν σε διδακτικούς στόχους, που είναι λεπτομερέστεροι και τους οποίους επιδιώκουμε σε κάθε διδασκαλία. Τους διδακτικούς στόχους είναι δυνατόν να διακρίνουμε σε: 1) γνωστικούς ή στόχους με βάση τη συμπεριφορά (behavioral objectives), 2) συναισθηματικούς και 3) ψυχοκινητικούς.

### α) Γνωστικοί στόχοι

Οι γνωστικοί στόχοι αποτελούν αλλαγές στη συμπεριφορά του μαθητή σαν αποτέλεσμα της μάθησης. Η διάκριση αυτή στηρίζεται στην ψυχολογική διάσταση της μάθησης. Δηλαδή οποιεσδήποτε αλλαγές να γίνουν στη σκέψη του μαθητή σαν αποτέλεσμα της μάθησης, αυτές θα εκτιμηθούν από εκείνο που αυτός μπορεί να «κάνει» μετά τη διδασκαλία και που δεν μπορούσε να το «κάνει» πριν.

Φυσικά το «κάνει» δεν αναφέρεται σε δεξιότητες των χεριών, αλλά περιλαμβάνει π.χ. ικανότητα στην επίλυση ενός προβλήματος, στην ερμηνεία ενός διαγράμματος κτλ. Μερικοί από τους γνωστικούς στόχους είναι δυνατόν να αναφέρονται στις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου, όπως την παρατήρηση, την ταξινόμηση κτλ.

Το κλειδί στον καθορισμό των γνωστικών στόχων είναι η χρησιμοποίηση ενεργητικού ρήματος στην αρχή της πρότασης, που δηλώνει μετρήσιμη ενέργεια. Ρήματα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι: κάνω, παριστάνω, κατασκευάζω, αποδεικνύω, μετρώ, ταξινομώ, υπολογίζω, παρατηρώ, υποθέτω, προβλέπω, εξηγώ, εφαρμόζω, αναλύω, ερμηνεύω, εντοπίζω, συσχετίζω, συμπεραίνω κτλ. Ωστόσο τα ρήματα κατανοώ, γνωρίζω, μαθαίνω δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διατύπωση διδακτικών στόχων. Δεν μπορούμε π.χ. να πούμε: να κατανοήσουν οι μαθητές το διάγραμμα, ακριβέστερο θα ήταν να πούμε: να ερμηνεύσουν το διάγραμμα, γιατί ο διδακτικός στόχος γίνεται περισσότερο μετρήσιμος και μπορεί ευκολότερα να ελεγχθεί η πραγμάτωσή του με την αξιολόγηση, αφού είναι εύκολο να δοθεί στους μαθητές ένα διάγραμμα και να τους ζητηθεί να το ερμηνεύσουν.

Οι γνωστικοί στόχοι μπορεί να διατυπωθούν σε μορφή ερωτημάτων και να εστιαστούν στα κύρια σημεία του μαθήματος. Με αυτό τον τρόπο κατευθύνουν τη διδασκαλία και προσανατολίζουν την προσοχή του μαθητή σε συγκεκριμένες ενέργειες. Οι διδακτικοί στόχοι προσδιορίζουν εν πολλοίς τη μέθοδο διδασκαλίας και τον τρόπο αξιολόγησης. Η καταγραφή γνωστικών στόχων βοηθάει το δάσκαλο να γνωρίζει τι θα διδάξει, πως θα το διδάξει και να αξιολογήσει αν οι μαθητές του το κατέκτησαν. Αυτού του είδους οι στόχοι αποτελούν καλό κριτήριο για τη διδασκαλία και τη μάθηση και γι' αυτό επιβάλλεται οι διδάσκοντες να προσπαθούν να τους ορίσουν με τη μεγαλύτερη ακρίβεια. Ωστόσο υπάρχει και η αντίθετη άποψη που υποστηρίζει ότι περιγράφοντας εκ των προτέρων σκοπούς και στόχους δημιουργούμε ένα κλειστό σύστημα, με αποτέλεσμα να περιορίζεται η δημιουργική διδασκαλία και ο δάσκαλος να μην έχει την δυνατότητα να κινηθεί εκεί που τον οδηγεί η φαντασία του. Κατά τη δική μας άποψη, η καταγραφή γνωστικών στόχων βοηθάει στην απόδοση της διδασκαλίας.

### β) Συναισθηματικοί στόχοι.

Στο παραδοσιακό σχολείο οι δάσκαλοι πιστεύουν ότι ο ρόλος τους είναι να μεταδίδουν μόνο γνώσεις, δηλαδή να αναπτύξουν

μόνο το γνωστικό τομέα. Αλλά ο μαθητής έχει και συναισθηματικό κόσμο. Τα συναισθηματικά του ενδιαφέροντα, όπως π.χ. εκτίμηση, ενδιαφέροντα, αξίες και στάσεις, πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη γιατί παίζουν βασικό ρόλο στη μάθηση. Οι σύγχρονοι παιδαγωγοί δίνουν στον τομέα αυτό μεγάλη σημασία, γιατί επιδρά καταλυτικά στη μάθηση, στην εκλογή του επαγγέλματος κτλ. Παραδείγματος χάρη από έρευνες που έγιναν αποδείχτηκε ότι πολλοί φοιτητές ακολουθούν σπουδές στις Φ.Ε. για συναισθηματικούς λόγους. Τέτοιοι λόγοι είναι η συγκίνηση που τους προκαλούσαν τα φυσικά φαινόμενα, η υπερηφάνεια ότι μπορούσαν να συνεισφέρουν στην ανάπτυξη της επιστήμης και με το έργο τους να ωφελήσουν το κοινωνικό σύνολο.

### γ) Ψυχοκινητικοί στόχοι

Οι ψυχοκινητικοί στόχοι αναφέρονται κυρίως στις δεξιότητες των χεριών και νοητικές. Θέτοντας τέτοιους στόχους στη διδασκαλία επιδιώκουμε να αποκτήσει ο μαθητής την ικανότητα να κατασκευάζει, να χειρίζεται μηχανές, να αποκτήσει τεχνικές ικανότητες που θα του είναι χρήσιμες όχι μόνο στη μάθηση, αλλά και στη ζωή.

## **1.9 Διδακτικές προσεγγίσεις.**

Κατά την άποψή μας, για να δομηθεί μια διδακτική προσέγγιση είναι απαραίτητο να στηρίζεται σε μια θεωρία μάθησης. Οι κυρίαρχες θεωρίες μάθησης και συνεπώς οι αντίστοιχες διδακτικές προσεγγίσεις που στηρίχτηκαν σε αυτές, είναι: **του μιχεθιορισμού ή συμπεριφορισμού, η ανακαλυπτική μάθηση και η θεωρία της ποικοδόμησης της γνώσης ή του κοστρουκτιβισμού.**

### α) Ο μιχεθιορισμός

Ο μιχεθιορισμός ή συμπεριφορισμός υποστηρίζει την άποψη ότι παρατηρώντας τη συμπεριφορά είναι δυνατό να καταλήξουμε σε συμπεράσματα για το φαινόμενο της μάθησης. Η μάθηση είναι αλλαγή της συμπεριφοράς λόγω των εμπειριών του υποκειμένου. Η επιστημολογία του μιχεθιορισμού είναι εμπειρική και θετικιστική. Τα πειράματα των Pavlov και Thorndike ενίσχυσαν την αξία της εμπειρίας στη μάθηση. Κατά τους εμπειριστές, η γνώση αποτελείται

από ιδέες που πρέπει να μπουν κατά κάποιο τρόπο στο μυαλό του ανθρώπου, μάλιστα αυτό μπορεί να γίνει ευκολότερα αν περάσουν μέσα από τις αισθήσεις.

Κατά τους μιχεβιοριστές, το μυαλό του μαθητή είναι άγραφο χαρτί, *tabula rasa*, πάνω στο οποίο ο δάσκαλος μπορεί να εγγράψει τη γνώση. Κατ' αυτούς, η μάθηση είναι παθητική, ληπτική και αναπαραγωγική διαδικασία. Η γνώση μεταδίδεται από το δάσκαλο και το εγχειρίδιο στο μαθητή. Είναι στατική και αντικειμενική. Η έμφαση δίνεται στην ποσότητα και το εύρος της γνώσης. Η αποτελεσματικότητα της μάθησης ελέγχεται με τεστ προόδου που δίνουν έμφαση στην κατοχή του περιεχομένου.

Το διδακτικό μοντέλο που στηρίζεται στη θεωρία του μιχεβιορισμού είναι δασκαλοκεντρικό. Ο δάσκαλος θεωρείται αυθεντία και οι μαθητές οφείλουν να αναπαράγουν τη γνώση όπως αυτή υπάρχει στα σχολικά εγχειρίδια και μεταδίδεται από αυτόν στην τάξη.

### β) Η ανακαλυπτική διδασκαλία της μάθησης.

Η ανακαλυπτική θεωρία της μάθησης βασίζεται στην αρχή ότι για να μάθει το υποκείμενο πρέπει να δράσει σε συγκεκριμένα αντικείμενα. Αποτέλεσμα αυτής της δράσης είναι η κατάκτηση του αφηρημένου ή η ανακάλυψη της γνώσης. Η μάθηση συντελείται μέσω συνεργατικών δραστηριοτήτων, επίλυση προβλημάτων και ανώτερων λειτουργιών της σκέψης. Άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και η παραγωγική ομιλία. Το ανακαλυπτικό μοντέλο μάθησης αγνοεί τις ιδέες των μαθητών, θεωρώντας το μυαλό τους ως άγραφο χαρτί.

Η γνώση ανακαλύπτεται μέσω της αλληλοεπίδρασης και του πλαισίου στο οποίο συντελείται. Είναι δυναμική και ζωντανή. Στηρίζεται στην εκμάθηση στρατηγικών και στην άσκηση στις επιστημονικές διαδικασίες. Η άσκηση στις διαδικασίες με την καθοδήγηση του διδάσκοντα μπορεί να οδηγήσει στην ανακάλυψη του περιεχομένου, δηλαδή στην ερμηνεία των φαινομένων, στην κατανόηση των εννοιών και των νόμων της φύσης. Η γνώση διακρίνεται για τον ποιοτικό της χαρακτήρα και όχι για την ποσοτική της διάσταση.

Η διδακτική προσέγγιση είναι μαθητοκεντρικά προσανατολισμένη, με το δάσκαλο στο ρόλο του καθοδηγητή και του οργανωτή καταστάσεων μάθησης. Οι μαθητές με τη βοήθεια του φύλλου εργασίας παρατηρούν, κάνουν μετρήσεις, καταγράφουν και συγκρίνουν

δεδομένα. Με τον τρόπο αυτό μετέχουν ενεργά στην οικοδόμηση της δικής τους γνώσης, ανακαλύπτοντας πράγματα για τον εαυτό τους. Το γεγονός ότι εργάζονται σε ομάδες, τους δίνει τη δυνατότητα της αλληλεπίδρασης μεταξύ ισοτίμων, η οποία είναι αποτελεσματικότερη στη μάθηση, από την καταλυτική παρουσία ακόμα και του ικανότερου δασκάλου.

### **1.10 Η εποικοδομητική προσέγγιση.**

Η θεωρία της μάθησης πάνω στην οποία στηρίζεται η προσέγγιση αυτή είναι η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κονστρουκτιβισμού, που στηρίζεται στις ιδέες των μαθητών.

#### **Οι ιδέες των μαθητών.**

Όπως είναι γνωστό, τα παιδιά πριν ακόμη φοιτήσουν στο σχολείο έχουν διαμορφώσει άποψη για τα φυσικά φαινόμενα και έχουν δώσει τη δική τους ερμηνεία γι' αυτά. Οι ιδέες των παιδιών για τα φυσικά φαινόμενα έχουν μια παγκοσμιότητα και συγκροτούν ερμηνευτικά μοντέλα. Αναφέρονται και με άλλα ονόματα όπως εναλλακτικές απόψεις, αυθόρμητες αντιλήψεις, παρανοήσεις κ.τ.λ. Τα παιδιά διαμορφώνουν τις ιδέες τους μέσω των αλληλεπιδράσεων, την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα και με αυτές προσπαθούν να ερμηνεύσουν πως λειτουργεί ο κόσμος. Επιπλέον αυτές τις ιδέες τις χρησιμοποιούν για να προβλέψουν και να ερμηνεύσουν ότι υποπίπτει στην αντίληψή τους.

Οι εναλλακτικές απόψεις των μαθητών μπορούν να ομαδοποιηθούν, έχουν γενικότητα και διαχρονική ισχύ παρόλο που μερικές απ' αυτές διαφοροποιούνται με την ανάπτυξη του μαθητή ή την επίδραση της διδασκαλίας.

Μερικές δε από αυτές είναι τόσο καλά εδραιωμένες που δεν αλλάζουν με τη διδασκαλία. Έτσι είναι δυνατόν οι μαθητές να εφαρμόζουν τις επιστημονικές ιδέες σε προβλήματα των εξετάσεων, αλλά να αδυνατούν να τις εφαρμόσουν εκτός σχολείου για την ερμηνεία των φυσικών φαινομένων.

Οι ιδέες δεν είναι απλές παρανοήσεις που ίσως οφείλονται σε κακή πληροφόρηση των μαθητών, αλλά πιθανόν να δημιουργούνται από κάποιους μηχανισμούς που αυτοί διαθέτουν και με αυτούς αντιλαμβάνονται ό,τι συμβαίνει γύρω τους.



### **1.11 Η θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης ή του κονστρουκτιβισμού (constructivism).**

Στην υπόθεση της εποικοδόμησης της γνώσης κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι ιδέες των μαθητών. Η γνώση είναι μεταβαλλόμενη και οικοδομείται από τον καθένα χωριστά γι' αυτό είναι υποκειμενική. Συνεπώς δεν μπορεί να μεταδοθεί από τον έχοντα και κατέχοντα στους μη έχοντες και μη κατέχοντες. Η μάθηση είναι συνήθως προϊόν της εννοιολογικής αλλαγής που επέρχεται στους μαθητές λόγω της γνωστικής σύγκρουσης στην οποία υποβάλλονται.

Η μάθηση θεωρείται ως εποικοδόμηση που γίνεται στο πλαίσιο της κοινωνίας της ομάδας.

Στη διδακτική προσέγγιση δίνεται έμφαση στις εποικοδομητικές αυτορρυθμιζόμενες και συνεργατικές διαδικασίες, όπως επίσης στην πολυπλοκότητα, στη δημιουργικότητα και στην ανοιχτή σκέψη.

Η εξουσία του δασκάλου είναι διακριτική και καθόλου ευδιάκριτη. Ο δάσκαλος εδώ προκαλεί και συντονίζει συζητήσεις, επιλέγει σύμφωνα με τις ιδέες των μαθητών τα κατάλληλα έργα τα οποία θα προκαλέσουν την εννοιολογική αλλαγή που είναι και ο κύριος σκοπός του. Ενδιαφέρεται για το ευχάριστο κλίμα στην τάξη ώστε οι μαθητές να αισθάνονται άνετα για να συμμετέχουν στις διαδικασίες και να απολαμβάνουν ότι συμβαίνει γύρω τους. Τους ενθαρρύνει για να σκέφτονται ελεύθερα, χωρίς το φόβο να χαρακτηριστούν λανθασμένα αυτά που λένε.

### **1.12 Η επιστημολογία της γνώσης.**

Η επιστημολογία πραγματεύεται τη φύση της επιστημονικής γνώσης καθώς και το πως αυτή παράγεται. Σήμερα αμφισβητείται το μονοσήμαντο της επιστημονικής γνώσης. Ο Kuhn, στο βιβλίο του *Δομή των επιστημονικών επαναστάσεων*, απορρίπτει τη μονιμότητα της επιστημονικής γνώσης. Υποστηρίζει ότι αυτή συνεχώς μεταβάλλεται. Η πορεία της εξέλιξης των ιδεών δεν είναι γραμμική και η απόκτησή της δεν έχει συσσωρευτικό χαρακτήρα. Η αντικειμενική πραγματικότητα δε συλλαμβάνεται μέσα από τις επιστημονικές έννοιες μεμιάς και για πάντα.

