



ΕΣΠΑ 2007-13\Ε.Π. Ε&ΔΒΜ\Α.Π. 1-2-3

«Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ.»

Με συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Κ. Τ.)



## ΒΑΣΙΚΟ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

### ΤΟΜΟΣ Β: ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών

Αρχική Έκδοση Μάιος 2011

Τελικός Δικαιούχος  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ



## **ΒΑΣΙΚΟ ΕΠΙΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

### **ΤΟΜΟΣ Β: ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΠΕ04 Φυσικών Επιστημών**

**Αρχική Έκδοση Μάιος 2011**

#### **Επιχειρησιακό Πρόγραμμα:**

«ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ»

**Πράξη:** «Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών-Α΄ φάση, Άξονες Προτεραιότητας 1,2,3 - MIS 298330, MIS 298347, MIS 298349»

#### **Εμπειρογνώμονες Εκπαιδευτικής Πρακτικής και Εφαρμογών ΠΕ04:**

**Συντονίστρια:** Ελένη Σταυρίδου

**Εμπειρογνώμονες:** Ευαγγελία Αγγελίδου, Αικατερινη Γλεζου,  
Χρήστος Δέδες, Ασημίνα Κοντογεωργίου – Παπανικολαου, Ευγενία  
Πιερρή, Σολομωνίδου Χριστίνα

#### **Επιστημονικός Υπεύθυνος Μείζονος Προγράμματος Επιμόρφωσης:**

Παναγιώτης Αναστασιάδης

Αντιπρόεδρος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Αν. Καθηγητής Πανεπιστημίου Κρήτης

**Copyright © 2011 ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### B1. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Σύγχρονες τάσεις και οι επιπτώσεις τους στη διδακτική πράξη Ελένη Σταυρίδου

Εισαγωγή .....	1
Προβλήματα που σχετίζονται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.....	1
Οι εξελίξεις στο χώρο της Διδακτικής των φυσικών Επιστημών.....	2
Σύγχρονοι σκοποί για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες.....	2
Διδακτικές προσεγγίσεις για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών .....	4
Διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών με την αξιοποίηση των ΤΠΕ.....	6
Ιστορία των Φυσικών Επιστημών και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες .....	9
Σύγχρονα μαθησιακά περιβάλλοντα και ο ρόλος του/ης εκπαιδευτικού.....	10
Σχεδιάζοντας διδακτικά σενάρια και φύλλα εργασίας των μαθητών/ριών .....	11
Βιβλιογραφία .....	13
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	15
Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες Ελένη Σταυρίδου Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....	16
Παιδαγωγικό πλαίσιο και προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης .....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....	22
Θεωρίες μάθησης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών .....	22
B2: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: .....	31
Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή.....	31
B3: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: Άνωση.....	46
B4: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: Οξέα και Βάσεις.....	61
B5: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ Βιολογία Α' Γυμνασίου- Φωτοσύνθεση.....	68

## **B1. ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑ ΚΑΙ ΜΑΘΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

### **Σύγχρονες τάσεις και οι επιπτώσεις τους στη διδακτική πράξη**

**Ελένη Σταυρίδου**

#### ***Εισαγωγή***

Οι **Φυσικές Επιστήμες** αποτελούν ένα οργανωμένο σύστημα με βάση το οποίο οι άνθρωποι αποκτούν νέα γνώση για τη φύση και τον κόσμο που μας περιβάλλει. Η γνώση αυτή προέρχεται από την εφαρμογή συγκεκριμένων διαδικασιών που συγκροτούν τη λεγόμενη επιστημονική μέθοδο και με τη συνεχή έρευνα διαμορφώνουν ένα σώμα γνώσεων που μας επιτρέπουν να περιγράφουμε και να ερμηνεύουμε διάφορα φυσικά φαινόμενα, αλλά και να κάνουμε προβλέψεις για την εξέλιξή τους, χρησιμοποιώντας έννοιες, νόμους και θεωρίες, με χαρακτήρα όλο και πιο αποτελεσματικό, όλο και πιο παγκόσμιο.

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν μια από τις σημαντικότερες κατακτήσεις του ανθρώπινου πνεύματος και των κοινωνιών μας, που άλλαξαν ριζικά την καθημερινή μας ζωή και συνεχίζουν να προσφέρουν νέες εφαρμογές της επιστημονικής γνώσης που επηρεάζουν καθοριστικά τη ζωή μας και το περιβάλλον στο οποίο ζούμε (ηλεκτρισμός, μεταφορές και επικοινωνίες, νέα υλικά και φάρμακα, ιατρική, κατασκευές, διαδίκτυο, κλπ.).

#### ***Προβλήματα που σχετίζονται με τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών***

Οι Φυσικές Επιστήμες (ΦΕ) αποτελούν αναπόσπαστο μέρος όλων των Προγραμμάτων Σπουδών στην πρωτοβάθμια και τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται από διεθνείς οργανισμούς ότι σε πολλές ευρωπαϊκές και άλλες χώρες εξακολουθεί να καταγράφεται μείωση του ενδιαφέροντος των νέων για τις ΦΕ, ενώ παρατηρείται και στατιστική μείωση του ποσοστού των νέων που ακολουθούν σπουδές σχετικές με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία. Το πρόβλημα είναι εμφανέστερο στα κορίτσια, που παραδοσιακά θεωρείται ότι ενδιαφέρονται για τις ΦΕ λιγότερο από τα αγόρια, με αποτέλεσμα να υπάρχει αξιοσημείωτη υπο-εκπροσώπηση των γυναικών σε επαγγελματικές και ακαδημαϊκές θέσεις, καθώς και σε θέσεις λήψης αποφάσεων που σχετίζονται με τις ΦΕ και την Τεχνολογία (Rocard et al. 2007).

Παρόλο που τα ζητήματα αυτά είναι σύνθετα, ένα μεγάλο μέρος του προβλήματος αποδίδεται στον τρόπο που κατά κανόνα διδάσκονται οι ΦΕ στα σχολεία της πρωτοβάθμιας και της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Πράγματι, υποστηρίζεται ότι, ενώ τα μικρά παιδιά έχουν μια 'έμφυτη' περιέργεια για τη φύση και τον κόσμο που μας περιβάλλει, ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας καταπνίγει αυτό το ενδιαφέρον και έχει αρνητική επίδραση στην ανάπτυξη θετικής στάσης των παιδιών απέναντι στις ΦΕ.

Συχνά οι ΦΕ εξακολουθούν να διδάσκονται με τρόπο αφηρημένο, με την βοήθεια του πίνακα και της κιμωλίας και από τους μαθητές και τις μαθήτριες ζητείται κυρίως να απομνημονεύσουν τη νέα γνώση, χωρίς να μετέχουν σε πειραματικές και άλλες μαθησιακές δραστηριότητες που θα τους/τις επιτρέψουν να γίνουν οι πρωταγωνιστές στη μάθησή τους. Καθώς επίσης οι μαθητές/ριες έχουν να μάθουν μια εκτεταμένη διδακτέα ύλη που διδάσκεται με παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας, τους/τις δημιουργείται η εντύπωση ότι πρόκειται για μάθημα ιδιαίτερα δύσκολο και χωρίς ενδιαφέρον, στο οποίο στην πλειοψηφία τους οι μαθητές/ριες έχουν χαμηλές επιδόσεις.

Η μέθοδος διδασκαλίας που παραδοσιακά εφαρμόζεται στα περισσότερα σχολεία είναι η λεγόμενη «Παραγωγική Μέθοδος» (Deductive Approach). Στο πλαίσιο της μεθόδου αυτής ο/η

καθηγητής/ρια παρουσιάζει τις έννοιες, τους νόμους, κλπ., τη λογική που τους διέπει, τις επιπτώσεις που συνεπάγονται, και δίνει παραδείγματα εφαρμογών. Όταν γίνονται πειράματα στην τάξη, είναι πειράματα επίδειξης και στόχο έχουν να δείξουν την ισχύ της νέας γνώσης που διδάχθηκε θεωρητικά. Η διδακτική αυτή προσέγγιση αποτελεί μια «από πάνω προς τα κάτω» μετάδοση της έτοιμης επιστημονικής γνώσης, ενώ οι μαθητές/ριες κατά κανόνα δυσκολεύονται να χειριστούν και να κατανοήσουν τις αφηρημένες έννοιες που διδάσκονται.

### ***Οι εξελίξεις στο χώρο της Διδακτικής των φυσικών Επιστημών***

Οι διαπιστώσεις αυτές, σε διεθνές επίπεδο, οδήγησαν ήδη από τη δεκαετία του '60 και επί σειρά ετών πολλές χώρες σε συνεχείς προσπάθειες αναμόρφωσης και βελτίωσης των Προγραμμάτων Σπουδών τους, με πολλαπλούς στόχους, όπως να αυξήσουν το ενδιαφέρον και να βελτιώσουν τις επιδόσεις των μαθητών/ριών, να προσελκύσουν μεγαλύτερο αριθμό μαθητών/ριών που θα επιλέξουν σπουδές σχετικές με τις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία, κλπ. Η προσπάθεια αυτή επίσης συνοδεύτηκε από την ανάπτυξη μιας εκτεταμένης ερευνητικής προσπάθειας που έστρεψε, από τα τέλη της δεκαετίας του '70, το ενδιαφέρον της στα ίδια τα παιδιά, στον τρόπο που μαθαίνουν, στις δυσκολίες που συναντούν, στους τρόπους υπέρβασης των δυσκολιών αυτών, στο ρόλο των εκπαιδευτικών, στις ανάγκες επιμόρφωσής τους, κλπ., που διεθνώς οδήγησε στη συγκρότηση του κλάδου της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών σε νέες βάσεις.

Η ανάπτυξη της Γνωστικής Ψυχολογίας και της θεωρίας του εποικοδομητισμού (constructivism) έθεσε σε εντελώς νέο πλαίσιο τις αντιλήψεις μας για τη διδασκαλία και τη μάθηση των ΦΕ. Έγινε ευρέως αποδεκτό ότι η γνώση δεν μεταδίδεται έτοιμη από τον/ην εκπαιδευτικό προς τα παιδιά (όσο καλά κι αν 'παραδίδει' το μάθημα), αλλά ότι τα παιδιά πρέπει να βρεθούν σε εκείνο το κατάλληλο μαθησιακό περιβάλλον που θα τους/τις επιτρέπει μέσα από την αλληλεπίδρασή τους με αντικείμενα και υλικά, στο πλαίσιο κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων, να οικοδομήσουν με προσωπικό τρόπο τη νέα επιστημονική γνώση. Πολυάριθμες έρευνες τα τελευταία 30 χρόνια έχουν επίσης αναδείξει ότι οι αρχικές ιδέες και αντιλήψεις των παιδιών (συνήθως λανθασμένες από επιστημονική άποψη) για έννοιες και φαινόμενα που διδάσκονται στις ΦΕ επηρεάζουν καθοριστικά και αρνητικά την απόκτηση ή την οικοδόμηση νέων επιστημονικών γνώσεων, ιδιαίτερα όταν οι ΦΕ διδάσκονται με παραδοσιακό τρόπο.

Στη δεκαετία του '90 άρχισε να συνειδητοποιείται σταδιακά η μεγάλη σημασία του κοινωνικού πλαισίου και της κοινωνικής αλληλεπίδρασης για την οικοδόμηση της νέας επιστημονικής γνώσης από τα παιδιά, δηλαδή αναγνωρίστηκε ότι τα παιδιά μαθαίνουν καλύτερα και ευκολότερα όταν συνεργάζονται σε μικρές ομάδες για την πραγματοποίηση κατάλληλων μαθησιακών έργων και δραστηριοτήτων, καθώς στο πλαίσιο της ομάδας τα παιδιά εκφράζουν τις απόψεις τους, συζητούν με επιχειρήματα, μαθαίνουν να ακούν και να σέβονται τη γνώμη των συμμαθητών/ριών τους, αναπτύσσουν πνεύμα αλληλοϋποστήριξης και αλληλοβοήθειας, μαθαίνουν να διαχειρίζονται και να επιλύουν πολιτισμένα τις διαφορές και τις συγκρούσεις που εμφανίζονται στην ομάδα, κλπ. Η μετεξέλιξη του εποικοδομητισμού οδήγησε στον λεγόμενο κοινωνικό εποικοδομητισμό (social constructivism) (για μια συνοπτική παρουσίαση της εξέλιξης των θεωριών μάθησης για τις ΦΕ και του τρόπου που επηρέασαν τη διδασκαλία των ΦΕ, βλέπε Σταυρίδου 2000, κεφ.2, στο Παράρτημα).

Η εξέλιξη αυτή έφερε ξανά στην επικαιρότητα και σε νέο πλαίσιο τις απόψεις για την συνεργατική μάθηση, που οι παιδαγωγοί είχαν ήδη αναπτύξει σε προηγούμενες δεκαετίες (για τις προϋποθέσεις επιτυχούς εφαρμογής της συνεργατικής μεθόδου στην τάξη, βλέπε Σταυρίδου 2000, κεφ.1, στο Παράρτημα).

### ***Σύγχρονοι σκοποί για τη μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες***

Βέβαια, ο ρόλος της εκπαίδευσης στις ΦΕ δεν περιορίζεται στο να μάθουν απλά τα παιδιά γνώσεις και να μπορούν να ανακαλούν ειδικούς όρους, να απομνημονεύουν μεμονωμένα δεδομένα ή να επαναλαμβάνουν μια θεωρία που διδάχθηκαν. Οι σκοποί της διδασκαλίας των ΦΕ, όπως αποτυπώνονται σε Προγράμματα Σπουδών που αναπτύχθηκαν πρόσφατα ή έστω την



τελευταία δεκαετία, είναι σαφώς ευρύτεροι και επισημαίνουν την ανάγκη να βοηθήσουν τα παιδιά να γίνουν 'επιστημονικά εγγράμματοι' πολίτες (scientific literacy), να αποκτήσουν ικανότητες που θα τους/τις είναι χρήσιμες στην καθημερινή ζωή, και γενικότερα να συμβάλλουν στη διαμόρφωση ενημερωμένων, ευαισθητοποιημένων και ενεργών πολιτών, που θα παίρνουν αποφάσεις σε προσωπικό και κοινωνικό επίπεδο στηριγμένοι σε αντικειμενικά δεδομένα και με ορθολογική σκέψη.

Τα παιδιά, ως αυριανοί πολίτες, θα ζήσουν σε ένα περιβάλλον όλο και πιο τεχνοκρατούμενο, όπου οι εφαρμογές της επιστημονικής γνώσης και η ανάπτυξη της τεχνολογίας θα επηρεάζει όλο και πιο καθοριστικά την καθημερινή ζωή τους και θα θέτει όλο και πιο πιεστικά διλήμματα σχετικά με τις επιλογές της έρευνας και τις επιπτώσεις των επιλογών μας για το περιβάλλον και την κοινωνία που ζούμε. Η ρύπανση του περιβάλλοντος, το φαινόμενο θερμοκηπίου, η όξινη βροχή, η αύξηση της οξύτητας των ωκεανών και η επίδρασή της στη θαλάσσια ζωή, η κλωνοποίηση, οι γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί, η πυρηνική ενέργεια, οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι βιολογικές καλλιέργειες, περιβαλλοντικές καταστροφές ευρύτατης κλίμακας παλαιότερα στο Three Miles Island, στο Bhopal, στο Chernobyl και σήμερα στην Ιαπωνία, κλπ. είναι μερικά από τα ζητήματα που βρίσκονται στην επικαιρότητα και για τα οποία γίνεται συνέχεια συζήτηση στην κοινωνία. Οι αυριανοί πολίτες θα πρέπει να έχουν κριτική σκέψη, όχι για να γίνουν όλοι/ες επιστήμονες, αλλά για να μπορούν να διαβάζουν και να καταλαβαίνουν με επάρκεια σχετικά άρθρα στον τύπο ή να παρακολουθούν συζητήσεις στην τηλεόραση, να αντιμετωπίζουν κριτικά τις πληροφορίες που τους/τις προσφέρονται, να διακρίνουν την επιστημονική γνώση από την παρα-επιστήμη, να μπορούν να πάρουν μέρος σε συζητήσεις και να εκφράζουν τεκμηριωμένες απόψεις, αλλά και να τοποθετούνται υπεύθυνα και να παίρνουν αποφάσεις για τοπικά ή και ευρύτερα ζητήματα που σχετίζονται με τις ΦΕ και την Τεχνολογία.

Πολλές από τις ικανότητες που είναι πλέον επιθυμητό να αναπτύξουν τα παιδιά στο πλαίσιο του σχολείου και που θα τους είναι χρήσιμες για τη μελλοντική ενήλικη ζωή τους σχετίζονται άμεσα με την εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στο σχολείο, που είναι συνυφασμένη με την ανάπτυξη και την εξέλιξη της ίδιας της επιστήμης. Από τη στιγμή, λοιπόν, που το πείραμα συγκροτεί τη βάση της μεθοδολογίας των ΦΕ, δεν μπορεί παρά να αποτελεί θεμελιακό συστατικό και της διδασκαλίας τους. Αν επί πλέον δεχτούμε την άποψη ότι οι ΦΕ αποτελούν πολιτισμικά αντικείμενα που ενδιαφέρουν όλους τους πολίτες, και δεν συνιστούν εξειδικευμένη γνώση μόνο για μια ελίτ ειδικών, τότε η πειραματική διδασκαλία αποκτά ένα διευρυμένο πλαίσιο στόχων στην κατεύθυνση μιας ευρύτερης συγκρότησης και καλλιέργειας του ατόμου.

Οι στόχοι αυτοί μπορούν να είναι (Κουμαράς 2005):

α) Μαθησιακοί. Είναι στόχοι που σχετίζονται με τη γνωστική συγκρότηση των μαθητών/ριών δηλαδή με την αποτελεσματικότερη κατανόηση του εννοιολογικού περιεχομένου των ΦΕ.

β) Γνωστικής ανάπτυξης. Με τον όρο αυτό νοούνται στόχοι που σχετίζονται με μια ευρύτερη νοητική ανάπτυξη που αφορά σε όλα τα άτομα (και όχι μόνο τους/τις μελλοντικούς επιστήμονες), στο πλαίσιο του αποκαλούμενου «επιστημονικού αλφαριθμητισμού». Η οικειοποίηση και επεξεργασία ενός φυσικού προβλήματος από το μαθητή ή τη μαθήτριά είναι δυνατόν να συντελέσει στην ευρύτερη γνωστική του/της πρόοδο, καθώς και στη βελτίωση της ικανότητάς του/της στην παρατήρηση, τη σύγκριση, την ταξινόμηση, την ερμηνεία, κλπ.

γ) Συναισθηματικοί. Πρόκειται για στόχους που σχετίζονται με την ανάπτυξη θετικών στάσεων των μαθητών/ριών προς τις ΦΕ. Η κατάλληλη επιλογή προβλημάτων και η συσχέτιση των πειραματικών καταστάσεων με προβλήματα της καθημερινής ζωής είναι δυνατόν να επιτρέψουν στο/τη μαθητή/ρια να τα αναγνωρίσει και να τα δεχθεί σαν προβλήματα τα οποία έχουν νόημα γι' αυτόν/ήν και για τα οποία ενδιαφέρεται και έχει λόγους να ασχοληθεί.

δ) Κοινωνικοί. Η συμμετοχή των μαθητών/ριών στις πειραματικές διαδικασίες, με τη μορφή ολιγομελών ομάδων εργασίας, μπορεί να ενισχύσει το πνεύμα της συνεργατικότητας, την ανταλλαγή απόψεων, την κριτική αποδοχή ή απόρριψη των αντιλήψεων των άλλων, και να συμβάλλει με αυτόν τον τρόπο στην ομαλή ένταξή τους στο κοινωνικό σύνολο.

ε) Ψυχοκινητικοί. Η προσωπική ενασχόληση των μαθητών/ριών με τα καθημερινά και εργαστηριακά υλικά, τις διατάξεις και τα εργαστηριακά όργανα είναι δυνατόν να συμβάλλει στη

βελτίωση ή ανάπτυξη τόσο των πρακτικών ικανοτήτων όσο και των χειρονακτικών δεξιοτήτων τους.

Τα παιδιά λοιπόν θα πρέπει να εξοικειωθούν με διαδικασίες διερεύνησης και να μάθουν να διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, να σχεδιάζουν και να πραγματοποιούν πειραματικές δραστηριότητες για να δώσουν απαντήσεις στα ερωτήματα που έθεσαν ή για να διαπιστώσουν την ορθότητα των υποθέσεών τους. Θα πρέπει να μάθουν να συλλέγουν δεδομένα, να τα αξιολογούν και να τα ερμηνεύουν, να διατυπώνουν συμπεράσματα και να τα ανακοινώνουν με διάφορους τρόπους, προφορικά, ή γραπτά, πχ. χρησιμοποιώντας πίνακες, γραφικές παραστάσεις, κλπ. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσουν ικανότητες οργάνωσης και σχεδιασμού-προγραμματισμού, εκτέλεσης έργων, συλλογής, καταγραφής, ανάλυσης και ερμηνείας δεδομένων, καθώς και ικανότητες συνεργασίας στην ομάδα και επικοινωνίας με τη χρήση γλωσσικών, αριθμητικών και ποικίλων συμβολικών μέσων (οπτικός γραμματισμός).

### ***Διδακτικές προσεγγίσεις για τη μάθηση των Φυσικών Επιστημών***

Από παιδαγωγική σκοπιά, οι απόψεις αυτές αναδεικνύουν τη σημασία της εφαρμογής μιας άλλης μεθόδου διδασκαλίας, που παλαιότερα ήταν γνωστή ως «Επαγωγική Μέθοδος» (Inductive Approach) που είναι μια «από κάτω προς τα πάνω» προσέγγιση (Κουλαϊδής 2001), που έχει ως αφετηρία για τη μάθηση την παρατήρηση, τον πειραματισμό και γενικότερα την ενεργό συμμετοχή των μαθητών/ριών σε δραστηριότητες που τους/τις επιτρέπουν, με τη βοήθεια του/ης εκπαιδευτικού, να διευρύνουν το εμπειρικό τους πεδίο αναφοράς, να δημιουργήσουν νέες νοητικές αναπαραστάσεις, και σταδιακά να οικοδομήσουν την προσωπική νέα επιστημονική τους γνώση.

Κάτω από την επίδραση των εξελίξεων στο χώρο της Διδακτικής των ΦΕ, η μέθοδος αυτή τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκε περισσότερο και επικράτησε να λέγεται «διερευνητική μέθοδος» διδασκαλίας των ΦΕ (Inquiry Based Science Education – IBSE). Γενικότερα, με τον όρο «διερεύνηση» εννοείται η διαδικασία με την οποία εντοπίζεται ένα πρόβλημα, αναλύεται κριτικά ένα πείραμα και διακρίνονται εναλλακτικές λύσεις, σχεδιάζεται η έρευνα, διατυπώνονται υποθέσεις και συμπεράσματα, αναζητούνται πληροφορίες, επινοούνται και οικοδομούνται μοντέλα, γίνεται ανταλλαγή απόψεων και επιχειρημάτων μεταξύ συνεργατών, κλπ. (Linn, Davis & Bell 2004).

Αν οι επιστημολογικές θεωρήσεις υποδεικνύουν δύο κυρίαρχες μεθοδολογικές στρατηγικές για τη διδασκαλία των ΦΕ (παραγωγικές και επαγωγικές προσεγγίσεις), η αξιοποίηση του πειράματος για την οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης από τα παιδιά δεν είναι μονόδρομος, αλλά μπορεί να γίνει με αρκετούς διαφορετικούς τρόπους, μεταξύ των οποίων αξίζει να αναφερθούν οι ακόλουθοι:

Τα πειράματα επίδειξης. Με τον όρο αυτό νοούνται πειράματα στα οποία ο χειρισμός των υλικών και των διατάξεων γίνονται αποκλειστικά από τον/την εκπαιδευτικό. Τέτοιου είδους πειράματα προκρίνονται στις περιπτώσεις όπου οι συνθήκες διδασκαλίας δημιουργούν περιοριστικούς όρους, όπως οι χρονικοί περιορισμοί, η έλλειψη πολλαπλών σειρών εργαστηριακών οργάνων, η επικινδυνότητα των υλικών, η πολυπλοκότητα του πειράματος, η στοχοθέτηση μόνο σε ζητήματα μεθοδολογίας, κλπ. Στην παραδοσιακή μορφή των πειραμάτων επίδειξης (η οποία, ας σημειώσουμε, κυριαρχεί ακόμη στα σχολεία μας), ο/η εκπαιδευτικός χρησιμοποιεί τα υλικά και τα εργαστηριακά όργανα για να εξηγήσει ή να επιβεβαιώσει αυτά που λέει, ή για να δείξει εφαρμογές αυτών που μόλις δίδαξε (μεταφορά της γνώσης). Κάτω όμως από την επίδραση των σύγχρονων αντιλήψεων για τη διδασκαλία, το πείραμα επίδειξης μπορεί να εξελιχθεί σε μια αλληλεπιδραστικού τύπου διαδικασία. Η διαδικασία αυτή συνίσταται στην καθοδηγούμενη (με κατάλληλες ερωτήσεις από τον/την εκπαιδευτικό) παρατήρηση, την εύρεση και διατύπωση σχέσεων μεταξύ στοιχείων των υλικών ή σχετικών με αυτά εννοιών, τη διατύπωση προβλέψεων, την εξαγωγή συμπερασμάτων κλπ. Σε περίπτωση διατύπωσης διαφορετικών προβλέψεων ή ερμηνειών, ο/η εκπαιδευτικός φροντίζει για την ομαδοποίησή τους και προκαλεί συζητήσεις μεταξύ εκπροσώπων διαφορετικών απόψεων, με στόχο οι μαθητές/ριες να συνειδητοποιήσουν την άποψή τους και να ενδιαφερθούν για το αποτέλεσμα της δραστηριότητας που θα ακολουθήσει. Τέλος, βοηθά ενεργά στη διατύπωση συμπερασμάτων, ενώ

ανακεφαλαιώνει τα ευρεθέντα. Αυτή η μορφή πειραματικής διδασκαλίας αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως ανακαλυπτική επίδειξη.

Το συνεργατικό εργαστήριο. Αποτελεί την πιο ολοκληρωμένη μορφή πειραματικής διδασκαλίας. Στη μορφή αυτή όλου/ες οι μαθητές/ριες πραγματοποιούν ταυτόχρονα την ίδια δραστηριότητα, εργαζόμενοι/ες συνεργατικά σε μικρές ομάδες των 3–5 ατόμων, ανάλογα με το μέγεθος της τάξης και τα διαθέσιμα υλικά και όργανα. Όπως γίνεται φανερό, απαραίτητη προϋπόθεση για την οργάνωση μιας τέτοιας μορφής πειραματικής διδασκαλίας είναι η ύπαρξη των κατάλληλων υλικών ή αντιδραστηρίων σε πολλαπλές σειρές. Η διαδικασία του μαθήματος ξεκινά με την παράθεση του «προβλήματος» και της πορείας που θα ακολουθηθεί για τη λύση του, την οποία βέβαια τα παιδιά δεν γνωρίζουν εκ των προτέρων. Κεντρικό άξονα της οργάνωσης της διδασκαλίας αποτελεί το φύλλο εργασίας των μαθητών/ριών. Στο πρώτο μέρος του φύλλου εργασίας αναγράφονται τα απαιτούμενα υλικά, τα οποία είτε είναι εκ των προτέρων τοποθετημένα στο «εργαστηριακό κουτί» που υπάρχει σε κάθε πάγκο εργασίας, είτε –στην περίπτωση ενός τμήματος εξοικειωμένου με την πειραματική εργασία– αναζητούνται στις προθήκες του εργαστηρίου, επιλέγονται και μεταφέρονται από τα ίδια τα παιδιά στους πάγκους εργασίας. Ακολουθούν οι οδηγίες της δραστηριότητας καθοδηγούν τα παιδιά στην πραγματοποίηση της εργασίας και στην επίτευξη των διδακτικών στόχων. Κάθε οδηγία συνοδεύεται από κατάλληλες ερωτήσεις μέσω των οποίων οι μαθητές/ριες παρακινούνται να παρατηρήσουν και να σημειώσουν τις παρατηρήσεις τους, να συλλέξουν, να συγκρίνουν και να κατατάξουν δεδομένα, να διατυπώσουν υποθέσεις, να προτείνουν τρόπους για την επιβεβαίωση ή τη διάψευση των υποθέσεων αυτών, να διακρίνουν σχέσεις μεταξύ μεταβλητών που υπεισέρχονται στο υπό μελέτη πρόβλημα και να καταλήξουν στη διατύπωση συμπερασμάτων. Επί πλέον είναι δυνατόν να ασκηθούν στην εκτέλεση μετρήσεων, στο χειρισμό οργάνων ή/και στη συναρμολόγηση συσκευών. Ανάλογα με το γνωστικό περιεχόμενο του προβλήματος, μπορούν να επιλεγούν ορισμένες από τις παραπάνω ενέργειες.

Τα μέλη κάθε ομάδας συζητούν μεταξύ τους και απαντούν στις ερωτήσεις γραπτά, σε κατάλληλο χώρο που υπάρχει στο φύλλο εργασίας. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ο/η διδάσκων/ουσα δεν επεμβαίνει, παρά μόνο αν χρειαστεί για να παράσχει βοήθεια σε «τεχνικό» επίπεδο, π.χ. να βοηθήσει στη συναρμολόγηση διατάξεων και να επιλύσει προβλήματα λειτουργίας οργάνων ή να απαντήσει σε ενδεχόμενες διευκρινιστικές ερωτήσεις. Είναι αυτονόητο ότι έχει ιδιαίτερη σημασία η σαφήνεια, η ακρίβεια και η απλή διατύπωση των ερωτήσεων, με σκοπό τον περιορισμό –κατά το δυνατόν– των διακοπών και παρεμβολών στην εργασία των μαθητών/ριών. Στο τέλος της πειραματικής διαδικασίας, ή και ενδιάμεσα, ο/η διδάσκων/ουσα οργανώνει-διευθύνει συζήτηση μεταξύ των μαθητών/ριών. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης τα παιδιά παρουσιάζουν τις παρατηρήσεις και τα συμπεράσματά τους, ενώ ο/η διδάσκων/ουσα συγκεντρώνει και ανακεφαλαιώνει τα δεδομένα, επισημαίνει τυχόν λάθη και επιχειρεί συγκερασμό των απόψεων οδηγώντας τους/τις μαθητές/ριες στη διατύπωση γενικών συμπερασμάτων.

Η παραπάνω μέθοδος, πέρα από τους γνωστικούς στόχους, προσφέρεται και για την επίτευξη στόχων στον ψυχοκινητικό, τον κοινωνικό και τον συναισθηματικό τομέα. Ο χειρισμός των υλικών από τους/τις ίδιους/ες τους/τις μαθητές/ριες δημιουργεί αυξημένα εσωτερικά κίνητρα για μάθηση, συντελεί στην ανάπτυξη θετικών στάσεων των μαθητών/ριών προς τις ΦΕ και συμβάλλει στην ανάπτυξη ψυχοκινητικών δεξιοτήτων. Επί πλέον συνεισφέρει στην κοινωνικοποίηση των παιδιών, καθώς οι σχέσεις που διαμορφώνονται τόσο μεταξύ εκπαιδευτικών και μαθητών/ριών όσο και των μαθητών/ριών μεταξύ τους είναι διαφορετικές από αυτές που αναπτύσσονται σε μια παραδοσιακού τύπου διδασκαλία. Ωστόσο, η διαχείριση της τάξης στις ιδιαίτερες συνθήκες που διαμορφώνει το μετωπικό εργαστήριο απαιτεί και την ανάλογη προσαρμοστικότητα από την πλευρά του/της εκπαιδευτικού. Στις πρώτες εφαρμογές της μεθόδου παρατηρούνται δυσκολίες των μαθητών/ριών να ενταχθούν σε διαδικασίες ενεργητικής μάθησης ή, ακόμη, να ακολουθήσουν γραπτές οδηγίες, ενώ η συλλογική εργασία έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση του «θορύβου» στην τάξη, ο οποίος πιθανά να ενοχλεί τον/την εκπαιδευτικό. Έχει παρατηρηθεί όμως ότι σταδιακά, σε διάστημα περίπου 4 εβδομάδων, τα



παραπάνω προβλήματα αμβλύνονται και τα παιδιά μαθαίνουν να εργάζονται χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα.

Το κυκλικό εργαστήριο. Πρόκειται για μια ιδιαίτερου τύπου οργάνωση της πειραματικής διδασκαλίας, η οποία θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως ένα μεταβατικό στάδιο μεταξύ των πειραμάτων επίδειξης και του συνεργατικού εργαστηρίου. Με αυτήν την οργάνωση οι μαθητές/ριες ενός τμήματος μπορούν να εργαστούν σε μικρές ομάδες, αξιοποιώντας ταυτόχρονα τη μοναδική σειρά οργάνων που ενδεχομένως υπάρχει στο εργαστήριο -μια κατάσταση που υποχρεώνει σε κάθε άλλη περίπτωση στην αναγκαστική λύση των πειραμάτων επίδειξης. Στο κυκλικό εργαστήριο οι μαθητές/ριες κάθε ομάδας πραγματοποιούν μια διαφορετική δραστηριότητα κάθε φορά και αλλάζουν κυκλικά τις ασκήσεις, με αποτέλεσμα σε ορισμένες διδακτικές ώρες όλες οι ομάδες να έχουν ολοκληρώσει μια ενότητα πειραματικών δραστηριοτήτων. Η διαφαινόμενη απαίτηση περισσότερων ωρών διδασκαλίας μπορεί να περιοριστεί με τοπικές επεμβάσεις στο αναλυτικό πρόγραμμα, δηλαδή με την περικοπή κάποιων ωρών θεωρίας και την αντικατάστασή τους από ώρες εργαστηριακής εργασίας. Επειδή η κυκλική εναλλαγή των ασκήσεων προϋποθέτει διαφορετική αφετηρία εργασίας για κάθε ομάδα, προαπαιτείται η γνώση των βασικών φυσικών εννοιών και νόμων της σχετικής ενότητας –άρα η συγκεκριμένη μορφή οργάνωσης του εργαστηρίου προκρίνεται μετά τη διδασκαλία της αντίστοιχης θεωρίας στην τάξη (Καριώτογλου, Κολιόπουλος, & Ψύλλος 1993).

Είναι αξιοσημείωτο ότι από σημαντικές σύγχρονες αναφορές φαίνεται ότι όπου εφαρμόστηκαν για τις ΦΕ διδακτικές προσεγγίσεις διερευνητικού τύπου που εμπλέκουν ενεργά τα παιδιά στη μαθησιακή διαδικασία, τα μαθησιακά αποτελέσματα ήταν πολύ καλύτερα (βλέπε τα αποτελέσματα των ευρωπαϊκών προγραμμάτων Pollen και Sinus-transfer που εφαρμόστηκαν σε σχολεία πολλών ευρωπαϊκών χωρών). Επίσης, σε πρόσφατη αξιολόγηση για τη μάθηση στις ΦΕ σε σχολεία του Ηνωμένου Βασιλείου, η αναφορά των επιθεωρητών των ΦΕ συμπεραίνει ότι ο κύριος παράγοντας που οδήγησε κάποια σχολεία στο να έχουν εξαιρετικές επιδόσεις ή να παρουσιάσουν ταχύτατη βελτίωση στη μάθηση των ΦΕ οφείλεται στη συνεπή εφαρμογή της διερευνητικής προσέγγισης (IBSE). Στα σχολεία αυτά δόθηκε στους/ις μαθητές/ριες η ευκαιρία να θέσουν ερωτήσεις, να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν μόνοι/ες τους ερευνητικές δραστηριότητες (Ofsted 2008).