Σύμφωνα με τη θεωρία του κονστρουκτιβισμού, που είναι ένα σύνολο πίστεων περί τη γνώση, η γνώση αρχίζει με την αποδοχή της θέσης ότι η πραγματικότητα υπάρχει αλλά δεν μπορεί να γνωσθεί ως ένα σύνολο από αλήθειες (Osborne, 1996) Κατά τον Glasserferld

(1987) η γνώση δεν αντανακλά μια αντικειμενική πραγματικότητα αλλά αποτελεί αποκλειστικά τη διάταξη και οργάνωση ενός κόσμου αποτελούμενου από τις εμπειρίες μας.

Συνεπώς, ποτέ δεν είμαστε βέβαιοι ότι κατέχουμε την αλήθεια.

Παρόμοια αντίληψη ισχύει και για την απόκτηση της γνώσης από τους μαθητές.

Ο μαθητής ή, γενικότερα, το άτομο κατασκευάζει τη δική του προσωπική γνώση, σύμφωνα με την εποικοδομητική υπόθεση, ερμηνεύει με το δικό του τρόπο την πραγματικότητα που εξαρτάται από τις δικές του ιδέες και τις νοητικές του δομές.

Η γνώση ως προσωπικό κατασκεύασμα δεν μπορεί να είναι αντικειμενική αλλά προσωπικά και κοινωνικά προσδιορισμένη. Το κύρος της είναι προσωρινό και αξιολογείται από τους μαθητευόμενους σε βαθμό που ταιριάζει με την εμπειρία τους και το πόσο είναι χρήσιμη και το βαθμό στον οποίο εναρμονίζεται με τις γνωστικές τους δομές

Η γνώση εποικοδομείται ενεργά από τα υποκείμενα, δε μεταβιβάζεται αλλά ούτε γίνεται αποδεκτή παθητικά (Driver, 1989 Wheatley, 1991).

Κατά την Driver, η διαδικασία της εποικοδόμησης της γνώσης από το υποκείμενο είναι «αυτοαναφερόμενη διαδικασία», όπου γνωστικά σχήματα φέρονται στο προσκήνιο και διευθετούνται σε σχέση με το πόσο ταιριάζουν στην εμπειρία του ατόμου.

Οι επιστημολογικοί προσανατολισμοί της γνώσης και της μάθησης παρουσιάζονται στον πίνακα της σελίδας 27.

### **1.13 Οι ιδέες των μαθητών και τα αναλυτικά προγράμματα.**

Η εποικοδόμηση θέτει μια καινούρια βάση για το σχεδιασμό νέων αναλυτικών προγραμμάτων ή την αναθεώρηση των υπαρχόντων. Βέβαια για να αναπτυχθεί ένα νέο αναλυτικό πρόγραμμα χρειάζονται δύο πολύ σημαντικές προϋποθέσεις. Πρώτον, να υπάρχει μια καινούρια θεωρία μάθησης, που στην προκειμένη περίπτωση την παρέχει η εποικοδόμηση και δεύτερον, οι κοινωνικές απαιτήσεις για συγκεκριμένου τύπου εκπαίδευση να επιβάλλουν τη θεσμοθέτησή τους στο εκπαιδευτικό σύστημα. Για παράδειγμα, στην εποχή μας η κοινωνική απαίτηση για επιστημονικό και τεχνολογικό αλφαριθμητικό επιβάλλει αλλαγή του περιεχομένου του αναλυτικού προγράμματος.

**ΠΙΝΑΚΑΣ: Τρία μοντέλα επιστημολογικών προσανατολισμών  
(Berry and Sahlberg, 1996)**

Μεταδοτικό	Καινοτομικό	Μετασχηματιστικό
<b>Η φύση της γνώσης και της σκέψης</b>		
<p>Η γνώση μεταδίδεται από το δάσκαλο και το εγχειρίδιο στο μαθητή. Η γνώση είναι στατική και αντικειμενική, η σκέψη είναι κλειστή. Γραμμικά παραδείγματα (το παράδειγμα με την έννοια του Kuhn). Έμφαση δίνεται στην ποσότητα και στο εύρος της γνώσης.</p>	<p>Η μάθηση κερδίζεται μέσω της αλληλεπίδρασης μεταξύ του δασκάλου και του παισιού στο οποίο συντελείται. Η γνώση είναι δυναμική και ζωντανή. Η σκέψη βασίζεται στην εκμάθηση στρατηγικών. Δίνεται έμφαση στην ποιότητα και όχι στην ποσότητα της γνώσης.</p>	<p>Η γνώση είναι δυναμική, μεταβαλλόμενη και εποικοδομείται από το υποκείμενο. Η σκέψη εξαρτάται από το πλαίσιο, επίσημες και ανεπίσημες συζητήσεις είναι αναγκαίες όταν χτίζεται η κοινότητα των μαθητών.</p>
<b>Η αίσθηση της εξουσίας</b>		
<p>Η διδασκαλία είναι δασκαλοκεντρική. Δίνεται έμφαση σ' αυτή και ο μαθητής εξαρτάται από το δάσκαλο. Ο δάσκαλος είναι υπεύθυνος για τα μαθησιακά αποτελέσματα και για το σχεδιασμό του περιβάλλοντος της μάθησης.</p>	<p>Μαθητοκεντρική. Οι μαθητές είναι υπεύθυνοι για τη δική τους μάθηση μαζί με το δάσκαλο. Ο δάσκαλος έχει τον έλεγχο της κατάστασης, αλλά δεν είναι αυταρχικός. Υπάρχουν ισχυρά κίνητρα μάθησης.</p>	<p>Κοινότητα μαθητών. Δεν υπάρχει ευδιάκριτη εξουσία. Ο δάσκαλος χρησιμοποιεί τη δύναμη του περιβάλλοντος και της κοινότητας όταν δημιουργείται / μετασχηματίζεται νέα γνώση. Δίνεται έμφαση στην πολυπλοκότητα, στη δημιουργικότητα και στην ανοικτή σκέψη.</p>
<b>Έννοια της μάθησης</b>		
<p>Η μάθηση σημαίνει μεταφορά γνώσης και δεξιοτήτων από το δάσκαλο στο μαθητή. Η αποτελεσματικότητα της μάθησης ελέγχεται με τεστ προόδου (achievement tests) και δίνεται έμφαση στην κατόχη του περιεχομένου. Η μάθηση θεωρείται ως μια γραμμική και απλή πράξη.</p>	<p>Η μάθηση λαμβάνει χώρα μέσω συνεργατικών δραστηριοτήτων, επίλυσης προβλημάτων και ανώτερων λειτουργιών της σκέψης. Παραγωγική ομιλία και αλληλεπίδραση των μαθητών είναι αναγκαία χαρακτηριστικά της μάθησης.</p>	<p>Η μάθηση είναι αλλαγή στις εμπειρίες του υποκειμένου και στις αξίες. Δίνεται έμφαση στις εποικοδομητικές, αυτορρυθμιζόμενες και συνεργατικές διαδικασίες. Η μάθηση θεωρείται ως εποικοδομήση που γίνεται στο πλαίσιο της κοινότητας της ομάδας.</p>

Σημαντικό ρόλο στην κατασκευή του προγράμματος παίζουν το περιεχόμενο, οι διδακτικές στρατηγικές και τα μαθησιακά έργα. Η επιλογή του περιεχομένου του προγράμματος έχει σχέση και με αυτό που ονομάζουμε σχολική γνώση. Η σχολική γνώση προέρχεται από το μετασχηματισμό της επιστημονικής γνώσης που αποτελεί αυτό που η επιστημονική κοινότητα δέχεται σε μια δεδομένη χρονική στιγμή ως έγκυρο σώμα γνώσης. Επειδή αυτή είναι γνώση με υψηλό βαθμό αφαίρεσης και εκφράζεται με συμβολισμό, είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθεί στα σχολεία χωρίς το μετασχηματισμό της.

Η οργάνωση του περιεχομένου ενός εποικοδομητικού αναλυτικού προγράμματος είναι διαθεματική και αποτελεί την προοπτική του ερχόμενου αιώνα. Το κύριο στοιχείο της είναι οι ιδέες των μαθητών για τον κόσμο.

Τα στοιχεία του αναλυτικού προγράμματος που έχουν μια παγκοσμιότητα είναι οι Φυσικές Επιστήμες, τα Μαθηματικά, η Τεχνολογία και η Μελέτη του Φυσικού Περιβάλλοντος. Αν προσαρμοστούν τα παραπάνω μαθήματα στο πολιτισμικό και κοινωνικό περιβάλλον των διαφόρων χωρών, τότε δημιουργείται ένα αναλυτικό πρόγραμμα του οποίου το περιεχόμενο δομείται πάνω σε τρεις άξονες: Επιστήμη, Τεχνολογία και Κοινωνία.

Ο κύριος σκοπός ενός τέτοιου προγράμματος είναι ο λεγόμενος Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός, δηλαδή στοχεύει σε επιστημονικά και τεχνολογικά «εγγράμματους» πολίτες. Οι πολίτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιούν τις έννοιες, τις δεξιότητες και τις αξίες της επιστήμης για να παίρνουν τις καθημερινές τους αποφάσεις και αναγνωρίζουν τις δυνατότητες καθώς και τη χρησιμότητα της τεχνολογίας για την προαγωγή της ευημερίας του ανθρώπου.

Το εποικοδομητικό αναλυτικό πρόγραμμα εστιάζει στις δραστηριότητες που πραγματικά κάνουν οι μαθητές και όχι σ' αυτές που νομίζουν οι δάσκαλοι ότι κάνουν οι μαθητές. Με τις δραστηριότητες αυτές εποικοδομούν γνώσεις και δεξιότητες ανάλογα με την προηγούμενη γνώση του κάθε μαθητή. Το πρόγραμμα αυτό δίνει έμφαση τόσο στο περιεχόμενο όσο στις επιστημονικές διαδικασίες, ενώ το παραδοσιακό δίνει μόνο έμφαση στο περιεχόμενο και το ανακαλυπτικό στις διαδικασίες.

Οι γνώσεις που έχουν αποκτήσει οι μαθητές περιέχουν διαδικασίες και περιεχόμενο, εξελίσσονται, αλλάζουν, τροποποιούνται σύμφωνα με αυτό που επιθυμούμε.

### γ) Η εποικοδομητική προσέγγιση

Οι Driver και Oldham (1986) πρότειναν ένα μοντέλο της εποικοδομητικής προσέγγισης στη μάθηση και στη διδασκαλία που περιλαμβάνει τη φάση του **προσανατολισμού, της ανάδειξης των ιδεών των μαθητών, της αναδόμησης των ιδεών, της εφαρμογής των νέων ιδεών και της ανασκόπησης.**

#### **Η φάση του προσανατολισμού**

Είναι το ξεκίνημα της διδασκαλίας που είναι απαραίτητο να είναι καλά οργανωμένο, ώστε να τραβήξει την προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών.

Ο δάσκαλος εξηγεί με την έναρξη του μαθήματος τι πρόκειται να επακολουθήσει ώστε να αφοσιωθούν καλύτερα στις δραστηριότητες που θα διεξάγουν οι ίδιοι. Πρέπει με κάθε τρόπο να προκαλέσει το ενδιαφέρον και την περιέργεια των μαθητών.

Αυτό μπορεί να γίνει με την παρατήρηση ενός φαινομένου ή την παρουσίαση μιας συλλογής αντικειμένων, με την παρατήρηση μιας διαφάνειας στον ανακλαστικό προβολέα ανάλογα με τη διδακτική έννοια κ.τ.λ.

#### **Η φάση της ανάδειξης των ιδεών**

Σ' αυτή τη φάση οι μαθητές εκφράζουν προφορικά ή γραπτά τις ιδέες τους. Εδώ οι μαθητές εξωτερικεύουν τις ιδέες τους, ενώ ο δάσκαλος ανακαλύπτει τι σκέπτονται και τι μπορεί ο ίδιος να πράξει ώστε να προγραμματίσει τις διδακτικές στρατηγικές που προσφέρονται σε κάθε περίπτωση.

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι με τους οποίους μπορούμε να πετύχουμε ανάδειξη των ιδεών των μαθητών. Ο πιο απλός είναι να παρακολουθήσουμε τι λένε ή να κάνουμε διάλογο μαζί τους. Αυτό μπορεί να γίνει άτυπα σε εξατομικευμένη φάση κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων στην τάξη ή, πιο συστηματικά, σε συζήτηση μικρών ομάδων. Οι πρακτικές δραστηριότητες, τα ερωτηματολόγια, οι ατομικές εργασίες είναι τρόποι ανάδειξης των ιδεών. Ένας άλλος τρόπος είναι τα υποθετικά πειράματα, που ζητάμε από τους μαθητές να προβλέψουν τα αποτελέσματα κάποιων πειραμάτων που περιγράφουμε. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες δύο ή περισσότερων ατόμων, ο δάσκαλος τους δίνει τα κατάλληλα έργα, αυτοί ερ-

γάζονται στην αρχή ατομικά και στη συνέχεια συζητούν σε επίπεδο ομάδας. Οι μαθητές καταγράφουν τις απόψεις τους σε χαρτί που τις συγκεντρώνει ο δάσκαλος, ακολουθεί η κατηγοριοποίηση των απαντήσεων και έτσι βγαίνουν τα σημαντικότερα μοντέλα των ιδεών των μαθητών.

Η ύπαρξη των διαφορετικών μοντέλων είναι ένα πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί ώστε να επιλέγει ένα μοντέλο, το επιστημονικό. Η υιοθέτησή του επιδιώκεται στην επόμενη φάση.

### **Η φάση της αναδόμησης των ιδεών**

Στη φάση αυτή οι μαθητές ενθαρρύνονται να ελέγξουν τις ιδέες τους με σκοπό να τις επεκτείνουν, να αναπτύξουν ιδέες στην περίπτωση που δεν έχουν άποψη, ή να αντικαταστήσουν τις προϋπάρχουσες με άλλες. Επιδίωξη του διδάσκοντα είναι η αυτόβουλη και οικειοθελής μετατόπιση των παιδιών από τις δικές τους σε άλλες ιδέες, που είναι πλησιέστερα στο επιστημονικό πρότυπο. Αν στην προηγούμενη φάση είχαμε ζητήσει να προβλέψουν τα αποτελέσματα κάποιου «υποθετικού» πειράματος, σ' αυτή τη φάση τους ζητάμε να εκτελέσουν το πείραμα. Αν τα αποτελέσματα του πειράματος συμπίπτουν με την πρόβλεψη, τότε έχουμε επιβεβαίωση της υπάρχουσας γνώσης. Σε διαφορετική περίπτωση, έχουμε γνωστική σύγκρουση. Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των δύο ή τριών ατόμων και ακολουθούν γραπτές οδηγίες για το πως θα εκτελέσουν συγκεκριμένα έργα, τα αποτελέσματα των οποίων προσπαθούν να ερμηνεύσουν. Στόχος των έργων αυτών είναι να οδηγηθούν οι μαθητές σε αδιέξοδο, βλέποντας τη διάσταση ανάμεσα στο αναμενόμενο από αυτούς και το πειραματικό αποτέλεσμα. Θα οδηγηθούν μ' αυτόν τον τρόπο σε ενδοπροσωπική σύγκρουση. Αυτή η σύγκρουση θα τους κάνει να νιώθουν δυσαρεστημένοι, γεγονός που θα τους ωθήσει πιθανόν σε εννοιολογική αλλαγή. Αναλυτικότερα, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο δάσκαλος καθοδηγεί τους μαθητές να συγκρίνουν τις εναλλακτικές ιδέες τους με τρόπο συστηματικό, ώστε να είναι σε θέση να αναγνωρίσουν αποτελέσματα που δεν ταιριάζουν με την ιδέα που ερευνούν, ακόμα και αν αυτή είναι δική τους. Πάντως απαιτείται μεγάλη προσοχή όσον αφορά την επιλογή των κατάλληλων έργων, π.χ. πειράματα επίδειξης, που μπορεί να φαίνονται πολύ πειστικά στο δάσκαλο, είναι δυνατόν όμως να μην προκαλούν καμία εντύπωση στους μαθητές, αν οι τελευταίοι δεν έχουν κατανοήσει το σκοπό για τον οποίο γίνονται.

## **Η φάση της εφαρμογής**

Στη φάση αυτή τα παιδιά συσχετίζουν αυτό που έμαθαν με τις εμπειρίες τις καθημερινής ζωής. Θα πρέπει να τους δοθεί η ευκαιρία να βρουν πώς οι νέες ιδέες που απέκτησαν μπορούν να εφαρμοστούν στη λύση πραγματικών προβλημάτων. Η δυνατότητα που αποκτούν με τις καινούριες ιδέες να ερμηνεύουν φαινόμενα που δεν μπορούσαν πριν να τα ερμηνεύσουν, κατοχυρώνει την υιοθέτηση των απόψεων αυτών, επειδή ακριβώς αναγνωρίζουν την αξία τους και τη λειτουργικότητά τους.

## **Η φάση της ανασκόπησης**

Σ' αυτή τη φάση οι μαθητές πρέπει να αναγνωρίσουν τη σπουδαιότητα αυτών που ανακάλυψαν. Οι μαθητές θα πρέπει να συγκρίνουν τις αρχικές με τις νέες απόψεις τους. Συνειδητοποιούν την προηγούμενη με την τωρινή κατάσταση, καθώς και την γνωστική πορεία της αλλαγής. Αυτό αποτελεί μέσο αυτοελέγχου και είναι αυτό που ονομάζουμε μεταγνώση.

### **1.14 Τα εργαλεία των διδακτικών προσεγγίσεων**

Για να επιτευχθεί καλύτερο μαθησιακό αποτέλεσμα στη διδασκαλία χρησιμοποιούνται συνήθως έξυπνα τεχνάσματα ή εργαλεία για τις διδακτικές προσεγγίσεις (Κόκκοτας – Βλάχος – Καρανίκας 1995).

Ως τέτοια εργαλεία μπορούν να θεωρηθούν οι ερωτήσεις, οι σωκρατικοί διάλογοι, οι μεταφορές, οι αναλογίες, η λύση των προβλημάτων, η γνωστική σύγκρουση, οι σχηματικές αναπαραστάσεις του πλέγματος των εννοιών (Concept Mapping), η προσομοίωση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή κ.τ.λ.

## **Οι ερωτήσεις**

Οι ερωτήσεις στη διάρκεια της διδασκαλίας θεωρούνται εργαλεία για την επίτευξη των διδακτικών στόχων. Στα πλαίσια της εποικοδόμησης στοχεύουν στην αποκάλυψη του βαθύτερου πιστεύω του μαθητή με την έκφραση της προσωπικής και της αυθεντικής του γνώμης. Απευθύνονται σ' όλους τους μαθητές, και αποτελούν μια προέκταση της φάσης του προσανατολισμού.

Ακολουθούν ένα μικρό κείμενο, μια εικόνα ή μια σειρά από εικόνες, μια παρατήρηση ή ένα σχόλιο που ακούστηκε στη φάση του προσανατολισμού. Δομούνται συντακτικά κατά τέτοιο τρόπο ώστε να τονίζεται το προσωπικό στοιχείο, η έκφραση γνώμης και το κλίμα ελευθερίας μέσα στο οποίο θα γίνει η συζήτηση.

### Οι σωκρατικοί διάλογοι

Ο Σωκράτης, στην προσπάθειά του να εκμαιεύσει τις απόψεις των μαθητών εισήγαγε το διάλογο. Άφηνε τους συνομιλητές του να ομιλούν και μετά ρωτούσε. Με τον τρόπο αυτό διευκόλυνε τη διαπίστωση των αντιφάσεων των συνομιλητών του. Υποστηρίζεται (Βοσνιάδου & Brewer 1988) ότι στο σχολικό επίπεδο, η αναδιοργάνωση των γνώσεων πρέπει να προκύπτει από τις προσπάθειες του δασκάλου να κατευθύνει το παιδί στην οικοδόμηση ενός νέου σχήματος. Στο σωκρατικό μοντέλο ο δάσκαλος κατανοεί τις απόψεις του μαθητή, μπορεί να δημιουργεί τον κατάλληλο προβληματισμό και να τον κατευθύνει στη δημιουργία εννοιολογικά συνετών θεωριών.

Ο δάσκαλος θέτει συνεχώς ερωτήσεις με τέτοιο τρόπο ώστε κάθε ερώτηση να στηρίζεται στις προηγούμενες, κι έτσι οι μαθητές να καταλήξουν στις απόψεις που επιδιώκει ο δάσκαλος. Σύμφωνα με τη γενική άποψη, η γνώση είναι μια σύνδεση ανάμεσα στις κατάλληλες ερωτήσεις και τις σωστές απαντήσεις. Αυτή η σύνδεση εδώ γίνεται από τον ίδιο το μαθητή και έτσι εξασφαλίζει την κατανόηση της γνώσης.

### Η μεταφορά και η αναλογία στη διδασκαλία

Οι μαθητές, όταν προσεγγίζουν έναν τομέα που δεν τους είναι αρκετά οικείος, ανακαλούν στη μνήμη τους ένα πρόβλημα του οποίου γνωρίζουν τη λύση και που το θεωρούν ανάλογο με το προς επίλυση πρόβλημα, δηλαδή ανατρέχουν στον αναλογικό συλλογισμό.

Η μεταφορά μπορεί να θεωρηθεί ως μέσο επικοινωνίας και ως εργαλείο σκέψης αφού με τη χρήση του λόγου συμβάλλει στην επέκταση των δυνατοτήτων μας για επικοινωνία. Διευκολύνει τη δραστηριότητα κωδικοποίησης και ανάκλησης των πληροφοριών από τη μνήμη και δελτιώνει έτσι την ικανότητα του υποκειμένου να θυμάται.

Κατά τον (Ortony, 1979), η μεταφορά στον προφορικό λόγο



μεταφέρει τα επιπλέον μηνύματα που δεν κωδικοποιούνται στη γλώσσα. Στο γραπτό λόγο όμως, η χρήση της είναι δύσκολη και ίσως σε μερικές περιπτώσεις επικίνδυνη επειδή μπορεί να δημιουργήσει παρανοήσεις. Ο συγγραφέας όμως, εάν γνωρίζει σε ποιόν αναγνώστη απευθύνεται, μπορεί να χρησιμοποιήσει μεταφορές που διευκολύνουν τη μάθηση.

Αλλά το πρόβλημα που τίθεται στη μεταφορά είναι αν οι μαθητές γνωρίζουν τη γνώση που υποδηλώνεται στη μεταφορά, δηλαδή όταν το εννοιολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιεί το παιδί για να ερμηνεύσει ένα φαινόμενο είναι διαφορετικό από αυτό του δασκάλου. Αν ο δάσκαλος όμως έχει μελετήσει το τι στοχεύει να μάθει ο μαθητής για κάποια συγκεκριμένη έννοια, τότε η μάθηση θα διευκολύνεται με τη μεταφορά.

Ο ρόλος της μεταφοράς είναι πολυδιάστατος στη διδασκαλία και στη μάθηση (Petrie, 1986). Μεταφέρει μάθηση και κατανόηση από κάτι που είναι πολύ γνωστό σε κάποιο άλλο που είναι λιγότερο γνωστό, μεταφέρει νοήματα και κατανόηση μέσω της σύγκρισης (Stight, 1987). Οι μεταφορές είναι απαραίτητες για τη μάθηση στην οποία η γνώση είναι αποτέλεσμα ριζοσπαστικής αναδιοργάνωσης, βοηθούν στην υπερνίκηση ορισμένων γνωστικών περιορισμών, η χρήση τους υποδηλώνει την ανακάλυψη σχέσεων μεταξύ φαινομενικά ξεχωριστών περιοχών και εξερευνά το βαθμό που αυτές σχετίζονται.

### **Η επίλυση των προβλημάτων**

Όσοι υποστηρίζουν τη θεωρία της εποικοδόμησης της γνώσης δέχονται ότι η μάθηση μέσω της επίλυσης των προβλημάτων είναι μια πολύ καλή προσέγγιση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Δεν εφαρμόζεται μόνο στις Φυσικές Επιστήμες αλλά και σε άλλα μαθήματα όπως στα Μαθηματικά. Τα προβλήματα που χρησιμοποιούνται είναι ανοικτού τύπου, υπάρχει δηλαδή η «καλύτερη» λύση και όχι η μοναδική σωστή λύση.

Η στρατηγική της μάθησης μέσω επίλυσης προβλημάτων εφαρμόζεται σε ομάδες μαθητών και λιγότερο σε μεμονωμένα άτομα. Οι μαθητές είναι υποχρεωμένοι να βρουν μόνοι τους τον τρόπο με τον οποίο θα εργαστούν στα προβλήματα και επειδή αναφέρονται στην καθημερινή ζωή τους προκαλούν το άμεσο ενδιαφέρον. Ο ρόλος του δασκάλου είναι συμβουλευτικός. Αυτός δομεί το υλικό κατά τέτοιο τρόπο ώστε η επίλυση του προβλήματος να προκύπτει ως ένα φυσικό μέρος της διδασκαλίας.

Η προσέγγιση που ακολουθεί είναι παρόμοια με αυτή της εποι-

κοδομητικής μάθησης. Χρησιμοποιεί τις ιδέες των μαθητών και τις δεξιότητές τους, επιβάλλει τη συζήτηση των ιδεών της ομάδας, τις σκέψεις και τις γνώσεις τους. Η ευθύνη της μάθησης μετατίθεται στους μαθητές, αφού είναι δική τους απόφαση ποια θα επιλεγεί ως καλύτερη λύση.

Κατά τους Bentley και Watts 1992, η στρατηγική της επίλυσης προβλημάτων βοηθάει τους μαθητές να γίνουν κάτοχοι ενός έργου μάθησης. Είναι μια μορφή ενεργητικής και ανακαλυπτικής μάθησης στην οποία οι μαθητές μαθαίνουν αποτελεσματικά, όταν μετέχουν ενεργά σε ενδιαφέροντα έργα. Είναι μέσο για τη διδασκαλία πολλών επιστημονικών δεξιοτήτων και για τη διδασκαλία του περιεχομένου της επιστήμης. Παρέχει την ευκαιρία αντιμετώπισης πραγματικών προβλημάτων της ζωής και αποτελεί μία από τις υψηλότερες και πολυπλοκότερες μορφές της ανθρώπινης νοητικής δραστηριότητας.

Για την επίλυση ενός προβλήματος το άτομο έχει ένα σκοπό, που για να επιτευχθεί πρέπει να μετατοπίσει ένα εμπόδιο δηλαδή ισχύει η σχέση:

**Πρόβλημα = σκοπός + εμπόδιο**

Οι δραστηριότητες, πνευματικές ή φυσικές, στις οποίες προδίδει κάποιος για την επίτευξη του σκοπού μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελούν τη λύση του προβλήματος. Τα στοιχεία, οι σχέσεις και οι συνθήκες αποτελούν τα δεδομένα του προβλήματος και συνθέτουν την αρχική του κατάσταση.

Το εμπόδιο που εξαρτάται από το λύτη και τη θέση του προβλήματος, τον δυσκολεύει να μετασχηματίσει την αρχική κατάσταση του προβλήματος σ' αυτή που επιθυμεί.

Επίλυση του προβλήματος είναι η ενεργή διαδικασία προσπάθειας να γίνει αυτός ακριδώς ο μετασχηματισμός. Η **μεταγνώση**, δηλαδή τι γνωρίζουμε για το πώς γνωρίζουμε, τον καθοδηγεί στην επίλυση του προβλήματος. Είναι απαραίτητο ο λύτης να αναγνωρίσει και να καθορίσει το πρόβλημα. Αφού συμβεί αυτό, κάνει ένα «νοητικό χάρτη» των στοιχείων, των σχέσεων και των σκοπών του προβλήματος.

Η πληροφορία εισέρχεται νοητικά και ερμηνεύεται από την αρχική κατάσταση.

Οι εσωτερικές αναπαραστάσεις επιτρέπουν στα άτομα να κατανοήσουν ένα πρόβλημα και να σκεφτούν για τη λύση του. Η επίλυση

προβλημάτων αφορά την κατασκευή ενός νοητικού μοντέλου που πολλές φορές αποτελεί τη διαδικασία της συγκεκριμενοποίησης.

### **Σχηματικές αναπαραστάσεις του πλέγματος των εννοιών των μαθητών**

Οι σχηματικές αναπαραστάσεις των εννοιών και των διασυνδέσεων που υπάρχουν μεταξύ τους, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για το δάσκαλο και αναφέρονται ως «χάρτης εννοιών». Οι έννοιες και η διαπλοκή τους σχετίζονται με τις απαντήσεις των μαθητών όταν περιγράφουν καταστάσεις ή μεταβολές. Η σύγκριση του χάρτη ιδεών των μαθητών και αυτού που στοχεύουμε να έχουν στο τέλος μιας σειράς μαθημάτων, μας επιτρέπει να σχεδιάσουμε τη διδακτική μας πορεία.

### **Οι προσομοιώσεις σε ηλεκτρονικό υπολογιστή**

Ο άνθρωπος στην προσπάθειά του να ερμηνεύσει τον κόσμο που τον περιβάλλει, να προβλέψει την αρχή και την εξέλιξη των γεγονότων και των φαινομένων, τη λειτουργία συστημάτων, δημιουργεί νοητικές αναπαραστάσεις ή νοητικά μοντέλα. Με βάση αυτά τα μοντέλα κατασκευάζει ένα νέο τεχνητό κόσμο, που μιμείται, αναπαριστά, ή αναπαράγει την πραγματικότητα (Ράπτης, 1997). Επιχειρείται με εικόνες, χάρτες, προπλάσματα κ.λπ. μια αισθητοποίηση και οπτικοποίηση της πραγματικότητας με στατικό χαρακτήρα. Οι υπολογιστές όμως παρέχουν στο χρήστη πιο δυναμικά μοντέλα μέσα από ειδικά πακέτα λογισμικού, ηλεκτρονικά βιβλία, προγράμματα προσομοίωσης και κίνησης. Στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών ο υπολογιστής είναι ένα εργαλείο για να κατανοήσει ο μαθητής τους νόμους, τις αρχές, τα φαινόμενα της φύσης και πιο πολύ αυτά του μικρόκοσμου.

Με τη βοήθεια αισθητήρων και απτήρων που είναι συνδεδεμένοι με τον υπολογιστή, παρατηρεί και μελετά τη σταδιακή εξέλιξη ενός φαινομένου.

Είναι δυνατόν επίσης να μεταβάλλει κάποιες παραμέτρους, να εισάγει δεδομένα και να συγκρίνει το ίδιο φαινόμενο σε διαφορετικές καταστάσεις.

Τέτοια προγράμματα βοηθούν στην ενίσχυση των αντιλήψεων του μαθητή, την απόκτηση γνώσεων και τη δημιουργία σαφών αναπαραστάσεων.