Αντίστοιχα, θετικά αποτελέσματα αναφέρονται από πολλές έρευνες όπου εφαρμόστηκαν συνεργατικές προσεγγίσεις στη διδασκαλία των ΦΕ. Μετά από επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 έως το 1998, οι Lazarovitz και Hertz-Lazarovitz (1998) εντόπισαν συνολικά 37 εργασίες που δημοσιεύτηκαν μετά από κρίση σε διεθνή περιοδικά και περιγράφουν εφαρμογές μεθόδων συνεργατικής μάθησης στις ΦΕ. Από όλες αυτές τις έρευνες προέκυψε ότι η συνεργατική μέθοδος βοήθησε όλα τα παιδιά και ιδιαίτερα τους/τις μαθητές/ριες με χαμηλές επιδόσεις στο να αυξήσουν τις επιδόσεις τους. Επίσης, συνέβαλε στη βελτίωση των επιδόσεων των κοριτσιών. Με τη συνεργατική μάθηση αυξήθηκε η αυτοεκτίμηση όλων των παιδιών, ενώ συγχρόνως επήλθε βελτίωση στις κοινωνικές τους δεξιότητες, όπως αλληλοϋποστήριξη και αλληλοβοήθεια, καθώς και στις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση και την εργαστηριακή δουλειά στις ΦΕ. Επίσης, η κινητοποίηση και η ευχαρίστηση των παιδιών αυξήθηκε, και σημειώθηκε μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών της ομάδας αλλά και με τον/την εκπαιδευτικό.

### ***Διδασκαλία-μάθηση των Φυσικών Επιστημών με την αξιοποίηση των ΤΠΕ***

Η διδασκαλία και η μάθηση των ΦΕ έχει να κερδίσει πολλά από τη χρήση των υπολογιστών. Όπως έχει επισημανθεί, οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν τα γνωστικά αντικείμενα που επωφελούνται περισσότερο από όλα τα άλλα από την αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ). Από τη μια πλευρά οι δυνατότητες που έχουν οι υπολογιστές για μοντελοποίηση, οπτικοποίηση και, κυρίως, προσομοίωση φυσικών φαινομένων και διαδικασιών συντελούν στη δημιουργία ισχυρών περιβαλλόντων μάθησης που παρέχουν μοναδικές ευκαιρίες στους χρήστες και τις χρήστριες να παρατηρήσουν φαινόμενα, υλικά και διαδικασίες που συχνά είναι δύσκολο, αδύνατο ή ακόμα επικίνδυνο να παρατηρήσουν στην πραγματικότητα, να εκτελέσουν εικονικά πειράματα και να παρέμβουν στις διαδικασίες

προκειμένου να ελέγξουν υποθέσεις και να μελετήσουν αλλαγές της ύλης τόσο στον πραγματικό κόσμο όσο και σε εναλλακτικούς κόσμους. Από την άλλη, οι εξαιρετικές δυνατότητες της πρόσβασης σε βάσεις δεδομένων και της αναζήτησης πληροφοριών στις βάσεις αυτές δίνουν τη δυνατότητα άμεσης και πολυσύνθετης πληροφόρησης που δεν υπήρχε εδώ και μερικά χρόνια. Επιπλέον, η χρήση του διαδικτύου και των υπηρεσιών του τόσο από ομάδες χρηστών και χρηστριών όσο και από μεμονωμένους/ες χρήστες/ριες τού προσδίδει μια νέα μορφή (web2) και, καθώς η χρήση αυτή διευρύνεται και εξελίσσεται καθημερινά, ωθεί σε μεγάλες αλλαγές στην προσωπική ζωή των ανθρώπων, στην επικοινωνία μεταξύ τους, στην καλλιτεχνική δημιουργία, στην τέχνη, στην ψυχαγωγία, στην εκπαίδευση, στη μάθηση (learning 2) (Σολομωνίδου & Κολοκοτρώνης 2009).

Η χρήση όμως του υπολογιστή και των ΤΠΕ στην εκπαίδευση των ΦΕ δεν είναι ουδέτερη από θεωρητική και παιδαγωγική άποψη. Εμπνέεται και καθοδηγείται από μια ορισμένη θεωρία μάθησης, είτε αυτή είναι παραδοσιακή (π.χ. συμπεριφορισμός), είτε σύγχρονη (π.χ. μια γνωστική θεωρία όπως ο εποικοδομητισμός ή μια κοινωνικο-πολιτισμική θεωρία). Ιδιαίτερα οι σύγχρονες τεχνολογίες αιχμής των ΤΠΕ δεν νοείται να συνδυάζονται με παραδοσιακές θεωρίες μάθησης και πρακτικές, όπως πολύ συχνά συμβαίνει με τις προτάσεις για την εκπαιδευτική αξιοποίηση σύγχρονων διαδικτυακών και άλλων συστημάτων μάθησης.

Η αξιοποίηση του υπολογιστή στη διδασκαλία των ΦΕ και στην εκπαίδευση γενικότερα μπορεί να βοηθήσει ώστε να υπάρξει μετατόπιση από την αντίληψη για τη μετάδοση της γνώσης στην αντίληψη για την οικοδόμηση της γνώσης, και από τη μάθηση που θεωρείται ως εξωτερικά καθοδηγούμενη διαδικασία, στη μάθηση ως αυτο-προσδιοριζόμενη διαδικασία υποβοηθούμενη από συνεργατικές δραστηριότητες (Underwood & Underwood 1994, Bacon 1996). Στο πλαίσιο αυτό ο υπολογιστής γίνεται εργαλείο έκφρασης και διερεύνησης στα χέρια των μαθητών και των μαθητριών και των δασκάλων τους. Ο τρόπος που χρησιμοποιείται ο υπολογιστής στην περίπτωση αυτή αλλάζει και από υπολογιστής-δάσκαλος γίνεται υπολογιστής-συνεργάτης στη μαθησιακή διαδικασία. Οι μαθητές και οι μαθήτριες δεν διδάσκονται από τους υπολογιστές, αλλά μαθαίνουν με τη βοήθεια των υπολογιστών. Έτσι, ο υπολογιστής ευνοεί κάποιες αλλαγές στο ψυχοκοινωνικό κλίμα της σχολικής τάξης: ο ρόλος του/της εκπαιδευτικού και του/της μαθητή/ριας αλλάζει προς το δημοκρατικότερο, αναστέλλεται η μαθησιακή αποξένωση και ευνοείται το συνεργατικό πνεύμα (Laurillard 1992, Crook 1994, Osborne & Hennessy 2003).

Όλες αυτές οι αλλαγές που επιφέρει η χρήση των ΤΠΕ στη διδασκαλία των ΦΕ συμφωνούν με τις αρχές της εποικοδομητικής αντίληψης για τη μάθηση και τη διδασκαλία των ΦΕ. Τα περιβάλλοντα οικοδόμησης της γνώσης στις ΦΕ που υποστηρίζονται από τον υπολογιστή δεν περιλαμβάνουν έτοιμη γνώση, αλλά μάλλον δημιουργούν καταστάσεις και παρέχουν εργαλεία που υποκινούν τα παιδιά να κάνουν τη μέγιστη δυνατή χρήση των δικών τους γνωστικών ικανοτήτων (Clements 1991, Jonassen 1996). Ο υπολογιστής προσφέρει διευκολυντικούς όρους για τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών και των μαθητριών: χειροπιαστά εργαλεία, δυνατότητα πειραματισμού, στρατηγικές σταδιακής επίλυσης προβλημάτων, εισαγωγικές και ανακαλυπτικές μεθόδους (Bruce & Levin 1997). Η μάθηση που βασίζεται στην ανακάλυψη ή στη διερεύνηση πηγών, υλικών, διαδικασιών (Inquiry Based Science Education - IBSE) μπορεί να επιτευχθεί για δύσκολα προσεγγίσιμα ή επικίνδυνα περιβάλλοντα μέσω υπολογιστή, ο οποίος διαθέτει την εξαιρετική για τις ΦΕ δυνατότητα της προσομοίωσης φαινομένων και διαδικασιών. Και είναι γνωστό από τη βιβλιογραφία ότι η μάθηση των ΦΕ μέσω της χρήσης προσομοιώσεων στον υπολογιστή αποτελεί ένα επίτευγμα που διακρίνεται από όλα τα υπόλοιπα γνωστικά αντικείμενα (π.χ. Poole 1997, Σολομωνίδου 2006).

Ο υπολογιστής έχει επίσης τη δυνατότητα να συμβάλει κατά τέτοιο τρόπο στη μάθηση των ΦΕ, ώστε αυτή να μπορεί να γίνει προσωπική δραστηριότητα, εφόσον κάθε παιδί μπορεί να μαθαίνει διαφορετικά πράγματα και με το δικό του ρυθμό, όσο και κοινωνική δραστηριότητα, εφόσον το παιδί μετέχει σε συνεργατικές διεργασίες μάθησης (π.χ. βλ. Crook 1998, Σολομωνίδου 1999, Σταυρίδου 2000). Η δυνατότητα που έχει ο υπολογιστής να προγραμματίζεται, να αλληλεπιδρά με τον χρήστη ή τη χρήστρια και να συντελεί στη μοντελοποίηση προβληματικών γνωστικών περιοχών των ΦΕ, αποτελούν ιδιαιτερότητες και χαρακτηριστικά που τον κάνουν να ξεχωρίζει από όλα τα άλλα μέσα διδασκαλίας (Ράπτης & Ράπτη 1999).

Ειδικότερα, η δυνατότητα που προσφέρουν οι υπολογιστές για την προσομοίωση πραγματικών ή εικονικών κόσμων, ταυτόχρονα με τη δυνατότητα δημιουργίας πολλαπλών αναπαραστάσεων φαινομένων και διαδικασιών των ΦΕ, καθώς και τη δυνατότητα γνωστικής αλληλεπίδρασης των παιδιών με τον υπολογιστή, δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες για τη διεξαγωγή υποθετικών πειραμάτων στην τάξη, υποστηρίζοντας αποφασιστικά τη διδασκαλία και τη μάθηση των ΦΕ. Με τον τρόπο αυτό αντιμετωπίζεται ένα από τα συνηθισμένα προβλήματα της διδασκαλίας των ΦΕ: οι υπολογιστές, αφαιρώντας έως ένα βαθμό τα πρακτικά εμπόδια της πραγματικότητας, επιτρέπουν τη διεξαγωγή εικονικών πειραμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων κάτω από ιδανικές συνθήκες. Ταυτόχρονα, προσφέρουν τη δυνατότητα οπτικοποίησης και παραμετροποίησης των κόσμων αυτών (πραγματικών ή εικονικών). Η προσομοίωση πραγματικών καταστάσεων και η μοντελοποίηση εναλλακτικών κόσμων, που αποτελούν σημαντικές δυνατότητες του υπολογιστή, είναι χρήσιμες για τη διδασκαλία εννοιών των ΦΕ για τις οποίες ο άνθρωπος δεν έχει άμεση εμπειρία (Jonassen 1996).

Βέβαια, η αξιοποίηση των ποικίλων δυνατοτήτων του υπολογιστή στη διδασκαλία και τη μάθηση των ΦΕ δεν αντικαθιστά το πείραμα σε πραγματικές συνθήκες, σε βαθμό που να υποβαθμίζεται ο ρόλος του σχολικού εργαστηρίου ΦΕ, διότι αυτό καλλιεργεί δεξιότητες χειρισμού που δεν μπορούν να αναπτυχθούν με τη χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Ένας κρίσιμος παράγοντας για την ένταξη του υπολογιστή και του εκπαιδευτικού λογισμικού στην εκπαιδευτική πράξη και την ουσιαστική διδακτική του αξιοποίηση είναι οι διδάσκοντες/ουσες και η στάση τους απέναντι στη χρήση υπολογιστών στην εκπαίδευση (Davidson & Ritchie 1994). Το έργο της διδασκαλίας με αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού δεν μπορεί να θεωρηθεί κοινότυπο στη διαχείρισή του, εφόσον απαιτεί την εφαρμογή σύγχρονων και δυναμικών παιδαγωγικών και διδακτικών στρατηγικών και ειδικές γνώσεις πάνω σε αυτές. Στην πλειοψηφία τους οι εκπαιδευτικοί δεν γνωρίζουν πώς ο υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως γνωστικό εργαλείο στα σχολικά μαθήματα, και πώς μπορεί να ευνοήσει την επίτευξη προωθημένων μαθησιακών στόχων. Επιπλέον, επειδή στο σχεδιασμό αυτών των νέων διδακτικών μέσων υπεισέλθαν και άλλοι και άλλες ειδικοί (τεχνολόγοι, προγραμματιστές, γνωστικοί επιστήμονες, θεωρητικοί της πληροφορικής, κλπ.), η εξουσία που είχε άλλοτε ο ή η εκπαιδευτικός έχει μοιραστεί σε όλους αυτούς τους ειδικούς και προκειμένου αυτός ή αυτή να αισθανθεί ασφάλεια καταφεύγει στη μικρή και περιορισμένη τεχνολογία, την οποία μπορεί να χειρίζεται και να ελέγχει (Ράπτης & Ράπτη 1999, Σολομωνίδου 2006, Σολομωνίδου Κολοκοτρώνης 2009). Για τους λόγους αυτούς απαιτείται ευρεία επιμόρφωση των εκπαιδευτικών σχετικά με τις δυνατότητες των νέων αυτών μέσων και τις προσεγγίσεις αξιοποίησής τους, καθώς και σταδιακή αναμόρφωση των αναλυτικών προγραμμάτων ώστε να ενσωματώνουν νέες δραστηριότητες, προσαρμοσμένες στη χρήση του υπολογιστή.

Συνοψίζοντας, θα λέγαμε ότι η διδακτική αξιοποίηση του υπολογιστή και των ΤΠΕ μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη υπό το πρίσμα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, καθώς οι ποικίλες δυνατότητες των ΤΠΕ μπορούν να αξιοποιηθούν με κατάλληλα σενάρια και διδακτικές πορείες προκειμένου να βοηθήσουν τους μαθητές και τις μαθήτριες στην οικοδόμηση επιστημονικών απόψεων, γνώσεων, δεξιοτήτων, ικανοτήτων, γνώσεων και ικανοτήτων που είναι συνδεδεμένες με την καθημερινή ζωή και ειδικότερα με την αντιμετώπιση πραγματικών καταστάσεων και προβλημάτων που αυτή θέτει στους ανθρώπους καθημερινά.

Όσον αφορά στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των ΤΠΕ, στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια έχει γίνει μια σημαντική προσπάθεια για την ανάπτυξη πακέτων εκπαιδευτικού λογισμικού στο πλαίσιο έργων τόσο του Υπουργείου Παιδείας όσο και ανεξάρτητων ερευνητικών ακαδημαϊκών ομάδων. Έτσι υπάρχει πλέον μια σχετικά ικανοποιητική βάση τίτλων εκπαιδευτικού λογισμικού ΦΕ, πολλοί από τους οποίους έχουν πιστοποιηθεί από το Υπουργείο Παιδείας και διατίθενται για χρήση τους στα σχολεία και τις ακαδημαϊκές μονάδες. Επιπλέον, πολλοί δικτυακοί τόποι σε διεθνές επίπεδο και στην Ελλάδα προσφέρουν υπηρεσίες πληροφόρησης, ενημέρωσης για θέματα διδασκαλίας και μάθησης των ΦΕ, αναζήτησης και εύρεσης ψηφιακού εκπαιδευτικού υλικού, προτάσεων διδασκαλίας, συνοδευτικού υλικού, ταινιών βίντεο, εικονικών πειραμάτων, παιχνιδιών, κλπ. Σήμερα, ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να βρει πολλές προτάσεις και υλικό που είναι

διαθέσιμα στον παγκόσμιο ιστό ώστε να προσφέρει στα παιδιά αποτελεσματικές και ενδιαφέρουσες διδασκαλίες των ΦΕ.

### ***Ιστορία των Φυσικών Επιστημών και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες***

Η Ιστορία των Φυσικών Επιστημών τα τελευταία χρόνια κατέχει μια αξιόλογη θέση σε αρκετά Προγράμματα Σπουδών (ενδεικτικά, βλέπε το γαλλικό Π.Σ. στο Bulletin officiel special, no 4, 29 Avril 2009). Στο γαλλικό πρόγραμμα υποστηρίζεται ότι η επιστήμη αναπτύχθηκε από άνδρες και γυναίκες που έζησαν σε ένα δεδομένο πλαίσιο χρονικό, γεωγραφικό και κοινωνικό κι ότι θέτοντας σε αμφισβήτηση τις τρέχουσες αντιλήψεις των ανθρώπων για τον κόσμο, συχνά βρέθηκε αντιμέτωπη με το συντηρητισμό, τις παραδόσεις, τον αυταρχισμό της εξουσίας, τον σκοταδισμό κάθε είδους που εμπόδιζαν την πρόοδό της. Κατά συνέπεια, η γνωριμία των παιδιών με την ιστορία της οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης μπορεί να αποτελέσει πηγή έμπνευσης για την ελευθερία της σκέψης, το κριτικό πνεύμα και τη θέληση για επιμονή. Ακόμα, διδάσκει την ταπεινότητα και την υπομονή, δεδομένου ότι η ιστορία αυτή κάνει φανερό ότι στη διάρκεια των ετών υπήρξε ένας εντυπωσιακά μεγάλος αριθμός λανθασμένων υποθέσεων, λανθασμένων εννοιών, αλλά και παθιασμένες αντιπαραθέσεις μεταξύ των επιστημόνων. Η ιστορική προσέγγιση δείχνει επίσης ότι η σύγχρονη επιστήμη, που υπερβαίνει τις πολιτισμικές διαφορές, είναι παγκόσμια και είναι ένα αγαθό που ανήκει σε όλη την ανθρωπότητα.

Ειδικότερα, στα προγράμματα που αξιοποιούν την Ιστορία των Φ.Ε., αυτή δεν περιορίζεται σε «ένθετα» ή σε βιογραφίες σπουδαίων επιστημόνων, αλλά ενσωματώνεται οργανικά στην παρουσίαση και διδασκαλία των επιλεγμένων γνωστικών αντικειμένων. Σημαντική ώθηση στις προσπάθειες αυτές δίνουν τα διαδεδομένα σε πολλά σχολεία και πανεπιστήμια προγράμματα «Επιστήμης, Τεχνολογίας και Κοινωνίας» (Science-Technology-Society, STS) τα οποία, εντάσσοντας την Ιστορία στη διδασκαλία των Φ.Ε., εκφράζουν μια νέα τάση που αναδεικνύει την «Επιστήμη ως Κουλτούρα» (Science as Culture) επαναπροσδιορίζοντας τους στόχους μιας εκπαίδευσης στις ΦΕ που απευθύνεται σε όλους τους πολίτες (Science for All) και ξεπερνά τον επιστημονικό αποκλεισμό (Rocard et al. 2007).

Στην περίπτωση αυτή επιχειρείται η άμεση διδακτική αξιοποίηση ιστορικού υλικού με στόχο τη συμβολή της Ιστορίας των ΦΕ (i) στη γνωστική (εννοιολογική-μεθοδολογική), (ii) στη συναισθηματική και (iii) στη μεταγνωστική συνιστώσα της διδασκαλίας των ΦΕ (Σέρογλου & Κουμαράς 2001).

Οι υποστηρικτές της συγκεκριμένης τάσης, καθώς και τα αποτελέσματα εμπειρικών ερευνών αλλά και διδακτικών παρεμβάσεων, δείχνουν ότι η Ιστορία των ΦΕ είναι δυνατόν να συμβάλλει στην αποτελεσματικότερη κατανόηση του περιεχομένου και της μεθοδολογίας των ΦΕ, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων για τη λύση προβλημάτων, στη δημιουργία θετικών στάσεων για τις ΦΕ, και στην κατανόηση της επιστημολογικής διάστασης της επιστήμης (Δέδες & Ραβάνης 2006). Κεντρικό πυρήνα της επιχειρηματολογίας τους αποτελούν οι παρακάτω θέσεις:

Η Ιστορία των ΦΕ παρέχει στρατηγική γνώση για το πώς οικοδομήθηκε, άλλαξε και διαδόθηκε μια επιστημονική αναπαράσταση. Επομένως, η κατάλληλη ενσωμάτωσή της στα σχέδια εργασίας των εκπαιδευτικών μπορεί να αποτελέσει ένα εξαιρετικό αποτελεσματικό εργαλείο για την κατανόηση των φυσικών εννοιών. Οι μαθητές/ριες, σε συνεργασία με τον/ην εκπαιδευτικό, συγκρίνοντας και αντιπαραβάλλοντας μέσα στην τάξη τις σύγχρονες επιστημονικές με τις προγενέστερες ιστορικές απόψεις, είναι δυνατόν να ξεπεράσουν ανάλογες προσωπικές τους ιδέες και να υιοθετήσουν το αποδεκτό σήμερα επιστημονικό πρότυπο (Wandersee 1986, Bar & Zinn 1995). Στο ίδιο πλαίσιο στόχων εντάσσονται μελέτες και προτάσεις για την πραγματοποίηση δραματοποιημένων «ιστορικών διαλόγων» μέσα στη σχολική τάξη. Οι εμπνευστές των προτάσεων αυτών υποστηρίζουν ότι οι μαθητές/ριες, μέσα από την ανάληψη «ιστορικών» ρόλων και την αντιπαράθεση επιστημονικών επιχειρημάτων, είναι δυνατόν να οδηγηθούν σταδιακά στη σύγχρονη επιστημονική θεωρία ακολουθώντας την ιστορική εξέλιξη των ιδεών (Lochhead & Dufrence 1989, Solomon 1989, Κωνσταντινίδης, Σεβαστίδου & Ραφτόπουλος 2003, Σέρογλου 2006).

Η Ιστορία των ΦΕ μπορεί να αποτελέσει πηγή άντλησης διδακτικών δραστηριοτήτων. Η δημιουργία αντιγράφων ιστορικών πειραμάτων, με τις κατάλληλες τροποποιήσεις έτσι ώστε να



καταστούν φιλικά προς τους/ις μαθητές/ριες, και τη διατήρηση της ιστορικής αλληλουχίας των πειραματικών βημάτων, μπορούν να τους/τις βοηθήσουν στην οικοδόμηση των επιστημονικών εννοιών (Monk & Osborn 1997).

Η επαφή των μαθητών/ριών με συγκεκριμένα επεισόδια της Ιστορίας των ΦΕ, όπου περιγράφονται οι μέθοδοι και οι διαδικασίες με τις οποίες επιστήμονες του παρελθόντος αντιμετώπισαν εννοιολογικές και πρακτικές δυσκολίες στην προσπάθεια διατύπωσης των θεωριών τους, μπορεί να βοηθήσει τους/τις μαθητές/ριες να μυηθούν στην επιστημονική μεθοδολογία. Και να γίνουν ικανοί/ες να παρατηρούν, να διατυπώνουν υποθέσεις και να προτείνουν τρόπους ελέγχου των υποθέσεών τους (Matthews 1994).

### ***Σύγχρονα μαθησιακά περιβάλλοντα και ο ρόλος του/ης εκπαιδευτικού***

Σταδιακά άρχισε να γίνεται όλο και περισσότερο κατανοητό ότι η μάθηση των ΦΕ είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο φαινόμενο και ότι επηρεάζεται από πληθώρα παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τις αντιλήψεις μαθητών/ριών και των καθηγητών/ριών για τη φύση της επιστημονικής γνώσης και τις διαδικασίες μάθησης, αλλά και με τους στόχους της εκπαίδευσης. Για παράδειγμα, η μάθηση της επιστημονικής γνώσης θεωρείται ως διαδικασία μεταφοράς προκατασκευασμένης, "αντικειμενικής" και αναλλοίωτης γνώσης από το/η δάσκαλο/α στο παιδί, που αποθηκεύεται στη μνήμη και συνεχώς συσσωρεύεται ή αντιμετωπίζεται ως διαδικασία συνεχούς και ενεργής οικοδόμησης νοημάτων από το παιδί, που οδηγεί σε διαρκή αναδιοργάνωση και τροποποίηση των γνώσεών του; Η επιστημονική γνώση είναι προϊόν ατομικής ή κοινωνικής κατασκευής; Τι μετράει ως ωφέλιμος χρόνος και ως δουλειά στο σχολείο και τι όχι; Για παράδειγμα, η συζήτηση των απόψεων των παιδιών στην τάξη θεωρείται μέρος της αναγκαίας δουλειάς ή απλά χάσιμο χρόνου; Το είδος των απαντήσεων που δίνονται στις παραπάνω ερωτήσεις καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό το μαθησιακό περιβάλλον και κατά συνέπεια τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Για το σχεδιασμό και την οργάνωση ενός σύγχρονου μαθησιακού περιβάλλοντος συνεργατικής μάθησης σημαντικό ρόλο παίζουν δύο παράγοντες της διδακτικής διαδικασίας, που είναι: α) η σύνθεση των ομάδων εργασίας, στο πλαίσιο των οποίων θα δραστηριοποιηθούν τα παιδιά και β) η φύση των δραστηριοτήτων που θα πραγματοποιήσουν οι μαθητές/ριες στη διάρκεια του μαθήματος. Ο ρόλος των εκπαιδευτικών είναι κεφαλαιώδης και για δύο αυτές περιπτώσεις, καθώς και για την επιτυχή παιδαγωγική διαχείριση της τάξης στη διάρκεια του μαθήματος.

Όσον αφορά στη σύνθεση των ομάδων, αυτή θα πρέπει να είναι ολιγομελής (3-4 άτομα) και ετερογενής από κάθε άποψη (φύλο, φυλή, επίδοση, προέλευση, κλπ.), γιατί τότε εξασφαλίζονται συνθήκες αυξημένης αλληλεπίδρασης μεταξύ των μελών της, γεγονός που είναι από τις αναγκαίες προϋποθέσεις για να οικοδομηθεί η επιστημονική γνώση, αλλά και για να αναπτύξουν τα παιδιά πολλαπλές ικανότητες συνεργασίας και επικοινωνίας.

Όσον αφορά στις δραστηριότητες που κάθε φορά επιλέγονται για τη διδασκαλία ενός φαινομένου, μιας έννοιας, κλπ., αυτές θα πρέπει να σχετίζονται όσο γίνεται περισσότερο με τα ενδιαφέροντα και τις ανάγκες των παιδιών, να επιτυγχάνουν τη σύνδεση της επιστημονικής γνώσης με την καθημερινή ζωή και κυρίως, να εξασφαλίζουν την ενεργό συμμετοχή των παιδιών στη μάθησή τους.

Ο/Η εκπαιδευτικός θα πρέπει να δημιουργεί ένα όσο το δυνατό περισσότερο εμπλουτισμένο μαθησιακό περιβάλλον, μέσα από τη χρησιμοποίηση ποικίλων μέσων, υλικών και διαδικασιών, ανάλογα με την ηλικία και τις ανάγκες των παιδιών. Για το σκοπό αυτό σήμερα έχει τη δυνατότητα:

να εμπλέξει τα παιδιά σε πειραματικές δραστηριότητες με απλά μέσα και υλικά, αλλά και χρησιμοποιώντας εργαστηριακό εξοπλισμό του σχολείου,

να χρησιμοποιήσει τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, τόσο για παρουσιάσεις στην τάξη, όσο και για να εργαστούν τα παιδιά ανά 2 σε Η/Υ, με τη βοήθεια εκπαιδευτικού λογισμικού και πακέτων που έχουν παραχθεί στη Ελλάδα, ή έχουν μεταφραστεί στα ελληνικά (βάση δεδομένων του Υπουργείου Παιδείας, [www.e-yliko.gr](http://www.e-yliko.gr)),



να χρησιμοποιήσει ποικίλο εκπαιδευτικό υλικό από έγκυρες βάσεις δεδομένων που υπάρχουν στο διαδίκτυο (πανεπιστήμια, μουσεία ΦΕ, οργανώσεις εκπαιδευτικών, κλπ.)

να χρησιμοποιήσει θεατρικά κείμενα, να οργανώσει παιχνίδι ρόλων, ή αντιπαραβολή απόψεων στην τάξη, με θέματα από την Ιστορία των ΦΕ ώστε να βοηθήσει τα παιδιά να συνειδητοποιήσουν τις δυσκολίες που συνάντησαν οι επιστήμονες μιας εποχής να διαδώσουν τις ιδέες τους (πχ. γεωκεντρικό και ηλιοκεντρικό σύστημα, αριστοτελικές και νευτώνειες αντιλήψεις για τη δύναμη και την κίνηση, κλπ.),

να χρησιμοποιήσει έγκριτα κείμενα εκλαΐκευσης της επιστήμης που αφορούν περιβαλλοντικά και άλλα κοινωνικά προβλήματα που σχετίζονται με τις ΦΕ, ως υλικά εργασίας των παιδιών, ώστε να συμβάλλει στην ευαισθητοποίησή τους για διάφορα ζητήματα και να τα βοηθήσει να γίνουν ενεργοί και συνειδητοποιημένοι πολίτες, κλπ.

να ευνοήσει το σχεδιασμό και την οργάνωση από τα παιδιά δραστηριοτήτων διερεύνησης (inquiry learning) διαφόρων θεμάτων των ΦΕ τόσο στην ώρα του μαθήματος, όσο και έξω από αυτή, που θα ολοκληρωθούν σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (πχ. 3-4 εβδομάδων).

Για ένα σχολείο σύγχρονο και πιο αποτελεσματικό, για ένα σχολείο πιο φιλικό προς τα παιδιά, διαγράφεται ένας νέος, εμπλουτισμένος και πολυδύναμος ρόλος για τον/την εκπαιδευτικό, ο/η οποίος/α παύει να εκτελεί απλώς οδηγίες και να ακολουθεί μια προκαθορισμένη πορεία διδασκαλίας που βασίζεται κυρίως στο σχολικό εγχειρίδιο, αλλά αποκτά μεγαλύτερη αυτονομία και δημιουργικότητα, όσον αφορά στον τρόπο επίτευξης των στόχων που προβλέπονται από το Πρόγραμμα Σπουδών. Στο πλαίσιο του νέου του/της ρόλου οργανώνει τη διδασκαλία του/ης με ολοκληρωμένο τρόπο, σχεδιάζοντας και υλοποιώντας στην τάξη τα δικά του/ης διδακτικά σενάρια, με στόχο να συμμετέχει ενεργά ο/η μαθητής/ρια στην μαθησιακή διαδικασία. Στην κατεύθυνση αυτή κινούνται σήμερα αρκετοί/ες εκπαιδευτικοί, ενώ επιδιώκεται τέτοιου είδους διδακτικές προσεγγίσεις να αποτελούν τον κανόνα κι όχι την εξαίρεση, μέσα στην τάξη.

### ***Σχεδιάζοντας διδακτικά σενάρια και φύλλα εργασίας των μαθητών/ριών***

Ως διδακτικό σενάριο θεωρείται η περιγραφή μιας διδασκαλίας με εστιασμένο γνωστικό(ά) αντικείμενο(α), συγκεκριμένους εκπαιδευτικούς στόχους, διδακτικές αρχές και πρακτικές. Ένα διδακτικό σενάριο μπορεί να έχει διάρκεια περισσότερων από μία διδακτικών ωρών. Στα διδακτικά σενάρια περιλαμβάνονται και στοιχεία όπως η αλληλεπίδραση και συνεργατική διάσταση της διδασκαλίας, οι ρόλοι των συμμετεχόντων, οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών και τα ενδεχόμενα διδακτικά εμπόδια, και γενικότερα όλα εκείνα τα στοιχεία που θεωρούνται σημαντικά στη σύγχρονη θεωρία. Ένα διδακτικό σενάριο υλοποιείται, κατά κανόνα, μέσα από μια σειρά εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Η δομή και ροή κάθε δραστηριότητας καθώς και οι ρόλοι του διδάσκοντα-διδασκόμενων (οι οποίοι διδασκόμενοι, κατά περίπτωση, μπορεί να είναι μαθητές, σπουδαστές, επιμορφούμενοι/ες, κλπ.) και η αλληλεπίδρασή τους με τα χρησιμοποιούμενα μέσα και υλικά, περιγράφονται στο πλαίσιο του διδακτικού σεναρίου. Οι δραστηριότητες λοιπόν είναι τμήματα του σεναρίου, εντάσσονται μέσα σε αυτό και μπορούν να είναι από απλές έως πιο προηγμένες, σύνθετες, κλπ. Στη διδασκαλία που προτείνει ένα σενάριο μπορούν να συνδυάζονται περισσότερα διδακτικά μέσα, όπως π.χ. όργανα εργαστηριακά, αλλά και πίνακας, διαγράμματα, χάρτες, κλπ., κατάλληλα εκπαιδευτικά λογισμικά, σημειώσεις, sites, προκειμένου να επιτευχθεί ένα μαθησιακό αποτέλεσμα.

Το φύλλο εργασίας των μαθητών/ριών αποτελεί ένα εξαιρετικά χρήσιμο και αναγκαίο εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης με βάση το οποίο υλοποιείται στην τάξη ένα διδακτικό σενάριο. Με εξαίρεση την περίπτωση όπου τα παιδιά καλούνται να σχεδιάσουν μόνα τους και να πραγματοποιήσουν δραστηριότητες διερεύνησης, σε όλες τις άλλες περιπτώσεις καλό είναι να υπάρχει ένα φύλλο εργασίας, το οποίο θα καθοδηγεί και θα υποστηρίζει τα παιδιά στη μαθησιακή διαδικασία. Το φύλλο εργασίας μπορεί να πάρει πολλές και διαφορετικές μορφές, ανάλογα με το περιεχόμενο του μαθήματος, τους στόχους που έχουν τεθεί, τα μέσα τα εργαλεία και τα υλικά, και τη διδακτική μέθοδο που θα ακολουθηθεί.

Καλό είναι όμως το φύλλο εργασίας να περιέχει αν όχι όλα, τα περισσότερα από τα παρακάτω στοιχεία, τα οποία διαμορφώνουν και τη δομή του (Πιλάτου & Σταυρίδου 2005):

*Εισαγωγή – Κατάσταση προβληματισμού*

Προκειμένου η εισαγωγή των παιδιών στις νέες έννοιες και φαινόμενα να πραγματοποιηθεί με παραστατικό και ενδιαφέροντα τρόπο για τα παιδιά, στην αρχή του φύλλου εργασίας μπορεί να παρατεθεί μια σύντομη ιστορία, ένας σύντομος διάλογος, μια προβληματική κατάσταση, ώστε να προκληθεί το ενδιαφέρον των παιδιών. Για παράδειγμα, στο φύλλο εργασίας για την επαγωγή, παρατίθεται ένα σύντομο ένθετο που θέτει το πρόβλημα της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ευρεία κλίμακα που υπήρχε τον 19ο αιώνα, το οποίο αποτελεί αφετηρία για τη σύνδεση του μαθήματος με την Ιστορία των ΦΕ.

#### *Ατομικές εργασίες – Ανίχνευση των ιδεών και εμπειριών των παιδιών*

Το φύλλο εργασίας, ειδικά στην αρχή της διδασκαλίας, καλό είναι να περιέχει ατομικές εργασίες, ώστε να δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους για αυτά που πρόκειται να διδαχθούν, καθώς και να διατυπώσουν προβλέψεις για προβλήματα ή καταστάσεις που θα μελετήσουν ή/και που αφορούν στην καθημερινή τους ζωή. Με τον τρόπο αυτό παρέχεται η δυνατότητα στον/την εκπαιδευτικό να αντλεί πληροφορίες για το βαθμό κατανόησης εννοιών που διδάσκονται στο σχολείο ή θεμάτων που τους είναι γνωστά από την καθημερινή ζωή. Για παράδειγμα, στο φύλλο εργασίας για τη φωτοσύνθεση τα παιδιά καλούνται να εκφράσουν τις αρχικές απόψεις και προβλέψεις τους για την εξέλιξη στο χρόνο ενός κλειστού συστήματος (σαλιγκάρι - υδρόβιο φυτό) και αφού ολοκληρώσουν τη μελέτη τους να επανέλθουν και να συγκρίνουν τις τελικές τους απόψεις με αυτές που διατύπωσαν αρχικά.