## 1.15 Κοινά χαρακτηριστικά των εποικοδομητικών προσεγγίσεων

### α) Η εργασία σε ομάδες

Αν η υπόθεση της εποικοδομητικής μάθησης είναι σωστή, όπως όλες οι ενδείξεις συντείνουν, τότε εκτός των άλλων, επιβάλλεται αλλαγή και στη δομική οργάνωση της τάξης, ώστε να διευκολύνεται η συνεργασιακή λειτουργία. Το γεγονός ότι οι μαθητές οικοδομούν τη γνώση ο καθένας για τον εαυτό του, δε σημαίνει ότι αυτό συμβαίνει σε απομόνωση από τους άλλους. Ο Piaget περιέλαβε ως έναν από τους κύριους παράγοντες ανάπτυξης της γνώσης την κοινωνικοποίηση. Η συμμετοχή σε μικρές ομάδες επίλυσης προβλημάτων μπορεί να προκαλέσει γνωστική ανισορροπία, έτσι ώστε να υπάρξει μια μετρήσιμη αλλαγή στο χρόνο οικοδόμησης της γνώσης (Haste, 1987). Εξάλλου οι Doise και Mugny (1984) έχουν αποδείξει ότι παιδιά που δουλεύουν κατά ζεύγη ή κατά ομάδες για την επίλυση προβλημάτων παράγουν περισσότερο επαρκείς λύσεις παρά όταν εργάζονται μόνα τους. Η κοινωνική διαδικασία της συζήτησης και του διαλόγου ενεργεί ως καταλύτης για τη σκέψη. Η ευκαιρία να προτείνουν, να απορρίψουν ή να ανακοινώσουν νέες ιδέες βοηθάει τα παιδιά να συνθέσουν και να σταθεροποιήσουν τη σκέψη τους. Αυτό υποδηλώνει ότι κατανοούν καλύτερα τις έννοιες όταν συνεργάζονται. Όταν τα παιδιά εργάζονται σε μικρές ομάδες διεγείρονται από τις προκλήσεις που δέχονται οι ιδέες τους και κατ' αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζουν την ανάγκη να τις οργανώσουν ξανά και να τις αναθεωρήσουν. Η ίδια η πράξη της τυποποίησης μιας έκφρασης των απόψεων προωθεί μια ανακλαστική πνευματική διεργασία που στη συνέχεια οδηγεί στην αναθεώρηση. Δεν είναι ασυνήθιστο για τους ανθρώπους να τροποποιούν τις θέσεις τους όταν βρεθούν σε επικοινωνία με συνανθρώπους τους στα πλαίσια μιας μικρής ομάδας.

Κατά την άποψή μας η εργασία των μαθητών σε ομάδες έχει μια κοινωνική συνιστώσα που είναι πολύ σημαντική. Στην εποχή μας, περισσότερο ίσως από κάθε άλλη φορά, το άτομο είναι απομονωμένο λόγω των συνθηκών ζωής, παρόλο που το χαρακτηριστικό του είναι η ανάγκη επικοινωνίας και δημιουργίας σχέσεων με τους συνανθρώπους του. Αυτή η κοινωνική απομόνωση μπορεί να καταπολεμηθεί στο σχολείο, αν οι μαθητές αποκτήσουν τη συνήθεια να επικοινωνούν και να συνεργάζονται. Για να υπάρξει ωστόσο επι-

κοινωνία απαιτείται ένα ευρύ φάσμα κοινωνικών δεξιοτήτων.

Στο επίπεδο της τάξης η λέξη «επικοινωνία» σημαίνει «μοιράζομαι τις ιδέες μου με άλλους». Βέβαια οι ιδέες που αναπτύσσουμε και που αλλάζουν συνέχεια δε θα είχαν πολύ σημασία αν δεν τις μοιράζομαστε με το κοινωνικό μας περιβάλλον. Αυτό αφορά τόσο στο σύγχρονο σχολείο, όπου εφαρμόζεται η εποικοδομητική προσέγγιση, οπότε ο κάθε μαθητής μαθαίνει και από τους συμμαθητές του, όσο και στο παραδοσιακό πρότυπο, όπου όλη η διδασκαλία δεν είναι μετωπική, αλλά επιβάλλεται η εργασία των μαθητών σε ομάδες.

Η εργασία σε ομάδες έχει ξεχωριστή σημασία στο μάθημα των Φυσικών Επιστημών. Θα λέγαμε ότι αποτελεί βασικό εργαλείο για την επίτευξη επικοινωνίας στο μάθημα αυτό. Η ομάδα είναι ο μηχανισμός για συνεργατική και συναδελφική μάθηση και εξασφαλίζει την εξερεύνηση, την κατανόηση και την επίδραση πάνω στις ιδέες των μελών για μια συγκεκριμένη έννοια των Φ. Ε.

Όπως γνωρίζουμε, υπάρχουν πολύ λίγες περιοχές των Φ. Ε. όπου οι μαθητές δεν έχουν καμιά εμπειρία. Όλοι τους έρχονται στο μάθημα με κάποιες δικές τους ιδέες, γεγονός που επιβάλλει οι ιδέες αυτές να εξερευνηθούν με την ομιλία, την καταγραφή, τον πειραματισμό, τον έλεγχο και τη σύγκριση με τις ιδέες των άλλων. Η εργασία σε ομάδες είναι ωφέλιμη, όταν καθένας μαθαίνει από τις ιδέες και τις δυνατότητες των άλλων. Θα λέγαμε ότι για να κατανοήσουν οι μαθητές τις επιστημονικές έννοιες θα πρέπει πρώτα να μάθουν να τις μοιράζονται.

Υποστηρίζεται (Bentley & Watts, 1992) ότι η εργασία σε ομάδες είναι αποδοτική όταν:

1. Περιλαμβάνει δύο ή περισσότερα πρόσωπα που εργάζονται για έναν κοινό και διαπραγματεύσιμο σκοπό μέσα από ένα κοινό σχέδιο δράσης που όλοι το αποδέχονται.
2. Τα μέλη της ομάδας έχουν διαφορετικούς ρόλους τους οποίους αποδέχτηκαν ύστερα από διαπραγμάτευση και κοινή συμφωνία.
3. Κάθε μέλος έχει την ευχέρεια να συνεισφέρει με τις δεξιότητές του στο κοινό έργο.
4. Η ατμόσφαιρα είναι τέτοια που να επιτρέπει σε κάθε μέλος να μαθαίνει από τα υπόλοιπα.
5. Τα μέλη ενθαρρύνονται να εργαστούν χρησιμοποιώντας το μέγιστο των δυνατοτήτων τους και είναι προετοιμασμένα να μοιράζονται τις ικανότητές τους και να υπερβαίνουν τις αδυναμίες τους ώστε να προαχθεί το έργο της ομάδας.

6. Μεταξύ των μελών της ομάδας ενθαρρύνεται ένα εργασιακό περιβάλλον εμπιστοσύνης και συνεργατικής ευθύνης.

Στην εργασία κατά ομάδες σημαντικό ρόλο παίζει ο τρόπος συγκρότησης της ομάδας, καθώς επίσης και η απασχόληση των μελών της με κατάλληλα έργα.

Η επικοινωνία δεν είναι μόνο ένα αναγκαίο στοιχείο για την εκμάθηση των επιστημονικών εννοιών, αλλά υπάρχουν και ευρύτεροι λόγοι που την επιβάλλουν. Ας δούμε πώς τη βλέπουν οι μαθητές από τη δική τους σκοπιά: «Καθόμουν σε μια αίθουσα με άλλους 30. Λίγοι μαθητές είχαν μιλήσει... πολλές ώρες την εβδομάδα το μάθημα με αυτή τη μεγάλη ομάδα, με έκανε να νιώθω απομονωμένος, αδύναμος, ανασφαλής, μη συνεργάσιμος και εχθρικός προς αυτούς που κατηγορούσα για τα αισθήματά τους... Η εμπειρία μου από τη διδασκαλία αυτής της μεγάλης ομάδας ήταν εντελώς αντίθετη από την εμπειρία μου ως μέλους της μικρής ομάδας στο τέλος της εβδομάδας. Η ομάδα των δέκα διέφερε από τη μεγάλη ομάδα στο μέγεθος και το σχήμα, αλλά όχι στην οργάνωση ή τη δομή. Και τα δύο γκρουπ είχαν ένα άτομο υπεύθυνο... αλλά οι δέκα κάθονταν σε κύκλο και ήταν σε θέση να βλέπει ο ένας τον άλλο... αυτό οδήγησε προοδευτικά σε εκτεταμένη συζήτηση, μας βοήθησε να είμαστε ανοιχτοί, ζεστοί και να υποστηριζόμαστε, με αίσθημα κοινής ευθύνης» (Ollerenshaw & Ritchie, 1993). Από μια γενικότερη θεώρηση, η εργασία σε ομάδες βοηθάει στην ανάπτυξη κοινωνικής συνείδησης, στην προσαρμογή στο ομαδικό πνεύμα, στην ικανότητα συμβίωσης, στην ενότητα δράσης, στην οργανωτικότητα, στο σεβασμό στους ομαδικούς κανόνες (Τριλιανός, 1988).

### δ) Η σημασία της συζήτησης στην ομάδα

Όταν ο μαθητής μιλάει στην ομάδα, το πρώτο που επιτυγχάνει είναι να ανακαλύψει ο ίδιος τι ακριβώς σκέπτεται και λιγότερο να πείσει τους υπόλοιπους γι' αυτά που υποστηρίζει. Ωστόσο κατά τη διάρκεια της συζήτησης στην ομάδα μιας ορισμένης ιδέας που έφερε κάποιος προστίθενται νέα στοιχεία, έτσι ώστε αυτή να αναπτύσσεται σε άλλη κατεύθυνση ή να αφαιρούνται από αυτή ορισμένες απόψεις.

Επιπλέον τα παιδιά έχουν την ευκαιρία να επαναφέρουν στη μνήμη τους ό,τι έχουν κάνει και να το παρουσιάσουν τόσο στον εαυτό τους όσο και στην ομάδα. Η σύγκριση των εμπειριών βοηθάει στη σύνδεση των σκέψεων με τα γεγονότα με αποτέλεσμα την ανά-

πτυξη των εννοιών. Αλλά και η ίδια η πρακτική δραστηριότητα στην οποία εμπλέκεται συνήθως η ομάδα κερδίζει πολύ από την αξία της, όταν αποτελεί τη βάση για συζήτηση και γραφή.

Στο παραδοσιακό σχολείο η παραπάνω αντίληψη δεν είναι κυρίαρχη. Δεν επιτρέπεται στους μαθητές να συζητούν μεταξύ τους γι' αυτό που κάνουν. Στο τέλος μιας δραστηριότητας ή ενός πειράματος επίδειξης γράφουν κάτι ή συνηθέστερα λύνουν κάποιο πρόβλημα κατά τρόπο μηχανιστικό. Είναι δύσκολο να αλλάξει κανείς αυτές τις καταστάσεις που όχι μόνο δεν αποτελούν μάθηση, αλλά έχουν ίσως αρνητική αξία γι' αυτή. Είναι βασικό να πειστούν οι δάσκαλοι για το σπουδαίο ρόλο της συζήτησης στην τάξη. Αν αυτή γίνει σωστά, το κέρδος είναι σημαντικό. Βέβαιο πάντως είναι ότι το αποτέλεσμα αυτής της συζήτησης είναι αργή αλλαγή της αντίληψής μας για τον κόσμο. (Association for Science Education, 1980).

Ο Barnes (1976) ερεύνησε το ρόλο της ομιλίας των μαθητών σε ομαδικά έργα και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι είναι πολύ σπουδαία η ανταλλαγή απόψεων σε ιδέες που «προκαλούν». Αυτός υποστηρίζει ότι η ιδέα ενός μαθητή γίνεται αντικείμενο επεξεργασίας από ένα δεύτερο και κάποτε αντικρούεται από έναν τρίτο. Αυτό ακριβώς ενθαρρύνει την εννοιολογική αλλαγή μέσω της αναζήτησης μιας κοινά αποδεκτής άποψης με πρακτική έρευνα.

Βέβαια το όφελος δεν είναι μόνο οι ιδέες ή οι έννοιες που τίθενται υπό έλεγχο, αλλά και ο τρόπος με τον οποίο έγινε μια πρόβλεψη. Όταν πολλά μυαλά, παιδικά έστω, συνεργάζονται στο ίδιο έργο υπάρχει μικρότερη πιθανότητα οι ιδέες να ελεγχθούν κατά ένα επιφανειακό ή μη αντικειμενικό τρόπο από ότι θα συνέβαινε αν ένας μαθητής εργαζόταν μόνος του, χωρίς κάποιος άλλος να ελέγχει όσα εκείνος κάνει.

Επειδή η γλώσσα είναι το μέσον επικοινωνίας και στην προκειμένη περίπτωση το μέσο με το οποίο οι ιδέες και οι διαδικασίες ελέγχονται και δημιουργείται συζήτηση, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η ομιλία είναι αναγκαία στη μάθηση. Επιπλέον για να κατανοήσουν οι μαθητές τη γλώσσα ως ένα ερμηνευτικό εργαλείο και όχι ως ένα σύνολο ετικετών πρέπει να έχουν οι ίδιοι ευκαιρίες να τη χρησιμοποιούν. Γι' αυτό θα πρέπει συχνά να συναντούν επιστημονικές έννοιες οι οποίες όμως θα παρουσιάζονται ως σκέψεις για συζήτηση και προβληματισμό και λιγότερο ως ετοιμοπαράδοτες πληροφορίες. Είναι σημαντικό να παρουσιάζουν οι μαθητές τις απόψεις τους, να τις συζητούν μεταξύ τους και να προβληματίζονται πάνω σ' αυτές. Η συζήτηση και ο προβληματισμός λειτουργούν συμπλη-

ρωματικά. Η ξεκάθαρη έκθεση των απόψεων από το δάσκαλο για κάποια έννοια ή φαινόμενο είναι η μία συνιστώσα, μάθηση όμως σημαίνει ό,τι συμβαίνει στην τάξη, ό,τι έχει νόημα για τους μαθητές, ό,τι λέγεται ή γράφεται στην τάξη. Τα μαθήματα που οργανώνονται σε αυτή τη βάση πρέπει να παρέχουν χρόνο για προβληματισμό και να ξαναδιατυπώνουν οι μαθητές αυτό που κατανοούν ότι αποτελεί τις κεντρικές ιδέες. Στην πράξη για πολλούς λόγους δε δίνεται χρόνος για έργα αυτού του είδους.

### **1.16 Σχηματικές αναπαραστάσεις του πλέγματος των εννοιών των μαθητών, εννοιολογικοί χάρτες (Concept Mapping).**

Σύμφωνα με τους P.N.Johnson και P.C. Wason (1985) , «οι έννοιες είναι το νομισματικό σύστημα της σκέψης, ...χωρίς εννοιολογικό σύστημα η σκέψη θα ήταν αδύνατη, γιατί κάθε συμβάν ή οντότητα θα ήταν μοναδικά». Οι έννοιες διακρίνονται σε συγκεκριμένες και αφηρημένες, λεξικογραφικές, σαφείς και ασαφείς, μονοσήμαντες και πολυσήμαντες κ.ά., σύμφωνα με τις θεωρητικές θέσεις διαφόρων ερευνητών. Οι έννοιες κατά την Weill-Barais (1994) διακρίνονται σε αυτές που προκύπτουν από κατηγοριοποίηση (Κατηγορικές) και σε Προτασιακές (Propositional) που προκύπτουν από αποφαιτικές προτάσεις οι οποίες αναφέρονται στη συσχέτιση μεταξύ εννοιών.

Οι έννοιες και οι σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους συγκροτούν τα εννοιολογικά πλαίσια των μαθητών τα οποία προϋπάρχουν της διδασκαλίας και τα οποία δεν αλλάζουν εύκολα ούτε οι αλλαγές που προκύπτουν κινούνται προς την επιθυμητή από τους διδάσκοντες κατεύθυνση (παρανοήσεις των μαθητών).

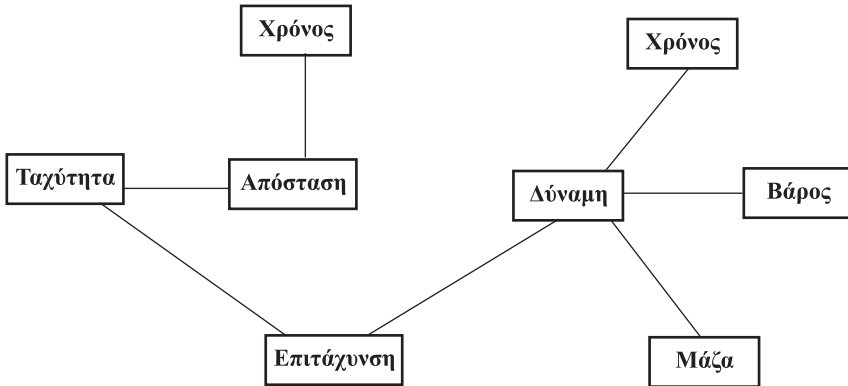
Οι εννοιολογικοί χάρτες απεικονίζουν με απλό τρόπο τα εννοιολογικά πλαίσια των μαθητών και έτσι προσδιορίζουν τις αλλαγές που πρέπει να τεθούν ως διδακτικοί στόχοι ή τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη διδασκαλία.

Οι εννοιολογικοί χάρτες, επίσης, μπορεί να αποδώσουν εξίσου αποτελεσματικά τις έννοιες που συμπεριλαμβάνονται σε μια επιστημονική θεωρία ή στην περιγραφή ή την ερμηνεία ενός φαινομένου.

Η εικόνα 1 είναι ο εννοιολογικός χάρτης ενός μαθητή της Α' Λυκείου, μετά από τη διδασκαλία των εννοιών της Μηχανικής.



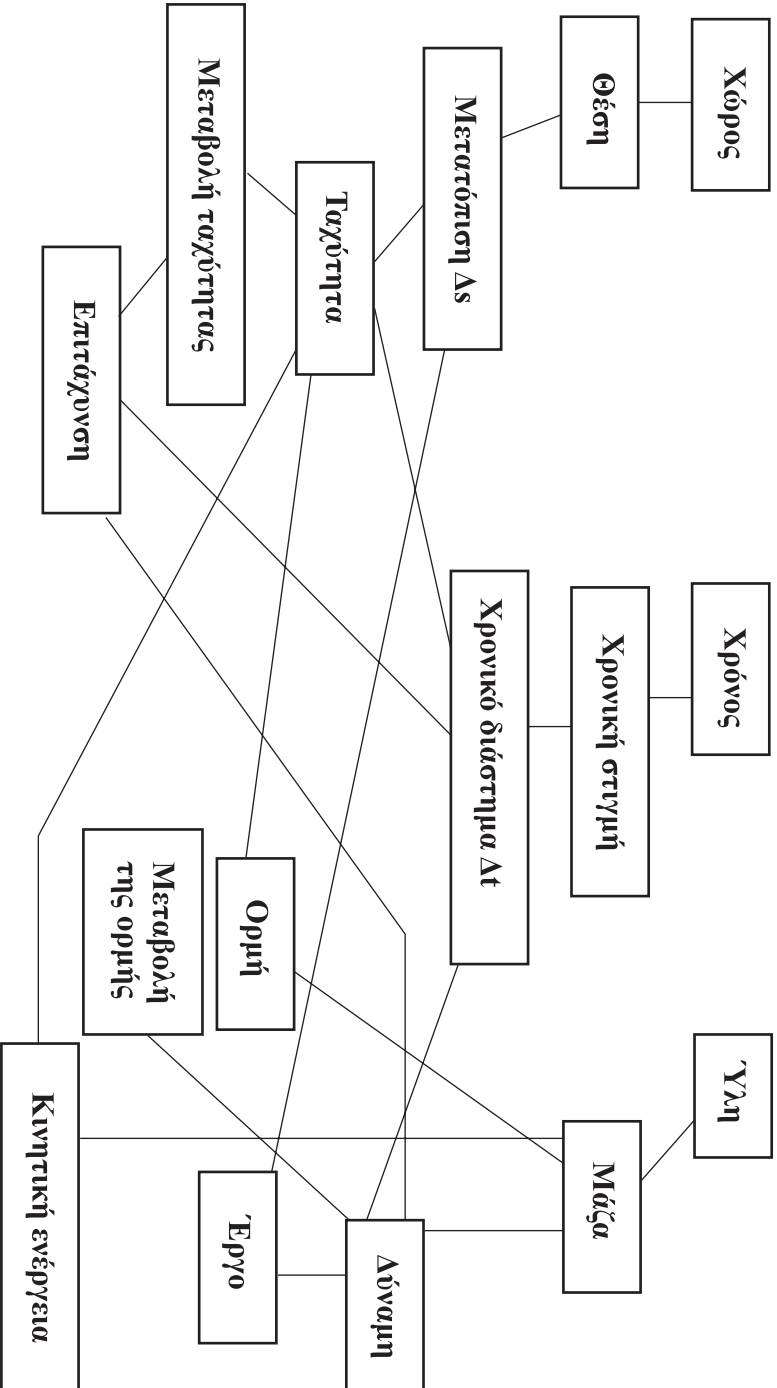
Όπως φαίνεται από τα στοιχεία του εννοιολογικού χάρτη της εικόνας 1, ο χάρτης αυτός είναι ελλιπής διότι:



**Εικόνα 1**

- α) η θεμελιώδης έννοια του μήκους έχει αντικατασταθεί από την έννοια της απόστασης, η ταχύτητα και όχι η μεταβολή της συνδέεται με την επιτάχυνση, ο χρόνος δεν συσχετίζεται με την ταχύτητα ή την επιτάχυνση, κ.α.,
- β) δεν αναφέρονται συσχετισμένες έννοιες όπως έργο, κινητική ενέργεια, δυναμική ενέργεια, κτλ.
- γ) οι συνδέσεις μεταξύ των εννοιών είναι ελλιπείς καθώς απουσιάζει η σύνδεση του χρόνου με την επιτάχυνση, κ.α.

Περισσότερα συμπεράσματα μπορεί να προκύψουν αν ο εννοιολογικός χάρτης της εικόνας 1 συγκριθεί με τον εννοιολογικό χάρτη της εικόνας 2, στην επόμενη σελίδα, η οποία αντικατοπτρίζει τις έννοιες του κεφαλαίου της Μηχανικής



Εικόνα 2

Σύμφωνα με ερευνητικά συμπεράσματα, η χρήση των εννοιολογικών χαρτών στη διδασκαλία της Φυσικής μπορεί να αποφέρει σημαντικά οφέλη διότι:

- Η κατασκευή εννοιολογικών χαρτών είναι μια δραστηριότητα κατά την οποία οι κύριες έννοιες συσχετίζονται σε ένα κορμό γνώσης, παρουσιάζονται διαγραμματικά με αποτέλεσμα να διευκρινίζονται τόσο οι έννοιες όσο και οι μεταξύ τους σχέσεις (Novak & Gowin, 1984).
- Οι εννοιολογικοί χάρτες, όταν συνδομούνται από τους μαθητές ή τους μαθητές και τον διδάσκοντα βοηθούν στη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες (Al-Kunifed & Wandersee, 1985).
- Η χρήση των εννοιολογικών χαρτών έχει θετικά αποτελέσματα στην επίτευξη των διδακτικών στόχων (έννοιες, νόμοι) και στην επίλυση προβλημάτων (Horton et al., 1993).

Η χρήση των εννοιολογικών χαρτών στη διδασκαλία της Φυσικής περιλαμβάνει:

- 1) Την εξάσκηση των μαθητών στην κατασκευή των εννοιολογικών χαρτών
- 2) Την εξάσκηση των μαθητών στην χρήση των εννοιολογικών χαρτών οι οποίοι προτείνονται από τον διδάσκοντα.

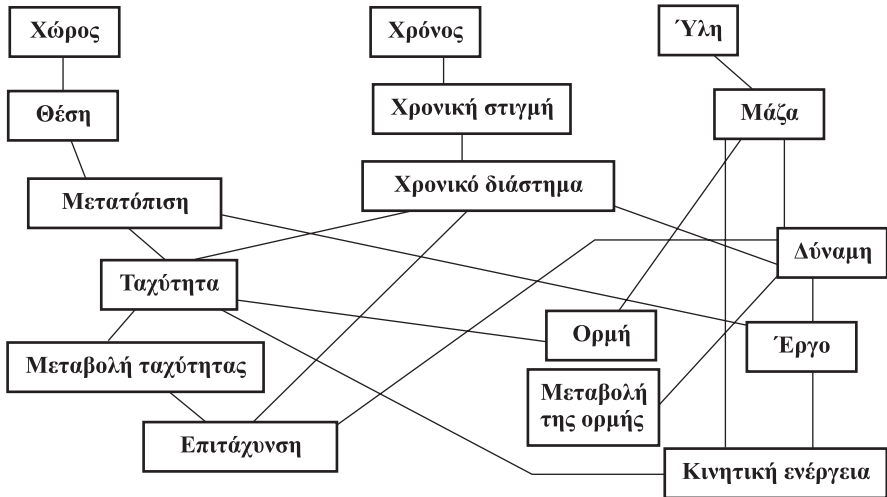
Η εξάσκηση των μαθητών στην κατασκευή των εννοιολογικών χαρτών μπορεί να γίνει μέσω των φύλλων εργασίας. Σε ένα φύλλο εργασίας γράφουμε τις λέξεις-έννοιες τις οποίες στοχεύουμε να μελετήσουν οι μαθητές και στη συνέχεια σχεδιάζουμε ισάριθμες κενές κλειστές γραμμές καταλλήλου μεγέθους (ελλείψεις). Οι μαθητές καλούνται να γράψουν τις λέξεις-έννοιες μέσα στις ελλείψεις έτσι ώστε: α) να είναι σαφές ποιες έννοιες είναι οι θεμελιώδεις και ποιες οι παράγωγες, β) να δείξουν με γραμμές που συνδέουν τις λέξεις - έννοιες, τις μεταξύ τους σχέσεις. Το πρώτο στάδιο της δραστηριότητας είναι η ατομική απάντηση του κάθε ενός ενώ το δεύτερο η συζήτηση των ατομικών απαντήσεων στις ομάδες. Οι εννοιολογικοί χάρτες που παράγονται από τις ομάδες σχεδιάζονται σε χαρτί μεγάλων διαστάσεων και αναρτώνται στην τάξη. Στη συνέχεια οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν τους ανηρτημένους εννοιολογικούς χάρτες και με τη βοήθεια του διδάσκοντος καταλήγουν σε αυτόν που εκφράζει την αντίστοιχη επιστημονική άποψη.

Η εξάσκηση των μαθητών στην χρήση εννοιολογικών χαρτών που προτείνονται από τον διδάσκοντα γίνεται με ανάλογο τρόπο (ατομική δραστηριότητα, ομαδική δραστηριότητα, συζήτηση στην τάξη με την καθοδήγηση του διδάσκοντος) Με βάση τον εννοιολογικό

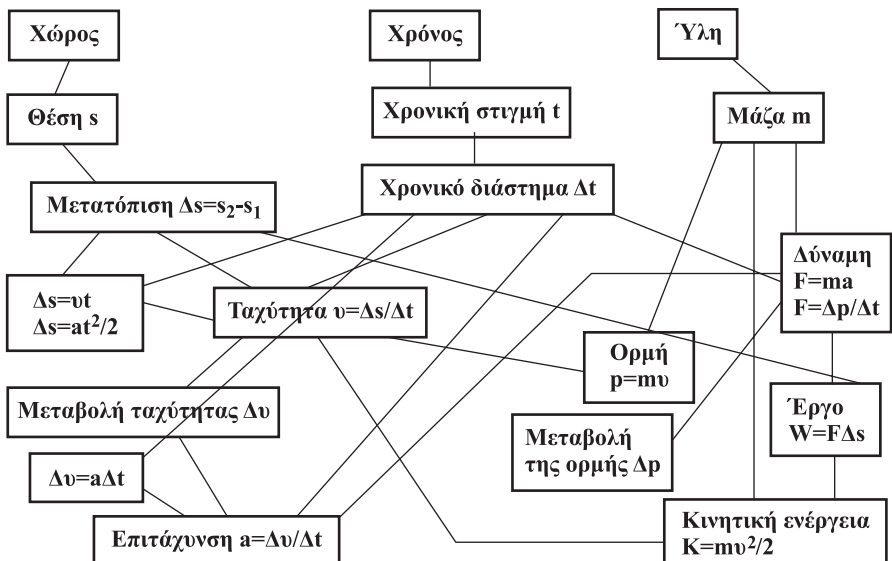
## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Βασικές και παράγωγες έννοιες και οι μεταξύ τους διασυνδέσεις.

Μηχανική, λεκτική αναπαράσταση



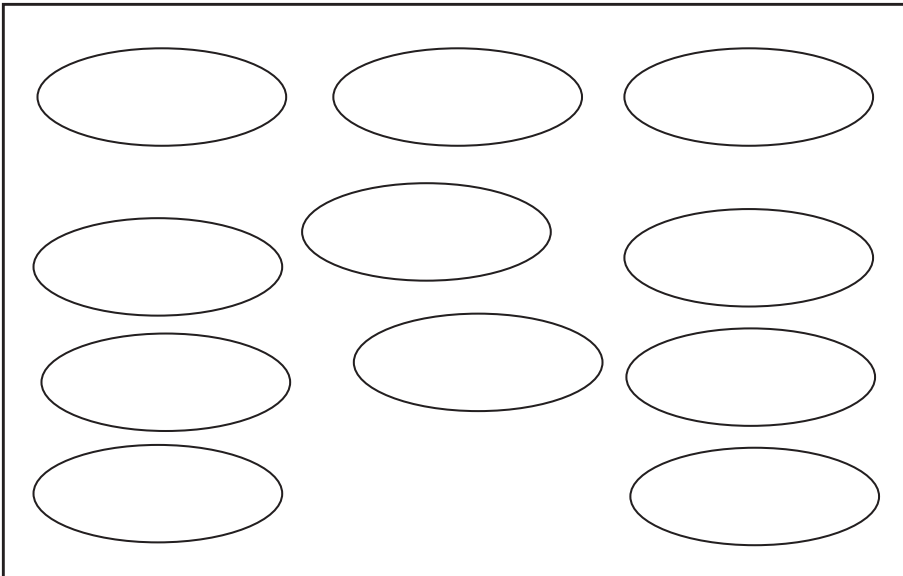
Μηχανική, φορμαλιστική αναπαράσταση



χάρτη, οι μαθητές καλούνται: α) να δγάλουν συμπεράσματα, β) να κατασκευάσουν έναν άλλο εννοιολογικό χάρτη ο οποίος στη θέση των παράγωγων εννοιών έχει τις αντίστοιχες σχέσεις ορισμού, γ) να συμπληρώσουν κενά τα οποία υπάρχουν, δ) να “προσθέσουν” τις νέες έννοιες οι οποίες διδάχθηκαν στο συγκεκριμένο μάθημα και να τις συσχετίσουν με τις υπόλοιπες.

**Παράδειγμα κατασκευής εννοιολογικού χάρτη για το κεφάλαιο Διατήρηση της Μηχανικής Ενέργειας**

- 1) Να γράψεις μέσα στις κλειστές γραμμές τους παρακάτω επιστημονικούς όρους:  
*Χώρος, χρόνος, ύλη, μάζα, θέση, χρονική στιγμή, μετατόπιση, δύναμη, ταχύτητα, επιτάχυνση, έργο, κινητική ενέργεια.*
- 2) Να συνδέσεις τους όρους με γραμμές ώστε να δείξεις τις μεταξύ τους σχέσεις.



- 3) Συζήτησε με τα άλλα μέλη της ομάδας σου ώστε να συμφωνήσετε στη θέση των εννοιών και στις μεταξύ τους συνδέσεις. Συνεργαστείτε προκειμένου να σχεδιάσετε τον εννοιολογικό χάρτη που εκφράζει την άποψη της ομάδας σου στο χαρτί που θα σας δώσει ο καθηγητής ή η καθηγήτριά σας.

- 4) Μετά από τη συζήτηση στην τάξη καταλήξατε σ' ένα εννοιολογικό χάρτη διαφορετικό από αυτόν που προτάθηκε από την ομάδα σου. Ζωγράφισέ τον στο πλαίσιο που παρατίθεται.
- 5) Σύγκρινε τον εννοιολογικό χάρτη που πρότεινες στο στάδιο 1 με αυτόν που σχεδίασες στο πλαίσιο.

Τι συμπεράσματα βγάξεις; Γράψε τα στις παρακάτω γραμμές.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### 1.17 Η σημασία του πειράματος στη διδασκαλία.