#### *Ομαδικές – πειραματικές – διερευνητικές δραστηριότητες*

Στη διάρκεια του μαθήματος είναι αναγκαίο τα παιδιά να πραγματοποιούν δραστηριότητες που τα κινητοποιούν νοητικά-γνωστικά. Ειδικότερα, παιδιά συνεργάζονται στην ομάδα και πραγματοποιούν ποικίλες δραστηριότητες, δηλαδή κάνουν παρατηρήσεις, ταξινομήσεις, κατηγοριοποιήσεις, αναζητούν και αξιολογούν πληροφοριακό υλικό σε διάφορες πηγές έντυπες ή ηλεκτρονικές, διατυπώνουν ερωτήματα και υποθέσεις, χειρίζονται εργαστηριακό υλικό και πραγματοποιούν πειράματα ή εργάζονται στον υπολογιστή με κατάλληλες προσομοιώσεις και πραγματοποιούν εικονικά πειράματα, καταγράφουν αποτελέσματα, συζητούν και διατυπώνουν συμπεράσματα. Για παράδειγμα, στο φύλλο εργασίας για τα οξέα ομαδοποιούν υλικά καθημερινής χρήσης σε οξέα και βάσεις χρησιμοποιώντας δείκτες, ενώ στο φύλλο εργασίας για την επαγωγή αναζητούν, καταγράφουν και ομαδοποιούν ομοιότητες και διαφορές μεταξύ συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος και επαγωγικού ρεύματος. Στα οξέα επίσης κάνουν προβλέψεις για την επίδραση ενός οξέος πάνω σε διάφορα υλικά και επιλύουν ένα απλό πρόβλημα σχετικό με τις ιδιότητες των υλικών (επιλογή υλικού συσκευασίας για ένα οξύ), ενώ στην επαγωγή εργάζονται με κατάλληλες προσομοιώσεις φαινομένων και πραγματοποιούν εικονικά πειράματα επαγωγής.

#### *Ομαδικές δραστηριότητες – Ζώνη διαλόγου*

Αφού οι ομάδες ολοκληρώσουν έναν κύκλο πειραμάτων και άλλων δραστηριοτήτων, ακολουθεί ανακοίνωση των αποτελεσμάτων της κάθε ομάδας και συζήτηση στην τάξη για την εξαγωγή του επιθυμητού συμπεράσματος. Με τον τρόπο αυτό αναπτύσσεται μια ζώνη διαλόγου στην τάξη που ευνοεί την επικοινωνία μεταξύ των παιδιών, τη διαπραγμάτευση του νοήματος και την οικοδόμηση της νέας γνώσης. Στο πλαίσιο αυτό μπορεί να υπάρξει ανταλλαγή επιχειρημάτων μεταξύ ομάδων που ενδεχομένως έχουν διαφορετικές απόψεις, ώστε με τη συμβολή του/ης εκπαιδευτικού, η τάξη ως μια μεγάλη ομάδα να καταλήξει στο επιθυμητό συμπέρασμα.

#### *Μεταγνωστικού τύπου δραστηριότητες*

Η διδασκαλία καλό είναι να συμβάλει στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων από τα παιδιά. Με κατάλληλες δραστηριότητες στο φύλλο εργασίας δίνεται η δυνατότητα στα παιδιά να παρακολουθήσουν την εξέλιξη των προσωπικών τους απόψεων και ιδεών, συγκρίνοντας το τι έλεγαν στην αρχή για κάποιο φαινόμενο ή κάποια έννοια και τι διαπίστωσαν ή τι λένε στο τέλος του μαθήματος, διαδικασία που τα επιτρέπει να αναπτύξουν μεταγνωστικού τύπου δεξιότητες. Για παράδειγμα, μια τέτοια δραστηριότητα υπάρχει στο φύλλο εργασίας για τη φωτοσύνθεση, σε σχέση με το σύστημα «σαλιγκάρι-υδρόβιο φυτό».

#### *Εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης σε καταστάσεις καθημερινής ζωής*

Προκειμένου να ικανοποιηθεί το αίτημα να συνδεθεί η επιστημονική γνώση με την καθημερινή ζωή, καλό είναι να προτείνονται σε διάφορες φάσεις της διδασκαλίας

δραστηριότητες που αφορούν σε καταστάσεις, προβλήματα ή ζητήματα που αφορούν στην καθημερινή ζωή, με στόχο να αποκτήσουν τα παιδιά γνώσεις χρήσιμες και λειτουργικές. Για παράδειγμα, στο φύλλο εργασίας για τα οξέα στις προτεινόμενες δραστηριότητες χρησιμοποιούνται ποικίλα προϊόντα της καθημερινής ζωής. Επίσης, η έννοια της άνωσης αξιοποιείται για να διαπιστωθεί αν ένα κομμάτι χρυσού είναι νοθευμένο, ενώ στην επαγωγή εφαρμόζεται η νέα γνώση για να γίνουν κατανοητοί οι τρόποι παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα στην κοινωνία.

Ως ενδεικτικά παραδείγματα εφαρμογής των απόψεων που προαναφέρθηκαν παρουσιάζονται στη συνέχεια τέσσερα διδακτικά σενάρια με τα αντίστοιχα φύλλα εργασίας των μαθητών/ριών, τα οποία αφορούν στις έννοιες:

- 1) Άνωση,
- 2) Επαγωγή,
- 3) Οξέα
- 4) Φωτοσύνθεση.

### **Βιβλιογραφία**

- Bacon, R. (1996). The effective use of computers in the teaching of physics. *Active Learning*, 4, 37-41
- Bar, V., & Zinn, B. (1995). Abstract physical concepts as concrete realizations in the history of science and in pupils' ideas about action at a distance. In F. Finley, D. Allchin, D. Rhees & S. Fifiield (Eds.), *Proceedings of the third International History, Philosophy and Science Teaching Conference* (Vol I). Minneapolis, Minnesota
- Bruce, C.B. & Levin, A.J. (1997). Educational technology: media for inquiry, communication, construction and expression. *Journal of Educational Computing Research*, 17(1), 79-102
- Clements, H.D. (1991). Enhancement of creativity in computer environments. *American Educational Research Journal*, 28, 173-187
- Crook, C. (1994). *Computers and the collaborative experience of learning*. London: Routledge
- Davidson, G. & Ritchie, S. (1994). Attitudes towards integrating computers into classroom: what parents, teachers and students' report. *Journal of Computing in Childhood Education*, 5(1), 3-27
- Jonassen, D. (1996). *Computers in the classroom. Mindtools for critical thinking*. USA: Prentice-Hall
- Laurillard, D.M. (1992). Learning through collaborative computer simulations. *British Journal of Educational Technology*, 2, 164-171
- Lazarowitz, R., & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (eds.) *International Handbook of Science Education*. G.B.: Kluwer Academic Publishers, pp. 449-469
- Linn, M.C., Davis, E.A., & Bell, P. (2004). *Internet environments for science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Lochhead, J., & Dufrence, R. (1989). Helping students understand difficult concepts through the use of dialogues with history. In D.E. Herget (Ed.), *Proceedings of the First International Conference "More History and Philosophy of Science in Science Teaching"*. Tallahassee: Florida State University
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. N.Y.: Routledge
- Monk, M., Osborn, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4), 405-424.
- Ofsted, (2008). *The Annual Report of Her Majesty's Chief Inspector 2008/09*
- Osborne, J. & Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions*. NESTA Futurelab Series, Bristol: NESTA Futurelab. <http://www.nestafuturelab.org/research/reviews/se01.htm>
- Poole, B.J. (1997). *Education for an information age. Teaching in the computerized classroom*. USA: Mc Grow-Hill (2<sup>nd</sup> edition)

- Redish, E.E. (1997). On the effectiveness of active-engagement MBL. *American Journal of Physics*, 65(1), 45-54
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science Education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission, Directorate-General for Research, Information and Communication Unit, High Level Group on Science Education (EUR 22845)
- Solomon, J. (1989). The retrial of Galileo. In D.E. Herget (Ed.), *Proceedings of the First International Conference "More History and Philosophy of Science in Science Teaching"*. Tallahassee, Florida State University
- Underwood, J., & Underwood, G. (1994). *Computers and learning*. Oxford: Blackwell
- Wandersee, J.H. (1986). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.
- Δέδες, Χ. & Ραβάνης, Κ. (2006). Εργαστηριακή διδασκαλία της Οπτικής και Ιστορία της Επιστήμης: Διδακτική προσέγγιση. *Νέα Παιδεία*, 118, 87-100.
- Καριώτογλου, Π., Κολιόπουλος, Δ., & Ψύλλος, Δ. (1993). *Το κυκλικό εργαστήριο - Ηλεκτρομαγνητισμός*. Αθήνα: Πνευματικός.
- Κολιόπουλος, Δ. (2006). Θέματα διδακτικής των φυσικών επιστημών. Η συγκρότηση της σχολικής γνώσης. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Κουλαϊδής, Β. (Επιμ.) (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
- Κουμαράς, Π. (2005). *Οδηγός για την πειραματική διδασκαλία της Φυσικής*. Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδης.
- Κωνσταντινίδης, Σεβαστίδου & Ραφτόπουλος, (2003). Η αξιοποίηση της ιστορικής επιχειρηματολογίας στη διδασκαλία αστρονομικών φαινομένων. Στο Κ. Σκορδούλης & Κ. Χαλκιά (Επιμ.), 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο «Η συμβολή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών». Αθήνα: ΠΤΔΕ, Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Πιλάτου, Β., & Σταυρίδου, Ε. (2005). Από το Πρόγραμμα Σπουδών στη διδακτική πράξη: η πορεία ανάπτυξης εκπαιδευτικού υλικού για τη διδασκαλία του ηλεκτρισμού στο δημοτικό σχολείο. Στο Ε. Σταυρίδου, Β. Βέμη & Θ. Κάββουρα (Επιμ.), *Βιβλία, υλικά, λογισμικά για την εκπαίδευση: από τη σχεδίαση στη διδακτική πράξη*. Βόλος: Εκδόσεις Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, σελ. 43-56
- Ράπτης, Αρ. & Ράπτη, Αθ. (1999). *Πληροφορική και εκπαίδευση. Συνολική προσέγγιση*. Αθήνα: έκδοση των συγγραφέων
- Σέρογλου, Φ. (2006). *Φυσικές Επιστήμες για την εκπαίδευση του πολίτη*. Θεσσαλονίκη: Επίκεντρο
- Σέρογλου, Φ., Κουμαράς, Π. (2001). Συγκριτική παρουσίαση των προτάσεων για τη συμβολή της ιστορίας της φυσικής στη γνωστική, μεταγνωστική και συναισθηματική διάσταση της διδασκαλία και μάθησης της φυσικής. Διερεύνηση της εφαρμοσιμότητας προτάσεων της γνωστικής διάστασης με το μοντέλο SHINE. Στο Π. Κουμαράς, Φ. Σέρογλου & Σ. Σκορδούλης (Επιμ.), *Πρακτικά του Συμποσίου «Η συμβολή της Ιστορίας και Φιλοσοφίας των Φυσικών Επιστημών στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών»*. Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδης
- Σολομωνίδου, Χ. (1999). Εκπαιδευτική τεχνολογία. Μέσα, υλικά, διδακτική χρήση και αξιοποίηση. Αθήνα: Καστανιώτης
- Σολομωνίδου, Χ. (2006). Νέες τάσεις στην εκπαιδευτική τεχνολογία. Εποικοδομητισμός και σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης. Αθήνα: Μεταίχμιο
- Σολομωνίδου, Χ. & Κολοκοτρώνης, Δ. (2009). Ο υπολογιστής στη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα: Γκιούρδας εκδοτική
- Σταυρίδου, Ε. (2000). Συνεργατική μάθηση στις επιστήμες. Μία εφαρμογή στο δημοτικό σχολείο. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας
- Ράπτης, Α. & Ράπτη, Α. (1999). *Πληροφορική και εκπαίδευση. Συνολική προσέγγιση*. Αθήνα

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες**

**Ελένη Σταυρίδου**

**Βόλος, 2000**

**Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας**



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### ***Παιδαγωγικό πλαίσιο και προϋποθέσεις για την επιτυχή εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης***

Ως συνεργατική μάθηση νοείται η εργασία των παιδιών σε μικρές ομάδες, έτσι ώστε το κάθε παιδί να συμμετέχει σε συλλογικές δραστηριότητες που έχουν προσδιοριστεί με σαφήνεια. Στην περίπτωση αυτή εννοείται ότι τα παιδιά φέρουν σε πέρας το έργο τους χωρίς την άμεση και απευθείας επίβλεψη και παρέμβαση του/ης εκπαιδευτικού (Cohen, 1994). Η συνεργατική μάθηση δεν πρέπει να ταυτίζεται ούτε να συγχέεται με την απλή εργασία των παιδιών σε ομάδες, παρόλο που η τελευταία αποτελεί βασικό συστατικό στοιχείο της συνεργατικής μάθησης. Για να είναι, όμως, αποδοτική η εργασία των παιδιών σε μικρές ομάδες και να λειτουργεί η συνεργατική μάθηση, πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες έγιναν φανερές μετά από πολυετείς εφαρμογές της μεθόδου αυτής στη σχολική τάξη και ύστερα από μελέτη των σχετικών ερευνητικών αποτελεσμάτων σε διάφορες χώρες.

Ο Stahl (1994), σε μια επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας που έκανε για λογαριασμό του Γραφείου για την Εκπαιδευτική Έρευνα και Βελτίωση του Υπουργείου Παιδείας των Η.Π.Α., συνοψίζει και παρουσιάζει τις βασικές προϋποθέσεις για επιτυχημένη και αποτελεσματική εφαρμογή της συνεργατικής μάθησης στο σχολείο. Οι προϋποθέσεις που αναφέρει είναι οι ακόλουθες:

#### ***Σαφείς διδακτικοί στόχοι ως προς τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα***

Ο/η εκπαιδευτικός πρέπει να προγραμματίσει και να περιγράψει με ακρίβεια τι πρέπει να μάθουν τα παιδιά ή τι πρέπει να μπορούν να κάνουν μόνα τους μετά την ολοκλήρωση του κάθε μαθήματος ή της κάθε ενότητας του αναλυτικού προγράμματος, είτε πρόκειται για γνώσεις είτε για νοητικές ή πρακτικές δεξιότητες.

#### ***Συνεργασία όλων των μελών της ομάδας για την επίτευξη των στόχων***

Δεν αρκεί η σωστή επιλογή στόχων από τον/ην εκπαιδευτικό, αλλά πρέπει και όλα τα παιδιά της ομάδας να υιοθετήσουν τους στόχους αυτούς. Είναι, επίσης, αναγκαίο να αντιληφθούν και να δεχθούν ότι το κάθε παιδί στην ομάδα πρέπει να έχει ισότιμη πρόσβαση στη σχετική με κάθε μάθημα πληροφόρηση και ότι οφείλει να κατακτήσει τις απαιτούμενες δεξιότητες. Το ίδιο ισχύει και στις περιπτώσεις όπου τα ίδια τα παιδιά επιλέγουν και θέτουν τους στόχους μιας δραστηριότητας. Δηλαδή, τα μέλη της ομάδας πρέπει να συμφωνήσουν και να τους αποδεχθούν στο σύνολο τους και να εργαστούν, ώστε να τους κατακτήσουν.

#### ***Σαφείς και πλήρεις οδηγίες για την ολοκλήρωση ενός έργου ή μιας δραστηριότητας***

Ο/Η εκπαιδευτικός χρειάζεται να δώσει κατευθύνσεις και οδηγίες που να περιγράφουν με τρόπο ακριβή και σαφή τι ακριβώς πρέπει να κάνουν τα παιδιά, με ποια σειρά, με ποια υλικά, και όταν είναι αναγκαίο, τι πρέπει να παράγουν, ώστε να γίνει φανερό ότι κατάκτησαν τους στόχους και όσον αφορά στο γνωστικό περιεχόμενο και όσον αφορά στις διάφορες δεξιότητες. Αυτές οι οδηγίες πρέπει να δοθούν στα παιδιά πριν ξεκινήσουν τη συνεργασία τους στην ομάδα.

#### ***Ανομοιογενείς ομάδες***

Η οργάνωση των παιδιών σε ομάδες των τριών, τεσσάρων ή πέντε ατόμων από τους/ις εκπαιδευτικούς πρέπει να γίνεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται ή όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ανομοιογένεια της κάθε ομάδας και όσον αφορά τη σχολική επίδοση των παιδιών και σε σχέση με την εθνική ή φυλετική προέλευση των παιδιών και το φύλο. Οι ομάδες καλό είναι να μη γίνονται με βάση τις παρέες και τις ιδιαίτερες φιλίες που αναπτύσσονται μεταξύ των παιδιών. Αν πράγματι οι ομάδες είναι ανομοιογενείς και πληρούνται και οι υπόλοιπες προϋποθέσεις, τότε τα παιδιά αλληλεπιδρούν και βελτιώνουν τις επιδόσεις τους, σε βαθμό που σπάνια συμβαίνει με την εφαρμογή άλλων παιδαγωγικών στρατηγικών. Επίσης, τείνουν να γίνουν πιο δεκτικά και ανεκτικά σε σχέση με τις απόψεις άλλων, να λαμβάνουν υπόψη τις σκέψεις και τα αισθήματα των άλλων παιδιών, να ζητούν διευκρινίσεις για τις διαφορετικές απόψεις και να αναζητούν υποστήριξη.

### ***Ίσες ευκαιρίες για επιτυχία***

Κάθε παιδί πρέπει να πιστεύει ότι ανεξάρτητα από την ομάδα στην οποία βρίσκεται, έχει ίσες ευκαιρίες τόσο για ακαδημαϊκή επιτυχία -σε σχέση με τις γνώσεις και τις δεξιότητες που έχουν τεθεί ως στόχοι-, όσο και για ανταμοιβή και αναγνώριση, όπως και όλα τα άλλα παιδιά στην τάξη.

### ***Θετική αλληλεξάρτηση***

Ο/Η εκπαιδευτικός πρέπει να οργανώσει τις μαθησιακές δραστηριότητες με τρόπο ώστε τα παιδιά να αντιληφθούν ότι η επιτυχία της ομάδας εξαρτάται από τη συνεργασία όλων των παιδιών και ότι ή θα επιτύχουν ή θα καταποντιστούν όλοι μαζί. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να αντιληφθούν ότι μπορούν να διακριθούν ως μέλη μιας ομάδας κι όχι ατομικά, εφόσον η ομάδα είναι αυτή που θα πάρει ή δε θα πάρει κάποια διάκριση ή ανταμοιβή, εφόσον επιτύχει τους στόχους της.

### ***Πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπίδραση***

Τα παιδιά πρέπει να κάθονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να βλέπουν το ένα το πρόσωπο του άλλου και να συζητούν μεταξύ τους χαμηλόφωνα.

### ***Θετική στάση και συμπεριφορά σε θέματα κοινωνικής αλληλεπίδρασης***

Η ανάπτυξη των αναγκαίων κοινωνικών δεξιοτήτων, ώστε τα παιδιά να λειτουργήσουν ικανοποιητικά, δεν είναι αυτονόητη, ούτε γίνεται αυτόματα ως απόρροια του γεγονότος ότι τα παιδιά συγκροτούν ομάδες. Τα παιδιά για να εργαστούν ως πραγματική ομάδα θα πρέπει να αποκτήσουν ικανότητες στη διαχείριση της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης σε ότι αφορά το συντονισμό των εργασιών, την οικοδόμηση αμοιβαίας εμπιστοσύνης, την αντιμετώπιση των όποιων διενέξεων, την επίτευξη εποικοδομητικής κριτικής, την ανάγκη ενθάρρυνσης, τους τρόπους διαπραγμάτευσης και επίτευξης συμβιβασμού, κλπ. Για την ανάπτυξη των κοινωνικών αυτών δεξιοτήτων που διέπουν τη μεταξύ των παιδιών αλληλεπίδραση, ο/η εκπαιδευτικός μπορεί να ορίσει ρόλους για κάθε μέλος της ομάδας και να παρακολουθεί κατά πόσο τα παιδιά εργάζονται με βάση αυτούς τους ρόλους.

### ***Ευκαιρίες για ολοκλήρωση των αναγκαίων διαδικασιών επεξεργασίας της πληροφορίας***

Για να είναι τα παιδιά αποτελεσματικά, πρέπει το καθένα να ολοκληρώσει έναν αριθμό εσωτερικευμένων διαδικασιών επεξεργασίας της πληροφορίας σε συνάρτηση με τους στόχους που έχουν τεθεί, όπως κατανόηση, μετάφραση, αποκατάσταση συνδέσεων, απόδοση νοήματος, οργάνωση δεδομένων, αξιολόγηση της σημασίας και χρήση της πληροφορίας που μελετάται. Τα παιδιά θα πρέπει να καθοδηγούνται μέσα από κατάλληλες δραστηριότητες και να πραγματοποιούν τις αναγκαίες αυτές διαδικασίες.

### ***Διάθεση του απαιτούμενου για τη μάθηση χρόνου***

Το κάθε παιδί και η κάθε ομάδα θα πρέπει να διαθέτει την άνεση χρόνου που χρειάζεται για να αποκτήσει τη γνώση και να αναπτύξει τις δεξιότητες που έχουν τεθεί ως στόχοι, στο βαθμό και στην έκταση που αναμένεται. Αν δε διατεθεί ο αναγκαίος χρόνος, τα μαθησιακά αποτελέσματα θα είναι περιορισμένα. Για να αρχίσουν να φαίνονται τα θετικά αποτελέσματα της συνεργατικής μάθησης, τόσο στις συναισθηματικές και κοινωνικές στάσεις και δεξιότητες των παιδιών όσο και στην επίδοσή τους, πρέπει τα παιδιά να συνεργαστούν σε ανομοιογενείς ομάδες για διάστημα τεσσάρων και πλέον εβδομάδων.

### ***Ατομική αξιολόγηση***

Ο βασικός λόγος για τον οποίο οι εκπαιδευτικοί υιοθετούν τη συνεργατική μάθηση και την εργασία των παιδιών σε ομάδες, έγκειται στο γεγονός ότι κάτω από αυτές τις συνθήκες όλα τα παιδιά μπορούν να έχουν καλύτερη επίδοση απ' ότι αν εργάζονταν ατομικά. Συγχρόνως, όμως, και το κάθε παιδί θα πρέπει να θεωρείται ατομικά υπεύθυνο, ώστε να αναλαμβάνει να φέρει σε πέρας το έργο που του αναλογεί στην ομάδα και να μάθει ότι προβλέπεται σε κάθε μάθημα. Επίσης, κάθε παιδί θα πρέπει να αξιολογείται σε ατομικό επίπεδο, για να διαπιστωθεί ο βαθμός κατάρκτησης της νέας γνώσης και των σχετικών δεξιοτήτων.

### ***Δημόσια αναγνώριση και ανταμοιβή για την επίδοση της ομάδας***

Τα μέλη των ομάδων που πέτυχαν υψηλές ακαδημαϊκές επιδόσεις ενδείκνυται να επιβραβεύονται και να ανταμείβονται δημόσια, στο σχολείο. Ως βραβείο μπορεί να δοθεί κάτι που έχει αξία για τα παιδιά.

### ***Αποτίμηση της συμπεριφοράς των παιδιών στην κάθε ομάδα***

Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας τους, τα παιδιά στις ομάδες θα πρέπει να κάνουν έναν απολογισμό σχετικά με τον τρόπο που δούλεψαν ως ομάδα. Ειδικότερα, θα πρέπει να συζητήσουν και να σκεφτούν: α) σε τι βαθμό πέτυχαν τους στόχους τους, β) πόσο βοήθησαν το ένα το άλλο ώστε να κατανοήσουν το περιεχόμενο που διδάχθηκε, να χρησιμοποιήσουν σωστά τα αναγκαία υλικά και να φέρουν σε πέρας τις διάφορες πρακτικές δραστηριότητες, γ) αν η στάση και η συμπεριφορά τους ήταν τέτοια που να εξασφαλίζει την επιτυχία της ομάδας, και δ) τι πρέπει να κάνουν στο μέλλον ώστε η ομάδα τους να είναι πιο αποτελεσματική.

Ο Stahl αναφέρει ότι δεν είναι αναγκαίο να τηρούνται πάντα συγχρόνως όλες οι προηγούμενες προϋποθέσεις. Σημειώνει, πάντως, ότι όταν δεν ικανοποιούνται οι προηγούμενες συνθήκες, τα μαθησιακά αποτελέσματα είναι πιο φτωχά και η εργασία των παιδιών σε ομάδες δυσχεραίνεται. Για το λόγο αυτό συνιστά σε κάθε εκπαιδευτικό που επιθυμεί να εφαρμόσει με επιτυχία τη συνεργατική μάθηση στην τάξη του, να φροντίσει για την τήρηση των παραπάνω προϋποθέσεων, εκτός αν αντικαταστήσει κάποιες από αυτές με άλλες καλά σχεδιασμένες στρατηγικές.

Η Cohen (1994) σε μια μελέτη της όπου προσεγγίζει κριτικά τις προϋποθέσεις κάτω από τις οποίες γίνεται πιο αποδοτική η εργασία των μικρών ομάδων στην τάξη, επικεντρώνει το ενδιαφέρον της σε δύο παράγοντες που θεωρεί σημαντικότερους, την αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών και τη φύση της δραστηριότητας που αυτά θα πραγματοποιήσουν. Με τον τρόπο αυτό αποστασιοποιείται από πιο παραδοσιακές προσεγγίσεις που τονίζουν ιδιαίτερα τη σημασία άλλων παραγόντων, όπως η αλληλεξάρτηση, οι αμοιβές και η ατομική αξιολόγηση, και ρίχνει νέο φως στο ζήτημα αυτό.

Η θέση που υποστηρίζει η Cohen (1994) είναι ότι η σχέση της επίδοσης με την έκταση των αλληλεπιδράσεων στην ομάδα διαφοροποιείται ανάλογα με τη φύση της δραστηριότητας που εκτελούν τα παιδιά. Για παράδειγμα, αναφέρει ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στο είδος της αλληλεπίδρασης που είναι αναγκαία, όταν προβλέπονται διαφορά ανάμεσα στο είδος της αλληλεπίδρασης που είναι αναγκαία όταν προβλέπονται δραστηριότητες ρουτίνας που επιδέχονται μια "σωστή" απάντηση και οδηγούν σε τυπική ακαδημαϊκή γνώση, κι όταν στόχο αποτελεί η μάθηση με κατανόηση ή η εννοιολογική μάθηση και η δραστηριότητα δεν είναι τόσο αυστηρά δομημένη. Στην πρώτη περίπτωση, τα παιδιά χρειάζεται να βοηθήσουν το ένα το άλλο, ώστε να καταλάβουν τι ακριβώς λέει ή παρουσιάζει ο/η εκπαιδευτικός ή το βιβλίο, και είναι ουσιαστικό γι' αυτά να μοιραστούν διάφορες ουσιώδεις πληροφορίες. Αντίθετα, όταν επιδιώκεται εννοιολογική μάθηση, η αλληλεπίδραση παίρνει τη μορφή αμοιβαίας ανταλλαγής ιδεών, υποθέσεων, στρατηγικών και απόψεων που μοιράζονται τα παιδιά μεταξύ τους. Επίσης, επισημαίνεται ότι η αποτελεσματικότητα των ομάδων βελτιώνεται όταν τα παιδιά έχουν στη διάθεσή τους και μπορούν να χειριστούν διάφορα συγκεκριμένα αντικείμενα.

Τα ερωτήματα στα οποία προσπαθεί να απαντήσει η Cohen στη μελέτη της αυτή, αναφέρονται στις προϋποθέσεις που απαιτούνται, ώστε να αναπτυχθεί η κατάλληλη αλληλεπίδραση ή ο αναγκαίος διάλογος μεταξύ των παιδιών της ομάδας, καθώς και στο είδος των οδηγιών που πρέπει να δοθούν στα παιδιά σε σχέση με τις προτεινόμενες δραστηριότητες, στην προετοιμασία των ομάδων και στο ρόλο του/ης εκπαιδευτικού.

Όσον αφορά την προετοιμασία των παιδιών προκειμένου να εργαστούν σε ομάδες, ήδη από την πρωτοποριακή έρευνα των Barnes και Todd (1977) έγινε φανερό ότι για την αποτελεσματική αλληλεπίδραση των παιδιών στην ομάδα χρειάζεται αυτά να αναπτύξουν συγκεκριμένες κοινωνικές και γνωστικές δεξιότητες, όπως ικανότητα ελέγχου της προόδου της δραστηριότητας, δεξιότητα ελέγχου του ανταγωνισμού και των διενέξεων, ικανότητα τροποποίησης και χρήσης διαφορετικών απόψεων, καλή θέληση για προσφορά αμοιβαίας βοήθειας και υποστήριξης. Όσον αφορά στις γνωστικές δεξιότητες, περιλαμβάνεται η οικοδόμηση νοήματος μέσα από μια δεδομένη ερώτηση, η επινόηση υποθέσεων, η χρήση αποδεικτικών στοιχείων και η απόκτηση εμπειριών. Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι τα παιδιά, με την καθοδήγηση του/ης εκπαιδευτικού, θα πρέπει να αναπτύξουν ικανότητες διαλόγου, είτε πριν είτε κατά τη διάρκεια της εργασίας τους στην ομάδα.

Όσον αφορά στις οδηγίες που δίνουν στα παιδιά οι εκπαιδευτικοί ή οι σχεδιαστές ομαδικών δραστηριοτήτων, διαπιστώθηκε ότι αποτελούν ένα πολύ καλό μέσο για να οργανωθεί με

ικανοποιητικό τρόπο η αλληλεπίδραση στην ομάδα. Οι οδηγίες αυτές μπορούν να έχουν τη μορφή απλών πληροφοριών για την πραγματοποίηση μιας δραστηριότητας ή παραινήσεων προς τα παιδιά να αλληλοβοηθούνται, να συζητούν και να φτάνουν σε συμφωνία, ή αντίθετα να προτείνουν λεπτομερείς διαδικασίες σχετικά με το τι και το πότε θα συζητηθεί. Για να βοηθήσουν την προώθηση του διαλόγου, ορισμένοι/ες ερευνητές/ριες προτείνουν να δίνονται συγκεκριμένοι ρόλοι στα παιδιά όπως συντονιστής, γραμματέας, κλπ. Η πρόταση αυτή πάντως δεν έχει καθολική αποδοχή. Φαίνεται, όμως, ότι όταν η δραστηριότητα της ομάδας αποσκοπεί στην απόκτηση τυπικής γνώσης, στην απομνημόνευση και ανάκληση δεδομένων, στην εφαρμογή διαδικασιών και εννοιών με επαναλαμβανόμενο και τυπικό τρόπο, η οργάνωση της αλληλεπίδρασης με τη βοήθεια ρόλων μπορεί να είναι αποτελεσματική. Αντίθετα, αν η δραστηριότητα στοχεύει σε εννοιολογική μάθηση, η αλληλεπίδραση πρέπει να είναι πολύ περισσότερο επεξεργασμένη και οργανωμένη και να αξιοποιεί διαδικασίες οι οποίες παροτρύνουν τα παιδιά να διατυπώνουν ερωτήσεις και προβλέψεις, να συνοψίζουν δεδομένα και πληροφορίες, να διευκρινίζουν νοήματα, κλπ. (Yager et al. 1985, Palincsar et al. 1987).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την αλληλεπίδραση των παιδιών στην ομάδα, είναι οι αξιολογικές κατατάξεις που κάνουν τα ίδια τα παιδιά μεταξύ τους με βάση την επίδοση (πχ. "καλοί" ή "αδύνατοι" μαθητές) ή άλλες στερεότυπες αντιλήψεις για το ρόλο και τις ικανότητες των δύο φύλων ή ακόμα τη φυλή (πχ. λευκός, μαύρος, κίτρινος) ή την εθνική προέλευση των μαθητών. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει κίνδυνος να εμφανιστούν ανισότητες στη συμμετοχή στη συζήτηση και στην εν γένει αλληλεπίδραση των παιδιών στην ομάδα. Για παράδειγμα, οι υψηλών επιδόσεων μαθητές και μαθήτριες έχουν την τάση να συμμετέχουν πιο ενεργά στη συζήτηση, ενώ οι χαμηλών επιδόσεων λιγότερο συχνά και έχουν μικρότερη επίδραση τα λεγόμενά τους. Επίσης, όσον αφορά το φύλο, έρευνες έδειξαν ότι συχνά εμφανίζονται προβλήματα σε ομάδες εφήβων (Alexoroulou & Driver 1997) και ιδιαίτερα όταν στην ομάδα πλειοψηφούν είτε τα κορίτσια, είτε τα αγόρια, ενώ δεν εμφανίζονται ουσιαστικές διαφοροποιήσεις όταν στην ομάδα συμμετέχει ίσος αριθμός αγοριών και κοριτσιών (Cohen 1994). Αντίθετα, το φύλο δε φαίνεται να επηρεάζει την αλληλεπίδραση παιδιών μικρότερης ηλικίας που φοιτούν στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση (Webb 1984, Lockheed et al. 1983).

Ο ρόλος του/ης εκπαιδευτικού για την εξομάλυνση των προβλημάτων που εμφανίζονται στις ανομοιογενείς ομάδες, είναι πολύ σημαντικός. Για το σκοπό αυτό ο/η εκπαιδευτικός θα πρέπει να τονίζει τις ιδιαίτερες ικανότητες του κάθε παιδιού, να ενθαρρύνει τα παιδιά με χαμηλές επιδόσεις και να τα επαινεί μπροστά σε όλη την τάξη όταν πραγματοποιούν με επιτυχία ένα έργο ή διατυπώνουν έναν ικανοποιητικό συλλογισμό, κλπ. Πάντως, αναγνωρίζεται ότι ο ρόλος του/ης εκπαιδευτικού είναι πολύ διαφορετικός όταν τα παιδιά συνεργάζονται σε μικρές ομάδες. Η διαχείριση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος συνεργατικής μάθησης προϋποθέτει πιο σύνθετες διαδικασίες και παραχώρηση ενός μέρους της "εξουσίας" του/ης εκπαιδευτικού στις ομάδες. Η κατάσταση αυτή δεν είναι εύκολη για αρκετούς/ές εκπαιδευτικούς που αισθάνονται ότι έτσι χάνουν τον έλεγχο της κατάστασης. Ως αποτέλεσμα, τείνουν συχνά να παρεμβαίνουν δίνοντας οδηγίες ή κατευθύνσεις, διακόπτοντας έτσι προς στιγμή τις εργασίες και τη συζήτηση στις ομάδες, ή επιθυμούν να μειώσουν τον αριθμό των ομάδων, ώστε να μπορούν να τις επιτηρούν καλύτερα.

Η Hertz-Lazarovitz (1992) θεωρεί ότι η μετάβαση του/ης εκπαιδευτικού από ένα δασκαλοκεντρικό μοντέλο διδασκαλίας, όπου είναι το κεντρικό πρόσωπο αναφοράς, η κύρια πηγή της γνώσης, το άτομο που ελέγχει την αλληλεπίδραση, που παραδίδει το μάθημα και εξετάζει τα παιδιά, προς ένα αποκεντρωμένο μοντέλο συνεργατικής μάθησης, περνά από μια σειρά από ενδιάμεσα στάδια. Αρχικά ο/η εκπαιδευτικός αποδέχεται την αποκέντρωση της λειτουργίας της τάξης, στη συνέχεια ενεργεί υποστηρικτικά σε σχέση με την εργασία των παιδιών στις ομάδες, για να μετατραπεί αργότερα στο άτομο που διευκολύνει τη συνεργασία των παιδιών, έως ότου γίνει το άτομο που οργανώνει ένα σύστημα που λειτουργεί και παίρνει αποφάσεις αποκεντρωμένα και αποτελεσματικά. Για το σκοπό αυτό πρέπει να αλλάξει και η επικοινωνιακή τακτική του/ης εκπαιδευτικού, που από τη μονόπλευρη παράδοση του μαθήματος και τη διατύπωση ερωτήσεων στα παιδιά θα πρέπει αρχικά να αναπτύξει σε μεγαλύτερο βαθμό το διάλογο στην τάξη, στη συνέχεια για να υποστηρίξει την εργασία των παιδιών στις ομάδες θα



πρέπει να αναπτύξει έναν πιο σύνθετο λόγο που να απευθύνει και σε όλη την τάξη και σε άτομα και στις ομάδες, για να μπορέσει στη συνέχεια να διευκολύνει τη συζήτηση τόσο στο εσωτερικό όσο και μεταξύ των ομάδων. Στην πιο σύνθετη μορφή οργάνωσης της επικοινωνίας, την πολύπλευρη επικοινωνία, ο/η εκπαιδευτικός ενθαρρύνει και διευκολύνει την επικοινωνία των παιδιών μέσα στην ομάδα και μεταξύ των ομάδων, οργανώνοντας διαδικασίες σχεδιασμού, διερεύνησης, παρουσίασης αποτελεσμάτων, κλπ.

Η παιδαγωγική και η επικοινωνιακή συμπεριφορά του/ης εκπαιδευτικού αποτελούν δύο από τους έξι παράγοντες που κατά τη Hertz-Lazarovitz (1992) περιγράφουν ένα περιβάλλον συνεργατικής μάθησης (βλ. Πίνακα 1). Με το μοντέλο των "έξι καθρεπτών της τάξης" που προτείνει, συσχετίζει τους έξι αυτούς παράγοντες και για καθέναν από αυτούς προτείνει πέντε στάδια μετάβασης από ένα παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο σε ένα μοντέλο συνεργατικής μάθησης. Οι παράγοντες αυτοί είναι: α) η οργάνωση και διεύθυνση του χώρου της τάξης, β) τα μαθησιακά έργα και οι προτεινόμενες δραστηριότητες, γ) η παιδαγωγική συμπεριφορά του/ης εκπαιδευτικού, δ) η επικοινωνιακή συμπεριφορά του/ης εκπαιδευτικού, ε) η ακαδημαϊκή συμπεριφορά του μαθητή και της μαθήτριας, στ) η κοινωνική συμπεριφορά του μαθητή και της μαθήτριας.

Όσον αφορά στα στάδια οργάνωσης και διεύθυνσης του χώρου της τάξης, αφετηρία αποτελεί η παραδοσιακή δασκαλοκεντρική τάξη, όπου τα παιδιά μιας τάξης αποτελούν μια ομάδα, κάθονται ήσυχα σε σειρές το ένα πίσω από το άλλο και όλα βλέπουν τον/ην εκπαιδευτικό, ενώ δεν επιτρέπεται να μιλούν μεταξύ τους ή να μετακινούνται στην ώρα του μαθήματος. Αυτή η δομή της τάξης αυξάνει στο έπακρο την απομόνωση των παιδιών, καθώς οι μαθησιακές δραστηριότητες γίνονται σε ατομική βάση και τα παιδιά μαθαίνουν να επιζητούν την ατομική προβολή και να λειτουργούν ανταγωνιστικά (Johnson & Johnson 1975).

Στόχος της συνεργατικής μάθησης είναι μια τάξη αποκεντρωμένη, όπου τα παιδιά κάθονται και συνεργάζονται σε διάφορα τραπέζια εργασίας σε μικρές ομάδες των τριών, τεσσάρων ή πέντε παιδιών, έχουν αρκετό χώρο στη διάθεσή τους και μπορούν να κινούνται μέσα στην τάξη για την αναζήτηση πληροφοριών ή υλικών. Για την επίτευξη του τελικού στόχου πρέπει σταδιακά να αρχίσει να αυξάνει η αλληλεπίδραση, η συνεργασία και η αλληλοβοήθεια μεταξύ των παιδιών.

## Πίνακας 1

Παράγοντες που επηρεάζουν τη συνεργασία των παιδιών σε ομάδες

Στάδια: από την παραδοσιακή διδασκαλία στη συνεργατική μάθηση	Παράγοντες					
	Οργάνωση της τάξης	Μαθησιακά έργα	Παιδαγωγική συμπεριφορά εκπαιδευτικού	Επικοινωνιακή ή συμπεριφορά εκπαιδευτικού	Ακαδημαϊκή συμπεριφορά μαθητών/ριών	Κοινωνική συμπεριφορά μαθητών/ριών
1	η τάξη ως μια ομάδα	ατομικά	κεντρικός έλεγχος	παράδοση μαθήματος	μονής-διπλής κατεύθυνσης προς τον/ην εκπαιδευτικό	ανταγωνισμός
2	δυάδες	αρχική διαίρεση	αρχική αποκέντρωση	διάλογος	διπλής κατεύθυνσης μεταξύ των μαθητών/ριών	πρώτες ανταλλαγές
3	μικρές ομάδες με χαμηλή συνεργασία	οριζόντια διαίρεση	υποστήριξη ομάδων	ενδιάμεση, μεταβατική	αρχική πολύπλευρη	συνεργασία
4	μικρές ομάδες με υψηλή συνεργασία	οριζόντια & κατακόρυφη διαίρεση	διευκόλυνση συστήματος	συζήτηση στην ομάδα	πολύπλευρη, διερευνητική	συντονισμός



5	η τάξη ως ομάδα από ομάδες	σύνθετα	συντονισμός συστήματος	πολύπλευρη	πολύπλευρη, δημιουργική	ολοκλήρωση
---	----------------------------	---------	------------------------	------------	-------------------------	------------

Ως πρώτο στάδιο μπορεί να νοηθεί η έναρξη συνεργασίας των παιδιών ανά δύο, να ακολουθήσει η συνεργασία τους σε ομάδες, με πιο απλά έργα που απαιτούν σχετικά μικρό βαθμό συνεργασίας, και μετά να συνεργαστούν τα παιδιά πάνω σε δραστηριότητες που απαιτούν υψηλό βαθμό συνεργασίας, έως ότου γίνει η τάξη μια ομάδα ομάδων που συνεργάζονται αποτελεσματικά.

Τα μαθησιακά έργα και οι προτεινόμενες στα παιδιά δραστηριότητες χαρακτηρίζονται από διαφορετικό βαθμό πολυπλοκότητας. Στο πιο απλό επίπεδο, στην παραδοσιακή τάξη, οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται από τα παιδιά σε ατομική βάση. Στο επόμενο στάδιο η δραστηριότητα πραγματοποιείται από δυάδες παιδιών. Στη λεγόμενη οριζόντια μάθηση, το έργο υποδιαιρείται σε επιμέρους τμήματα και κάθε παιδί της ομάδας αναλαμβάνει ένα από τα τμήματα αυτά. Όταν η εργασία όλων των παιδιών έχει ολοκληρωθεί, γίνεται η σύνθεση των διαφορετικών αυτών τμημάτων. Η τεχνική αυτή που συχνά εφαρμόζεται στις ομάδες αποτελεί τη λεγόμενη μέθοδο Jigsaw (Aronson et al. 1978). Η οριζόντια και κατακόρυφη διαίρεση της εργασίας αποτελεί επέκταση του προηγούμενου σταδίου και προβλέπει την περαιτέρω επεξεργασία των επιμέρους τμημάτων του έργου με την αναζήτηση των μεταξύ τους διαφορών, ομοιοτήτων, κλπ. Στο πέμπτο επίπεδο πολυπλοκότητας η ολοκληρωμένη δραστηριότητα περιλαμβάνει σε ένα ενιαίο σύνολο όλη την αναγκαία πληροφορία και αυτή γίνεται η βάση για πιο ουσιαστική επεξεργασία με υψηλού επιπέδου απαιτήσεις, όπως για παράδειγμα, αναζήτηση των αιτίων ή διατύπωση υποθέσεων για τις ομοιότητες και τις διαφορές που εντοπίστηκαν προηγουμένως, κλπ.

Οι δύο τελευταίοι παράγοντες, η ακαδημαϊκή και κοινωνική συμπεριφορά των μαθητών/ριών, είναι αλληλένδετοι. Οι ακαδημαϊκές δεξιότητες των μαθητών/ριών κλιμακώνονται από την παθητική παρακολούθηση της παράδοσης του μαθήματος και την περιορισμένη αλληλεπίδραση με το βιβλίο ή το/η δάσκαλο/α στις παραδοσιακές τάξεις, έως την ανάπτυξη πολύπλοκων και δημιουργικών δεξιοτήτων, που είναι αναγκαίες για την αξιολόγηση και τη σύνθεση διαφορετικών πληροφοριών σε έντονα αλληλεπιδραστικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Στην πρώτη περίπτωση, η κοινωνική συμπεριφορά των μαθητών/ριών χαρακτηρίζεται από έντονο ατομισμό και ανταγωνισμό προς τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης. Στη δεύτερη περίπτωση, οι μαθητές/ριες πρέπει να αναπτύξουν νέες κοινωνικές δεξιότητες, όπως να παίρνουν υπόψη και να αποδέχονται τις απόψεις των άλλων, να συνεργάζονται ομαλά, να σκέφτονται κριτικά σε σχέση με τη δική τους συμπεριφορά και τη συμπεριφορά των άλλων μελών της ομάδας, κλπ.

Η μετάβαση από τον ένα τύπο ακαδημαϊκής και κοινωνικής συμπεριφοράς των μαθητών/ριών στον άλλο ξεκινά από μια πρώτη προσέγγιση μεταξύ των παιδιών που στοχεύει στο να τα βγάλει από την απομόνωσή τους. Για παράδειγμα, μπορεί να αρχίσει το ένα παιδί να ελέγχει την εργασία του άλλου, τις απαντήσεις που έδωσαν σε κάποια ερώτηση, κλπ. Το επόμενο βήμα μπορεί να είναι μια αρχική ανταλλαγή πληροφοριών και πηγών πληροφόρησης που σημαίνει ότι τα παιδιά αναπτύσσουν την ικανότητα να μοιράζονται κάποια πράγματα μεταξύ τους και παύουν να λειτουργούν σε ανταγωνιστική βάση.

Στη συνέχεια, οι ανταλλαγές αυτές διευρύνονται και οδηγούν σε κάποιες συνεργασίες, όπου τα παιδιά μοιράζονται τις ίδιες πηγές και μαθαίνουν να εκφράζουν τις απόψεις τους και να ακούν προσεκτικά τις απόψεις των άλλων παιδιών. Υψηλού επιπέδου συνεργασία και συντονισμός επιτυγχάνεται όταν τα παιδιά στην ομάδα καταλήγουν στην από κοινού δημιουργική παραγωγή κάποιου έργου, γεγονός που σημαίνει ότι έχουν αναπτύξει κριτική σκέψη, σύνθετες ικανότητες επεξεργασίας της πληροφορίας, δεξιότητες σύνθεσης διαφορετικών απόψεων, κλπ. Πάντως, η μετάβαση από το παραδοσιακό μοντέλο διδασκαλίας σ' αυτό της συνεργατικής μάθησης προϋποθέτει την ταυτόχρονη και παράλληλη μεταβολή και των έξι παραμέτρων που προαναφέρθηκαν και που περιγράφουν το μαθησιακό περιβάλλον.

Οι προϋποθέσεις αποτελεσματικής εφαρμογής της συνεργατικής μεθόδου προήλθαν σε μεγάλο βαθμό από δεδομένα πολυάριθμων εμπειρικών ερευνών που έχουν γίνει διεθνώς, ήδη από τη δεκαετία του 1960, φέρουν όμως αναπόφευκτα και τη σφραγίδα του θεωρητικού πλαισίου που

καθοδήγησε τις έρευνες αυτές, όπως ο συμπεριφορισμός, η κοινωνική ψυχολογία, η λεγόμενη προοδευτική παιδαγωγική, ο εποικοδομητισμός, κλπ. Έτσι, παλαιότερες έρευνες που έγιναν στο πλαίσιο της θεωρίας του συμπεριφορισμού δίνουν έμφαση στο ρόλο των ανταμοιβών, της θετικής αλληλεξάρτησης μεταξύ των μελών της ομάδας, κλπ. (Slavin 1983). Αντίθετα, σύγχρονοι ερευνητές και ερευνήτριες που υιοθετούν τον κοινωνικό εποικοδομητισμό, θεωρούν σαφώς σημαντικότερη την αλληλεπίδραση και το λόγο που αναπτύσσεται στην ομάδα. Επίσης, θεωρούν ότι δεν είναι αναγκαία η παροχή κινήτρων, όπως οι διάφορες ανταμοιβές, αν η προτεινόμενη δραστηριότητα έχει από μόνη της ενδιαφέρον για τα παιδιά και μπορεί να τα προσελκύσει και να τα κινητοποιήσει, ώστε να ολοκληρώσουν το έργο τους (Hertz-Lazarovitz 1992, Cohen 1994).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **Θεωρίες μάθησης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών**

#### *2.1 Από το συμπεριφορισμό στον κοινωνικό εποικοδομητισμό*

Η συνεργατική μάθηση όταν εφαρμόζεται σε ένα συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, όπως οι Φυσικές Επιστήμες, προσδιορίζεται από δύο εξίσου σημαντικές συνιστώσες, την Παιδαγωγική και τη Διδακτική του συγκεκριμένου αντικειμένου, που δρουν συμπληρωματικά για το σχεδιασμό του μαθησιακού περιβάλλοντος και για την πραγματοποίηση της διδασκαλίας. Για να γίνουν σαφείς οι επιλογές που αφορούν στη συνιστώσα της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και στον τρόπο που αυτές καθορίζουν το μαθησιακό περιβάλλον, θεωρήθηκε χρήσιμο και αναγκαίο να προηγηθεί μια σύντομη αναδρομή στις διάφορες θεωρίες που επηρέασαν τις σύγχρονες αντιλήψεις για τη διδασκαλία και μάθηση των Φυσικών Επιστημών.

Έως τα τέλη της δεκαετίας του 1950 ο συμπεριφορισμός (behaviourism) ήταν η κυρίαρχη θεωρία για τη μάθηση που επικρατούσε στην εκπαίδευση. Η θεωρία αυτή παρόλο που επηρέασε θετικά την εκπαιδευτική διαδικασία, κυρίως σε ότι αφορά την οργάνωση της διδασκαλίας με τη διατύπωση διδακτικών στόχων, είχε ήδη αρχίσει να δείχνει τα όριά της. Στα μέσα της ίδιας δεκαετίας οι Φυσικοί άρχισαν να ενδιαφέρονται για τη χαμηλή ποιότητα της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, γεγονός που στις Η.ΠΑ οδήγησε στην ανάπτυξη νέων αναλυτικών προγραμμάτων για τη διδασκαλία των Φ.Ε., που εμφανίστηκαν και εφαρμόστηκαν στη δεκαετία του 1960 και 1970 (Duit & Treagust 1998). Θεωρητικό πλαίσιο για τα περισσότερα από αυτά αποτέλεσε η θεωρία του Bruner που διατυπώθηκε στο βιβλίο του "The process of Education", που εκδόθηκε το 1960, και επηρέασε άμεσα τη διδασκαλία των Φ.Ε. Η θεωρία του Bruner επικεντρωνόταν στη μάθηση και στο μαθητή και έκανε τις εξής βασικές παραδοχές:

- Η μάθηση είναι πιο αποτελεσματική αν η διδασκαλία των Φ.Ε. επικεντρωθεί στη "δομή της επιστήμης", παρά στη μάθηση επιμέρους γεγονότων και τεχνικών.
- Η μάθηση νέων ιδεών γίνεται πιο εύκολη αν το αναλυτικό πρόγραμμα και η διδασκαλία τις προσεγγίζουν σταδιακά και επανέρχονται σε διάφορες τάξεις εμπλουτίζοντας κάθε φορά το περιεχόμενό τους (σπειροειδής διάταξη της ύλης).
- Η μάθηση ευνοείται αν αξιοποιείται η έμπνευση και η αναλυτική σκέψη των μαθητών/ριών, γεγονός που οδήγησε στην ιδέα της ανακάλυψης και της έρευνας (ανακαλυπτική μέθοδος διδασκαλίας).
- Για να υπάρξει μάθηση πρέπει να υπάρχει επιθυμία για μάθηση, άρα πρέπει να αναζητηθούν τα κατάλληλα κίνητρα για τους μαθητές και τις μαθήτριες.

Η θεωρία του Bruner επηρέασε ουσιαστικά τη σύνταξη των αναλυτικών προγραμμάτων και τις μεθόδους διδασκαλίας για τις Φυσικές Επιστήμες για σχεδόν τρεις δεκαετίες. Το ενδιαφέρον επικεντρώθηκε σε μεγάλο βαθμό στη δομή της επιστημονικής γνώσης και στην επιστημονική μέθοδο, ενώ κυριάρχησε η ανακαλυπτική μέθοδος, σύμφωνα με την οποία τα παιδιά έπρεπε να αναπτύξουν δεξιότητες διερεύνησης, ώστε να μαθαίνουν Φυσικές Επιστήμες με τον τρόπο που εργάζονται οι επιστήμονες.

Με έρευνες της εποχής εκείνης αλλά και μεταγενέστερες, έγινε προσπάθεια να μελετηθεί αν ή με ποιο τρόπο οι αλλαγές στο αναλυτικό πρόγραμμα ή στις μεθόδους διδασκαλίας επιφέρουν αλλαγή στις επιδόσεις των μαθητών και των μαθητριών. Προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η κατάσταση, εκτός από τις ποσοτικές προσεγγίσεις, άρχισαν να ευννοούνται και ποιοτικές μέθοδοι διερεύνησης των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Πάντως, έρευνες που αφορούσαν στην αποτελεσματικότητα των ανακαλυπτικού τύπου μεθόδων διδασκαλίας, έδειξαν ότι τα αποτελέσματα από κάθε άποψη ήταν φτωχά (πχ. όσον αφορά στη βελτίωση των επιδόσεων, στην αύξηση του αριθμού μαθητών/ριών που επιλέγουν τα σχετικά μαθήματα και κατευθύνσεις, κλπ) και δυσανάλογα προς το χρόνο, τα χρήματα και την προσπάθεια που είχαν επενδυθεί. Αιτία για την κατάσταση αυτή θεωρήθηκε το γεγονός ότι τα αναλυτικά αυτά προγράμματα, όπως και η παραδοσιακή μέθοδος διδασκαλίας, έδωσαν μεγάλη έμφαση σε μια ακαδημαϊκή και διανοητική προσέγγιση της γνώσης και αγνόησαν την ανθρώπινη, πολιτισμική, κοινωνική και συναισθηματική διάσταση της επιστήμης καθώς και τις ιδιαιτερότητες (κοινωνικές, φυλετικές, συναισθηματικές, κλπ) και τις ανάγκες των παιδιών που μαθαίνουν. Φυσικές Επιστήμες (Lazarovitz & Hertz-Lazarovitz 1998). Είναι χαρακτηριστικό ότι συνεργατικού τύπου προσεγγίσεις άρχισαν να εφαρμόζονται στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών μόλις στα τέλη της δεκαετίας του 1970.

Οι απόψεις για τη διδασκαλία και μάθηση των Φ.Ε. άρχισαν να επηρεάζονται και από διάφορες άλλες κατευθύνσεις. Στα τέλη της δεκαετίας του 1960 έρχεται στο προσκήνιο η θεωρία του Piaget και αρχίζει να εκτοπίζει τη θεωρία του Bruner. Ο Piaget εισήγαγε νέες απόψεις για τη νοητική ανάπτυξη του ανθρώπου και η θεωρία του για τα στάδια νοητικής ανάπτυξης τροφοδότησε έρευνες που μελέτησαν τις προϋποθέσεις μετάβασης από το ένα στάδιο στο άλλο και συγκεκριμένα από το στάδιο των συγκεκριμένων ενεργειών στο στάδιο της αφηρημένης σκέψης. Επίσης, επιχειρήθηκε να γίνουν ταξινομήσεις εννοιών των Φ.Ε. και να προσδιοριστεί το περιεχόμενό τους ανάλογα με την ηλικία και το στάδιο νοητικής ανάπτυξης των μαθητών/ριών, γεγονός που έως ένα βαθμό επηρέασε τη σύνταξη κάποιων αναλυτικών προγραμμάτων.

Μια άλλη θεωρία που άσκησε επιρροή στην έρευνα και στη διδασκαλία των Φ.Ε. ήταν αυτή του αμερικανού ψυχολόγου της εκπαίδευσης Ausubel, που εκφράστηκε στο βιβλίο του με τίτλο "Educational psychology: a cognitive view" που εκδόθηκε το 1968. Οι απόψεις του Ausubel θεωρήθηκε από αρκετούς ότι προσφέρουν ένα καλύτερο πλαίσιο για τη μελέτη των θεμάτων που αφορούν στη διδασκαλία και μάθηση των Φ.Ε. Μια σημαντική προσφορά της θεωρίας αυτής είναι το ότι έφερε στο προσκήνιο το μαθητή και ιδιαίτερα αυτό που αποκαλείται γνωστική δομή του μαθητή, δηλαδή το σύνολο των γνώσεων που ήδη κατέχει και ανέδειξε τη σημασία τους για τη μάθηση νέων εννοιών. Ήδη είναι πασίγνωστη η φράση του σύμφωνα με την οποία *"ο πιο σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι η ποσότητα, η σαφήνεια και η οργάνωση των γνώσεων που ο μαθητής ήδη διαθέτει. Αυτές οι γνώσεις που ήδη υπάρχουν, στις οποίες ο μαθητής μπορεί να προσφύγει ανά πάσα στιγμή και που αποτελούνται από γεγονότα, έννοιες, σχέσεις, θεωρίες και δεδομένα που δεν προέρχονται από άμεση αντίληψη, αποτελούν τη γνωστική του δομή"*.

Μια νέα λοιπόν εξέλιξη θεωρείται το γεγονός ότι από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 η μάθηση στις Φ.Ε. άρχισε να ερευνάται από τη σκοπιά της γνωστικής επιστήμης (cognitive science), σε μια προσπάθεια να κατανοηθούν οι λόγοι της μειωμένης αποτελεσματικότητας των αναλυτικών προγραμμάτων της δεκαετίας του 1960 και των αρχών της δεκαετίας του 1970. Στην προσπάθεια αυτή συνέβαλε και μια νέα ιδέα που είχε αρχίσει να αναδύεται στους χώρους της Ψυχολογίας, της Φιλοσοφίας της Επιστήμης και της Παιδαγωγικής, η ιδέα της εποικοδόμησης της γνώσης (constructivism).

Αρχικά, οι έρευνες μετά το 1975 ασχολήθηκαν με την κατανόηση που είχαν οι μαθητές/ριες για μεμονωμένες έννοιες, φαινόμενα, νόμους, όπως πχ. η κίνηση, η δύναμη, η θερμότητα, η ενέργεια, κλπ. Οι έρευνες έδειξαν ότι η μάθηση που προέκυπτε στο σχολείο ήταν πολύ διαφορετική από αυτή που αναμενόταν, δηλαδή από την επιστημονική γνώση. Στη φάση αυτή, αλλά και αργότερα, άρχισε να συγκροτείται ένα σώμα ερευνητικών δεδομένων για τις λεγόμενες εναλλακτικές ιδέες και αντιλήψεις των μαθητών/ριών (alternative conceptions, misconceptions), δηλαδή τις προσωπικές ιδέες και αντιλήψεις που σχηματίζουν τα παιδιά σε σχέση με έννοιες και

φαινόμενα των Φ.Ε. που διδάσκονταν στο σχολείο. Από διδακτική άποψη έγιναν προσπάθειες να αντιμετωπιστεί μεμονωμένα η κάθε ιδέα ή αντίληψη, γεγονός που επίσης κατέληξε σε περιορισμένα μαθησιακά αποτελέσματα.

Σταδιακά άρχισε να γίνεται κατανοητό ότι η μάθηση των Φυσικών Επιστημών είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο φαινόμενο και ότι επηρεάζεται από πληθώρα άλλων παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τις αντιλήψεις μαθητών/ριών και καθηγητών/ριών για τη φύση της επιστημονικής γνώσης και τις διαδικασίες μάθησης, αλλά και με τους στόχους της εκπαίδευσης. Για παράδειγμα, η μάθηση της επιστημονικής γνώσης θεωρείται ως διαδικασία μεταφοράς προκατασκευασμένης, "αντικειμενικής" και αναλλοίωτης γνώσης από το/η δάσκαλο/α στο παιδί, που αποθηκεύεται στη μνήμη και συνεχώς συσσωρεύεται ή αντιμετωπίζεται ως διαδικασία συνεχούς και ενεργής οικοδόμησης νοημάτων από το παιδί, που οδηγεί σε διαρκή αναδιοργάνωση και τροποποίηση των γνώσεών του; Η επιστημονική γνώση είναι προϊόν ατομικής ή κοινωνικής κατασκευής; Τι μετράει ως ωφέλιμος χρόνος και ως δουλειά στο σχολείο και τι όχι; Για παράδειγμα, η συζήτηση των απόψεων των παιδιών στην τάξη θεωρείται μέρος της αναγκαίας δουλειάς ή απλά χάσιμο χρόνου; Το είδος των απαντήσεων που δίνονται στις παραπάνω ερωτήσεις καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό το μαθησιακό περιβάλλον και κατά συνέπεια τα μαθησιακά αποτελέσματα.

Στη δεκαετία του 1980 έγινε μια προσπάθεια σύνθεσης θεωρητικών απόψεων διαφορετικής προέλευσης, που κατέληξε σε ορισμένες παραδοχές. Ιδιαίτερα σημαντική στην κατεύθυνση αυτή υπήρξε η συμβολή της Driver, που επεξεργάστηκε με συστηματικό τρόπο και διατύπωσε τις βασικές θέσεις της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση των Φ.Ε. (Driver & Oldham 1986, Driver & Bell 1986). Σύμφωνα με τις απόψεις αυτές, η μάθηση θεωρείται ως εννοιολογική ανάπτυξη (conceptual development), περίπου όπως το εννοούσε ο Piaget. Δηλαδή, θεωρείται ότι η νέα γνώση μπορεί είτε να αφομοιωθεί, αν είναι συμβατή με την υπάρχουσα γνωστική δομή του μαθητή ή της μαθήτριας (αφομοίωση, assimilation), είτε, αν δεν είναι συμβατή με την υπάρχουσα γνωστική δομή του μαθητή ή της μαθήτριας, μπορεί να προκαλέσει αναδιοργάνωση της αρχικής δομής (προσαρμογή, accommodation) έως ότου να επέλθει νέα εξισορρόπηση (equilibration). Στη δεύτερη περίπτωση μπορεί να υπάρξει γνωστική σύγκρουση (cognitive conflict), δηλαδή ριζική αντιπαράθεση παλιάς και νέας γνώσης. Με την έννοια αυτή, ο Piaget μπορεί να θεωρηθεί ως ένας από τους πρόδρομους της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση, που κυριαρχεί τη δεκαετία 1980 και 1990.

Μια άλλη σημαντική παραδοχή της εποικοδομητικής θεωρίας είναι ότι η γνώση που αποκτά ένα άτομο για τον κόσμο θεωρείται μια ανθρώπινη κατασκευή, οπότε η μάθηση στις Φ.Ε. νοείται, επίσης, ως διαδικασία προσωπικής κατασκευής ή οικοδόμησης νοήματος και όχι ως μεταφορά έτοιμης γνώσης από το/η δάσκαλο/α στο/η μαθητή/ρια. Η οικοδόμηση του νοήματος στις Φ.Ε. είναι συνεχής και ενεργή διαδικασία και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις προηγούμενες γνώσεις του/ης μαθητή/ριας, καθώς και από τους στόχους και τα κίνητρά του/ης. Η κατασκευή του νοήματος μιας νέας έννοιας ή ιδέας είναι απόλυτα εξαρτώμενη από το κοινωνικό πλαίσιο στο οποίο συμμετέχει το άτομο και κατά συνέπεια καθορίζεται από την εμπειρία που αποκτά το άτομο μέσω της αλληλεπίδρασής του με πραγματικά αντικείμενα και από την επικοινωνία του με τους συνανθρώπους του με τη βοήθεια του λόγου-γλώσσας (για μια πιο λεπτομερή παρουσίαση της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση των Φ.Ε. βλέπε και Κόκκοτας 1998).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι στη δεκαετία του 1980 η έμφαση δόθηκε στη μελέτη της ατομικής/προσωπικής διάστασης στην οικοδόμηση της νέας γνώσης. Έγινε αποδεκτό ότι τα άτομα δημιουργούν νοητικές αναπαραστάσεις (representations) και μοντέλα για οντότητες, δομές και φαινόμενα, και τα αποθηκεύουν στη μνήμη τους. Η μάθηση νοείται ως δημιουργία νέων αναπαραστάσεων και κατασκευή νέων νοητικών μοντέλων συμβατών με την επιστημονική άποψη. Η έρευνα αλλά και η διδασκαλία έχουν ως στόχο να εντοπίσουν και να κατανοήσουν τις προσωπικές θεωρίες και εξηγήσεις των μαθητών/ριών και να παρακολουθήσουν ενδεχόμενες αλλαγές που μπορεί να συμβούν με κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις.

Ο όρος *εννοιολογική αλλαγή* (conceptual change) έρχεται στην επικαιρότητα για να δηλώσει την επικρατούσα αντίληψη ότι η μάθηση επιστημονικών εννοιών και νόμων συνήθως



προϋποθέτει σημαντική αναδόμηση/αναδιοργάνωση των αρχικών αντιλήψεων των μαθητών/ριών (Vosniadou 1994). Δεδομένου ότι οι καθημερινές και οι επιστημονικές γνώσεις ανήκουν και λειτουργούν σε δύο τελείως διαφορετικά πλαίσια, η εννοιολογική αλλαγή αποδεικνύεται ιδιαίτερα δύσκολη διαδικασία και καταγράφονται σημαντικές αντιστάσεις στην αλλαγή. Αρχικά, η έρευνα και η διδασκαλία επεδίωξαν να προκαλέσουν αντικατάσταση των εναλλακτικών ιδεών των μαθητών/ριών από επιστημονικές. Σταδιακά διαπιστώθηκε ότι αυτό ήταν εξαιρετικά δύσκολο ή και αδύνατο, με αποτέλεσμα να υπάρξει νέος προσανατολισμός με στόχο να αντιληφθούν οι μαθητές/ριες τα όρια των προσωπικών τους αντιλήψεων και ότι σε ορισμένες καταστάσεις οι επιστημονικές απόψεις είναι πιο αποτελεσματικές από ότι οι προσωπικές τους αντιλήψεις (Posner et al. 1982).

Γενικότερα, μπορούμε να πούμε ότι οι διδακτικές προσεγγίσεις που εμπνεύστηκαν από την εποικοδομητική θεωρία και στόχευαν στην εννοιολογική αλλαγή έδωσαν ενδιαφέροντα προγράμματα διδασκαλίας και μάθησης των Φ.Ε., όπως το πρόγραμμα C.L.I.S. -Children's Learning In Science- που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Leeds της Βρετανίας (Driver 1989, Scott et al. 1992). Επίσης, από ερευνητικά δεδομένα, που προήλθαν από μια ανάλυση 70 δημοσιευμένων εργασιών σε διεθνή περιοδικά, προέκυψε ότι οι εποικοδομητικού τύπου διδακτικές προσεγγίσεις για τις Φυσικές Επιστήμες έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα (Guzetti et al. 1993).

Μια κριτική που ασκήθηκε μεταγενέστερα στα περισσότερα προγράμματα εποικοδομητικού τύπου αναφερόταν στο γεγονός ότι ναι μεν στηρίχθηκαν στην παραδοχή ότι τα παιδιά οικοδομούν με προσωπικό τρόπο τη γνώση τους, όμως έδειξαν να αγνοούν την κοινωνική διάσταση της οικοδόμησης της επιστημονικής γνώσης. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι Taylor, Fraser και Fisher (1997) αναγνώρισαν ότι υπήρξαν "τυφλοί" όσον αφορά το πολιτισμικό πλαίσιο που προσδιορίζει το μαθησιακό περιβάλλον, όταν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 ανέπτυξαν την πρώτη εκδοχή του προγράμματος C.L.E.S.-Constructivist Learning Environment Survey-, με στόχο να βοηθήσουν δασκάλους/ες και ερευνητές/ριες να αναπτύξουν εποικοδομητικού τύπου διδακτικές προσεγγίσεις και μαθησιακά περιβάλλοντα για τη διδασκαλία των Φ.Ε. Καθώς φάνηκε να αναγνωρίζεται το πρόβλημα αυτό, ορισμένες εποικοδομητικού τύπου προσεγγίσεις άρχισαν να δέχονται μια αυξανόμενη κριτική, κυρίως διότι έδωσαν μεγάλη έμφαση στην προσωπική διάσταση της μάθησης των Φ.Ε. και παραμέλησαν τις κοινωνικές συνιστώσες στην οικοδόμηση της επιστημονικής γνώσης (Solomon 1987, 1994).

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κοινωνική και πολιτισμική διάσταση της γνώσης οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στη θεωρία του Vygotsky (1978 και Βυγκότσκι 1988), που ενώ αναπτύχθηκε στη δεκαετία του 1930 στη Σοβιετική Ένωση, άρχισε να γίνεται γνωστή στη Δύση στη δεκαετία του 1960 και άσκησε σημαντική επιρροή τις επόμενες δεκαετίες (Scott 1998). Σύμφωνα με την κεντρική θέση της θεωρίας του Vygotsky (1978), οι ανώτερες νοητικές λειτουργίες του ατόμου προέρχονται από την κοινωνική ζωή.

Ειδικότερα, υψηλού επιπέδου ψυχολογικές δομές (όπως η επιστημονική εννοιολογική γνώση) εμφανίζονται δύο φορές, πρώτα μεταξύ των ανθρώπων ως διαπροσωπικές κατηγορίες (interpsychological category) και κατόπιν στο ίδιο το παιδί, μέσα από μια διαδικασία εσωτερίκευσης, ως ενδοπροσωπικές κατηγορίες (intrapsychological category). Η εσωτερίκευση των νοητικών και ψυχολογικών αυτών κατηγοριών μεταμορφώνει και εξελίσσει το άτομο στο νοητικό, κοινωνικό και πολιτισμικό επίπεδο. Με την προσέγγιση αυτή, η θεωρία του Vygotsky φέρνει κοντά την κοινωνική και την ατομική διάσταση της γνώσης και εμφανίζει συνάφεια με την εποικοδομητική θεωρία για τη μάθηση, στο βαθμό που δέχεται ότι ο/η μαθητής/ρια αναδιοργανώνει και επαναδομεί τον εξωτερικό λόγο και τις δραστηριότητες και δεν αποτελεί παθητικό δέκτη της προσφερόμενης γνώσης.

Στο ερώτημα πώς τα παιδιά αναπτύσσουν "νέα" κατανόηση και "νέο" νόημα σε σχέση με τις Φυσικές Επιστήμες που διδάσκονται στο σχολείο, η θεωρία του Vygotsky τονίζει τη σημασία της αλληλεπίδρασης στο διαπροσωπικό επίπεδο και ιδιαίτερα το ρόλο του λόγου/διαλόγου δασκάλου/ας και μαθητή/ριας. Ο δάσκαλος, η δασκάλα ή ένα άλλο πρόσωπο που έχει περισσότερες γνώσεις από το παιδί, μπορεί να παίξει ρόλο διαμεσολαβητή και να βοηθήσει να "περάσει" η δημόσια γνώση (επιστημονική γνώση) στο παιδί. Ο Vygotsky εισήγαγε την έννοια



της "Ζώνης Επόμενης Εξέλιξης" (Zone of Proximal Development- ZPD) και υποστήριξε ότι ο ρόλος του/ης δασκάλου/ας είναι ιδιαίτερα σημαντικός στο χειρισμό της αλληλεπίδρασης με το παιδί στη ζώνη αυτή. Η "Ζώνη Επόμενης Εξέλιξης" προσδιορίζει μια ζώνη δυνατοτήτων που το παιδί μπορεί να αναπτύξει αν βοηθηθεί κατάλληλα από κάποιο ενήλικο ή πιο έμπειρο άτομο. Η διαφορά ανάμεσα στο επίπεδο του παιδιού, δηλαδή σε αυτά που μπορεί να επιτύχει όταν εργάζεται μόνο του, και στο επίπεδο που μπορεί να φθάσει με τη συνεργασία και την υποστήριξη του δασκάλου ή της δασκάλας είναι σημαντική. Με την έννοια αυτή, η διδασκαλία νοείται ως υποβοήθηση του μαθητή και της μαθήτριας για να επιτύχουν μια επιθυμητή επίδοση (teaching as "assisting performance"). Κάτω από τις επιδράσεις αυτές διαμορφώθηκε και άρχισε να κατακτά έδαφος ο κοινωνικός εποικοδομητισμός (social constructivism), μια μετεξέλιξη της εποικοδομητικής θεωρίας για τη μάθηση, που παίρνει σοβαρά υπόψη το ρόλο του κοινωνικού και πολιτισμικού πλαισίου για τη μάθηση των Φ.Ε.