Η σπουδαιότητα του πειράματος στη διδακτική πράξη είχε αναγνωριστεί από πολύ παλιά. Ο Edgeworths στο βιβλίο του *Essays on Practical Education* Johnson, London 1811, υποστηρίζει ότι οι μαθητές νιώθουν μεγάλη ικανοποίηση όταν αποκτούν πειραματικά τη γνώση και ότι τα πειράματα ταιριάζουν υπερβολικά στις ικανότητές τους. Δεν αγαπούν μόνο να βλέπουν, αλλά και να κάνουν πειράματα. Θα εκπλαγούμε, λει, αν μελετήσουμε τον τρόπο με τον οποίο συλλογίζονται, γιατί δεν έχουν προκαταλήψεις και χρησιμοποιούν όλες τους τις αισθήσεις στη μάθηση. Προτού αποκτήσουν μερικές γνώσεις γύρω από τα φαινόμενα δεν είναι σε θέση να μελετήσουν τις αιτίες. Η παρατήρηση πρέπει να προηγείται του συλλογισμού και καθώς η κρίση δεν είναι τίποτα περισσότερο από την αντίληψη των αποτελεσμάτων της σύγκρισης, δεν πρέπει ποτέ να πιέζουμε τους μαθητές μας να βγάξουν συμπεράσματα, προτού αποκτήσουν κάποια εμπειρία. Όπως βλέπει κανείς, οι απόψεις αυτές δε διαφέρουν από τα πορίσματα της σύγχρονης Ψυχολογίας και θα ήταν πολύ χρήσιμο αν τις υιοθετούσαν οι διδάσκοντες τις Φ. Ε. σ' όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης (Κόκκοτας, 1988).

## 1.18 Ο ρόλος της πράξης στη μάθηση.

Όπως υποστηρίζεται, η διαλεκτική των εννοιών παράγεται από τη διαλεκτική των πραγμάτων και όχι αντίστροφα. Κατ' αυτό τον τρόπο η γνώση δεν αποσπάται από το υλικό της υπόστρωμα. Κατά τον Piaget ο ρόλος της πράξης είναι πολύ σημαντικός. Κατ' αυτόν σκοπός του φυσικού πειράματος δεν είναι να πάρουμε απλά και μόνο μια αναπαραστατική εικόνα της πραγματικότητας, αλλά να κατανοήσουμε ότι η γνώση η οποία προκύπτει με την αφαίρεση των αντικειμένων συνίσταται στο να δρούμε επάνω τους για να τα μετασχηματίσουμε, ώστε να διακρίνουμε τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται αυτός ο μετασχηματισμός. Κατά συνέπεια η γνώση δεν είναι η μετάδοση μιας παραστατικής εικόνας, αλλά συνίσταται πάντα σε ενεργητικές διαδικασίες που καταλήγουν στο μετασχηματισμό του πραγματικού. Επομένως συνδέεται αναπόσπαστα με τη δράση πάνω στα αντικείμενα. Στη διδασκαλία των Φ. Ε. το πείραμα κατέχει μοναδική θέση, γιατί βοηθάει τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού. Κατά τον Piaget υπάρχουν τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν τη διανοητική ανάπτυξη του παιδιού. Ο Piaget υποστηρίζει ότι οι ψηλαφητοί χειρισμοί των αντικειμένων στο περιβάλλον σχηματίζουν τις πιο σπουδαίες εντυπώσεις στο παιδί. Εξάλλου τα βασικά σχήματα που αναπτύχθηκαν στο παιδί δεν είναι δυνατόν να επεκταθούν ή να αναθεωρηθούν χωρίς τη φυσική εμπειρία στο περιβάλλον, το οποίο παρέχει ή δημιουργεί τις δυνάμεις προσαρμογής. Ας πάρουμε ως παράδειγμα το νόμο του Hooke. Για να τον κατανοήσει ο μαθητής πρέπει να τον μελετήσει πειραματικά. Η ακρίβεια του νόμου αυτού μπορεί να ελεγχθεί με τη μέτρηση της επιμήκυνσης ενός ελατηρίου, όταν σ' αυτό εφαρμοστεί μια γνωστή δύναμη και δεν μπορεί να ελεγχθεί με τα Μαθηματικά ή με τη λογική ή με την αίσθηση ή την ηθική και τα δόγματα του παρελθόντος. Ο νόμος αυτός είναι μια αλήθεια που αποδεικνύεται πειραματικά, όταν υπάρχουν ορισμένες προϋποθέσεις, αν δηλαδή η δύναμη που εφαρμόζουμε δεν υπερβαίνει το όριο ελαστικότητας του ελατηρίου. Γίνεται φανερό ότι η εμπειρική έρευνα είναι ένας από τους λίγους τρόπους με τους οποίους ο άνθρωπος εξετάζει το περιβάλλον του.

Η μύηση σ' αυτόν τον τρόπο κατανόησης και τις απαράμιλλες ιδέες του, τις λογικές του δομές, τις μεθοδολογίες και τα κριτήρια με τα οποία μπορούν να εξακριβώσουν την αλήθεια, είναι σπουδαίο χαρακτηριστικό του μορφωμένου και πλήρους ανθρώπου.

Η πράξη αυτή καθ' αυτή σημαίνει ενεργό συμμετοχή, γεγονός που δημιουργεί το ενδιαφέρον που με τη σειρά του θα συμβάλλει στη μάθηση. Γιατί όπου υπάρχει ενδιαφέρον εκεί μπορεί να υπάρξει αληθινή και μόνιμη μάθηση που με τη σειρά της οδηγεί σε ενσυνείδητη δράση. Υποστηρίζεται (Χολτ, 1978) ότι αληθινή μάθηση πετυχαίνεται μόνο όταν ο μαθητής παίζει διπλό ρόλο, όταν είναι συγχρόνως μαθητής και δάσκαλος, δημιουργός και κριτικός, ακροατής και ομιλητής. Η μάθηση ως βιολογικό φαινόμενο προϋποθέτει ότι ο μαθητής συλλέγει και ερμηνεύει τις πληροφορίες για να χτίσει τη δική του γνώση και δεν τις αντιγράφει ατόφιας, όπως φθάνουν στις αισθήσεις του (Flavell, 1977). Κατά συνέπεια η πράξη είναι απαραίτητη στη μάθηση, αφού τότε ο μαθητής ταυτίζει τον εαυτό του με ιδέες και αντικείμενα. Όταν δρώντας βρίσκει τα δικά του μέσα έκφρασης και αυτά γίνονται το καύσιμο που θα αναπτύξει τη δημιουργικότητά του.

Το πείραμα στη σχολική πράξη παρουσιάζεται με δύο μορφές πολύ διαφορετικές: το φυσικό πείραμα και το λογικό μαθηματικό πείραμα. Το πρώτο χαρακτηρίζεται από το να επιδρά κανείς πάνω στα αντικείμενα και να ανακαλύπτει χαρακτηριστικές ιδιότητες. Για παράδειγμα, ζυγίζοντας τα αντικείμενα διαπιστώνουμε ότι τα πιο βαριά δεν είναι και τα πιο μεγάλα. Το δεύτερο χαρακτηρίζεται επίσης από το να δρα κανείς πάνω στα αντικείμενα, τη φορά αυτή όμως να αποκαλύπτει αφαιρετικά ιδιότητες, ξεκινώντας όχι από τα ίδια τα αντικείμενα, αλλά από τις δράσεις πάνω σ' αυτά.

Η σύγχρονη ψυχολογία διδάσκει ότι για την παραγωγή της γνώσης είναι απαραίτητη η αλληλεπίδραση μεταξύ της δραστηριότητας και της σκέψης του ατόμου. Έτσι, ούτε ο απλός εμπειρισμός αλλά ούτε και ο απλός ρασιοναλισμός είναι σε θέση να δώσουν αληθινή γνώση. Αν η γνώση παράγεται από τις πράξεις του δρώντος ατόμου, τότε ο ρόλος του πειράματος είναι ουσιαστικός στη γνωστική διαδικασία.

### **1.19 Το πείραμα από το μαθητή**

Το πείραμα λόγω των σκοπών που υπηρετεί είναι τελείως απαραίτητο, ανεξάρτητα από την ηλικία των μαθητών. Γιατί, εκτός από την κατανόηση της θεωρίας, συμβάλλει και στην ανάπτυξη τεχνικών δεξιοτήτων που είναι απαραίτητες στο σύγχρονο άνθρωπο. Τέτοιες δεξιότητες είναι η σωστή χρησιμοποίηση συσκευών, η κατα-



νόηση και εκτέλεση οδηγιών, ειδικές δεξιότητες των χεριών κτλ. Κατά συνέπεια η μέθοδος των διαλέξεων που εφαρμόζεται σε μεγάλη έκταση στα σχολεία είναι ξεπερασμένη. Ο μαθητής ξεχνάει γρήγορα αυτά που ακούει, ενώ τα θυμάται όταν είναι αποτελέσματα πειραματικών διαδικασιών. Εκτελώντας πειράματα είναι υποχρεωμένος να εργαστεί μόνος του, να κάμει υποθέσεις, να επιλέξει τα μέσα που θα χρησιμοποιήσει, να παρατηρήσει προσεκτικά, να κάμει μετρήσεις, να εφαρμόσει τρόπους, να καταλήξει σε συμπεράσματα τα οποία και να επαληθεύσει. Με τον τρόπο αυτό συνηθίζει στην επιστημονική μεθοδολογία. Επιπλέον συνηθίζει και στη νοοτροπία του επιστήμονα, αποκτώντας επωφελείς συνήθειες όπως επιμονή, υπομονή, θάρρος, μαθαίνει να παίρνει πρωτοβουλίες και να βασίζεται στις δικές του δυνάμεις. Το πείραμα του διεγείρει και του διατηρεί το ενδιαφέρον, του προκαλεί την ευχαρίστηση που νιώθει ο δημιουργικά εργαζόμενος και του μαθαίνει να είναι αντικειμενικός.

Επειδή ένα μεγάλο μέρος της επικοινωνίας στο ακαδημαϊκό επίπεδο γίνεται με το γραπτό λόγο, το πείραμα είναι εξίσου απαραίτητο και για τους μεγαλύτερους μαθητές, αφού η εξάσκηση του σπουδαστή στην εκτέλεση γραπτών οδηγιών, στην κατανόηση του εξειδικευμένου λεξιλογίου, στο επιστημονικό στυλ, γίνεται πιο αποτελεσματικά όταν εργάζεται μόνος του. Κατά τον ίδιο τρόπο το γράψιμο ενός επιστημονικού δοκιμίου τον βοηθά να είναι σαφής, σύντομος και να καταλήγει σε σωστά συμπεράσματα.

Τέλος, η εκτέλεση των πειραμάτων από τους ίδιους του μαθητές έχει και άλλα πλεονεκτήματα. Π.χ. απελευθερώνεται ο δάσκαλος από την τήρηση πειθαρχίας, την υποχρέωση να μιλά ο ίδιος και βρίσκει το χρόνο για να δώσει οδηγίες, να επιβλέψει τη δουλειά κάθε μαθητή, ενώ παράλληλα υποχρεώνεται ο μαθητής να δουλέψει συνειδητά.

## 1.20 Το πείραμα επίδειξης

Η πειραματική επίδειξη στην τάξη περιλαμβάνει μια σειρά ενεργειών καλά προγραμματισμένων και σχεδιασμένων, που αποβλέπουν στην απεικόνιση ενός φαινομένου και την κατανόησή του από τους μαθητές. Αν χρησιμοποιηθεί στην αρχή του μαθήματος, κάνει την παρουσίαση περισσότερο ζωντανή και προκαλεί το ενδιαφέρον των μαθητών. Με τη βοήθεια του πειράματος επίδειξης μπορεί να διδα-

χτεί μεγαλύτερος αριθμός μαθητών σε σύγκριση με την ερευνητική και ανακαλυπτική διδασκαλία.

Βέβαια στο εργαστήριο πρέπει να επικρατούν οι καλύτερες δυνατές συνθήκες, ώστε ο μαθητής να μπορεί να βλέπει από τη θέση του ό,τι γίνεται στο τραπέζι της επίδειξης. Μικρές κινήσεις ή ενδείξεις μικρών οργάνων δυνατόν να μεγεθύνονται και να προβάλλονται σε οθόνη για να παρακολουθούν όλοι οι μαθητές. Ενώ διαρκεί η προβολή, οι μαθητές καλούνται να αποδώσουν γραφικά το φαινόμενο, να κάνουν προβλέψεις και εκτιμήσεις, να αναζητήσουν τις αιτίες που το προκαλούν κτλ. Με τον τρόπο αυτό το μάθημα αποκτά ενδιαφέρον και η μάθηση γίνεται αποδοτική. Με το πείραμα επίδειξης ο δάσκαλος πρέπει να προβληματίσει τους μαθητές ζητώντας τους να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους, να κάμουν τις υποθέσεις τους και να δγάλουν τα συμπεράσματά τους. Διαφορετικά το κέρδος θα είναι πολύ μικρό. (Π. Κόκκοτας, 1988).

Πολλές φορές είναι δυνατόν, ακόμα και όταν έχει γίνει σωστή προπαρασκευή, ένα σφάλμα να οδηγήσει στην αποτυχία του πειράματος, κάτι που οδηγεί στην αποτυχία όλου του μαθήματος. Αυτός είναι ο ουσιαστικός λόγος που μερικοί δάσκαλοι των Φυσικών μετά την αποτυχία ενός ή δύο πειραμάτων στην Τάξη αποθαρρύνονται, εγκαταλείπουν την προσπάθεια για αυτοβελτίωση και δεν ξανακάνουν πειράματα, προφασιζόμενοι ότι τα όργανα είναι χαλασμένα, ότι δεν υπάρχουν όργανα κτλ. Αντίθετα, αν ο δάσκαλος έχει καταξιωθεί σαν πειραματιστής στα μάτια των μαθητών του, τότε με τη συνεργασία τους αρχίζει να ψάχνει για το σφάλμα. Στην έρευνα αυτή χρησιμοποιεί τις διαδικασίες μάθησης, όπως παρατήρηση, υπόθεση, πειραματισμός κτλ. Αυτή ακριδώς είναι η μέθοδος που δίνει ουσία στο μάθημα και απαιτεί όλες εκείνες τις ικανότητες της εξυπνάδας, του συλλογισμού και της επιδεξιότητας οι οποίες αποτελούν μέρος της σωστής εκπαίδευσης. Ένας καλός δάσκαλος των Φυσικών είναι δυνατόν να προκαλεί από καιρό σε καιρό ηθελημένα λάθη στις διατάξεις πειραματισμού για να δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να ερευνούν για την ανεύρεσή τους. Ο εκπαιδευτικός με τη βοήθεια ερωτήσεων κατά τη διάρκεια της επίδειξης, μπορεί να κατευθύνει τη σκέψη των μαθητών σε μια προσχεδιασμένη πορεία που οδηγεί στη ζωντανή μάθηση.

Για τη σημασία του πειράματος επίδειξης στη διαδικασία της μάθησης μπορεί να συναντήσει κανείς τελείως αντικρουόμενες απόψεις. Άλλοι το κρίνουν απαραίτητο και θεωρούν ότι είναι αναγκαίο μερικά πειράματα να γίνονται με επίδειξη, π.χ. εκείνα για τα οποία

απαιτούνται δαπανηρά όργανα ή δυσκολόχρηστες διατάξεις ή δεξιότητες χειρισμού που είναι πέρα από τις ικανότητες του μέσου μαθητή. Επιπλέον, αν δεχτούμε ότι ένας από τους στόχους της εργαστηριακής δουλειάς είναι η ανάπτυξη του ενδιαφέροντος, τότε γι' αυτό το στόχο το πείραμα επίδειξης είναι περισσότερο αποτελεσματικό παρά η διαδικασία του “καν’ το μόνος σου”. Δε λείπουν βέβαια και οι αντίθετες απόψεις. Συχνά ακούει κανείς δασκάλους των Φυσικών να υποστηρίζουν ότι το πείραμα επίδειξης αποτελεί προσβολή στην επιστημονική μέθοδο και για το λόγο αυτό δεν έχει θέση στη διδασκαλία. Βέβαια, στο παραδοσιακό σχολείο, το οποίο εργάζεται μόνο με εξηγήσεις, τα πειράματα, όταν γίνονται, λειτουργούν μόνο σαν αποδεικτικό συμπλήρωμα και κατά συνέπεια η εξήγηση ακόμα και όταν υποδοηθείται με την απόδειξη, επιφέρει την επιφανειακή και τυπική μόνο γνώση. Άλλοι παρομοιάζουν το τραπέζι των πειραμάτων επίδειξης με τη γέφυρα του καπετάνιου στο πλοίο, όπου ο δάσκαλος μπορεί να στέκεται και να επιβλέπει σειρές μαθητών, των οποίων τα βλέμματα είναι σηκωμένα πάνω του, ψάχνοντας τις πληροφορίες που κατά πάσα πιθανότητα θα τους χρειαστούν στις επόμενες εξετάσεις.