Εντελώς συναφής προς την ιδέα της "Ζώνης Επόμενης Εξέλιξης" είναι η άποψη των Wood, Bruner και Ross (1976) για το ρόλο της υποβοήθησης του παιδιού από το/η δάσκαλο/α. Οι προηγούμενοι συγγραφείς, και αργότερα ο Bruner (1985), παρομοίασαν τη βοήθεια που προσφέρεται στο παιδί ως μια "σκαλωσιά" (scaffolding) που θα το βοηθήσει να "πιαστεί", ώστε να φέρει σε πέρας με επιτυχία μια συγκεκριμένη δραστηριότητα, ώστε αργότερα, εσωτερικεύοντας την εξωτερική γνώση, να μπορέσει να ολοκληρώσει το ίδιο ή παρόμοιο έργο δρώντας αυτόνομα και ανεξάρτητα. Η άποψη αυτή συνέβαλε στο να μελετηθεί πιο συστηματικά το είδος της βοήθειας που κάθε φορά πρέπει να προσφέρεται στα παιδιά (Scott 1998). Επίσης, ενίσχυσε την άποψη για την ανάγκη συνεργασίας μεταξύ των μαθητών/ριών, διότι κάποια δραστηριότητα που είναι δύσκολη για ένα μεμονωμένο παιδί, μπορεί να πραγματοποιηθεί πιο εύκολα σε συνεργασία με τα μέλη της ομάδας, γεγονός ιδιαίτερα ευνοϊκό για τα παιδιά με χαμηλή επίδοση στο σχολείο.

Ο προβληματισμός γύρω από τη σημασία του κοινωνικού πλαισίου για την απόκτηση της νέας γνώσης ενισχύθηκε μετά το 1989, οπότε οι Brown, Collins και Duguid εισήγαγαν την έννοια της "εγκατεστημένης γνώσης" (situated cognition), σύμφωνα με την οποία "μπορεί να θεωρηθεί ότι οι καταστάσεις συν-παράγουν γνώση", και ότι "η μάθηση και η γνώση είναι βασικά εγκατεστημένες", δηλαδή εξαρτώνται από το πλαίσιο στο οποίο παράγονται και λειτουργούν. Στην ευρύτατα διαδεδομένη άποψη ότι η γνώση είναι προσωπική και δομείται από το άτομο, ότι τα σχολεία είναι ουδέτερα σε σχέση με ότι διδάσκεται, ότι οι έννοιες είναι αφηρημένες και ότι το νόημά τους είναι σταθερό και δεν επηρεάζεται από τη δραστηριότητα μέσω της οποίας αποκτάται και χρησιμοποιείται, αντιτάσσεται η άποψη ότι η μάθηση στις Φ.Ε. πρέπει να θεωρηθεί ως μια μύηση του μαθητή ή της μαθήτριας σε μια νέα κουλτούρα, την επιστημονική, που πρέπει να γίνεται μέσα από αυθεντικές επιστημονικές δραστηριότητες που εξασφαλίζουν αυξημένη αλληλεπίδραση (Roth 1995). Μάθηση και δράση είναι αλληλένδετες και αδιαχώριστες. Στο παραδοσιακό σχολείο όμως, αντί να διευκολύνεται η μύηση των παιδιών στην επιστημονική κουλτούρα, ευνοείται τελικά η μύησή τους στην κουλτούρα του σχολείου, που είναι κάτι το πολύ διαφορετικό, που επισκιάζει όλες τις άλλες κουλτούρες. Γι' αυτό διατυπώνεται από τον Roth (1995) και το αίτημα για αυθεντικές επιστημονικές δραστηριότητες.

Η μάθηση στις Φ.Ε. παρομοιάζεται με τη μάθηση της γλώσσας (Brown et al. 1989, Sutton 1996). Είναι χαρακτηριστικό ότι ενώ ένα μικρό παιδί μπορεί να μάθει στην καθημερινή ζωή έως και 5000 νέες λέξεις σε ένα χρόνο, στο σχολείο δεν καταφέρνει να μάθει πάνω από 100-200 νέες λέξεις το χρόνο. Το γεγονός αυτό αποδίδεται στο ότι στην καθημερινή ζωή το νόημα αποκτάται μέσα από τη χρήση, προσδιορίζεται από το πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί μια λέξη και μπορεί συνεχώς να μεταβάλλεται. Αντίθετα, στο παραδοσιακό σχολείο οι νέες έννοιες διδάσκονται σαν να προέρχονται από κάποιο λεξικό, όπου δίνεται η σημασία μέσω ενός ορισμού και αυτή διευκρινίζεται με τη βοήθεια ενός ή δύο παραδειγμάτων, γεγονός που δεν επιτρέπει στο/η μαθητή/ρια να συλλάβει τη νέα σημασία και να τη χρησιμοποιήσει.

Η μάθηση νοείται ως ένα είδος μαθητείας (apprenticeship) με στόχο να δοθεί έμφαση στη σημασία της δραστηριότητας για τη μάθηση και την απόκτηση γνώσης και για να τονιστεί η εξάρτησή τους από το πλαίσιο και τις καταστάσεις ενός συγκεκριμένου πλαισίου. Η μαθητεία σημαίνει, επίσης, ότι το άτομο εντασσόμενο στην κατάσταση έχει αυξημένη κοινωνική

αλληλεπίδραση και επικοινωνία με τα μέλη μιας κοινότητας. Άρα μαθαίνει μέσα σε μια ομάδα. Αναφορικά με τη μάθηση στις Φ.Ε. αυτό μεταφράζεται στο ότι πρέπει να ευνοείται η εργασία των παιδιών σε ομάδες και ειδικότερα να επιδιώκονται δραστηριότητες, όπως η συλλογική λύση προβλημάτων, η εναλλαγή ρόλων στην ομάδα, η έκφραση εναλλακτικών ιδεών, η συζήτηση για τη σύνθεση διαφορετικών απόψεων, η ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, κλπ. Στο πλαίσιο αυτό ο δάσκαλος ή η δασκάλα έχει να παίξει έναν πολύ πιο σημαντικό και περίπλοκο ρόλο. Είναι το άτομο που θα διευκολύνει τα παιδιά να μάθουν, που θα διαπραγματευτεί με τα παιδιά το νόημα και τη σημασία των νέων εννοιών που διδάσκονται, που θα αναλάβει τη διαμεσολάβηση μεταξύ δύο κοινοτήτων, αυτής των παιδιών και αυτής των επιστημόνων (Tobin 1998).

Τη μεγάλη σημασία του λόγου τονίζει και ο Lemke (1990), ο οποίος αναφέρει ότι η μάθηση των Φυσικών Επιστημών προϋποθέτει να μάθει ο/η μαθητής/ρια να μιλά επιστημονικά, δηλαδή να μάθει να επικοινωνεί στη γλώσσα της επιστήμης, και να ενεργεί ως μέλος μιας κοινότητας που χειρίζεται αυτή τη γλώσσα. Η επιστήμη μπορεί να θεωρηθεί ως ένα είδος λόγου που εξελίσσεται και έχει ως στόχο να κάνει κατανοητά μια σειρά από φαινόμενα με όρους έγκυρης γνώσης. Η μάθηση των Φ.Ε. νοείται ως η διαδικασία οικοδόμησης ενός νέου τρόπου αντίληψης της εμπειρικής πραγματικότητας (Tobin 1997). Ο λόγος στην περίπτωση αυτή αναφέρεται στην κοινωνική δραστηριότητα με την οποία αποδίδεται νόημα σε μια συγκεκριμένη κατάσταση, με τη βοήθεια της γλώσσας και άλλων συμβολικών συστημάτων. Για τη μάθηση των Φ.Ε. οι καταστάσεις αυτές μπορεί κάλλιστα να σχετίζονται με υλικά, συσκευές, φαινόμενα, ανοιχτά προβλήματα, που καλούνται να μελετήσουν πειραματικά οι μαθητές και οι μαθήτριες στο εργαστήριο των Φ.Ε., και με αφετηρία τα οποία θα αναπτύξουν τον επιστημονικό λόγο, μαθαίνοντας να χρησιμοποιούν τα κατάλληλα επιχειρήματα. Ιδιαίτερη σπουδαιότητα έχει, επίσης, ο λόγος του δασκάλου και της δασκάλας για τη διαπραγμάτευση των νέων νοημάτων στην τάξη, καθώς και ο διάλογος μεταξύ των παιδιών.

Ο Jonnaert και η Van der Borgh (1999), εμπνεόμενοι από τον κοινωνικό εποικοδομητισμό, πρότειναν το Κοινωνικό Εποικοδομητικό Αλληλεπιδραστικό μοντέλο μάθησης (Socio-Constructiviste- Interactive), που διακρίνει τρεις διαστάσεις στις παιδαγωγικές και διδακτικές σχέσεις που αναπτύσσονται στην τάξη:

- Την εποικοδομητική, που αναφέρεται στο υποκείμενο της μάθησης, το μαθητή και τη μαθήτριά,
- Την κοινωνική, που αναφέρεται στη μαθησιακή σχέση και στις αλληλεπιδράσεις του μαθητή και της μαθήτριά με τους άλλους μαθητές και μαθήτριες, καθώς και με το δάσκαλο ή τη δασκάλα,
- Την αλληλεπιδραστική, που αναφέρεται στο μαθησιακό περιβάλλον και ειδικότερα στις διδακτικές καταστάσεις και στον τρόπο που αυτές οργανώνουν το αντικείμενο μάθησης.

Οι τρεις αυτές διαστάσεις σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι λειτουργούν ανεξάρτητα. Αντίθετα, βρίσκονται μεταξύ τους σε στενή σχέση και συνεχή αλληλεξάρτηση. Για καθεμία από αυτές τις διαστάσεις υπάρχει κάποιος "πρωταγωνιστής", που είναι κατά κάποιο τρόπο ο κύριος υπεύθυνος για τη διάσταση αυτή. Για την κοινωνική διάσταση υπεύθυνοι είναι οι εκπαιδευτικοί, για την εποικοδομητική διάσταση οι μαθητές και οι μαθήτριες, ενώ η αλληλεπιδραστική διάσταση καθορίζεται από το αντικείμενο της μάθησης. Κάθε διάσταση προσδιορίζει μια σειρά από λειτουργίες που ονομάστηκαν "όψεις της μάθησης στο σχολικό πλαίσιο", που με τη σειρά τους επιτρέπουν να διευκρινιστούν οι προϋποθέσεις της μάθησης στο πλαίσιο του σχολείου.

Η οργάνωση της μαθησιακής διαδικασίας στην τάξη περνά από την επιμέρους οργάνωση των λειτουργιών που εντάσσονται σε κάθε διάσταση και από τον μεταξύ τους συντονισμό. Οι όψεις που αναφέρονται στην κοινωνική διάσταση ρυθμίζουν τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις, ελέγχονται κυρίως από το δάσκαλο και τη δασκάλα και επιτρέπουν την οργάνωση των διαδικασιών της διδασκαλίας. Οι όψεις που αναφέρονται στην εποικοδομητική διάσταση καθοδηγούν την οργάνωση των διαδικασιών μάθησης και ελέγχονται κυρίως από το μαθητή ή τη μαθήτριά.

Τέλος, οι όψεις που αναφέρονται στην αλληλεπιδραστική διάσταση προσδιορίζονται από τις ιδιαιτερότητες του αντικειμένου μάθησης και επιτρέπουν την οργάνωση των διδακτικών καταστάσεων. Ο Jonnaert και η Van der Borgh (1999) επισημαίνουν ότι δεν πρέπει να δει κανείς

το μοντέλο στατικά, αλλά δυναμικά, με όλες τις συνιστώσες του να αλληλεπιδρούν στο εσωτερικό μιας "ζώνης διαλόγου" χωρίς την οποία δεν είναι δυνατόν να υπάρξει μάθηση.

## 2.2 Συνεργατική μάθηση και διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών

Η συνεργατική μάθηση είχε διεθνώς εκατοντάδες εφαρμογές σε διάφορα μαθήματα και σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα γνωρίζει νέα άνθηση με την εφαρμογή της στη διδασκαλία με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή (για μια λεπτομερή παρουσίαση της συνεργατικής μάθησης στη διδασκαλία με Η/Υ, βλέπε Ράπτης & Ράπτη 1999).

Όσον αφορά στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, μετά από επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας από τα μέσα της δεκαετίας του 1970 έως το 1998, οι Lazarovitz και Hertz-Lazarovitz (1998) εντόπισαν συνολικά 37 εργασίες που δημοσιεύτηκαν μετά από κρίση σε διεθνή περιοδικά και περιγράφουν εφαρμογές μεθόδων συνεργατικής μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες. Από αυτές μόνο 5 αφορούν την Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, 6 το Γυμνάσιο, 11 πρώτες τάξεις Λυκείου και 15 την τελευταία τάξη Λυκείου. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται και αρκετές (7) που έγιναν με υποψήφιους ή εν ενεργεία εκπαιδευτικούς διαφόρων βαθμίδων (Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση και Γυμνάσιο).

Από όλες αυτές τις έρευνες προέκυψε ότι η συνεργατική μέθοδος βοήθησε όλα τα παιδιά και ιδιαίτερα τους/τις μαθητές/ριες με χαμηλές επιδόσεις να αυξήσουν τις επιδόσεις τους. Επίσης, συνέβαλε στη βελτίωση της επίδοσης των κοριτσιών. Με τη συνεργατική μάθηση αυξήθηκε η αυτοεκτίμηση όλων των παιδιών, ενώ συγχρόνως επήλθε βελτίωση στις κοινωνικές τους δεξιότητες, όπως αλληλοϋποστήριξη και αλληλοβοήθεια, καθώς και στις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση και την εργαστηριακή δουλειά στις Φυσικές Επιστήμες. Επίσης, η κινητοποίηση και η ευχαρίστηση των παιδιών αυξήθηκε και σημειώθηκε μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ των παιδιών της ομάδας αλλά και με το ή τη δασκάλα.

Από τη μελέτη των εργασιών αυτών προέκυψε ότι το περιεχόμενο των περισσότερων εφαρμογών αφορούσε στη Βιολογία, γιατί θεωρείται ότι έχει ιεραρχική δομή κι ότι μια ενότητα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε επιμέρους τμήματα και να γίνει επεξεργασία με τη μέθοδο Jigsaw που προαναφέρθηκε ή κάποιες παραλλαγές της, που αποτελεί μια από τις πιο χρησιμοποιούμενες εκδοχές της συνεργατικής μάθησης. Για παράδειγμα, στα 5 παιδιά μιας ομάδας δίνονται 5 έννοιες που ανήκουν στην ίδια διδακτική ενότητα για να τις μελετήσουν χωριστά, μια το κάθε παιδί, και κατόπιν αυτά συνεργάζονται με διάφορους τρόπους. Ελάχιστες εργασίες αναφέρονται στη Χημεία κι ακόμα λιγότερες στη Φυσική και στη Γεωλογία.

Οι συγγραφείς παρατηρούν ότι επειδή η Φυσική και η Χημεία θεωρούνται "σκληρές" επιστήμες, είναι σημαντικό να εντοπιστούν οι συγκεκριμένες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά με διάφορα θέματα που διδάσκονται και να σχεδιαστούν νέα αναλυτικά προγράμματα που να προσεγγίζουν τη διδασκαλία μέσα από διαδικασίες συνεργατικής μάθησης. Τονίζουν, επίσης, ότι επειδή η συνεργατική μάθηση είναι μια πολλά υποσχόμενη μέθοδος για την ακαδημαϊκή, κοινωνική και γνωστική εξέλιξη των παιδιών, αποτελεί αληθινή και μεγάλη πρόκληση για δασκάλους/ες και ερευνητές/ριες η ανάπτυξη τέτοιων αναλυτικών προγραμμάτων.

Από την επισκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας που προηγήθηκε προκύπτει τόσο η μεγάλη σημασία της συνεργατικής μάθησης, όσο και οι κυρίαρχες θεωρητικές κατευθύνσεις, που με αφετηρία τον κοινωνικό εποικοδομητισμό μπορούν να συμβάλουν στη διαμόρφωση ενός σύγχρονου μαθησιακού περιβάλλοντος συνεργατικής μάθησης για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alexopoulou, E., & Driver, R. (1997). Gender differences in small group discussion in physics. *International Journal of Science Education*, 19(4), 393-406
- Aronson, E., Stephan, C., Sikes, J., Blaney, N., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw classroom*. Beverly Hills, CA: Sage
- Ausubel, (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston

- Barlow, M. (1993). *Le travail en groupe des élèves*. Paris: Armand Colin
- Barnes, D., & Todd, F. (1977). *Communication and learning in small groups*. Routledge and Kegan Paul
- Briddle, B. (1997). Recent research on the role of the teacher. In B. Briddle, T. Good, & I. Goodson (Eds.), *International Handbook of Teachers and Teaching*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, pp. 449-520
- Brown, J.S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-43
- Bruner, J. (1960). *The process of education*. New York: Vintage
- Bruner, J. (1985). Vygotsky: a historical and conceptual perspective. In J. Wertsch (Ed.), *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives*. UK: Cambridge University Press, pp. 21-34
- Cohen, E. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: a constructivist view. *School Science Review*, 67, 443-456
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 12, 105- 122
- Driver, R. (1989). Changing conceptions. In P. Adey (Ed.), *Adolescent development and school science*. London: Falmer Press, pp.79-99
- Duit, R., & Treagust, D. (1998). Learning in science: from behaviourism towards social constructivism and beyond. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 3-25
- Guzetti, B.J., Snyder, T.E., Glass, G.V., & Gamas, W.S. (1993). Promoting conceptual change in science: a comparative meta-analysis of instructional interventions from reading education and science education. *Reading Research Quarterly*, 28, 116-159
- Hertz-Lazarowitz, R. (1992). Understanding interactive behaviors: looking at six mirrors of the classroom. In R. Hertz-Lazarowitz & N. Miller (Eds.), *Interaction in cooperative groups*. N.Y: Cambridge University Press, pp. 71-101
- Jackson, P. (1968). *Life in the classroom*. New York: Holt, Rinehart & Winston
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1975). *Learning together and alone: cooperation, competition and individualization*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T. (1975). *Cooperation and competition. Theory and research*. Edina, MN: Interaction Book Co.
- Jonnaert, P., & Vander Borcht, C. (1999). *Créer des conditions d'apprentissage*. Bruxelles: De Boeck & Larcier
- Lazarowitz, R., & Hertz-Lazarowitz, R. (1998). Cooperative learning in the science curriculum. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. G.B.: Kluwer Academic Publishers, pp. 449-469
- Lemke, J. (1990). *Talking science*. N.J. Ablex, Norwood
- Lockheed, M.E., Harris, A., & Nemcef, W.P. (1983). Sex and social influence: does sex function as a status characteristic in mixed-sex groups of children? *Journal of Educational Psychology*, 75, 877-886
- Palincsar, A.S., Brown, A.L., & Martin, S.M. (1987). Peer interaction in reading comprehension instruction. *Educational Psychologist*, 22, 231-253
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227
- Roth, W.-M. (1995). *Authentic school science: knowing and learning in open-inquiry laboratories*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers
- Scott, P., Asoko, H., & Driver, R. (1992). Teaching for conceptual change: a review of strategies. In R. Duit, F. Goldberg, & H. Niedderer (Eds.), *Research in Physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel, pp. 310-329



- Scott, P. (1998). Teacher talk and meaning making in science classrooms: a Vygotskian analysis and review. *Studies in Science Education*, 32, 45-80
- Slavin, R.E. (1983). *Cooperative learning*. New York: Longman
- Solomon, J. (1987). Social influences on the construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82
- Solomon, J. (1994). The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19
- Stahl, R. (1994). The essential elements of cooperative learning in the classroom. ERIC digest. *Clearinghouse for Social Studies / Social Science Education*, 4 p.
- Sutton, C. (1996). The scientific model as a model of speech. In G. Welford, J. Osborne, & P. Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe*. London: Falmer Press, pp. 143-152
- Taylor, P., Fraser, B., & Fisher, D. (1997). Monitoring constructivist learning environments. *International Journal of Educational Research*, 27(4), 293-302
- Tobin, K. (1997). Alternative perspectives on authentic learning environments in elementary science. *International Journal of Educational Research*, 27(4), 303-310
- Tobin, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. G.B.: Kluwer Academic Publishers, pp. 129-151
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in society: the development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Webb, N., et al. (1984). Sex differences in interaction and achievement in cooperative small groups. *Journal of Educational Psychology*, 76, 33-44
- Wood, D.J., Bruner, J.S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Psychology and Psychiatry*, 77, 89-100
- Yager, S., Johnson, D., & Johnson, R. (1985). Oral discussion, group -to- individual transfer and achievement in cooperative learning groups. *Journal of Educational Psychology*, 77, 60-66
- Κανάκης, Ι. (1987). Οργάνωση της διδασκαλίας με ομάδες εργασίας. Αθήνα
- Κόκκοτας, Π. (1998). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών. Εποικοδομητική προσέγγιση της διδασκαλίας και της μάθησης*. Αθήνα
- Ματσαγγούρας, Η. (1995α). *Ομαδοκεντρική διδασκαλία και μάθηση. Θεωρία και πράξη της διδασκαλίας σε ομάδες*. Αθήνα: Γρηγόρης
- Ράπτης, Α., & Ράπτη, Α. (1999). *Πληροφορική και εκπαίδευση. Συνολική προσέγγιση*. Αθήνα
- Σολομωνίδου, Χ., & Κακανά, Δ.-Μ. (1998). Από τις ηλεκτρικές συσκευές στο ηλεκτρικό ρεύμα: ιδέες και αναπαραστάσεις παιδιών προσχολικής ηλικίας. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 28, 219-248
- Τριλιανός, Α. (1989). *Προσέγγιση στη μέθοδο διδασκαλίας με ομάδες μαθητών*. Αθήνα

## Β2: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ:

### Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή



ΕΣΠΑ 2007-13\Ε.Π. Ε&ΔΒΜ\Α.Π. 1-2-3

**«Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ.»**  
**Με συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Κ. Τ.)**

**ΜΕΙΖΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ**  
[www.epimorfosi.edu.gr](http://www.epimorfosi.edu.gr)

#### 1) ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Χρήστος Δέδες

##### 1.1 Τίτλος (Θέμα) σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας)

Διδασκαλία του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής μέσα από το ιστορικό πλαίσιο ανάπτυξής του, με την πραγματοποίηση πειραματικών δραστηριοτήτων και την αξιοποίηση εκπαιδευτικού λογισμικού.

##### 1.2 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

**Γνωστικό/-ά αντικείμενο/-α του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας:**

Φυσική Β' Λυκείου (γενικής παιδείας)

**Ιδιαίτερη Περιοχή του γνωστικού αντικειμένου**

Ηλεκτρομαγνητισμός (3.3) - Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή (§ 3.3.6.)

**Συμβατότητα με το ΑΠΣ & το ΔΕΠΠΣ.**

Ο κεντρικός άξονας του θέματος εντάσσεται στην ενότητα «Ηλεκτρομαγνητισμός» του ΑΠΣ.

##### 1.3 Σκοπός & Στόχοι του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας)

**Γενικός Σκοπός**

Οικοδόμηση εννοιών σχετικών με το φαινόμενο της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής και το νόμο του Faraday.

**Επιμέρους Στόχοι ως προς το γνωστικό αντικείμενο και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.**

**Γνώσεις**

Επιδιώκεται οι μαθητές/τριες να είναι σε θέση

- να διακρίνουν ομοιότητες και διαφορές στη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος από (α) την εφαρμογή τάσης σε κλειστό κύκλωμα (β) την αλληλεπίδραση πηνίου-μαγνήτη,
- να περιγράφουν τους διαφορετικούς τρόπους δημιουργίας επαγωγικού ρεύματος σε πηνίο (α) με μαγνήτη (β) με ηλεκτρομαγνήτη,
- να αποδίδουν τη δημιουργία του επαγωγικού ρεύματος (α) στη μεταβολή της έντασης του μαγνητικού πεδίου και (β) στη μεταβολή της οριοθετούμενης από το πηνίο

επιφάνειας,

- να διακρίνουν τη φυσική σημασία της μαγνητικής ροής και να επιλύουν απλά προβλήματα με βάση τη μαθηματική σχέση που την ορίζει,
- να αναγνωρίζουν ότι όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή εμφανίζεται ηλεκτρεγερτική δύναμη (ΗΕΔ) από επαγωγή στα άκρα του πηνίου,
- να περιγράφουν την αλληλουχία των μεταβολών των φυσικών μεγεθών κατά τη δημιουργία επαγωγικού ρεύματος σε πηνίο λόγω της μεταβολής της αντίστασης στο κύκλωμα ηλεκτρομαγνήτη,
- να επιλύουν προβλήματα ποσοτικού χαρακτήρα με βάση το νόμο της επαγωγής,
- να διακρίνουν την αντίστροφη σχέση λειτουργίας και ενεργειακών μετατροπών στον ηλεκτρικό κινητήρα και στην ηλεκτρική γεννήτρια,
- να προτείνουν τρόπους παραγωγής ηλεκτρισμού σε μαζική κλίμακα με βάση το φαινόμενο της Η/Μ επαγωγής,
- να αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα των γνώσεων που απέκτησαν από την εφαρμογή τους σε προβλήματα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής,
- να περιγράφουν τεχνολογικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές προεκτάσεις του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής.

### **Ικανότητες**

- Να αναγνωρίζουν όργανα και συσκευές και να συναρμολογούν διατάξεις για την ανάδειξη του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής,
- να συνδέουν πειραματικά δεδομένα και συμπεράσματα,
- να αναπτύσσουν δεξιότητες στη χρήση λογισμικών φυσικής,
- να αναπτύσσουν ικανότητες στις διαδικασίες ελέγχου μεταβλητών κατά την πειραματική εργασία.

### **Στάσεις**

- Ανάπτυξη θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη με την αναγνώριση της υπόστασής της ως μέρους του ευρύτερου κοινωνικού και πολιτισμικού γίνεσθαι,
- ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες με την αναγνώριση του σημαντικού ρόλου που παίζει η επίλυση προβλήματος στην οικοδόμηση των φυσικών εννοιών,
- ευαισθητοποίηση και ανάπτυξη κριτικής στάσης σε ζητήματα που αφορούν την προστασία του περιβάλλοντος,
- ενίσχυση του πνεύματος της συνεργατικότητας, της ανταλλαγής απόψεων και της κριτικής αποδοχής ή απόρριψης των αντιλήψεων των άλλων.

### **Σημειώστε αν αξιοποιούνται εκπαιδευτικά λογισμικά και υπηρεσίες των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και Επικοινωνίας (ΤΠΕ)**

Λογισμικό PHET Colorado/Faraday (προαιρετικά Power point).

#### **1.4 Προτεινόμενη Εκπαιδευτική μέθοδος**

Εμπλουτισμένη διδασκαλία, προσομοίωση. Παράθεση κειμένων μέσω των οποίων επιχειρείται η διδακτική αξιοποίηση της Ιστορίας των φυσικών επιστημών και ειδικότερα η ανάδειξη (α) της οικοδόμησης της επιστήμης σε συνάρτηση με τις κυρίαρχες ανάγκες των ευρωπαϊκών κοινωνιών του δέκατου ένατου αιώνα, (β) των σχέσεων επιστήμης-κοινωνίας-πολιτισμού και (γ) της συνεισφοράς σπουδαίων επιστημόνων στην πρόοδο της επιστήμης. Οι δραστηριότητες που προτείνονται διατηρούν την ιστορική αλληλουχία των θεωρητικών προβληματισμών και των πειραματικών βημάτων του Faraday στην προσέγγιση του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές/τριες έρχονται σε επαφή με την επιστημονική μεθοδολογία, καθώς εμπλέκονται σε διαδικασίες οι οποίες τους/τις προτρέπουν να παρατηρούν, να διατυπώνουν υποθέσεις και να προτείνουν τρόπους ελέγχου των υποθέσεών τους.

Οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες 2-3 ατόμων στην αίθουσα πληροφορικής. Ομαδοσυνεργατική εργασία: πραγματικά και εικονικά πειράματα με τη συμμετοχή των μαθητών/τριών στο σχεδιασμό και την εκτέλεση κατάλληλων πειραματικών δραστηριοτήτων, ικανών να ελέγξουν την εγκυρότητα θεωρητικών υποθέσεων. Ο/η εκπαιδευτικός εκτελεί

πειράματα επίδειξης με αλληλεπιδραστικά χαρακτηριστικά, καθοδηγεί, συμβουλεύει, συντονίζει τη συζήτηση, συγκεντρώνει τα αποτελέσματα και ομαδοποιεί τα συμπεράσματα.

### Εκτιμώμενη διάρκεια

Η διδακτική παρέμβαση προβλέπεται να διαρκέσει 2 διδακτικές ώρες.

## **2) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ- ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**

### 2.1 Γενική Περιγραφή

- α) Τίθεται το κεντρικό πρόβλημα: μπορεί ο μαγνητισμός να «παράγει» ηλεκτρισμό; Το πρόβλημα αναδεικνύεται στην ιστορική του διάσταση με την παρουσίαση των 4 πρώτων ένθετων κειμένων. Οι μαθητές/τριες μελετούν τα κείμενα, συζητούν στην ομάδα τους και απαντούν στις σχετικές ερωτήσεις. Ακολουθεί συζήτηση στην τάξη και με τον/την εκπαιδευτικό. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται η ανάδειξη της οικοδόμησης της επιστήμης σε συνάρτηση με τις κυρίαρχες ανάγκες της κοινωνίας. Παράλληλα τα μέλη κάθε ομάδας επιχειρούν να θέσουν σε λειτουργία τον ηλεκτρικό κινητήρα με τη βοήθεια μπαταρίας (προϋποτιθέμενη γνώση/ικανότητα) με στόχο τον εντοπισμό του προβλήματος της παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας.
- β) Ο/Η εκπαιδευτικός πραγματοποιεί πείραμα επίδειξης: δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος (α) από ηλεκτρική πηγή και (β) από πηνίο-μαγνήτη σε κλειστό κύκλωμα. Οι μαθητές/τριες συμμετέχουν με ερωτήσεις και απαντήσεις κατά την επίδειξη του πειράματος (βλέπε οδηγό εκπαιδευτικού). Συμπληρώνουν τον πίνακα 1 του φύλλου εργασίας. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται να διαπιστώσουν ότι ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να δημιουργηθεί σε κύκλωμα χωρίς την παρουσία ηλεκτρικής πηγής ενώ ταυτόχρονα να διακρίνουν ότι στην περίπτωση αυτή το ρεύμα εμφανίζεται μόνο όσο διαρκεί η σχετική κίνηση πηνίου-μαγνήτη.
- γ) Οι μαθητές/τριες με τη βοήθεια του/της εκπαιδευτικού πλοηγούνται και εξοικειώνονται με το περιβάλλον του λογισμικού Phet-Colorado/Faraday. Στη συνέχεια επιλέγουν και εκτελούν δραστηριότητες στο εικονικό περιβάλλον του λογισμικού. Συμπληρώνουν τον πίνακα 2 του φ.ε. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται να διαπιστώσουν ότι στην περίπτωση του απλού μαγνήτη ηλεκτρικό ρεύμα δημιουργείται στο πηνίο από τη σχετική κίνηση μαγνήτη-πηνίου ενώ στην περίπτωση του ηλεκτρομαγνήτη το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται και με τη μεταβολή ή τη διακοπή-αποκατάσταση του ρεύματος στο κύκλωμα του ηλεκτρομαγνήτη.
- δ) Τίθεται το ζήτημα των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται η εμφάνιση του επαγωγικού ρεύματος. Οι μαθητές/τριες μελετούν το 5<sup>ο</sup> ένθετο κείμενο του φύλλου εργασίας. Στη συνέχεια διατυπώνουν κατ' αρχάς στην ομάδα και στη συνέχεια στην ολομέλεια της τάξης τις υποθέσεις τους σχετικά με τους πιθανούς παράγοντες.
- ε) Με το 6<sup>ο</sup> ένθετο κείμενο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε ο Faraday σχετικά με τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η δημιουργία επαγωγικού ρεύματος. Οι μαθητές/τριες καλούνται να επαληθεύσουν πειραματικά τους ισχυρισμούς του Faraday στο εικονικό περιβάλλον του λογισμικού. Συζητούν τις απόψεις τους στην τάξη και με τον/την εκπαιδευτικό. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται να ασκηθούν στη διαδικασία ελέγχου μεταβλητών δηλαδή να συνειδητοποιήσουν ότι ένα πείραμα οδηγεί σε αξιόπιστο αποτέλεσμα μόνο αν διατηρούνται όλες οι άλλες μεταβλητές σταθερές και μεταβάλλεται μόνο μία κάθε φορά.
- στ) Με το 7<sup>ο</sup> κείμενο τίθεται το ζήτημα της αναζήτησης του κοινού στοιχείου που θα μπορούσε να ενοποιήσει τους διαφορετικούς τρόπους δημιουργίας του επαγωγικού ρεύματος. Οι μαθητές/τριες μελετούν το κείμενο και το σχήμα που το συνοδεύει και απαντούν στη σχετική ερώτηση. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται (α) να αναγνωρίσουν την αναγκαιότητα επινόησης του φυσικού μεγέθους «μαγνητική ροή» (β) να διακρίνουν και να διατυπώσουν τη φυσική σημασία της μαγνητικής ροής (γ) να αναγνωρίσουν πλευρές της εννοιολογικής διάστασης της γνώσης της φυσικής (αναζήτηση ενοποιητικών στοιχείων).
- ζ) Οι μαθητές/τριες μελετούν το 8<sup>ο</sup> ένθετο κείμενο. Ο/Η εκπαιδευτικός αναλύει το φορμαλιστικό μέρος του μεγέθους «μαγνητική ροή» (μονάδες, επιφάνεια πλάγια στις δυναμικές γραμμές, κλπ). Οι μαθητές/τριες εφαρμόζουν τις μαθηματικές σχέσεις στο παράδειγμα 6 και απαντούν στις σχετικές ερωτήσεις ποιοτικού χαρακτήρα του σχολικού βιβλίου. Με τον



τρόπο αυτό επιδιώκεται ο έλεγχος αφομοίωσης της γνώσης και η ικανότητα επίλυσης απλών ποσοτικών προβλημάτων που σχετίζονται με τη μαγνητική ροή.

- η) Με τη δραστηριότητα (9) γίνεται ανάκληση της σχέσης μεταξύ εφαρμογής ΗΕΔ και δημιουργίας ηλεκτρικού ρεύματος σε κλειστό κύκλωμα. Οι μαθητές/τριες καλούνται να επαληθεύσουν πειραματικά τις υποθέσεις τους για το άμεσο αποτέλεσμα της μεταβολής της μαγνητικής ροής στο επαγωγίμο κύκλωμα και στη συνέχεια να συμπληρώσουν τα κενά στον ορισμό του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής.
- θ) Οι μαθητές/τριες συμπληρώνουν τα κενά στην ερώτηση (10) του φύλλου εργασίας. Ανακοινώνουν ανά ομάδα τα αποτελέσματα στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση, συμπληρώσεις και διορθώσεις με το συντονισμό και την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού. Με τη διαδικασία αυτή επιδιώκεται να αναγνωρίσουν και να διακρίνουν τις διαδοχικές μεταβολές των φυσικών μεγεθών που οδηγούν στην εμφάνιση επαγωγικού ρεύματος λόγω της μεταβολής της αντίστασης στο κύκλωμα του ηλεκτρομαγνήτη (μεταβολή αντίστασης στο πρωτεύον→μεταβολή ρεύματος στο πρωτεύον→μεταβολή έντασης μαγνητικού πεδίου στο πρωτεύον→μεταβολή έντασης μαγνητικού πεδίου στο δευτερεύον→μεταβολή μαγνητικής ροής στο δευτερεύον→εμφάνιση επαγωγικής ΗΕΔ στο δευτερεύον→εμφάνιση επαγωγικού ρεύματος στο δευτερεύον).
- ι) Με την 11<sup>η</sup> δραστηριότητα επιδιώκεται οι μαθητές/τριες μέσα από δραστηριότητες που οι ίδιοι επιλέγουν να οδηγηθούν σε μια ποσοτική προσέγγιση του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής. Ταυτόχρονα, για άλλη μια φορά, επιχειρείται η άσκησή τους στη διαδικασία ελέγχου μεταβλητών Ο/Η εκπαιδευτικός παρεμβαίνει στη συζήτηση που ακολουθεί, ομαδοποιεί τα συμπεράσματα των ομάδων και δίνει το νόμο της επαγωγής. Ακολουθούν εφαρμογές και ασκήσεις ποσοτικού χαρακτήρα από το σχολικό βιβλίο. Με τη διαδικασία αυτή επιδιώκεται η αφομοίωση της μαθηματικής σχέσης που διέπει το φαινόμενο της Η/Μ επαγωγής (νόμος του Faraday).
- ια) Οι μαθητές/τριες επιλέγουν «γεννήτρια» από το κεντρικό μενού της προσομοίωσης και πλοηγούνται στο περιβάλλον του λογισμικού. Πραγματοποιούν τη 12<sup>η</sup> δραστηριότητα, απαντούν στις σχετικές ερωτήσεις και ανακοινώνουν το συμπέρασμά τους στην τάξη. Ακολουθεί συζήτηση με τον/την εκπαιδευτικό σε ρόλο συντονιστή. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται να αναγνωρίσουν και να διατυπώσουν την αρχή λειτουργίας της ηλεκτρικής γεννήτριας, καθώς και τις ενεργειακές μετατροπές που συνοδεύουν τη λειτουργία της.
- ιβ) Με τη δραστηριότητα 13 οι μαθητές/τριες καλούνται να προτείνουν τρόπους αξιοποίησης του ηλεκτρικού κινητήρα ως ηλεκτρικής γεννήτριας και στη συνέχεια να επιχειρήσουν τον έλεγχο λειτουργίας της. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται (α) να αφομοιώσουν τον τρόπο λειτουργίας της ηλεκτρικής γεννήτριας, (β) να διακρίνουν την αντίστροφη σχέση λειτουργίας και ενεργειακών μετατροπών ηλεκτρικού κινητήρα και γεννήτριας, (γ) να ασκηθούν αυτενεργώντας στην πειραματική εργασία και (δ) να προτείνουν τρόπους εφαρμογής του φαινομένου της Η/Μ επαγωγής στην παραγωγή ηλεκτρισμού σε μαζική κλίμακα.
- ιγ) Ο/Η εκπαιδευτικός διανέμει ατομικά το φύλλο αξιολόγησης. Οι μαθητές/τριες μελετούν τα κείμενα και το απεικονιστικό υλικό και απαντούν στις ερωτήσεις.

### Βιβλιογραφικές πηγές του Σχεδίου

- Arons, A. (1992). *Οδηγός διδασκαλίας της Φυσικής* (κεφ. 8, σελ. 301-311). Αθήνα: Τροχαλία.
- Βενετσάνος, Μ., Κατσούφης, Η., & Σαρρηγιάννης, Α. (1999). *Φυσική Γενικής Παιδείας Β' Λυκείου* (κεφ. 3.3, σελ. 185-197). Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Gillispie, C. C. (1986). *Στην κόψη της αλήθειας. Η εξέλιξη των επιστημονικών ιδεών από τον Γαλιλαίο ως τον Einstein* (κεφ. 10, σελ. 397-418). Αθήνα: ΜΙΕΤ.
- Δαπόντες, Ν., Κασσέτας, Α., & Μουρίκης, Σ. (1997). *Φυσική Β' τάξης ΕΠΑ – ΓΕΛ-ΤΕΛ* (κεφ. 4, σελ. 267-279). Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Καριώτογλου, Π., Κολιόπουλος, Δ., & Ψύλλος, Δ. (1989). *Το κυκλικό εργαστήριο – Ηλεκτρομαγνητισμός* (μέρος 1, σελ. 34-49). Αθήνα: Πνευματικός.

<http://users.sch.gr/kasetas/education.htm>

[http://www.youtube.com/watch?v=mgRFPpZGx8Y&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=mgRFPpZGx8Y&feature=player_embedded)

## **2.2 Υλικοτεχνική Υποδομή**

Για το πείραμα επίδειξης

2 γαλβανόμετρα (μικροαμπερόμετρα) κεντρικού μηδενός 500μΑ (ΗΛ.740.0).

Πηνίο 1200 σπειρών (ΗΛ.365.0).

Ραβδόμορφος μαγνήτης (ΜΑ.005.0).

Μπαταρία κοινή 4,5 V (ΗΛ180.5).

Αντιστάτης 10 ΚΩ (ΗΛ.225.0).

Διακόπτης απλός μαχαιρωτός (ΗΛ.200.0).

Καλώδια σύνδεσης (ΗΛ. 170.0).

Για τα πειράματα σε ομάδες (όργανα ανά ομάδα)

Μπαταρία κοινή 9V (ΗΛ180.7)

Ηλεκτρικός κινητήρας (ΗΛ.400.0).

2 καλώδια σύνδεσης (ΗΛ. 170.0).

Πηνίο 1200 σπειρών (ΗΛ.365.0).

Ραβδόμορφος μαγνήτης (ΜΑ.005.0).

Ψηφιακό πολύμετρο (ΗΛ.760.0)

## **3) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

Παράθεση κειμένων-ερεθισμάτων (σε καθημερινή γλώσσα) και απεικονιστικού υλικού (σε πιο εξειδικευμένη μορφή), μέσω των οποίων επιχειρείται η σύνδεση του περιεχομένου της διδασκαλίας με εμπειρίες και καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Ερωτήσεις αξιολόγησης (πολλαπλής επιλογής, σωστού-λάθους και σύντομης απάντησης) που συνδέονται με το προσφερόμενο υλικό και στοχεύουν τόσο στον έλεγχο της αφομοίωσης της γνώσης όσο και στην κατανόηση των ευρύτερων κοινωνικών και περιβαλλοντικών διαστάσεων του φαινομένου.

## **4) ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ**

Οι δημιουργοί των σεναρίων – σχεδίων διδασκαλίας θα πρέπει να συμπληρώνουν μια υπεύθυνη δήλωση με το παρακάτω περιεχόμενο

«Με ατομική μου ευθύνη και σύμφωνα με το άρθρο 8 ν. 1599/1986, οι δημιουργοί του παρόντος εντύπου, δηλώνουμε ότι:

1. Το Σχέδιο Διδακτικό Σεναρίου που υποβάλλουμε είναι δικό μας πρωτότυπο δημιούργημα και δεν προσκρούει σε κανένα δικαίωμα πνευματικής ή βιομηχανικής ιδιοκτησίας τρίτων.
2. Δίνουμε το δικαίωμα και την άδεια στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο θα ενεργεί κατά την απόλυτη και ελεύθερη κρίση του, να αξιοποιεί, να διαθέτει, να αναπαράγει ή να διανέμει το υποβληθέν Σχέδιο, ολόκληρο ή τμήμα του ή συντεταγμένο ή ενσωματωμένο σε άλλο υλικό, για εκπαιδευτικούς και διδακτικούς σκοπούς, με κάθε πρόσφορο μέσο, ιδίως έντυπο ή ηλεκτρονικό»

## **ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

### **Ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

#### **A. Το επαγωγικό ρεύμα**

Στις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα το σοβαρότερο πρόβλημα που αντιμετώπιζαν οι βιομηχανικές κοινωνίες της Δύσης ήταν η **μεταφορά της ενέργειας από τα κέντρα παραγωγής προς τους τόπους χρησιμοποίησής της**, καθώς η μέχρι τότε χρησιμοποιούμενη ενέργεια του ατμού μπορούσε να αξιοποιηθεί μόνο στον τόπο παραγωγής της.

1. Τι νομίζετε ότι εννοούμε με τον όρο «ενέργεια του ατμού»;

- Για ποιο λόγο νομίζετε ότι η «ενέργεια του ατμού» είναι δύσκολο να μεταφερθεί;

Οι επιστήμονες είχαν αρχίσει να πιστεύουν ότι η λύση στο πρόβλημα θα μπορούσε να προέλθει από τον ηλεκτρισμό. Η ιδέα ενθαρρύνθηκε από τις ανακαλύψεις που έγιναν στην περιοχή του ηλεκτρομαγνητισμού μετά το 1820. Τα ηλεκτρικά ρεύματα μπορούσαν να μεταφέρονται αστραπιαία σε μεγάλες αποστάσεις μέσα από τα μεταλλικά σύρματα, ενώ οι μαγνήτες μπορούσαν να θέτουν σε περιστροφή ρευματοφόρα πηνία.

2. Επιχειρήστε, με τη βοήθεια της μπαταρίας, να θέσετε σε περιστροφή τα πηνία του ηλεκτρικού κινητήρα (εικόνα 1) που έχετε στον πάγκο σας (πειραματική εργασία σε ομάδες).



(Εικόνα 1)

- Ποιες μετατροπές ενέργειας συναντάμε στη λειτουργία του ηλεκτρικού κινητήρα;
- Μπορείτε να σκεφτείτε για ποιο λόγο δεν μπορεί να αξιοποιηθεί σε μεγάλη κλίμακα η ενέργεια της μπαταρίας;

Υπήρχε όμως μια αδυναμία στο ζήτημα της παραγωγής μεγάλων ποσοτήτων ηλεκτρικής ενέργειας. Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος οι επιστήμονες χρησιμοποιούσαν τη βολταϊκή στήλη ή χημική ενέργεια της οποίας εξαντλιόταν πολύ γρήγορα και φαινόταν ακατάλληλη για το ρόλο αυτό. Ήταν αναγκαίο να επινοηθεί ένας καλύτερος τρόπος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πείραμα Oersted και οι συνακόλουθες έρευνες είχαν πείσει ότι ο ηλεκτρισμός μπορούσε να «παράγει» μαγνητισμό. Το ερώτημα που γεννιόταν ήταν αν υπήρχε ένα φαινόμενο αντίστροφο από αυτό που είχε ήδη ανακαλυφθεί.

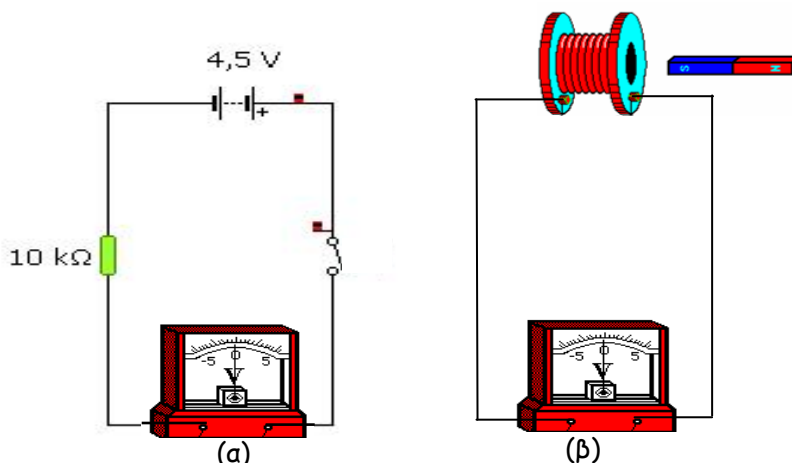
2. Μπορείτε να διατυπώσετε με μεγαλύτερη σαφήνεια το ερώτημα που θέτει το παραπάνω κείμενο;

Το πρόβλημα της παραγωγής ηλεκτρισμού από τον μαγνητισμό ήταν καίριο και η απάντηση αργούσε να δοθεί. Ήταν η ώρα που εμφανίστηκε στο προσκήνιο ο Άγγλος, ταπεινής καταγωγής, αυτοδίδακτος ερευνητής Michael Faraday. Στα 1831 ανακάλυψε το ανυπολόγιστης αξίας φαινόμενο μέσα από το οποίο οι άνθρωποι βρήκαν το δρόμο που οδηγούσε στην παραγωγή ηλεκτρισμού σε μεγάλη κλίμακα. Το καινούργιο φαινόμενο ονομάστηκε **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**. Η αξιοποίησή του επρόκειτο να αλλάξει ριζικά τον τρόπο ζωής και εργασίας αλλά και αυτήν ακόμα τη νοοτροπία των ανθρώπων του μέλλοντος.

\*Αποσπάσματα από το βιβλίο των Δαπόντε, κ.α. (1997).

\*\* Ένα χρόνο αργότερα ο Αμερικανός Joseph Henry έφτασε, ανεξάρτητα από τον Faraday, στην ίδια

3. Παρακολουθήστε με προσοχή τα δύο πειράματα που θα πραγματοποιήσει ο/η καθηγητής/τριά σας (πειράμα επίδειξης).



(Εικόνα 2)

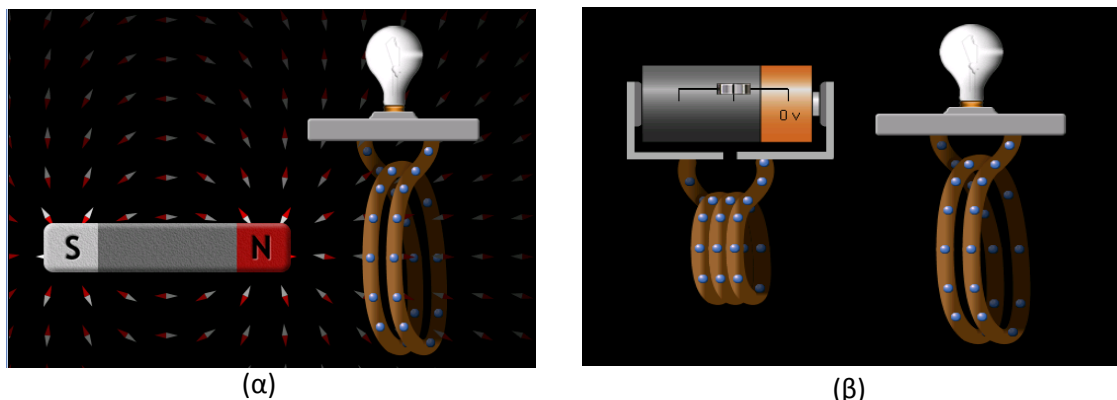
- Στα πειράματα που παρακολουθήσατε μπορείτε να διακρίνετε κάποιες ομοιότητες ή/και κάποιες διαφορές που αφορούν στο ηλεκτρικό ρεύμα που εμφανίζεται (α) στο κλειστό ηλεκτρικό κύκλωμα και (β) στο κύκλωμα του πηνίου (επαγωγικό ρεύμα); Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα (1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 1

Ομοιότητες	Διαφορές

4. Από το κεντρικό μενού της προσομοίωσης Phet/Colorado/Faraday επιλέξτε (α) «κινούμενο πηνίο» και (β) «μετασχηματιστής» (εικόνα 3). Πραγματοποιήστε όποιες δραστηριότητες θεωρείτε κατάλληλες για την παραγωγή επαγωγικού ρεύματος (εργασία σε ομάδες).





(Εικόνα 3)

- Με ποιους τρόπους μπορούμε τελικά να δημιουργήσουμε επαγωγικό ρεύμα σε ένα κλειστό κύκλωμα; Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα (2).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2

Με μαγνήτη	Με ηλεκτρομαγνήτη

Ο Faraday συνέχισε τα πειράματα διερευνώντας τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η δημιουργία του επαγωγικού ρεύματος. Ακολούθησε μια περίοδος έντονης ερευνητικής εργασίας όπου τις αλληπάλληλες θεωρητικές υποθέσεις ακολουθούσαν διαρκείς πειραματικές διαψεύσεις αλλά και επιβεβαιώσεις.

6. Διατυπώστε τις δικές σας υποθέσεις σε σχέση με τους πιθανούς παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η δημιουργία του επαγωγικού ρεύματος.

.....

Το συμπέρασμα στο οποίο κατέληξε τελικά ο Faraday ήταν το ακόλουθο: το επαγωγικό ρεύμα εμφανίζεται κάθε φορά που **μεταβάλλεται** (α) η ένταση του μαγνητικού πεδίου  $B$  στο χώρο του πηνίου, (β) η οριοθετούμενη από το πηνίο επιφάνεια  $S$ .

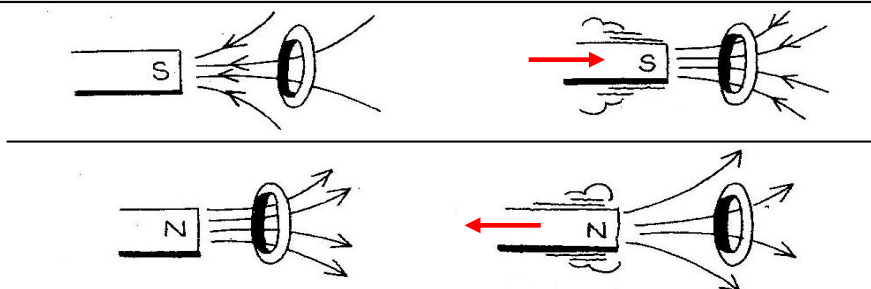
7. Με βάση τις παρατηρήσεις σας από τις δραστηριότητες που πραγματοποιήσατε στο περιβάλλον του λογισμικού επαληθεύεται ο ισχυρισμός του Faraday; (Μπορείτε να επαναλάβετε όσες ενέργειες σας φαίνονται απαραίτητες)

.....

Συζητήστε τις απόψεις σας στην τάξη.

## Β. Μαγνητική ροή: ένα νέο φυσικό μέγεθος γεννιέται

Υπάρχει άραγε κάποιο κοινό στοιχείο που μπορεί να συνδέει τους δύο φαινομενικά διαφορετικούς παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η δημιουργία του επαγωγικού ρεύματος; Ο Faraday κατάφερε και το «είδε». Η παρατήρηση της διάταξης των ρινισμάτων σιδήρου γύρω από ένα μαγνήτη του είχε ήδη δώσει την ιδέα της «οπτικοποίησης» του μαγνητικού πεδίου με βάση τις μαγνητικές δυναμικές γραμμές. Με βάση αυτή την απεικόνιση αυτό που μεταβάλλεται σε όλα τα πειράματα παραγωγής επαγωγικού ρεύματος -και τα φαινόμενα εξελίσσονται μόνο όσο διαρκεί αυτή η μεταβολή- **είναι ο αριθμός των μαγνητικών δυναμικών γραμμών που περνούν από την επιφάνεια του πηνίου σε κάθε χρονική στιγμή**. Με τον τρόπο αυτό ένα καινούργιο φυσικό μέγεθος είχε γεννηθεί. Το μονόμετρο αυτό μέγεθος λέγεται **μαγνητική ροή (Φ)** και η μεταβολή του είναι υπεύθυνη για την εμφάνιση του επαγωγικού ρεύματος.



Σχήμα 1

8. Από τη μελέτη του παραπάνω κειμένου και του σχήματος (1) μπορείτε να διακρίνετε τη φυσική σημασία του μεγέθους «μαγνητική ροή»;

Η μαγνητική ροή εκφράζει .....

.....

.....

### Γ. Η επαγωγική τάση

Σε ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης  $B$  όπου σε κάθε περιοχή του η πυκνότητα των δυναμικών γραμμών (δηλαδή ο αριθμός των δυναμικών γραμμών ανά μονάδα επιφανείας) είναι σταθερή, η μαγνητική ροή ( $\Phi$ ) που «περνά» από μια επιφάνεια ( $S$ ) κάθετα τοποθετημένη στις δυναμικές γραμμές ορίζεται μαθηματικά ως το γινόμενο της έντασης του πεδίου ( $B$ ) επί το εμβαδόν της επιφάνειας ( $S$ ).

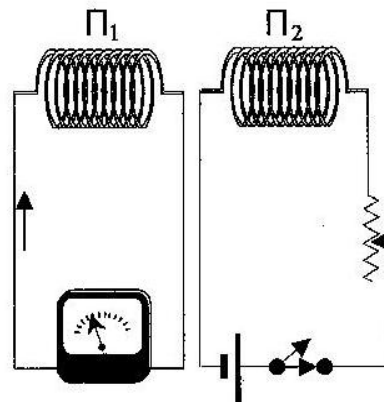
$$\Phi = B \cdot S$$

9. Αφού θυμηθείτε ότι στα κλειστά κυκλώματα η εμφάνιση ηλεκτρικού ρεύματος **προϋποθέτει** την εφαρμογή κάποιας ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ), μπορείτε να καταλήξετε σε κάποιο συμπέρασμα για το **άμεσο** αποτέλεσμα της μεταβολής της μαγνητικής ροής στο χώρο του πηνίου;
- .....
- Με ποιο τρόπο θα μπορούσατε να ελέγξετε πειραματικά την υπόθεσή σας (τι όργανα θα χρειαστείτε, τι πρέπει να κάνετε ακριβώς κλπ);
  - .....
  - Επιχειρήστε τώρα να ελέγξετε την υπόθεσή σας αξιοποιώντας τα όργανα που έχετε στον πάγκο σας (πειραματική εργασία σε ομάδες).
  - Συμπληρώστε τα κενά στο παρακάτω κείμενο.

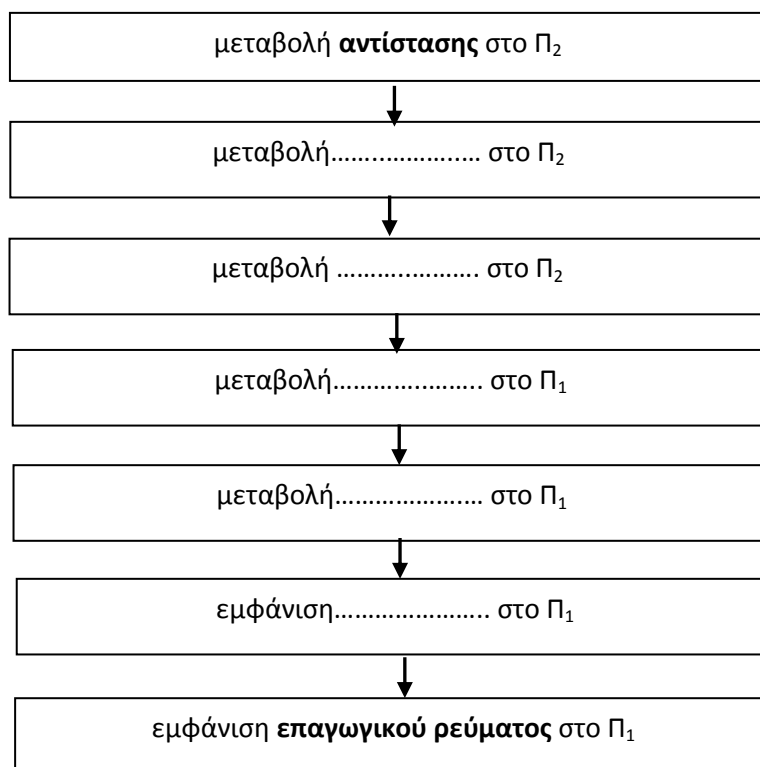
Η μεταβολή με οποιονδήποτε τρόπο της ..... που δημιουργείται στις σπείρες ενός πηνίου προκαλεί ανάπτυξη ..... στο πηνίο που διαρκεί όσο χρόνο διαρκεί η μεταβολή της ..... Αν το κύκλωμα είναι **κλειστό** η μεταβολή αυτή συνοδεύεται από τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος.

Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται **ηλεκτρομαγνητική επαγωγή**.

10. Στη διπλανή εικόνα 4 θεωρείστε το διακόπτη κλειστό και το δρομέα του ροοστάτη να μετακινείται. Συμπληρώστε στο παρακάτω σχήμα (2) τα ονόματα των φυσικών μεγεθών, οι διαδοχικές μεταβολές των οποίων οδηγούν στην εμφάνιση επαγωγικού ρεύματος στο κύκλωμα  $\Pi_1$ .



(Εικόνα 4)



(Σχήμα 2)

#### Δ. Ο νόμος της επαγωγής

11. Στο περιβάλλον της προσομοίωσης (επιλογή «κινούμενο πηνίο») μεταβάλλετε όποιους παράγοντες νομίζετε προκειμένου να αυξήσετε την επαγωγική τάση στο πηνίο. Θυμηθείτε ότι ένα

πείραμα οδηγεί σε αξιόπιστο αποτέλεσμα μόνο αν διατηρούνται όλες οι άλλες μεταβλητές σταθερές και μεταβάλλεται μόνο μία κάθε φορά (εργασία σε ομάδες).

- Αύξηση της επαγωγικής τάσης έχουμε όταν  
..... Συζητήστε τα

Η επαγωγική τάση στο πηνίο είναι μεγαλύτερη (α) όσο μεγαλύτερος είναι ο ρυθμός μεταβολής της μαγνητικής ροής ( $\Delta\Phi/\Delta t$ ) σε κάθε σπείρα του πηνίου (β) όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός (N) των σπειρών του πηνίου. Τα συμπεράσματα αυτά συνόψισε ο Faraday στη μαθηματική σχέση:

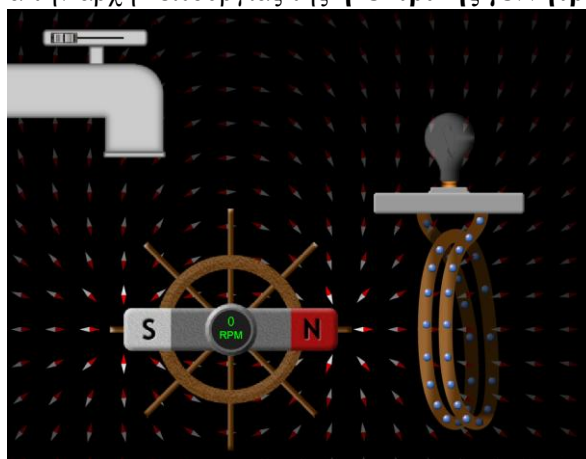
$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \cdot N \quad (\text{νόμος της επαγωγής ή νόμος του Faraday})$$

συμπεράσματά σας στην τάξη.

### Ε. Κινητήρας ή γεννήτρια;

12. Από το κεντρικό μενού της προσομοίωσης επιλέξτε «γεννήτρια». Πραγματοποιήστε τις κατάλληλες ενέργειες προκειμένου να ανάψει ο λαμπτήρας (εργασία σε ομάδες).

- Περιγράψτε συνοπτικά την αρχή λειτουργίας της ηλεκτρικής γεννήτριας.



(Εικόνα 5)

- Ποιες μετατροπές ενέργειας συναντάμε κατά τη λειτουργία της ηλεκτρικής γεννήτριας;
  - Ανακοινώστε την απάντησή σας στην τάξη.
13. Με ποιο τρόπο θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε τον ηλεκτρικό κινητήρα που βρίσκεται στον πάγκο σας ως ηλεκτρική γεννήτρια;
- Αξιοποιήστε το ψηφιακό πολύμετρο και λειτουργήστε τη συσκευή ως ηλεκτρική γεννήτρια (πειραματική εργασία σε ομάδες).
  - Ποιες διαφορές διακρίνετε σε σχέση με τη γεννήτρια της προσομοίωσης;
  - Με ποιους τρόπους νομίζετε ότι θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παραγωγή ηλεκτρισμού σε μαζική κλίμακα με βάση το φαινόμενο της Η/Μ επαγωγής;
  - Ανακοινώστε και συζητήστε τα συμπεράσματα της ομάδας σας στην τάξη.



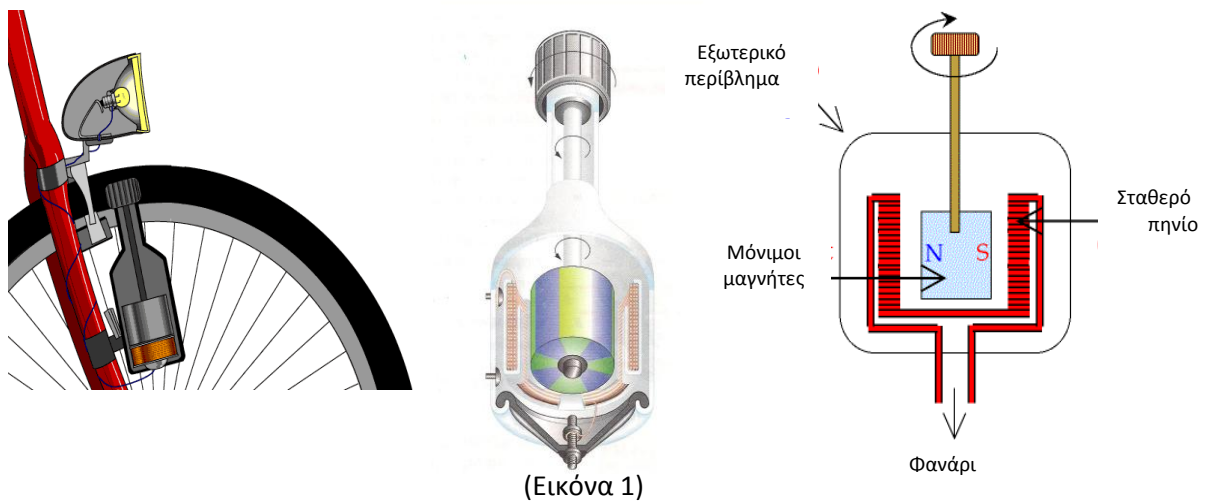
## ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

Διάβασε το παρακάτω κείμενο και παρατήρησε προσεκτικά τις εικόνες που το συνοδεύουν. Στη συνέχεια απάντησε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

### ΤΟ ΔΥΝΑΜΟ ΠΟΔΗΛΑΤΟΥ

Μια εφαρμογή του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής έχουμε στο γνωστό μας **δυναμό ποδηλάτου**. Πρόκειται για μια απλή γεννήτρια ρεύματος (ηλεκτρογεννήτρια). Αποτελείται από ένα εξωτερικό μεταλλικό περίβλημα σε σχήμα μπουκαλιού στο λαιμό του οποίου είναι στηριγμένος ένας οδοντωτός τροχός. Στο εσωτερικό του περιβλήματος είναι σταθερά τοποθετημένο ένα πηνίο. Ο οδοντωτός τροχός είναι ενωμένος με έναν άξονα πάνω στον οποίο είναι στηριγμένη μια διάταξη μόνιμων μαγνητών. Καθώς ο οδοντωτός τροχός ακουμπά στη ρόδα παρασύρεται σε περιστροφή. Η περιστροφή αυτή μεταδίδεται μέσω του άξονα στους μαγνήτες. Έτσι όσο το ποδήλατο κινείται οι μαγνήτες περιστρέφονται στο εσωτερικό του πηνίου. Τέλος, τα άκρα του πηνίου συνδέονται με καλώδια με τη λάμπα (φανάρι) του ποδηλάτου. Στη γλώσσα της τεχνολογίας το σύστημα των στρεφόμενων μαγνητών λέγεται «ρότορας» ενώ το ακίνητο πηνίο «στάτορας».



Πηγές: Βενετσάνος κ.ά., 1999, σ. 195.

[www.nordicgroup.us/s78/dynamo.html](http://www.nordicgroup.us/s78/dynamo.html)

[www.talentfactory.dk/en/kids/choose/gen/dynamo3.htm](http://www.talentfactory.dk/en/kids/choose/gen/dynamo3.htm)

#### Ερώτηση 1

Η εμφάνιση Η.Ε.Δ. στα άκρα του πηνίου του δυναμό οφείλεται:

- (α) Στην περιστροφή του πηνίου σε σχέση με τους ακίνητους μαγνήτες.
- (β) Στην περιστροφή των μαγνητών σε σχέση με το ακίνητο πηνίο.
- (γ) Στη μεταβολή του ρεύματος του ηλεκτρομαγνήτη.
- (δ) Στην περιστροφή του ηλεκτρομαγνήτη σε σχέση με το ακίνητο πηνίο.

Να κυκλώσεις τη σωστή απάντηση.

#### Ερώτηση 2

Ποιες μετατροπές ενέργειας συναντάμε κατά τη λειτουργία του δυναμό;

Θα διευκολυνθείς στην απάντηση της παραπάνω ερώτησης αν παρακολουθήσεις το βίντεο στη διεύθυνση

[http://www.youtube.com/watch?v=mgRFPpZGx8Y&feature=player\\_embedded](http://www.youtube.com/watch?v=mgRFPpZGx8Y&feature=player_embedded)

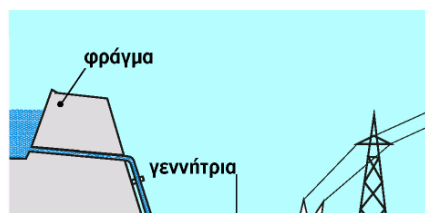
### Ερώτηση 3

Στα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ο μαγνήτης έχει αντικατασταθεί από έναν ηλεκτρομαγνήτη. Ο ρότορας δηλαδή είναι ένα πηνίο που διαρρέεται από συνεχές ρεύμα και τίθεται σε περιστροφική κίνηση με τη βοήθεια ενός στρόβιλου (τουρμπίνα). Ο στρόβιλος τίθεται σε κίνηση με διάφορους τρόπους. Σε ένα υδροηλεκτρικό εργοστάσιο εκμεταλλευόμαστε την πτώση των υδάτων για να κινήσουμε το στρόβιλο (θυμηθείτε το φαινόμενο στο μενού «γεννήτρια» του λογισμικού). Σε ένα θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο με την καύση λιγνίτη θερμαίνουμε νερό και ο ατμός που παράγεται όταν εκτονώνεται, κινεί το στρόβιλο. Τέλος, στις ανεμογεννήτριες η κίνηση του στρόβιλου γίνεται με τη βοήθεια του ανέμου.

Αφού μελετήσεις με προσοχή τις παρακάτω εικόνες να διατυπώσεις στον παρακάτω πίνακα ένα **πλεονέκτημα** και ένα **μειονέκτημα** της χρήσης των τριών αυτών τρόπων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

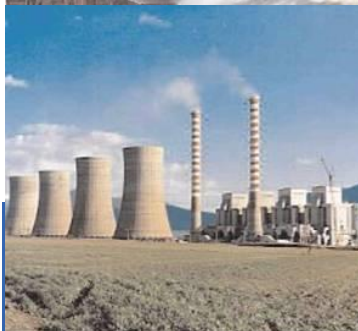
#### Υδροηλεκτρικό εργοστάσιο

(Εικόνα 2)



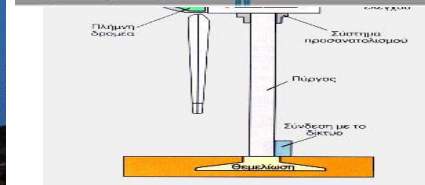
#### Θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο

(Εικόνα 3)



#### Ανεμογεννήτριες

(Εικόνα 4)



## ΠΙΝΑΚΑΣ

Εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας	Πλεονέκτημα	Μειονέκτημα
Υδροηλεκτρικό		
Θερμοηλεκτρικό		
Ανεμογεννήτριες		

### Ερώτηση 4

Ποιες κοινωνικές αλλαγές νομίζεις ότι επέφερε η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με βάση το φαινόμενο της Η/Μ επαγωγής; Να αναφέρεις τουλάχιστον 2 από αυτές.

.....

.....

### Ερώτηση 5

Από τη μελέτη των ένθετων κειμένων του φύλλου εργασίας μπορείς να διακρίνεις κάποιες σχέσεις ανάμεσα στην επιστήμη, την κοινωνία και τον πολιτισμό; Διατύπωσε συνοπτικά την απάντησή σου (5 γραμμές το πολύ).

.....

.....

## ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

### Σχετικά με την προσομοίωση

Η προτεινόμενη προσομοίωση (στα ελληνικά) μπορεί να αποθηκευθεί (download) στον Η/Υ από την ηλεκτρονική διεύθυνση:

<http://phet.colorado.edu/simulations/>

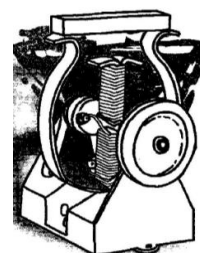
Από το κεντρικό μενού της μεταφρασμένης προσομοίωσης προτείνονται με τη σειρά οι επιλογές (α) «κινούμενο πηνίο», (β) «μετασχηματιστής» και (γ) «γεννήτρια».

### Σχετικά με το πείραμα επίδειξης

Τα προτεινόμενα μικροαμπερόμετρα μηδενός έχουν μεγάλες διαστάσεις για να εξυπηρετούν τους στόχους του πειράματος επίδειξης. Ο/η εκπαιδευτικός αλλάζει πολικότητα στην πηγή στο σχήμα (α) και πλησιάζει-απομακρύνει αμοιβαία μαγνήτη και πηνίο στο σχήμα (β) δίνοντας έμφαση στην ακινητοποίηση του μαγνήτη τόσο εντός όσο και εκτός του πηνίου.