Είδαμε στα προηγούμενα ότι η γνώση είναι ουσιαστική, όταν το άτομο χρησιμοποιεί δημιουργικά τη φαντασία του, κατά συνέπεια το πείραμα επίδειξης περιορίζει την ελευθερία του ανθρώπου να χρησιμοποιεί το μυαλό του κατά έναν αδέσμευτο τρόπο. Ωστόσο θα ήταν λάθος να υποδαμώσει κανείς τη σημασία του κυρίως στις ανώτερες βαθμίδες της εκπαίδευσης και σε χώρες σαν τη δική μας, όπου η υπάρχουσα υλικοτεχνική υποδομή είναι ακόμα σε υποτυπώδη κατάσταση. Εδώ μόνο ένα καλά σχεδιασμένο και σωστά εκτελεσμένο πείραμα επίδειξης είναι δυνατόν να επιταχύνει τη σκέψη, να προκαλέσει σε συζήτηση τους μαθητές και να υποδείξει το επόμενο βήμα στη μελέτη ενός φαινομένου. Κατά συνέπεια, στο δικό μας σχολείο το πείραμα επίδειξης είναι αυτό που διαφοροποιεί τα Φυσικά από τα άλλα μαθήματα του αναλυτικού προγράμματος.

## 1.21 Συμβάλλει το πείραμα στην κατανόηση των εννοιών;

Το πείραμα περιλαμβάνει τη δημιουργία του περιβάλλοντος που είναι σχεδιασμένο να δώσει απάντηση σε μια ορισμένη ερώτηση γύρω από τις φυσικές διαδικασίες. Ο πειραματιστής καθορίζει πώς θα γίνει η παρατήρηση, ποιοί παράγοντες θα μεταβάλλονται, ποιοί

θα κρατηθούν σταθεροί κτλ.

Τα ερωτήματα που θα μπορούσε να θέσει κάποιος σε σχέση με το ρόλο του πειράματος στη διδασκαλία είναι: Μπορεί το πείραμα να βοηθήσει στην κατανόηση της φυσικής έννοιας; Ακόμα και στην περίπτωση που αυτό γίνεται από τους μαθητές μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι βοηθάει στην κατανόηση της θεωρίας ;

Έρευνες που έγιναν (Κουμαράς, 1989) πάνω στις ιδέες των μαθητών για το ηλεκτρικό κύκλωμα θέτουν υπό αμφισβήτηση τις καταφατικές απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα. Παραδείγματος χάρη η δημιουργία των πειραμάτων μόνο με βάση τη θεωρία, χωρίς απώτερο σκοπό τη γνωστική σύγκρουση με τις εναλλακτικές ιδέες των μαθητών, είναι περιορισμένης αποτελεσματικότητας για την κατανόηση των σχετικών εννοιών. Κατά τον Cartwright (1989) το πείραμα δε βοηθάει τους μαθητές στην κατανόηση, αν ο δάσκαλος δε βοηθήσει και δεν εξηγήσει τα διαδραματιζόμενα. Αυτό δικαιολογείται από το γεγονός ότι στο μαθητή αλλά και στο δάσκαλο υπάρχουν δύο είδη αναπαραστάσεων: το ένα έχει να κάνει με τα χρησιμοποιούμενα όργανα αυτά καθαυτά, δηλαδή την εικόνα των χρησιμοποιούμενων οργάνων στη σκέψη του υποκειμένου. Το δεύτερο είδος είναι ένα σχηματικό μοντέλο των ίδιων οργάνων, που κατασκευάζεται με τη βοήθεια συμβόλων που παρέχουν οι θεωρίες και είναι αυτό το ιδανικό όργανο πάνω στο οποίο πρέπει να συγκεντρώσει τη σκέψη του και να εφαρμόσει τους νόμους και τους τύπους της Φυσικής.

Μεταξύ των αφηρημένων συμβόλων και ενός συγκεκριμένου γεγονότος μπορεί να υπάρξει αντιστοιχία, αλλά ποτέ δε μπορεί να υπάρξει ισότητα. Τα αφηρημένα σύμβολα δεν μπορούν να αποτελέσουν επαρκή αναπαράσταση των συγκεκριμένων γεγονότων ή οργάνων. Αυτό σημαίνει ότι παρά την παρουσία των οργάνων και συσκευών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών το υποκείμενο πρέπει να εργαστεί στο αφηρημένο επίπεδο με τη χρήση συμβόλων και διαγραμμάτων. Ο ρόλος του πειράματος έγκειται στο να βοηθήσει το υποκείμενο να συλλάβει το αφηρημένο χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο που είναι η πειραματική διάταξη. Ωστόσο το πείραμα δίνει την ευκαιρία στο δάσκαλο να κάνει παραγωγικές ερωτήσεις, που υποτίθεται ότι οδηγούν σε ερμηνευτικές δραστηριότητες που όμως στην πράξη δεν οδηγούν πουθενά. Για παράδειγμα ερωτήσεις του τύπου: Τι γίνεται εδώ; Τι νομίζετε ότι συμβαίνει; Γράψετε τη συνέβη. Δυστυχώς αυτό το είδος της πρόσκλησης τοποθετεί το μαθητή όχι στον εύλογο ρόλο του ερμηνευτή αυτών που κάποιος προ-

σπαθεί να πει, αλλά στον ακόμα δυσκολότερο ρόλο του ερμηνευτή της φύσης, κάτι που είναι πέρα από τις δυνατότητες των μαθητών, αφού σοφοί επιστήμονες χρειάστηκαν δεκαετίες ολόκληρες για να ερμηνεύσουν τα ίδια φαινόμενα (Sutton, 1992). Η λύση είναι ίσως να σταματήσουμε να πιστεύουμε ότι η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών είναι μελέτη της φύσης. Οι Φυσικές Επιστήμες είναι μελέτη της φύσης, αλλά η διδασκαλία τους στις σχολικές τάξεις πρέπει να είναι η μελέτη αυτών που οι άνθρωποι είπαν και σκέφτηκαν για τη φύση.

Ο Sutton υποστηρίζει ότι πρέπει να εγκαταλείψουμε την πλέον παραδοσιακή άποψη στο θέμα της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, δηλαδή αυτή που υποστηρίζει ότι οι ιδέες ξεπηδούν από το “βλέποντας τι γίνεται” στα πειράματα. Κατ’ αυτόν για να επιτευχθούν οι σκοποί της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών πιο αποτελεσματικά και με μεγαλύτερη ικανοποίηση για το μαθητή και το δάσκαλο, πρέπει να βρεθεί μια καινούργια ισορροπία ανάμεσα στις δραστηριότητες που γίνονται στη σχολική τάξη.

Οι διδάσκοντες το μάθημα των Φ.Ε. αναμένουν από τους μαθητές τους να ερμηνεύσουν το πείραμα. Δυστυχώς οι τελευταίοι δεν ερμηνεύουν αυτό που παρατηρούν με τον τρόπο που θα επιθυμούσαν οι διδάσκοντες. Αυτό συμβαίνει γιατί η θεωρία δε συσχετίζεται με ένα και μοναδικό τρόπο με τα δεδομένα. Οι δραστηριότητες με όργανα και συσκευές στην Τάξη ή στο εργαστήριο δεν είναι αρκετές για να αναπτύξουν τα παιδιά τη σκέψη τους. Οι φιλόσοφοι των Φ.Ε. έχουν αναφερθεί στα όρια του λογικού εμπειρισμού για την κατανόηση των εννοιών. Φαίνεται ότι πράγματι η δραστηριότητα δεν είναι αρκετή από μόνη της για την κατανόηση, ίσως είναι η ερμηνεία που της δίνουμε, η οποία έχει αξία. Για το λόγο αυτό ίσως πρέπει να αφιερώνεται αρκετός χρόνος για να σκέφτονται οι μαθητές, τόσο ως μεμονωμένα άτομα, όσο και στα πλαίσια της ομάδας, για να ερμηνεύσουν τα πειραματικά δεδομένα.

Το πείραμα ανήκει στο φυσικό κόσμο, όπως οι μαθητές τον αντιλαμβάνονται με τις αισθήσεις τους. Ωστόσο η κατανόηση και η ερμηνεία του πειράματος θα γίνουν στον “κόσμο” των συμβόλων, τον “κόσμο” των εννοιών, που είναι ένας “κόσμος” αφηρημένος. Το γεγονός αυτό εξηγεί γιατί δυσκολεύονται να κατανοήσουν οι μαθητές όχι μόνο το πείραμα, αλλά γενικότερα την επιστήμη. Έτσι, άλλα αντιλαμβάνονται οι μαθητές και άλλα νομίζουν οι δάσκαλοι ότι αυτοί αντιλαμβάνονται.

Θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι η κατανόηση των εννοιών και

της θεωρίας δεν είναι ο μοναδικός σκοπός της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών, ώστε ο ρόλος του πειράματος να θεωρηθεί ήσσονος σημασίας. Υπάρχουν και άλλοι σκοποί της διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών στην πραγμάτωση των οποίων το πείραμα συμβάλλει αποφασιστικά.

## 1.22 Τα οπτικοακουστικά μέσα διδασκαλίας

### *α) Η σημασία τους στη διδακτική πράξη*

Με τον όρο «οπτικοακουστικά» μέσα εννοούμε όλα εκείνα τα υλικά μέσα που χρησιμοποιούνται από το δάσκαλο για να διευκολύνουν τη μάθηση. Στα οπτικοακουστικά μέσα περιλαμβάνονται ο μαυροπίνακας, οι εικόνες, οι χάρτες, τα διασκόπια, τα επιδιασκόπια, ο Overhead Projector, το μαγνητόφωνο, η κινηματογραφική μηχανή, το ραδιόφωνο, τα Video, η τηλεόραση, οι υπολογιστές κτλ.

Σε παλιότερες εποχές, που δεν ήταν αναπτυγμένη η τεχνολογία, τα οπτικοακουστικά μέσα προσδιορίζονταν στο μαυροπίνακα, στις εικόνες μερικών ηρώων και σε λίγους παλιούς χάρτες από τη Γεωγραφία και την Ιστορία. Δυστυχώς σε πολλά σχολεία αυτά μόνο τα μέσα χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά ακόμα και σήμερα. Οι βασικότεροι λόγοι γι' αυτό είναι η έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής και η απειρία των εκπαιδευτικών στη χρήση των μέσων αυτών, όπου φυσικά υπάρχουν.

Η χρήση των οπτικοακουστικών μέσων σαν μέσων μάθησης μπορεί να χαρακτηριστεί τόσο επαναστατική όσο και η εισαγωγή του βιβλίου μετά την εφεύρεση της τυπογραφίας. Αυτό συμβαίνει γιατί οι γνώσεις αυξάνονται συνεχώς και αυτά που άκουσε ο σπουδαστής στο πρώτο έτος των σπουδών του θεωρούνται παλαιωμένα, όταν αυτός τελειώνει το πανεπιστήμιο. Όπως είπαμε, στην εποχή μας το πρόβλημα δεν είναι πως να διδάσκουμε στους μαθητές μας περισσότερες γνώσεις, αλλά πώς να μαθαίνουν μόνοι τους.

Η χρήση των οπτικοακουστικών μέσων δίνει ποιότητα στη διδασκαλία και την κάνει ανώτερη από την παραδοσιακή. Επειδή δημιουργεί σαφείς παραστάσεις βοηθάει στην καλύτερη κατανόηση των σχετικών εννοιών, και το σημαντικότερο, βοηθάει στη διατήρηση των γνώσεων για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Έρευνες έχουν αποδείξει ότι ο άνθρωπος διατηρεί μόνο το 10% των όσων διαβάζει, το 20% των όσων ακούει και το 30% των όσων βλέπει. Ωστόσο το 50% των όσων ακούει και συγχρόνως βλέπει και

το 70% των όσων ακούει, βλέπει και προβληματίζεται πάνω τους με τη συζήτηση.

Έρευνες από αμερικάνικα πανεπιστήμια απέδειξαν ότι με τη χρήση των οπτικοακουστικών μέσων έχουμε περισσότερη και αποτελεσματικότερη μάθηση σε λιγότερο χρόνο. Ο μαθητής κερδίζει τουλάχιστον μια ώρα μελέτης την ημέρα. Οι αδύνατοι μαθητές βοηθούνται αποτελεσματικά και μπορούν να παρακολουθούν άνετα τις μικτές Τάξεις (μικτής ικανότητας μαθητές). Τέλος, τα οπτικοακουστικά μέσα διεγείρουν το ενδιαφέρον, συγκεντρώνουν και συγκρατούν την προσοχή του μαθητή.

Τα οπτικοακουστικά μέσα στην εκπαίδευση δεν είναι κάτι καινούργιο. Σε πολλές χώρες έχουν ζωή αρκετών δεκαετιών. Στη Βρετανία π.χ. τα πρώτα ραδιοφωνικά σχολικά προγράμματα μεταδόθηκαν το 1924, ο δε αριθμός των σχολείων που παρακολουθεί τις σχολικές εκπομπές του ραδιοφώνου και της τηλεόρασης αυξήθηκε από 2.000 σε 30.000 τα τελευταία πενήντα χρόνια.

Από τα οπτικοακουστικά μέσα, που αναφέραμε στην αρχή, θα μελετήσουμε στη συνέχεια το ρόλο που διαδραματίζουν στη μάθηση η τηλεόραση, οι υπολογιστές και ο ανακλαστικός προβολέας.

### 6) Η εκπαιδευτική τηλεόραση

Από όλα τα οπτικοακουστικά μέσα εκείνο που έχει τη μεγαλύτερη επίδραση στη μάθηση είναι η τηλεόραση. Τη διακρίνουμε σε εκπαιδευτική τηλεόραση ανοιχτού κυκλώματος και εκπαιδευτική τηλεόραση κλειστού κυκλώματος. Τηλεόραση ανοιχτού κυκλώματος είναι αυτή που χρησιμοποιούμε και στη χώρα μας. Υπάρχει δηλαδή ένας πομπός που εκπέμπει σε ορισμένη συχνότητα και ο οποιοσδήποτε που διαθέτει δέκτη συντονισμένο στην ίδια συχνότητα μπορεί να παρακολουθήσει το πρόγραμμα. Αντίθετα, στην τηλεόραση κλειστού κυκλώματος η εκπομπή απευθύνεται σε ορισμένο αριθμό θεατών, π.χ. ο πομπός της εκπαιδευτικής τηλεόρασης είναι δυνατόν να εγκατασταθεί στο χειρουργείο ενός νοσοκομείου και ο δέκτης στο αμφιθέατρο του ίδιου νοσοκομείου. Με τον τρόπο αυτό είναι δυνατόν να παρακολουθήσει μια εγχείρηση ένας μεγάλος αριθμός φοιτητών ή γιατρών που σε διαφορετική περίπτωση δε θα μπορούσε να το κάμει. Κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης διαθέτουν συνήθως τα ανώτατα εκπαιδευτικά ιδρύματα. Πάντως τόσο στη μια μορφή όσο και στην άλλη, η εκπαιδευτική τηλεόραση αποτελεί σπουδαίο μέσο για την προαγωγή της μάθησης. Αυτό γίνεται κατορθωτό με

το άφθονο υλικό και την εποπτεία που παρέχει. Σε διαφορετική περίπτωση το μεν υλικό έπρεπε να προσφερθεί από το δάσκαλο, η δε εποπτεία να περιοριστεί στην περιγραφή που αυτός κάνει με λόγια ή με σχήμα στον πίνακα. Έτσι π.χ. η διδασκαλία της Ιστορίας από την τηλεόραση μπορεί να διαπραγματευθεί τις κοινωνικές και οικονομικές πλευρές των γεγονότων, μετατοπίζοντας το ενδιαφέρον από τις ημερομηνίες και τις δυναστείες, τις μάχες και τις σφαγές στη μελέτη της καθημερινής ζωής των λαών, κάτι που κρατάει αμείωτο το ενδιαφέρον και δίνει και δίνει νόημα στη μάθηση. Το ίδιο μπορεί να λεχθεί και για τα φυσιογνωστικά μαθήματα, π.χ. μελέτη της ζωής στο βυθό κτλ., ενώ δεν προσφέρεται για τη Φυσική και τη Χημεία, επειδή τα πειράματα που κάνουν οι ίδιοι οι μαθητές τους βοηθάνε να αναπτύσσουν εκτός από τις πνευματικές δεξιότητες και δεξιότητες των χεριών. Παράλληλα τους δίνουν τη δυνατότητα να παίρνουν πρωτοβουλίες και να γίνονται ικανοί στη λήψη αποφάσεων.