### Σχετικά με τις πειραματικές δραστηριότητες των μαθητών/τριών

- Στη δραστηριότητα (2) του φύλλου εργασίας η συσκευή του πλαινού σχήματος προτείνεται να αξιοποιηθεί ως ηλεκτρικός κινητήρας με τη



χρήση μπαταρίας 9V ενώ στη δραστηριότητα (13) ως ηλεκτρογεννήτρια με τη χρήση πολυμέτρου.

- Στη δραστηριότητα (9) επιδιώκεται η αξιοποίηση του πηνίου των 1200 σπειρών, ο ραβδόμορφος μαγνήτης και το ψηφιακό πολύμετρο.

#### **Παρατηρήσεις – επισημάνσεις**

- Σε περίπτωση αδυναμίας χρήσης της αίθουσας πληροφορικής, η διδασκαλία μπορεί να πραγματοποιηθεί στο εργαστήριο φυσικών επιστημών με την αξιοποίηση του βιντεοπροβολέα. Ο χειρισμός της προσομοίωσης γίνεται κατ' αρχήν από τον/την εκπαιδευτικό και στη συνέχεια (προαιρετικά) από κάποιους μαθητές/τριες.
- Τα ένθετα κείμενα στο φύλλο εργασίας μπορούν εναλλακτικά να προβληθούν μέσω power point.
- Σε περίπτωση έλλειψης χρόνου το φύλλο αξιολόγησης μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι και να σχολιασθεί την επόμενη διδακτική ώρα. Το ίδιο και για τις ερωτήσεις αξιολόγησης του σχολικού βιβλίου.



## Β3: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ: Άνωση



ΕΣΠΑ 2007-13\Ε.Π. Ε&ΔΒΜ\Α.Π. 1-2-3

«Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ.»

Με συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Κ. Τ.)

ΜΕΙΖΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

[www.epimorfosi.edu.gr](http://www.epimorfosi.edu.gr)

### 5) ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Χρήστος Δέδες

#### 1.1 Τίτλος: Άνωση (1<sup>ο</sup> μέρος)

Διδασκαλία του φαινομένου της άνωσης και της αρχής του Αρχιμήδη σε ένα περιβάλλον ομαδοσυνεργατικής εργασίας και πειραμάτων επίδειξης με αλληλεπιδραστικά χαρακτηριστικά.

#### 1.2 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

Γνωστικό/-ά αντικείμενο/-α του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας):

Φυσική Β' Γυμνασίου

Ιδιαίτερη Περιοχή του γνωστικού αντικειμένου

Πίεση (κεφ. 4). Άνωση – Αρχή του Αρχιμήδη (§ 4.5).

Συμβατότητα με το ΑΠΣ & το ΔΕΠΠΣ.

Ο κεντρικός άξονας του θέματος εντάσσεται στην ενότητα «Πίεση» του ΑΠΣ & του ΔΕΠΠΣ.

#### 1.3 Σκοπός & Στόχοι του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας)

Γενικός Σκοπός

Οικοδόμηση της έννοιας της δύναμης της άνωσης και πειραματική επιβεβαίωση της αρχής του Αρχιμήδη.

Επιμέρους Στόχοι ως προς το γνωστικό αντικείμενο και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.

Γνώσεις

Επιδιώκεται οι μαθητές/τριες να είναι σε θέση

- να αναγνωρίζουν την αλληλεπίδραση σωμάτων και να σχεδιάζουν τα διανύσματα των δυνάμεων που ασκούνται σε κάθε σώμα,
- να εφαρμόζουν τη συνθήκη ισορροπίας σημειακού σώματος (υλικού σημείου),
- να εντοπίζουν (α) την αλληλεπίδραση σώματος-υγρού (β) τη δύναμη της άνωσης ως τυπική έκφραση της αλληλεπίδρασης αυτής,
- να υπολογίζουν τη δύναμη της άνωσης από τη διαφορά των ενδείξεων του δυναμόμετρου πριν και μετά τη βύθιση ενός σώματος σε υγρό,
- να ελέγχουν πειραματικά την ισχύ της αρχής του Αρχιμήδη και να την εφαρμόζουν στην επίλυση προβλημάτων.

Ικανότητες

- να προτείνουν, να σχεδιάζουν και να συναρμολογούν πειραματικές διατάξεις για τη μέτρηση της δύναμης της άνωσης,
- να αναπτύσσουν δεξιότητες χειρισμού οργάνων και συσκευών,

- να πραγματοποιούν μετρήσεις και να αξιοποιούν πειραματικά δεδομένα για την εξαγωγή συμπερασμάτων,
- να εφαρμόζουν τις γνώσεις τους σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

#### **Στάσεις**

- Ανάπτυξη ενδιαφέροντος για τις φυσικές επιστήμες με την αναγνώριση επιστημονικών προβλημάτων σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής,
- ενίσχυση της κοινωνικοποίησης μέσα από τη συνεργατική εργασία,
- δημιουργία θετικών στάσεων για τις φυσικές επιστήμες με την αναγνώριση του σημαντικού ρόλου που παίζει η επίλυση προβλήματος στην οικοδόμηση των φυσικών εννοιών.

#### **1.4 Προτεινόμενη Εκπαιδευτική μέθοδος**

Εμπλουτισμένη διδασκαλία, ομαδοσυνεργατική εργασία. Οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες 2-4 ατόμων στο εργαστήριο φυσικών επιστημών. Χρησιμοποιούν απλές εργαστηριακές διατάξεις και καθημερινά υλικά για πειραματισμό. Ο/η εκπαιδευτικός (α) θέτει προβλήματα προς επίλυση και βοηθά τους/τις μαθητές/τριες να οικοδομήσουν τα εννοιολογικά εργαλεία που θα τους/τις επιτρέψουν να δημιουργήσουν κατάλληλες παραστάσεις για την επίλυσή τους (β) προκαλεί συζητήσεις σχετικές με το εννοιολογικό περιεχόμενο του μαθήματος (γ) καθοδηγεί, επισημαίνει, συμβουλεύει και συντονίζει τη συζήτηση (δ) εκτελεί πειράματα επίδειξης στα οποία οι μαθητές/τριες συμμετέχουν ενεργά με παρατηρήσεις, ερωτήσεις, καταγραφή μετρήσεων, υπολογισμούς και εξαγωγή συμπερασμάτων.

#### **1.5 Εκτιμώμενη διάρκεια**

Η διδακτική παρέμβαση προβλέπεται να διαρκέσει 1 διδακτική ώρα.

### **6) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ- ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**

#### **2.1 Γενική Περιγραφή**

Ο/Η εκπαιδευτικός ανακαλεί τη βιωματική εμπειρία με τη μορφή ερωτήματος: γιατί δυσκολευόμαστε να βυθίσουμε μια μπάλα του βόλβι στο νερό; Οι μαθητές/τριες καταθέτουν τις απόψεις τους. Ακολουθεί συζήτηση στην ολομέλεια της τάξης.

Οι μαθητές/τριες πραγματοποιούν τη δραστηριότητα (2) του φύλλου εργασίας και συζητούν μεταξύ τους και με τον/την εκπαιδευτικό το ζήτημα της ισορροπίας του σώματος (πλαστελίνης) στον αέρα. Χρησιμοποιούν την αναπαράσταση των δυνάμεων-διανυσμάτων από αλληλεπίδραση με βάση το μοντέλο των εκτεταμένων σχημάτων (Viennot, 1979). Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται να αναγνωρίσουν τις δυνάμεις που ασκούνται σε κάθε σώμα του συστήματος και να εντοπίσουν τις δυνάμεις που ασκούνται στο υπό μελέτη αντικείμενο (πλαστελίνη).

Οι μαθητές/τριες πραγματοποιούν τη δραστηριότητα (3) του φύλλου εργασίας. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται να αναγνωρίσουν την επιπλέον αλληλεπίδραση χεριού-πλαστελίνης και να μελετήσουν την ισορροπία του σώματος υπό την επίδραση τριών συγγραμικών δυνάμεων. Στη συνέχεια καλούνται να εφαρμόσουν τη συνθήκη ισορροπίας του σώματος και να υπολογίσουν τη δύναμη που ασκείται από το χέρι στο σώμα. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται να διαπιστώσουν ότι ο υπολογισμός της δύναμης αυτής μπορεί να προκύψει πειραματικά ως διαφορά των ενδείξεων του δυναμόμετρου.

Με τη δραστηριότητα (4) επιδιώκεται σε ένα ανάλογο πειραματικό περιβάλλον η αναγνώριση της αλληλεπίδρασης σώματος-νερού και η δυνατότητα υπολογισμού της δύναμης από το νερό όπως και στη δραστηριότητα (3). Μετά από κάθε δραστηριότητα ακολουθεί ανακοίνωση των συμπερασμάτων κάθε ομάδας και συζήτηση με τον/την εκπαιδευτικό σε ρόλο συντονιστή και καθοδηγητή. Στο τέλος ο/η εκπαιδευτικός σε συνεργασία με τους/τις μαθητές/τριες δίνει τον ορισμό της δύναμης της άνωσης.

Τίθεται το ερώτημα: μπορεί το μέγεθος της δύναμης της άνωσης να υπολογιστεί με άλλο τρόπο; Ο/Η εκπαιδευτικός καλεί τους μαθητές/τριες να μελετήσουν το ένθετο κείμενο του φύλλου εργασίας (ενότητα Β) και να απαντήσουν στη σχετική ερώτηση. Οι μαθητές/τριες συζητούν τις απόψεις τους ανά ομάδα και ακολουθεί συζήτηση στην τάξη. Ο/Η εκπαιδευτικός συντονίζει τη συζήτηση.

Ο/Η εκπαιδευτικός πραγματοποιεί το πείραμα επίδειξης. Αναρτά το κυλινδρικό σώμα στο δυναμόμετρο επίδειξης και το βυθίζει διαδοχικά στο ποτήρι βύθισης (βλέπε οδηγό

εκπαιδευτικού) (α) ολόκληρο (β) μέχρι τη δεύτερη χαραγή. Οι μαθητές/τριες συμμετέχουν με ερωτήσεις και απαντήσεις κατά την επίδειξη του πειράματος. Σημειώνουν τις ενδείξεις του δυναμόμετρου και απαντούν στις ερωτήσεις της ενότητας (B) του φύλλου εργασίας. Με τη δραστηριότητα αυτή επιδιώκεται η πειραματική επιβεβαίωση της αρχής του Αρχιμήδη.

Ο/Η εκπαιδευτικός διανέμει το φύλλο αξιολόγησης. Οι μαθητές/τριες απαντούν ανά ομάδα στις 2 πρώτες ερωτήσεις πραγματοποιώντας και τις σχετικές δραστηριότητες. Η ερώτηση (3) μπορεί να δοθεί και ως ατομική εργασία για το σπίτι.

### Βιβλιογραφικές πηγές του Σχεδίου

- Αντωνίου, Ν., Δημητριάδης, Π., Καμπούρης, Κ., Παπαμιχάλης, Κ., Παπασιμίπα, Α. (2008). *Φυσική Β' Γυμνασίου-Εργαστηριακός οδηγός*. Αθήνα: ΟΕΔΒ.
- Καρανίκας, Γ., Κόκκοτας, Π., & Καριώτογλου, Π. (1996). Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 4ετών φοιτητών και μαθητών Ε' και ΣΤ' τάξης του Δημοτικού σχετικά με την έννοια της άνωσης στα υγρά. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 24, 239-259.
- Καριώτογλου, Π., Κολιόπουλος, Δ., & Ψύλλος, Δ. (1989). *Το κυκλικό εργαστήριο – Μηχανική των ρευστών* (μέρος 1, σελ. 21-24). Αθήνα: Πνευματικός.
- Κουμαράς, Π., Καριώτογλου, Π., & Ψύλλος, Δ. (1994). Αιτιακοί συλλογισμοί των μαθητών: η περίπτωση της Μηχανικής. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 79, 71-79.
- Lemeignan, G., & Weil-Barais, A. (1997). *Η Οικοδόμηση των Εννοιών στη Φυσική* (κεφ. 5, σελ. 159). Αθήνα: Τυπωθήτω-Γιώργος Δαρδανός.
- Ortoli, S., & Witkowski, N. (1997). *Η μπιανιέρα του Αρχιμήδη* (σελ. 21-29). Αθήνα: Σαββάλας.
- Φασουλόπουλος, Γ., Καριώτογλου, Π., Κουμαράς, Π., & Ψύλλος, Δ. (1997). Δυσκολίες των μαθητών στην κατανόηση της πυκνότητας. *Παιδαγωγική Επιθεώρηση*, 25, 161-17.
- Χαλκιά, Κ., & Καλκάνης, Γ. (1998). Άνωση: μια έννοια τόσο «εύκολη» και τόσο «δύσκολη» στην προσέγγισή της. Στο: Π. Κουμαράς, Π. Καριώτογλου, Β. Τσελέφης & Δ. Ψύλλος (Επιμ.), *Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση»* (σελ. 364-369). Θεσσαλονίκη: Χριστοδουλίδης.
- Viennot, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 205-221.

<http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzARHIMEDES1.htm>

### 2.2 Υλικοτεχνική Υποδομή

#### Για τις πειραματικές δραστηριότητες των μαθητών/τριών:

##### Εργαστηριακά όργανα ανά ομάδα μαθητών/τριών

Βάση παραλληλόγραμμη (ΓΕ.010.0).  
Ράβδος μεταλλική 0,60m (ΓΕ.030.2).  
Ράβδος μεταλλική 0,30m (ΓΕ.030.1).  
Σύνδεσμος απλός (ΓΕ.020.0).  
Δυναμόμετρο 1N (ΜΣ.010.1).  
Ογκομετρικό ποτήρι 100 ml (XH.300.4).  
Ογκομετρικό ποτήρι 250 ml (XH.300.6).  
Ογκομετρικό ποτήρι 1000 ml (XH.300.9).  
Ποτήρι βύθισης με κυλινδρικό στόμιο εκροής.

##### Για το πείραμα επίδειξης:

Συσκευή άνωσης Αρχιμήδη (MP.150.0).  
Δυναμόμετρο 2N μεγάλου μεγέθους (ΜΣ.010.2).  
Ογκομετρικό ποτήρι 100 ml (XH.300.4).  
Ογκομετρικό ποτήρι 1000 ml (XH.300.9).  
Ζυγός ηλεκτρονικός (ΓΕ.130.0)

##### Υλικά

Πλαστελίνη.  
Συνδετήρες.  
2 σώματα από φελλό και πλαστελίνη ίδιου όγκου.  
4 ξυλομπογιές διαφορετικού χρώματος.

### 7) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Ερωτήσεις που βασίζονται σε απεικονιστικό υλικό και πειραματικές δραστηριότητες που καλούνται να πραγματοποιήσουν οι μαθητές/τριες με το ίδιο γνωστικό αλλά διαφορετικό

εμπειρικό περιεχόμενο από αυτό της διδασκαλίας. Η αξιολόγηση των μαθητών/τριών επεκτείνεται στο πεδίο της πολιτισμικής συνιστώσας της επιστημονικής γνώσης με παράθεση κειμένου-ερεθίσματος καθώς και απεικονιστικού υλικού μέσω των οποίων επιχειρείται η σύνδεση του εννοιολογικού περιεχομένου της διδασκαλίας με το ιστορικό επεισόδιο του Αρχιμήδη. Έτσι επιχειρείται (α) η ανάδειξη της συνεισφοράς σπουδαίων επιστημόνων στην πρόοδο της επιστήμης και (β) η ανάδειξη του σημαντικού ρόλου που παίζει η επίλυση προβλήματος στην οικοδόμηση εννοιών στη φυσική.

#### 8) ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Οι δημιουργοί των σεναρίων – σχεδίων διδασκαλίας θα πρέπει να συμπληρώνουν μια υπεύθυνη δήλωση με το παρακάτω περιεχόμενο

«Με ατομική μου ευθύνη και σύμφωνα με το άρθρο 8 ν. 1599/1986, οι δημιουργοί του παρόντος εντύπου, δηλώνουμε ότι:

1. Το Σχέδιο Διδακτικό Σεναρίου που υποβάλλουμε είναι δικό μας πρωτότυπο δημιούργημα και δεν προσκρούει σε κανένα δικαίωμα πνευματικής ή βιομηχανικής ιδιοκτησίας τρίτων.
2. Δίνουμε το δικαίωμα και την άδεια στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο θα ενεργεί κατά την απόλυτη και ελεύθερη κρίση του, να αξιοποιεί, να διαθέτει, να αναπαράγει ή να διανέμει το υποβληθέν Σχέδιο, ολόκληρο ή τμήμα του ή συντετμημένο ή ενσωματωμένο σε άλλο υλικό, για εκπαιδευτικούς και διδακτικούς σκοπούς, με κάθε πρόσφορο μέσο, ιδίως έντυπο ή ηλεκτρονικό»

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

#### Η δύναμη της άνωσης – η αρχή του Αρχιμήδη

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ.....

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ.....

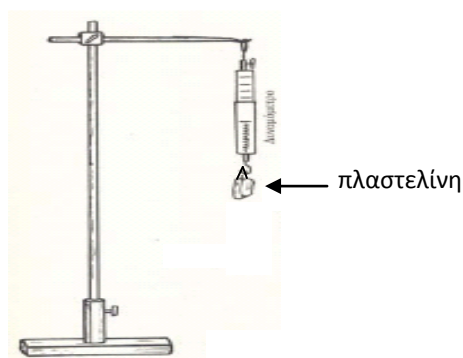
#### A. Η δύναμη της άνωσης

1. Συζητήστε στην ομάδα σας και απαντήστε στην ερώτηση: γιατί δυσκολευόμαστε να βυθίσουμε μια μπάλα του βόλεϊ στο νερό;

.....

.....

- Ανακοινώστε την απάντησή σας στην τάξη.
2. Συναρμολογήστε τη διάταξη του σχήματος (1) (πειραματική εργασία σε ομάδες).



(Σχήμα 1)

- Ποια είναι η ένδειξη (F) του δυναμόμετρου;

$F = \dots\dots N$

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΔΥΝΑΜΕΩΣ  
ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ

ΕΠΕΝΔΥΣΗ ΣΤΗΝ ΜΟΙΡΑΝΙΑ ΤΗΣ ΓΝΩΣΗΣ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ • ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

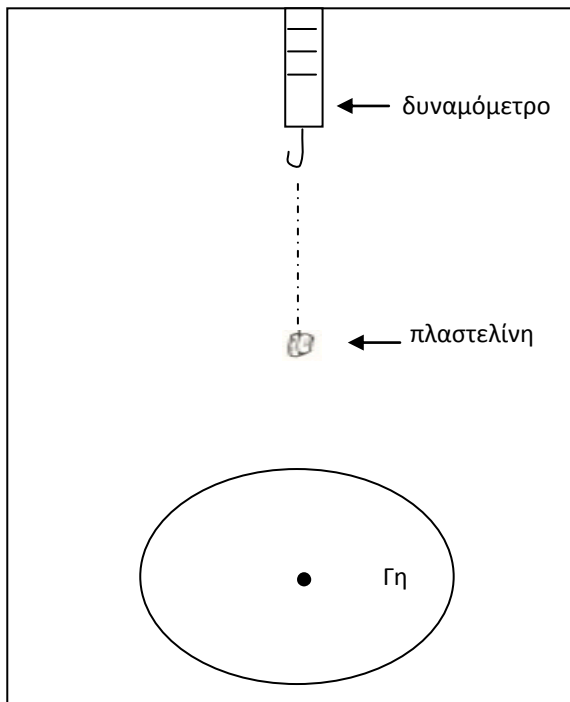


- Συζητήστε στην ομάδα σας και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με την αλληλεπίδραση της πλαστελίνης με τα σώματα από το περιβάλλον της.

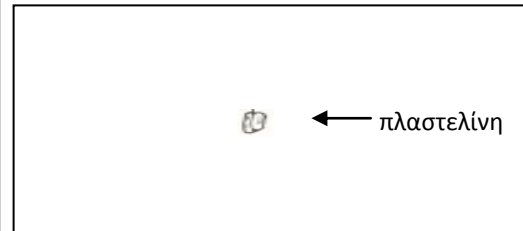
.....

.....

- Για να περιγράψετε την αλληλεπίδραση αυτή χρησιμοποιήστε στο σχήμα (2) την αναπαράσταση των δυνάμεων του συστήματος με διανύσματα. Για κάθε ζευγάρι σωμάτων χρησιμοποιήστε **διαφορετικό χρώμα ξυλομπογιάς** προκειμένου να παραστήσετε την αλληλεπίδρασή τους.



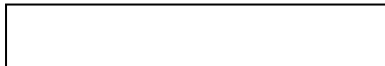
(Σχήμα 2)



(Σχήμα 3)

- Εφαρμόστε τη συνθήκη ισορροπίας της πλαστελίνης στο σχήμα (3).

Συνθήκη ισορροπίας



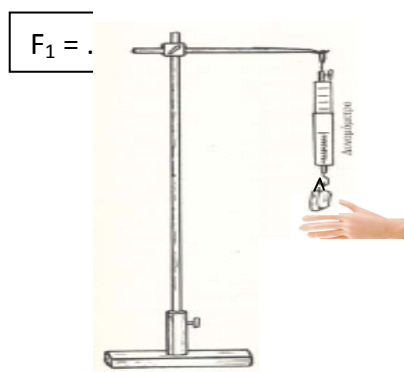
- Σε ποιο φυσικό μέγεθος αντιστοιχεί η ένδειξη (F) του δυναμόμετρου;

.....

.....

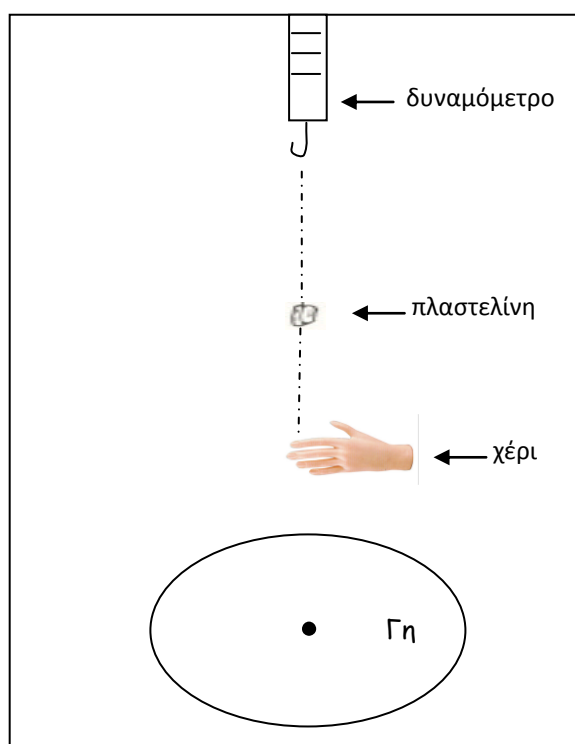
- Ανακοινώστε και συζητήστε το αποτέλεσμα στην τάξη.

3. Σπρώξτε ελαφριά με το χέρι σας την πλαστελίνη προς τα πάνω (σχήμα 4) και σταθεροποιήστε τη σε κάποιο σημείο (πειραματική εργασία σε ομάδες).
- Ποια είναι η ένδειξη του δυναμόμετρου ( $F_1$ ) στη νέα θέση ισορροπίας;

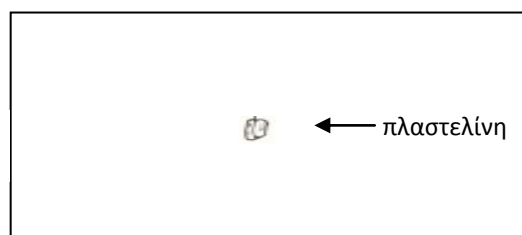


(Σχήμα 4)

- Γιατί νομίζετε ότι μειώθηκε η ένδειξη του δυναμόμετρου;
- .....
- Συζητήστε στην ομάδα σας και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με τη νέα αλληλεπίδραση της πλαστελίνης με τα σώματα από το περιβάλλον της.
- .....
- Για να περιγράψετε τη νέα αλληλεπίδραση χρησιμοποιήστε στο σχήμα (5) την αναπαράσταση των δυνάμεων του συστήματος με διανύσματα. Για κάθε ζευγάρι σωμάτων χρησιμοποιήστε και πάλι **διαφορετικό χρώμα ξυλομπογιάς** προκειμένου να παραστήσετε την αλληλεπίδρασή τους.



(Σχήμα 5)



(Σχήμα 6)

- Εφαρμόστε τη συνθήκη ισορροπίας της πλαστελίνης στο σχήμα (6).

Συνθήκη ισορροπίας

- Από τη συνθήκη ισορροπίας υπολογίσετε τη δύναμη (K) που ασκεί το χέρι στην πλαστελίνη.

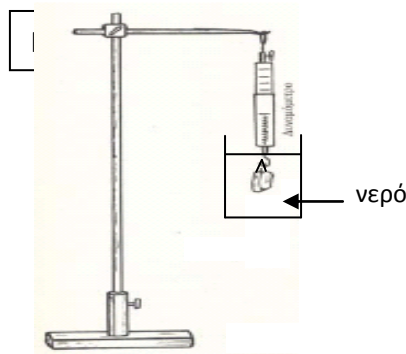
$K = \dots - \dots \rightarrow K = \dots \text{ N}$

- Ανακοινώστε και συζητήστε το αποτέλεσμα στην τάξη.

Η δύναμη που ασκεί το χέρι στην πλαστελίνη μπορεί να υπολογιστεί ως διαφορά των ενδείξεων του δυναμόμετρου πριν και μετά την επίδραση του χεριού.

4. Βυθίστε το κομμάτι της πλαστελίνης ολόκληρο στο ποτήρι με το νερό (σχήμα 7) προσεκτικά, χωρίς να έρχεται σε επαφή με τον πυθμένα ή τα τοιχώματα (πειραματική εργασία σε ομάδες).

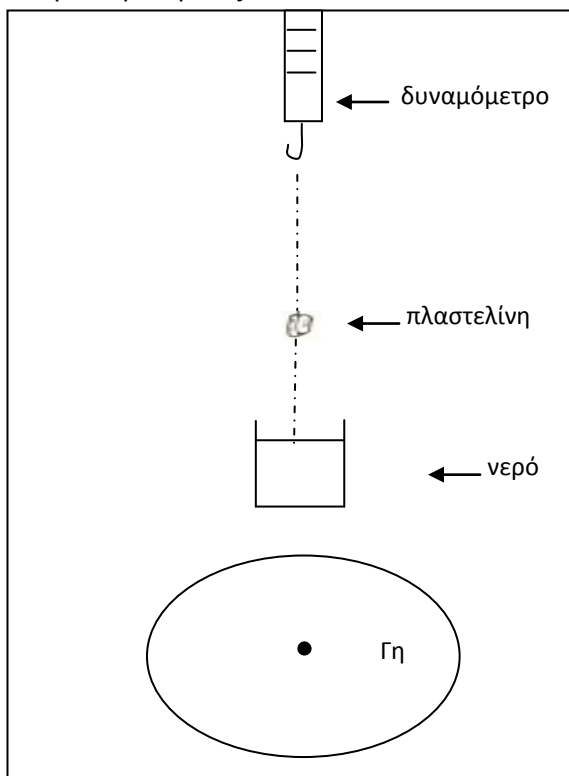
- Ποια είναι τώρα η ένδειξη ( $F_2$ ) του δυναμόμετρου;



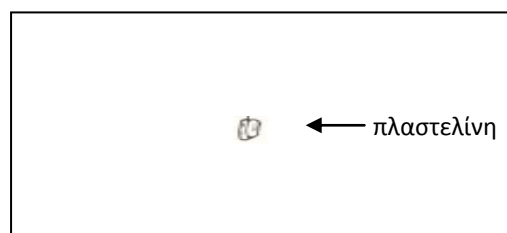
(Σχήμα 7)

- Γιατί νομίζετε ότι μειώθηκε η ένδειξη του δυναμόμετρου;
- .....
- .....
- Συζητήστε στην ομάδα σας και καταλήξτε σε κάποιο συμπέρασμα σχετικά με την αλληλεπίδραση της πλαστελίνης με τα σώματα από το νέο περιβάλλον της.
- .....
- .....

- Για να περιγράψετε τη νέα αλληλεπίδραση χρησιμοποιήστε στο σχήμα (8) την αναπαράσταση των δυνάμεων του συστήματος με διανύσματα. Για κάθε ζευγάρι σωμάτων χρησιμοποιήστε άλλη μια φορά **διαφορετικό χρώμα ξυλομπογιάς** προκειμένου να παραστήσετε την αλληλεπίδρασή τους.



(Σχήμα 8)



(Σχήμα 9)

- Εφαρμόστε τη συνθήκη ισορροπίας της πλαστελίνης στο σχήμα (9).

Συνθήκη ισορροπίας

- Όπως και στην προηγούμενη δραστηριότητα υπολογίστε τη δύναμη (Α) που ασκεί το νερό στην πλαστελίνη.

$A = \dots - \dots \rightarrow A = \dots \text{ N}$

- Ανακοινώστε και συζητήστε το αποτέλεσμα στην τάξη.

Η διαφορά των ενδείξεων στο δυναμόμετρο πριν και μετά τη βύθιση της πλαστελίνης στο νερό αντιστοιχεί σε μια δύναμη που ονομάζουμε **άνωση**. Η άνωση είναι μια δύναμη που ασκούν τα ρευστά (υγρά και αέρια) σε **όλα** τα στερεά σώματα με τα οποία έρχονται σε επαφή. Η δύναμη αυτή έχει κατεύθυνση κατακόρυφη προς τα πάνω.

## Β. Η αρχή του Αρχιμήδη: ένας άλλος τρόπος υπολογισμού της άνωσης





Άγαλμα του Αρχιμήδη σε πάρκο του Βερολίνου

Σύμφωνα με τον Αρχιμήδη **το μέγεθος (μέτρο) της άνωσης είναι ίδιο με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζει το σώμα** (ανεξάρτητα αν αυτό βυθίζεται ή επιπλέει).

Για να επιβεβαιώσουμε την παραπάνω πρόταση αρκεί να διαπιστώσουμε ότι η διαφορά των ενδείξεων του δυναμόμετρου (δηλαδή, το μέγεθος της άνωσης) είναι κάθε φορά ίση με το βάρος του ρευστού που εκτοπίζεται όταν ένα σώμα βυθίζεται στο ρευστό αυτό.

- Μπορείτε να σκεφτείτε με ποια διαδικασία μπορεί να γίνει αυτό (τι όργανα θα χρειαστούμε, τι πρέπει να κάνουμε ακριβώς κλπ);  
.....
- Παρακολουθήστε τα πειράματα που θα εκτελέσει ο/η καθηγητής/τρια σας και απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

##### 5. Πρώτο πείραμα

**5α.** Ποια είναι ένδειξη του δυναμόμετρου όταν το σώμα βρίσκεται στο αέρα;

$$F_a = \dots\dots N$$

**5β.** Ποια είναι ένδειξη του δυναμόμετρου όταν το σώμα είναι ολόκληρο βυθισμένο στο νερό;

$$F_v = \dots\dots N$$

**5γ.** Μπορείτε από τις δύο προηγούμενες μετρήσεις να υπολογίσετε το μέγεθος της άνωσης;

$$A = \dots\dots N$$

**5δ.** Ποια είναι η ένδειξη του ζυγού όταν ζυγίζουμε το νερό που εκτοπίστηκε από το δοχείο;

$$m_v = \dots\dots Kg$$

5ε. Μπορείτε τώρα να υπολογίσετε το βάρος του υγρού που εκτοπίστηκε; (Θεωρήστε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$ ).

$$W_v = m_v \cdot g \rightarrow W_v = \dots \text{ N}$$

6. Δεύτερο πείραμα

6α. Ποια είναι ένδειξη του δυναμόμετρου όταν το σώμα είναι βυθισμένο στο νερό μέχρι τη δεύτερη χαραγή;

$$F_v' = \dots \text{ N}$$

6β. Μπορείτε να υπολογίσετε ξανά το μέγεθος της άνωσης;

$$A' = \dots \text{ N}$$

6γ. Ποια είναι η ένδειξη του ζυγού όταν ζυγίζουμε το νερό που εκτοπίστηκε από το δοχείο;

$$m_v' = \dots \text{ Kg}$$

$$W_v' = m_v' \cdot g \rightarrow W_v' = \dots \text{ N}$$

6δ. Μπορείτε τώρα να υπολογίσετε το βάρος του υγρού που εκτοπίστηκε; (Θεωρήστε την επιτάχυνση της βαρύτητας  $g=10\text{m/s}^2$ ).

Από τα παραπάνω πειραματικά δεδομένα επιβεβαιώνεται η αρχή του Αρχιμήδη; Συζητήστε στην ομάδα σας και δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....  
.....

- Ανακοινώστε και συζητήστε στην τάξη το συμπέρασμά σας.

## ΦΥΛΛΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

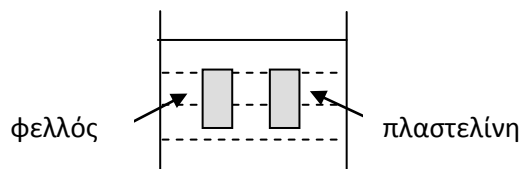
ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ .....

1. Παρατηρήστε την παρακάτω εικόνα (1).



(Εικόνα 1)

- Για ποιο λόγο δυσκολεύεται να σηκώσει την πέτρα ο φίλος μας έξω από το νερό;  
.....  
.....  
.....
  - Χρησιμοποιήστε στην παραπάνω εικόνα την αναπαράσταση των δυνάμεων με διανύσματα για να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.
2. Βυθίστε **ολόκληρα** στο ποτήρι με το νερό τα δύο σώματα **ίδιου όγκου**, ένα από φελλό και ένα από πλαστελίνη, που βρίσκονται στον πάγκο σας και αφήστε τα ελεύθερα (πειραματική εργασία σε ομάδες).



(Σχήμα 1)

Τι παρατηρείτε σχετικά με την κίνηση των δύο σωμάτων;

.....  
.....  
.....

- Ένας συμμαθητής σας ισχυρίζεται ότι η άνωση στο **βυθισμένο** φελλό είναι μεγαλύτερη από την άνωση που ασκείται στο **βυθισμένο** σώμα από πλαστελίνη. Συμφωνείτε ή διαφωνείτε με την άποψη αυτή; Δικαιολογήστε την απάντησή σας.

.....

.....

.....

- Αφού συζητήσετε πρώτα στην ομάδα σας επιλέξτε έναν ή και τους δύο τρόπους υπολογισμού της άνωσης που μάθατε για να ελέγξετε πειραματικά την ακρίβεια της άποψής σας;

Υπολογισμός της άνωσης στην  
πλαστελίνη

{ (α) με το δυναμόμετρο  
(β) με την αρχή του Αρχιμήδη

☐
☐

Υπολογισμός της άνωσης στο  
φελλό

{ (α) με το δυναμόμετρο  
(β) με την αρχή του Αρχιμήδη

☐
☐

- Αξιοποιήστε τα όργανα που έχετε στον πάγκο σας για να ελέγξετε πειραματικά τον ισχυρισμό σας (πειραματική εργασία σε ομάδες).

- Σε ποιο συμπέρασμα καταλήγετε τελικά;

.....

.....

.....

.....

.....

- Ανακοινώστε το συμπέρασμά σας στην τάξη.

### 3. Η άνωση και η ιστορία του Αρχιμήδη

Τον Αρχιμήδη (Συρακούσες 287 – 212 π.Χ.) απασχολούσε ήδη το φαινόμενο της άνωσης, όταν ο βασιλιάς Ιέρωνας τού ανέθεσε να εξακριβώσει αν το καινούργιο στέμμα του ήταν πράγματι από χρυσάφι ή είχε νοθευτεί με την προσθήκη άλλων μετάλλων.

Μετά το ιστορικό επεισόδιο της υπερχειλίσης της μπανιέρας του και της γνωστής αναφώνησης «εύρηκα», ο Αρχιμήδης βρήκε την απάντηση. Μεταξύ των εκδοχών που έχουν κατά καιρούς διατυπωθεί για το πώς έλυσε το πρόβλημα της αυθεντικότητας του στέμματος είναι και η ακόλουθη:

Χρησιμοποίησε μια ζυγαριά με βραχίονες στην οποία **ισορρόπησε** το στέμμα με ένα κομμάτι από καθαρό χρυσάφι **ίδιου βάρους**. Στη συνέχεια βύθισε όλο το σύστημα στη μπανιέρα του.