Οι έρευνες που έγιναν απέδειξαν ότι ο ρυθμός προόδου των μαθητών όλων των ηλικιών και των ικανοτήτων είναι σημαντικά ανώτερος χάρις στο σύστημα της εκπαιδευτικής τηλεόρασης. Όπως πιστεύεται, η τηλεοπτική εικόνα δημιούργησε τις προοπτικές για ταχύτερη και σωστότερη μάθηση, λόγω της έλξης που ασκεί και της δυνατότητας εμβάθυνσης που παρέχει.

Η εκπαιδευτική τηλεόραση καθιερώθηκε σαν μέσο διδασκαλίας λόγω των αποτελεσμάτων της στην μόρφωση. Αν δεν είχε αποδειχτεί στην πράξη ότι πραγματικά το ραδιοτηλεοπτικό μάθημα βοηθάει το μαθητή στη σπουδή του, στηρίζει τον εκπαιδευτικό στο έργο του, ανεβάζει το γενικό επίπεδο διδασκαλίας και καλύπτει το αίτημα του ενήλικου κοινού για περισσότερη μόρφωση, η οπτικοακουστική διδασκαλία, με οσεσδήποτε θεωρητικές αναλύσεις, δεν επρόκειτο όχι μόνο να σταδιοδρομήσει, μα ούτε και να επιβιώσει.

Τα πλεονεκτήματα της εκπαιδευτικής τηλεόρασης μπορούν να συνοψισθούν ως εξής:

1. Συγκεντρώνει από μεγάλο ως τεράστιο αριθμό ανήλικων ή ενήλικων μαθητών, στους οποίους προσφέρει με εξισωτική δικαιοσύνη τα πολιτιστικά προϊόντα της.
2. Απευθύνεται ταυτόχρονα στο μάτι και στο αυτί, στη νόηση και το συναίσθημα, ενσταλάζοντας τα μηνύματα της στο θεατή – ακροατή βαθύτερα από κάθε άλλο μέσο.



3. Εξασφαλίζει άμεση και σωστή πληροφόρηση για κάθε μεταβολή ή εξέλιξη στο σύγχρονο κόσμο.

Γενικά οι εκπαιδευτικοί στόχοι που υπηρετούνται καλύτερα με την εκπαιδευτική τηλεόραση είναι:

α. Ο γνωστικός, ο οποίος αποβλέπει στην ανάπτυξη των πνευματικών ικανοτήτων και του μηχανισμού της μνήμης.

β. Ο συναισθηματικός που αποβλέπει στην ανάπτυξη των ιδανικών και την καλλιέργεια του ευρύτερου συναισθήματος των μαθητών, και

γ. Ο ψυχοκινητικός που περιλαμβάνει την ανάπτυξη των δεξιοτήτων.

Τα μαθήματα από την τηλεόραση είναι περισσότερο αποδοτικά όταν συνοδεύονται από διδασκαλία στην Τάξη, που αποβλέπει να επισημάνει τα κυριότερα σημεία της εκπομπής. Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται ιδιαίτερες ικανότητες από το δάσκαλο και ίσως ειδική προετοιμασία· διαφορετικά είναι δυνατόν να βρεθεί σε δύσκολη θέση από τους μαθητές του.

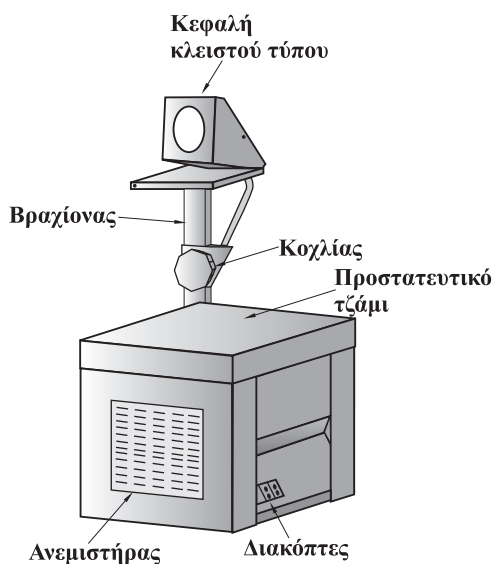
#### γ) Ανακλαστικός προβολέας (Overhead Projector)

Έχει το πλεονέκτημα να μη χρειάζεται συσκότιση της αίθουσας με αποτέλεσμα η τάξη να εργάζεται ανετότερα αφού οι μαθητές μπορούν να κρατούν σημειώσεις. Επιπλέον ο δάσκαλος έχει τη δυνατότητα να διατηρεί οπτική επαφή με την τάξη, κρατώντας την στον πλήρη έλεγχό του, ενώ η προβαλλόμενη διαφάνεια προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών.

Οι διαφάνειες γίνονται εύκολα και με φτηνά μέσα σε μονόχρωμα ή πολύχρωμα σχέδια. Τα υλικά που απαιτούνται είναι ένας υαλογράφος (μαρκαδόρος) και η ζελατίνα που συνήθως συνοδεύει το μηχάνημα. Ωστόσο ο δάσκαλος μπορεί να αγοράσει ειδικές διαφάνειες και μαρκαδόρους από τα καταστήματα γραφικής ύλης.

Στον ανακλαστικό προβολέα μπορούν ακόμα να προβληθούν: μοντέλα, μακέτες, το περίγραμμα αδιαφανών αντικειμένων, π.χ. ένα ποτήρι με νερό μέσα στο οποίο αιωρούνται σωματίδια.

Ο προβολέας τοποθετείται μπροστά από την πρώτη σειρά μαθητών. Ο δάσκαλος είναι στραμμένος προς την τάξη και δε δείχνει στην οθόνη, αλλά χρησιμοποιεί μολύδι για να δείχνει πάνω στη διαφάνεια τις λεπτομέρειες που επιθυμεί. Ο προβολέας δεν πρέπει να είναι διαρκώς αναμμένος για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον γιατί η λάμπα με τον καιρό καταστρέφεται (δε μετακινούμε τον προβολέα όταν λειτουργεί) και δεύτερον γιατί η εικόνα τραβάει την



προσοχή των μαθητών και συνεπώς τους αποσπάει από το θέμα για το οποίο μιλάει ο δάσκαλος.

Εάν το σχολείο δεν έχει οθόνη, ο δάσκαλος δεν έχει πρόβλημα. Ο προβολέας αυτός προβάλλει και στον τοίχο.

Μια καλή διαφάνεια έχει γύρω στις 6 λέξεις σε κάθε γραμμή και όχι περισσότερες από 6 – 8 γραμμές.

Στη διάρκεια κατά την οποία προβάλλεται μια διαφάνεια, ο δάσκαλος δε μιλάει, η εικόνα ίσως λει περισσότερα από όσα θα είχε αυτός να πει. Μετά την προβολή πρέπει να ενθαρρυνθούν οι μαθητές να κάνουν ερωτήσεις και σχόλια. Ο προβληματισμός θα τους βοηθήσει να δγάλουν τα δικά τους συμπεράσματα.

## 1.23 Συνθετικές εργασίες

Φ.Ε.Κ. Αρ. Φύλλου 183/31 Ιουλίου 1998.

Προεδρικό Διάταγμα υπ' αριθ. 246./Αξιολόγηση των μαθητών του Ενιαίου Λυκείου.

## **Βιβλιογραφία**

1. Κόκκοτας Π.: Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα (1989)
2. Κόκκοτας Π.: Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών (1998)
3. Driver R. κ.α.: Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών, επιμέλεια Κόκκοτα Π. Εκδόσεις Τυπωθήτω, (1998)
4. Driver R., κ.α.: Οι ιδέες των παιδιών στις Φυσικές Επιστήμες, Ένωση Ελλήνων Φυσικών, Εκδόσεις Τροχαλία (1985)
5. Κουλαϊδής Β. (Επιμέλεια): Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου, Εκδόσεις Guttenberg, Αθήνα (1994)
6. Σταυρίδου Ε.: Μοντέλα Φυσικών Επιστημών, Εκδόσεις Σαββάλας, (1995)
7. Σταυρίδου Ε.: Η συνεργατική μάθηση στις Φ.Ε, (1999)
8. Ραβάνης Κ.: Οι Φυσικές Επιστήμες στην προσχολική ηλικία, Εκδόσεις Τυπωθήτω, (1999)
9. Ένωση Ελλήνων Φυσικών. Επιθεώρηση Φυσικής, τεύχος 2, Φθινόπωρο 1991. Ειδικό Αφιέρωμα: Η διδακτική της Φυσικής.
10. Βλάχος Ι.,: Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή με τίτλο «Εποικοδομητική προσέγγιση της σωματιδιακής δομής της ύλης στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση», (1999).
11. Καρανίκας Ι.: Αδημοσίευτη διδακτορική διατριβή με τίτλο «Μελέτη των προβλημάτων της διδασκαλίας των Θερμικών φαινομένων. Πρόταση για εποικοδομητική προσέγγιση στη διδασκαλία και στη μάθηση των Θερμικών φαινομένων στους 4ετής φοιτητές του Π.Τ.Δ.Ε», (1996).
12. Κόκκοτας Π.: (Επιμέλεια - Εισαγωγή), Διδακτικές προσεγγίσεις στις Φυσικές Επιστήμες - Σύγχρονοι προβληματισμοί, Εκδόσεις Τυπωθήτω, (2000).

## **Ηλεκτρονικές διευθύνσεις**

Στο Διαδίκτυο υπάρχουν πολλές διευθύνσεις στις οποίες μπορείτε: α) να αντλήσετε πληροφορίες σχετικές με θέματα της Φυσικής σε σχετικά υψηλό επιστημονικό επίπεδο, β) να βρείτε ιδέες για σχέδια μαθήματος και τεχνικές διδασκαλίας, γ) να ενημερωθείτε για θεωρητικά θέματα της διδασκαλίας και της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, δ) να αποκτήσετε εποπτικό υλικό (προσομοιώσεις φαινομένων, διαγράμματα, εικόνες, κλπ.) προκειμένου να εμπλουτίσετε τη διδασκαλία σας.

Από την πληθώρα των διευθύνσεων που υπάρχουν, σας προτείνεται ένας μικρός αριθμός, προκειμένου να διαπιστώσετε τις δυνατότητες που υπάρχουν. Περισσότερες διευθύνσεις μπορείτε να βρείτε μέσω των μηχανών αναζήτησης που υπάρχουν στο Διαδίκτυο.

**Διευθύνσεις όπου μπορείτε να βρείτε προσομοιώσεις φαινομένων:**

1. <http://www.colorado.edu/physics/2000/applets/index.html>
2. <http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/index.html>
3. <http://physics.usc.edu/~pilch/Classes/163/links.html>
4. <http://jersey.uoregon.edu/vlab/select.html>
5. <http://sprott.physics.wisc.edu/wop.htm>
6. <http://physicsweb.org/TIPTOP/VLAB/>
7. <http://jersey.uoregon.edu/vlab/Cannon/index.html>
8. <http://members.aol.com/raacc/wim.html>
9. <http://library.thinkquest.org/19537/>
10. [The Interactive Sound Lab](#) Πειράματα Ακουστικής
11. <http://www.spartechsoftware.com/reeko/> Πειράματα Φυσικής
12. <http://scitoys.com/net4kids.html> Πειράματα που μπορεί να γίνουν με παιχνίδια που φτιάχνουν οι μαθητές
13. <http://mip.berkeley.edu/physics/> Πανεπιστήμιο Berkeley Πειράματα φυσικής
14. [http://www.knowledgebydesign.com/tlmc/tlmc\\_cg.html](http://www.knowledgebydesign.com/tlmc/tlmc_cg.html) Ατομικά Τροχιακά πείραμα Μίλικαν, κ.α
15. <http://www.teachersource.com/cgi-bin/teachersource/catalog.cgi/index.html> Πειράματα για τον ηλεκτρισμό, τον μαγνητισμό, κ.α.
16. <http://www.jhu.edu/~virtlab/virtlab.html> Εικονικό (Virtual) εργαστήριο για πειράματα Φυσικής
17. <http://buphy.bu.edu/~duffy/mechanics.html> Πειράματα Μηχανικής
18. <http://buphy.bu.edu/~duffy/fluids.html> Πειράματα Μηχανικής των Ρευστών
19. <http://buphy.bu.edu/~duffy/waves.html> Πειράματα για ταλαντώσεις, Κύματα
20. <http://buphy.bu.edu/~duffy/thermodynamics.html> Πειράματα Θερμοδυναμικής
21. <http://buphy.bu.edu/~duffy/electricity.html> Πειράματα Μαγνητισμού-Ηλεκτρισμού
22. <http://buphy.bu.edu/~duffy/optics.html> Πειράματα Οπτικής
23. <http://buphy.bu.edu/~duffy/modern.html> Πειράματα Σύγχρονης Φυσικής

**Διευθύνσεις όπου μπορείτε να βρείτε στοιχεία για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

1. <http://phys.udallas.edu/frames.html>
2. <http://www.education-world.com/>
3. <http://www.carr.org/ccps/curriculum/ltpweb/>
4. <http://lorenz.mur.csu.edu.au/education/all.html>
5. <http://www.ed.gov/pubs/StateArt/Science/>
6. <http://www.teachernet.com/>
7. <http://www2.hawaii.edu/suremath/home1.html>
8. <http://www.maisplace.org/Methods.htm>
9. <http://whyfiles.news.wisc.edu/>
10. <http://www.mcrel.org/hpc/hpcmser/index.asp>
11. <http://www.wcer.wisc.edu/step/>
12. <http://physics.umd.edu/rgroups/> Πανεπιστήμιο Μαίριυλαντ, Διδασκαλία της Φυσικής
13. <http://www.sciencegems.com/> Πηγές πληροφόρησης για τις Φυσικές Επιστήμες και τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

**Διευθύνσεις στις οποίες μπορείτε να βρείτε στοιχεία σχετικά με την ιστορία της Φυσικής, βιογραφίες σημαντικών επιστημόνων και σχετικές φωτογραφίες.**

1. <http://www.socsci.kun.nl/ped/whp/histeduc/links07b.html>
2. <http://www.wifa.phys.unm.edu/~finley/p522.html>
3. <http://www.physik.uni-frankfurt.de/~jr/portraits.html>
4. <http://www.acm.org/dl/>
5. <http://maths.tcd.ie/pub/histmath/people/newton> Ιστορικά στοιχεία, επιστήμονες. Ζωή και το έργο του Νεύτωνα.
6. <http://physics.nist.gov/genint/time/> Ιστορικά στοιχεία, μέτρηση του χρόνου.
7. <http://www.treasure-troves.com/search/>
8. <http://aip.org/history/>
9. <http://physics.teiath.gr/galileo/galileo.html>
10. <http://www.mhs.ox.ac.uk/> Παν. Οξφόρδης - Μουσείο Ιστορίας των Επιστημών

**Διεύθυνση στην οποία μπορείτε να βρείτε στοιχεία σχετικά με τη διδασκαλία της Φυσικής, διάφορες πληροφορίες, ειδήσεις, περιοδικά Φυσικής κ.α.**

<http://www.geocities.com/grphysics>