Περισσότερες πληροφορίες για το περιστατικό αυτό μπορείτε να βρείτε και στην ιστοσελίδα:

<http://users.sch.gr/kassetas/zzzzzzARCHIMEDES1.htm>



- Αφού μελετήσετε προσεκτικά το παραπάνω κείμενο και τις παϊνές εικόνες να αντιστοιχήσετε τα **γράμματα** της αριστερής στήλης του παρακάτω πίνακα (1) με τους **αριθμούς** της δεξιάς στήλης.

**Προσοχή!** Να απαντήσετε αφού λάβετε υπόψη σας ότι μεταξύ δύο σωμάτων που έχουν ίδιο βάρος (άρα και ίδια μάζα) αυτό που έχει μεγαλύτερη πυκνότητα καταλαμβάνει μικρότερο όγκο και αντίστροφα.



**ΠΙΝΑΚΑΣ 1**

Αν το στέμμα	μέσα στο νερό η ζυγαριά
α. έχει προσμίξεις από μέταλλα με μεγαλύτερη πυκνότητα	1. συνεχίζει να ισορροπεί
β. είναι από καθαρό χρυσάφι	2. γέρνει προς τη μεριά του στέμματος
γ. έχει προσμίξεις από μέταλλα με μικρότερη πυκνότητα	3. γέρνει προς τη μεριά του καθαρού χρυσού

- Να δικαιολογήσετε τις επιλογές σας.

.....

.....

.....

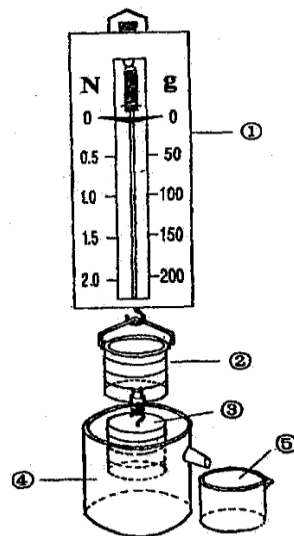
.....

.....

## ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ

### Σχετικά με το πείραμα επίδειξης

Στο διπλανό σχήμα παρουσιάζεται η προτεινόμενη από τον σχολικό εργαστηριακό οδηγό συσκευή για τον πειραματικό έλεγχο της αρχής του Αρχιμήδη. Αποτελείται από ένα δυναμόμετρο 2N (1) μεγάλων διαστάσεων ώστε να εξυπηρετούνται οι στόχοι του πειράματος επίδειξης, κυλινδρικό δοχείο με τρεις χαραγές (2), κυλινδρικό σώμα επίσης με τρεις χαραγές που καταλαμβάνει ακριβώς τον όγκο του δοχείου (3) και ποτήρι βύθισης με στόμιο εκροής του υγρού (4) (στην προτεινόμενη δραστηριότητα δεν χρησιμοποιείται το κυλινδρικό δοχείο). Ο/Η εκπαιδευτικός γεμίζει το ποτήρι βύθισης μέχρι το στόμιο εκροής και βυθίζει το κυλινδρικό σώμα (α) ολόκληρο και (β) μέχρι τη δεύτερη χαραγή. Στη συνέχεια συλλέγει το νερό που εκτοπίστηκε στο ποτήρι των 100ml ενώ κάποιος/α μαθητής/τρια το ζυγίζει στον ηλεκτρονικό ζυγό φροντίζοντας πρώτα να πάρει το απόβαρο του ποτηριού.



### Παρατηρήσεις

- Στην περίπτωση που το εργαστήριο φυσικών επιστημών διαθέτει πολλαπλές σειρές οργάνων και ο/η εκπαιδευτικός κρίνει ότι ο διαθέσιμος χρόνος είναι επαρκής, η ενότητα (B) του φύλλου εργασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί από τους/τις μαθητές/τριες συνεργατικά σε ομάδες.
- Σε περίπτωση που το σχολείο δεν διαθέτει εργαστήριο φυσικών επιστημών η ενότητα (A) του φύλλου εργασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί στην αίθουσα διδασκαλίας ως πείραμα επίδειξης με τη χρήση του δυναμόμετρου της συσκευής του Αρχιμήδη. Σε κάθε περίπτωση επιδιώκεται η ενεργητική συμμετοχή των μαθητών/τριών στις πειραματικές δραστηριότητες με ερωτήσεις, παρατηρήσεις και συμπλήρωση των φύλλων εργασίας, έτσι ώστε να διατηρηθεί ο αλληλεπιδραστικός χαρακτήρας των δραστηριοτήτων.
- Οι δραστηριότητες του φύλλου εργασίας πραγματοποιούνται με τη συνδρομή και την καθοδήγηση του/της εκπαιδευτικού. Οι αντίστοιχες δραστηριότητες του φύλλου αξιολόγησης πραγματοποιούνται αποκλειστικά από τους/τις μαθητές/τριες. Οι δύο πρώτες εργασίες του φύλλου αξιολόγησης θα πρέπει να γίνουν οπωσδήποτε στο εργαστήριο ενώ η τρίτη μπορεί να δοθεί ως εργασία για το σπίτι.
- Για την πειραματική δραστηριότητα (2) του φύλλου αξιολόγησης οι μαθητές/τριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν ένα πώμα φελλού μεσαίου μεγέθους και ένα σώμα από πλαστελίνη, το οποίο ο/η εκπαιδευτικός έχει διαμορφώσει κατάλληλα ώστε να έχει τον ίδιο όγκο με το πώμα.

### Επισήμανση

Είναι σαφές ότι το φαινόμενο της άνωσης δεν εξαντλείται στο πλαίσιο των στόχων που τέθηκαν στο συγκεκριμένο σενάριο διδασκαλίας. Ο έλεγχος της εξάρτησης της δύναμης της άνωσης από άλλους παράγοντες (πυκνότητα ρευστού, βάθος βύθισης, κλπ) καθώς και η μελέτη της άνωσης στα αέρια απαιτεί τουλάχιστον μία επιπλέον διδακτική ώρα. Τέλος, για τη διδασκαλία του φαινομένου της πλευσης των σωμάτων, το οποίο έχει αφαιρεθεί από το ισχύον πρόγραμμα σπουδών, απαιτείται επιπλέον διδακτικός χρόνος.

## B4: ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ Οξέα – Βάσεις

Ελένη Σταυρίδου

### ΜΕΙΖΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

[www.epimorfosi.edu.gr](http://www.epimorfosi.edu.gr)

### ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Ελένη Σταυρίδου

#### 1.2 Τίτλος: Οξέα – Βάσεις (1<sup>ο</sup> μέρος)

Διδασκαλία των εννοιών Οξέα και Βάσεις, με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη ικανοτήτων και στάσεων από μαθητές και μαθήτριες σε ένα συνεργατικό περιβάλλον μάθησης.

#### 1.2 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές

**Γνωστικό αντικείμενο:**

Χημεία Γ' Γυμνασίου

**Ιδιαίτερη Περιοχή του γνωστικού αντικειμένου**

Οξέα – Βάσεις

**Συμβατότητα με το ΑΠΣ & το ΔΕΠΠΣ** (σε ποια ενότητα του ΑΠΣ εντάσσεται ο κεντρικός άξονας του θέματος και ποια είναι η σχέση του με το ΔΕΠΠΣ)

Διδάσκεται στην Γ' Γυμνασίου

#### 1.3 Σκοπός & Στόχοι του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας

**Γενικός Σκοπός**

Οικοδόμηση των εννοιών Οξέα και Βάσεις (1<sup>ο</sup> μέρος)

**Επιμέρους Στόχοι ως προς το γνωστικό αντικείμενο και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.**

Επιδιώκεται οι μαθητές και οι μαθήτριες να αναπτύξουν τις ακόλουθες γνώσεις, ικανότητες και στάσεις:

##### **A. Γνώσεις**

1. να ταξινομούν διάφορες ουσίες και υλικά της καθημερινής ζωής σε ομάδες-κατηγορίες με βάση επιστημονικά –αντικειμενικά κριτήρια (πχ. χρήση δεικτών ή/και πεχαμετρικού χαρτιού για ταξινόμηση χημικών ενώσεων στις κατηγορίες οξέα-βάσεις)
2. να αποδίδουν τα κοινά χαρακτηριστικά μιας ομάδας χημικών ενώσεων σε ομοιότητες στη χημική δομή τους
3. να αποδίδουν τον όξινο χαρακτήρα του διαλύματος μιας χημικής ένωσης στην απελευθέρωση κατιόντων υδρογόνου κατά τη διάλυσή της στο νερό (θεωρία Arrhenius)
4. να αποδίδουν τον βασικό χαρακτήρα του διαλύματος μιας χημικής ένωσης στην απελευθέρωση ανιόντων υδροξυλίου κατά τη διάλυσή της στο νερό (θεωρία Arrhenius)
5. να ανιχνεύουν τον όξινο ή τον βασικό χαρακτήρα προϊόντων της καθημερινής ζωής,
6. να ονομάζουν και να συμβολίζουν τους μοριακούς τύπους δύο οξέων (HCl, HNO<sub>3</sub>), και των ιόντων που σχηματίζονται κατά τη επαφή-αλληλεπίδρασή τους με το νερό
7. να ‘ανακαλύπτουν’ ορισμένες χημικές ιδιότητες των οξέων, όπως το ότι τα οξέα αντιδρούν με ορισμένα μέταλλα και εκλύεται αέριο (H<sub>2</sub>) και με ανθρακικά άλατα και εκλύεται αέριο (CO<sub>2</sub>)
8. να χρησιμοποιούν τις ιδιότητες των οξέων για την επίλυση προβλημάτων της καθημερινής ζωής
9. να συνειδητοποιήσουν ότι πολλές χημικές ουσίες είναι επικίνδυνες για τον ανθρώπινο οργανισμό και για το λόγο αυτό δεν τις φέρνουμε ποτέ σε άμεση επαφή με το σώμα μας
10. Να περιγράφουν και να εξηγούν το περιβαλλοντικό πρόβλημα της όξινης βροχής
11. Να αναγνωρίζουν την όξινη βροχή ως διαμεθοριακό πρόβλημα με ιδιαίτερες δυσκολίες στην επίλυσή του
12. Να εκτιμήσουν τη σοβαρότητα του προβλήματος της όξινης βροχής και να διαμορφώσουν θετικές στάσεις σε κάθε προσπάθεια για την αντιμετώπισή του

##### **B. Ικανότητες**

1. Ικανότητα επικοινωνίας στην ελληνική γλώσσα
2. Ικανότητα συνεργασίας στην ομάδα
3. Κοινωνικές ικανότητες - ικανότητες διαπροσωπικής επικοινωνίας (διατύπωση επιχειρημάτων, αποδοχή της διαφορετικής άποψης, διαχείριση προβλημάτων και συγκρούσεων στην ομάδα, αλληλοβοήθεια, κλπ.)
4. Ικανότητες σχετικές με τον επιστημονικό τρόπο εργασίας στις Φυσικές Επιστήμες: χρήση τεχνικών συλλογής πειραματικών δεδομένων, ταξινόμηση με βάση επιστημονικά και όχι διαισθητικά κριτήρια, διατύπωση ερωτημάτων και υποθέσεων, σχεδιασμός και υλοποίηση κατάλληλων ενεργειών για τη διερεύνησή τους, καταγραφή και ερμηνεία δεδομένων, διατύπωση συμπερασμάτων, παρουσίαση των αποτελεσμάτων με πίνακες

#### **Γ. Στάσεις**

1. τήρηση κανόνων ασφάλειας κατά τον χειρισμό χημικών ουσιών
2. ανάπτυξη θετικής στάσης απέναντι στον επιστημονικό τρόπο σκέψης και εργασίας
3. σεβασμός της προσωπικότητας και της διαφορετικότητας του άλλου
4. ευαισθητοποίηση για περιβαλλοντικά προβλήματα και θετική στάση για την επίλυσή τους.

### **1.4 Προτεινόμενη Εκπαιδευτική μέθοδος**

#### **Αναφέρεται η Εκπαιδευτική Μέθοδος – Τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί**

Θεωρητικό πλαίσιο της συγκεκριμένης διδακτικής παρέμβασης αποτελεί ο κοινωνικός εποικοδομητισμός, ο οποίος αποδέχεται αφενός ότι η γνώση οικοδομείται από του/τις μαθητές/ριες σταδιακά με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις, ιδέες και εμπειρίες τους και δεν μεταδίδεται έτοιμη από τον ή την εκπαιδευτικό προς αυτούς/ές, και αφετέρου ότι η γνώση οικοδομείται αποτελεσματικότερα μέσα στο κοινωνικό πλαίσιο της ομάδας μαθητών/ριών.

Η παρούσα διδασκαλία προτείνεται να υλοποιηθεί σε ένα περιβάλλον συνεργατικής μάθησης, όπου οι μαθητές/ριες έχουν ενεργό ρόλο στη μαθησιακή διαδικασία και εργάζονται σε μικρές ομάδες ετερογενείς ως προς το φύλο, την επίδοση, τη φυλή, κλπ. Εργάζονται με βάση πειραματικές διατάξεις και υλικά τόσο από την καθημερινή ζωή όσο και από το εργαστήριο Χημείας, καθώς επιδιώκεται η σύνδεση της Χημείας με προβλήματα και καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Οι δραστηριότητες που προτείνονται περιλαμβάνουν ερωτήσεις-απαντήσεις, κατηγοριοποιήσεις-ταξινομήσεις, συζητήσεις στην ομάδα και στην τάξη, πειραματισμούς, διατύπωση υποθέσεων και πειραματικό έλεγχο αυτών, επίλυση, μετά από συζήτηση και πειραματισμό, προβλημάτων της καθημερινής ζωής. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές και οι μαθήτριες αποκτούν νέες εμπειρίες και παραστάσεις (διεύρυνση του εμπειρικού τους πεδίου αναφοράς), τα δεδομένα των οποίων επεξεργάζονται νοητικά, ατομικά και συλλογικά, στην ομάδα, με στόχο την οικοδόμηση νέων επιστημονικών γνώσεων, τις οποίες θα χρησιμοποιήσουν για μια νέα προσέγγιση και ανάγνωση της καθημερινής ζωής.

Στο πλαίσιο αυτό ο ή η εκπαιδευτικός σχεδιάζει και οργανώνει τη μαθησιακή διαδικασία, και στη συνέχεια στην τάξη έχει ρόλο συμβουλευτικό, ενισχυτικό και υποβοηθητικό της δουλειάς των μαθητών/ριών που εργάζονται σε μικρές ομάδες (scaffolding teacher). Ειδικότερα, ο/η εκπαιδευτικός αφού έχει σχεδιάσει την όλη διαδικασία και αναπτύξει τις δραστηριότητες, επιλέγει το εκπαιδευτικό υλικό, κλπ., και εφόσον δεν υπάρχει διαθέσιμο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών με τραπέζια εργασίας για τους/τις μαθητές/ριες, τοποθετεί τα θρανία της τάξης αντικριστά ανά δύο ώστε τα παιδιά να καθίσουν ανά 4 γύρω από καθένα τέτοιο 'τραπέζι εργασίας'. Τοποθετεί πάνω στα τραπέζια το αναγκαίο υλικό για κάθε ομάδα, και από ένα φύλλο εργασίας για τον κάθε μαθητή και την κάθε μαθήτρια. Την ώρα της διδασκαλίας καθώς οι μαθητές/ριες εργάζονται με βάση τα φύλλα εργασίας και το αναγκαίο υλικό, επιβλέπει τις ομάδες, περνώντας από καιρό σε καιρό από αυτές, ώστε να διαπιστώνει ότι αυτοί/ές συνεργάζονται ομαλά, απαντούν στις ερωτήσεις, καταλήγουν σε σωστά συμπεράσματα, κλπ. Τους/τις βοηθά όποτε του/της το ζητήσουν, και μπορεί να παραμείνει περισσότερο σε όποια ομάδα έχει περισσότερη ανάγκη υποστήριξης. Επίσης μια ή δύο φορές στη διάρκεια της διδασκαλίας συντονίζει μια συζήτηση στη μεγάλη ομάδα της τάξης, ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλα τα παιδιά έχουν καταλήξει στα επιθυμητά συμπεράσματα.

### **1.5 Εκτιμώμενη διάρκεια**

**Διάρκεια:** Η διδακτική παρέμβαση προβλέπεται να διαρκέσει 90 λεπτά.

## 9) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ- ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

### 2.1 Γενική Περιγραφή

1. Αρχικά από τους μαθητές και τις μαθήτριες ζητείται να θυμηθούν και να γράψουν προϊόντα με ξινή γεύση που γνωρίζουν από την καθημερινή ζωή ώστε να γίνει μια σύντομη διερεύνηση των αρχικών τους εμπειριών σε σχέση με τα οξέα (χρόνος 3 λεπτά).
2. Στη συνέχεια στη **δραστηριότητα 2** (Πίνακας 1) προτείνονται κάποια προϊόντα από την καθημερινή ζωή και ζητείται από τους/τις μαθητές/ριες να αναγνωρίσουν ποια έχουν ξινή γεύση. Για τα υπόλοιπα προφανώς δεν θα γνωρίζουν τι γεύση έχουν (π.χ. προϊόντα καθαρισμού) γιατί με βάση την καθημερινή πρακτική απαγορεύεται να τα δοκιμάζουμε. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκεται να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/ριες τους κανόνες ασφαλείας που εφαρμόζονται στην καθημερινή ζωή και στο εργαστήριο κατά τη χρήση χημικών ουσιών (χρόνος 8 λεπτά) (**στόχοι A9, B1, B2, B3, B4, Γ1, Γ3**).
3. Με τη **δραστηριότητα 3** επιδιώκεται να συνειδητοποιήσουν οι μαθητές/ριες ότι στο πλαίσιο της επιστημονικής διερεύνησης δεν στηρίζομαστε μόνον ή κυρίως στις αισθήσεις μας (όπως κάνουμε στην καθημερινή ζωή), αλλά χρησιμοποιούμε όργανα, ουσίες και τεχνικές που μας παρέχουν δεδομένα πολύ πιο αντικειμενικά από αυτά των αισθήσεων. Ένα τέτοιο μέσο είναι και οι δείκτες που χρησιμοποιούνται στο μάθημα αυτό (χρόνος 4 λεπτά) (**στόχοι B4, B1, B2, B3, Γ2, Γ3**).
4. Στην επιστήμη, με πολύ συστηματικό τρόπο κάνουμε ταξινομήσεις υλικών, οργανισμών, φαινομένων, κλπ. με βάση ομοιότητες και διαφορές στην εμφάνιση ή τη συμπεριφορά τους. Ως αποτέλεσμα των ταξινομήσεων δημιουργούνται ομάδες των οποίων τα μέλη έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά ή κοινές ιδιότητες. Στη **δραστηριότητα 4** γίνονται ταξινομήσεις προϊόντων της καθημερινής ζωής σε δύο μεγάλες ομάδες: προϊόντα που περιέχουν οξέα και προϊόντα που περιέχουν βάσεις. Οι μαθητές/ριες καλούνται να ‘ανακαλύψουν’ ότι τα μέλη μιας ομάδας ουσιών όπως τα οξέα έχουν παρόμοιες ιδιότητες και παρόμοια συμπεριφορά. Συγκεκριμένα, τα οξέα αλλάζουν σε αποχρώσεις του κόκκινου το χρώμα στο χαρτί-δείκτη ενώ οι βάσεις το αλλάζουν σε χακί ως μπλε (χρόνος 10 λεπτά) (**στόχοι A1, A5, B4, B1, B2, B3, Γ1, Γ2, Γ3**).
5. Στη Χημεία γίνεται συστηματική προσπάθεια οι κοινές ιδιότητες μιας ομάδας ουσιών να εξηγηθούν με βάση τη χημική δομή των ενώσεων, δηλαδή το είδος των ατόμων και τον τρόπο που ενώνονται μεταξύ τους τα άτομα. Με άλλα λόγια, γίνεται σύνδεση των χαρακτηριστικών στο μακροσκοπικό επίπεδο με τα χαρακτηριστικά των ενώσεων στο μικροσκοπικό επίπεδο. Στη **δραστηριότητα 5** προτείνεται στους/ις μαθητές/ριες να επιλέξουν μια από τις δύο υποθέσεις ώστε στη συνέχεια να γίνει εισαγωγή και συζήτηση για τη θεωρία του Arrhenius (χρόνος 4 λεπτά) (**στόχοι A2, A3, A4**).
6. Με τη **δραστηριότητα 6** οι μαθητές/ριες εξοικειώνονται με τον συμβολισμό και τη γραφή των μοριακών τύπων ορισμένων οξέων και των ιόντων που εμφανίζονται κατά τη επαφή-αλληλεπίδρασή τους με το νερό. Για το σκοπό αυτό προτείνεται να συμπληρώσουν τον Πίνακα 3 με βάση τα υποδείγματα που δίνονται (χρόνος 7 λεπτά) (**στόχος A6**).
7. Στη **δραστηριότητα 7** οι μαθητές/ριες καλούνται να επιλύσουν ένα απλό πρόβλημα που σχετίζεται με τις χημικές ιδιότητες των οξέων με διπλό στόχο, έναν μεθοδολογικό και έναν γνωστικό (χρόνος 15 λεπτά) (**στόχοι A7, A8, B4, B1, B2, B3, Γ1, Γ2, Γ3**):
  - a. Μεθοδολογικός στόχος: οι μαθητές/ριες καλούνται να εργαστούν με βάση τις αρχές της επιστημονικής μεθόδου, δηλαδή:
    - i. Να διατυπώσουν υποθέσεις για τη συμπεριφορά διαφόρων υλικών και την αλληλεπίδρασή τους με τα οξέα
    - ii. Να επιλέξουν τις απαιτούμενες διαδικασίες και τα αναγκαία υλικά προκειμένου να ελέγξουν τις υποθέσεις τους
    - iii. Να σχεδιάσουν και να πραγματοποιήσουν τις πειραματικές δραστηριότητες που επέλεξαν



iv. Να παρατηρήσουν, να καταγράψουν και να ερμηνεύσουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων

v. Να διατυπώσουν τα συμπεράσματά τους σε σχέση με τις υποθέσεις που έχουν κάνει.

Στο πλαίσιο αυτό θα αναπτύξουν δεξιότητες και ικανότητες συνεργασίας και επικοινωνίας, καθώς και ικανότητες που σχετίζονται με την επιστημονική μέθοδο.

- b. Γνωστικός στόχος: οι μαθητές/ριες καλούνται να διαπιστώσουν πειραματικά ορισμένες χημικές ιδιότητες των οξέων μέσα από τη μελέτη της αλληλεπίδρασης του οξέος με διάφορα υλικά (γυαλί, μάρμαρο, μέταλλο, πλαστικό). Έτσι θα 'ανακαλύψουν' ότι τα οξέα αντιδρούν με ορισμένα μέταλλα και εκλύεται ένα αέριο ( $H_2$ ) και ότι αντιδρούν με ανθρακικά άλατα και εκλύεται ένα αέριο ( $CO_2$ ), ενώ δεν αντιδρούν με το γυαλί και το πλαστικό.

**8.** Στη **δραστηριότητα 8** γίνεται από τον/την εκπαιδευτικό ανακεφαλαίωση και σύντομη παρουσίαση (π.χ. με μια διαφάνεια του PowerPoint) των κυριότερων νέων γνώσεων που διδάχθηκαν στο μάθημα αυτό (χρόνος 4 λεπτά) (**στόχοι A3, A4, A5, A7, B1, B3**).

**9.** Η τελευταία **δραστηριότητα 9** αποτελεί επέκταση της προηγούμενης δραστηριότητας 7, όπου μελετάται η αλληλεπίδραση των οξέων με περισσότερα μέταλλα και περισσότερα ανθρακικά άλατα (χρόνος 15 λεπτά)

**10.** Ο/Η εκπαιδευτικός προκαλεί συζήτηση στην τάξη θέτοντας την ερώτηση: «*Τι νομίζετε ότι είναι η όξινη βροχή;*». Οι μαθητές/ριες εκφράζουν τις ιδέες τους με λέξεις και ο/η εκπαιδευτικός γράφει όλες τις λέξεις/ιδέες που ακούγονται στον πίνακα. Ακολουθεί κριτική των ιδεών και συζήτηση σχετικά με την όξινη βροχή, τους τρόπους που δημιουργείται και διαδίδεται. Στη συνέχεια συσχετίζονται οι ιδιότητες των οξέων που μελετήθηκαν, με την καταστροφή των μαρμάρων των μνημείων (Παρθενώνας), με τις επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή (καταστροφή κοραλλιών, κλπ), καθώς και με την καταστροφή δασών σε διάφορες περιοχές. Τέλος προτείνονται και συζητιούνται τρόποι περιορισμού του φαινομένου (χρόνος 20 λεπτά) (**στόχοι A 10, A11, A 12 και Γ 4**).

#### Ενδεικτική Βιβλιογραφία

##### Στα ελληνικά

1. Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. & Wood-Robinson, V. (1998). *Οικοδομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Μια παγκόσμια σύνοψη των ιδεών των μαθητών* (επιμέλεια Π. Κόκκοτας, μετάφραση Μ. Χατζή). Αθήνα: Τυπωθήτω
2. Σταυρίδου Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Μια εφαρμογή στο Δημοτικό σχολείο*. Βόλος: Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας
3. Σταυρίδου, Ε. & Σολομωνίδου, Χ. (1996). *Πειραματική διδασκαλία εννοιών των Φυσικών Επιστημών Ι* (Πανεπιστημιακές Σημειώσεις). Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
4. Thimbault, J. & Davous, D. (1992). *Πειραματικές δραστηριότητες στη Χημεία. Μελέτη της οξύτητας* (επιμέλεια-μετάφραση Β. Χατζηνικήτα). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα

##### Ξενόγλωσση

1. Hand M.B. & Treagust F.D. (1988). Application of a conceptual conflict teaching strategy to enhance student learning of acids and bases. *Research in Science Education*, 18(1), 53-63
2. Nakhleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196
3. Lin, J.-W. & Chiu, M.-H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 29(6), 771-803
4. Papadimitriou, V., Solomonidou, C., Stavridou, H. (1993). Acids and bases: formal knowledge and everyday life. In A.Bargellini, P.E. Todesco (Eds.) *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> ECRICE*. Pisa: Università degli Studi di Pisa, 363-368

#### 2.2 Υλικοτεχνική Υποδομή

Η απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή για την υποστήριξη κάθε δραστηριότητας είναι η

ακόλουθη:

Φύλλα εργασίας μαθητών και μαθητριών

Δραστηριότητα 4. Για τη δραστηριότητα 4 απαιτούνται για κάθε ομάδα μαθητών/ριών τα ακόλουθα: Πεχαμετρικό χαρτί, 9 μικρά πλαστικά ποτηράκια που το καθένα περιέχει μικρή ποσότητα από ένα από τα ακόλουθα υλικά της καθημερινής ζωής: χυμός λεμονιού, κόκα κόλα, χλωρίνη, ξύδι, υγρό καθαρισμού για τα τζάμια, σόδα διαλυμένη σε νερό, υγρό καθαρισμού για τα άλατα του μπάνιου, υγρό καθαρισμού για τα λίπη του φούρνου, διάλυμα σαπουνιού σε νερό.

Δραστηριότητα 7. Για τη δραστηριότητα 7 απαιτούνται για κάθε ομάδα μαθητών/ριών τα ακόλουθα: ένα πλαστικό φιαλίδιο με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 1M, 3 μικρά ποτηράκια πλαστικά που περιέχουν: το πρώτο ένα κομμάτι γυαλί, το δεύτερο ρινίσματα ψευδαργύρου, το τρίτο μικρά κομματάκια μάρμαρο.

Δραστηριότητα 9. Για τη δραστηριότητα 9 απαιτούνται για κάθε ομάδα μαθητών/ριών τα ακόλουθα: ένα πλαστικό φιαλίδιο με διάλυμα υδροχλωρικού οξέος 1M, 6 μικρά ποτηράκια πλαστικά που περιέχουν αντίστοιχα το καθένα ρινίσματα σιδήρου, ρινίσματα αλουμινίου, ρινίσματα χαλκού, σόδα φαγητού, κιμωλία, τσόφλι αυγού.

Σημείωση: Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως χαρτί-δείκτης πεχαμετρικό χαρτί με κλίμακα από 1-10 ή 1-14, κλπ. (δίχως να γίνει αναφορά στο pH) που θα πρέπει να δοκιμαστεί έγκαιρα πριν το μάθημα, ώστε να διαπιστωθεί η απόδοση των χρωμάτων.

## 10) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η αξιολόγηση της διδακτικής παρέμβασης πραγματοποιείται στη διάρκεια του μαθήματος από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών στο φύλλο εργασίας και από τη συζήτηση στην τάξη, καθώς και μετά την ολοκλήρωση του κεφαλαίου Οξέα-Βάσεις-Άλατα-pH-Εξουδετέρωση, με ερωτήσεις που αφορούν σε όλο το κεφάλαιο, μεταξύ των οποίων θα υπάρχουν και ερωτήσεις σχετικές με τα οξέα, όπως οι παρακάτω:

- Έστω ότι έχεις μπροστά σου δύο ποτήρια που η όψη τους είναι η ίδια, και που περιέχουν υγρό άχρωμο και άοσμο. Το ένα από αυτά περιέχει διάλυμα οξέος και το άλλο διάλυμα βάσης. Πώς θα καταλάβεις ποιο ποτήρι περιέχει οξύ και ποιο περιέχει βάση;
- Σε τι οφείλονται τα κοινά χαρακτηριστικά των οξέων και σε τι αυτά των βάσεων;
- Ο Γιάννης κόβει ένα λεμόνι πάνω στον μαρμάρινο πάγκο της κουζίνας. Η μητέρα του τον βλέπει και τον συμβουλεύει να κόβει το λεμόνι σε ένα πιάτο. Έχει δίκιο η μητέρα του Γιάννη και γιατί;
- Η Μαργαρίτα ισχυρίζεται ότι μπορεί να 'εξαφανίσει' ένα μικρό κομμάτι σίδηρο ρίχνοντάς το μέσα σε ένα ποτήρι κόκα κόλα. Μπορεί να συμβεί κάτι τέτοιο ή όχι; Αιτιολόγησε την άποψή σου.
- Να γράψεις τους χημικούς τύπους και τα ονόματα δύο οξέων και να συμβολίσεις αυτό που συμβαίνει όταν καθένα από αυτά έρθει σε επαφή με το νερό.
- Γιατί μετά το φαγητό θα πρέπει να πλένουμε τα δόντια μας;
- Για πιο λόγο φθείρονται τα μάρμαρα του Παρθενώνα και τι πρέπει να κάνουμε για να περιορίσουμε τη φθορά αυτή στο μέλλον;
- Η όξινη βροχή είναι ένα τοπικό φαινόμενο ή έχει παγκόσμιο χαρακτήρα και γιατί; Ποιες επιπτώσεις της καταγράφονται διεθνώς τα τελευταία χρόνια;
- Με πιο τρόπο επηρεάζονται τα κοράλλια που ζουν στους ωκεανούς από την αύξηση της οξύτητας του νερού; Τι μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος θα προτείνατε

## 11) ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Οι δημιουργοί των σεναρίων – σχεδίων διδασκαλίας θα πρέπει να συμπληρώνουν μια υπεύθυνη δήλωση με το παρακάτω περιεχόμενο

«Με ατομική μου ευθύνη και σύμφωνα με το άρθρο 8 ν. 1599/1986, οι δημιουργοί του παρόντος εντύπου, δηλώνουμε ότι:

1. Το Σχέδιο Διδακτικό Σεναρίου που υποβάλλουμε είναι δικό μας πρωτότυπο

δημιούργημα και δεν προσκρούει σε κανένα δικαίωμα πνευματικής ή βιομηχανικής ιδιοκτησίας τρίτων.

2. Δίνουμε το δικαίωμα και την άδεια στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο θα ενεργεί κατά την απόλυτη και ελεύθερη κρίση του, να αξιοποιεί, να διαθέτει, να αναπαράγει ή να διανέμει το υποβληθέν Σχέδιο, ολόκληρο ή τμήμα του ή συντεταγμένο ή ενσωματωμένο σε άλλο υλικό, για εκπαιδευτικούς και διδακτικούς σκοπούς, με κάθε πρόσφορο μέσο, ιδίως έντυπο ή ηλεκτρονικό»

### Φύλλο εργασίας

#### Οξέα – Βάσεις (1<sup>ο</sup> μέρος) (τάξη Γ' Γυμνασίου)

Ονοματεπώνυμο: .....

Ημερομηνία:

.....

1. Ατομική εργασία: Γράψε προϊόντα - ουσίες που έχεις δοκιμάσει και γνωρίζεις ότι έχουν ξινή γεύση.

2. Συζητήστε στην ομάδα σας και συμπληρώστε στον πίνακα που ακολουθεί ποια προϊόντα – ουσίες έχουν κατά τη γνώμη σας ξινή γεύση (σημειώστε ένα X δίπλα σε κάθε προϊόν που νομίζετε ότι έχει ξινή γεύση και ένα Δ δίπλα σε κάθε προϊόν που δεν γνωρίζετε τι γεύση έχει).

Πίνακας 1

α/α	Προϊόν	Ξινή γεύση	Άγνωστη γεύση
1	Χυμός λεμονιού		
2	Χλωρίνη		
4	Ξύδι		
5	Αμμωνία		
6	Άγουρο φρούτο (πχ ακτινίδιο)		
7	Υγρό καθαρισμού για τα άλατα του μπάνιου		

Α. Για όσα προϊόντα κατατάξατε στη στήλη 'Ξινή γεύση' συζητήστε στην ομάδα σας και διατυπώστε μια υπόθεση για το πού μπορεί να οφείλεται η ξινή τους γεύση.

Β. Για τα προϊόντα που κατατάξατε στη στήλη 'Άγνωστη γεύση' εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό.

Γ. Διατυπώστε ένα συμπέρασμα για τους κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούμε όταν χειριζόμαστε χημικές ουσίες.

Δ. Ανακοινώστε και συζητήστε το συμπέρασμά σας στην τάξη.

3. Χωρίς να χρησιμοποιήσετε κάποια από τις αισθήσεις σας, όπως η γεύση, η αφή και η όσφρηση, μπορείτε να σκεφτείτε κάποιον άλλο τρόπο ώστε να κάνετε ομάδες με προϊόντα – ουσίες που έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά ή ιδιότητες; Συζητήστε στην ομάδα σας και καταγράψτε τις προτάσεις σας.

Πώς απαντούν οι χημικοί στην παραπάνω ερώτηση;

Οι επιστήμονες όταν θέλουν να ταξινομήσουν αντικείμενα, υλικά κλπ. σε ομάδες αναζητούν ορισμένες κοινές ιδιότητες που εμφανίζουν κάποια από τα προϊόντα ή οι ουσίες, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα που δεν τις εμφανίζουν.

Οι χημικοί **δε δοκιμάζουν ποτέ τις ουσίες με τη γεύση**, αλλά **χρησιμοποιούν** ορισμένες ουσίες που ονομάζονται **δείκτες**, οι οποίες όταν αλληλεπιδρούν με μια άλλη ουσία αλλάζουν, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ένα καινούριο χρώμα. Μια τέτοια ουσία έχει ποτίσει το πορτοκαλί χαρτί που βρίσκεται μπροστά σας (χαρτί-δείκτης).

4. Να φέρετε σε επαφή κομματάκια από το χαρτί-δείκτη με καθένα από τα προϊόντα που έχετε μπροστά σας και να σημειώσετε τις παρατηρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί (γράφοντας X όπου ταιριάζει).

**Πίνακας 2.** Κατηγορίες προϊόντων που αλληλεπιδρούν με τον ίδιο τρόπο με το χαρτί-δείκτη

α/ α	Προϊόν	Ομάδα Α Αποχρώσεις του κόκκινου χρώματος	Ομάδα Β Αποχρώσεις του χακί έως μπλε
1	Χυμός λεμονιού		
2	Κόκα κόλα		
3	Διάλυμα χλωρίνης σε νερό		
4	Ξύδι		
5	Υγρό καθαρισμού για τα τζάμια		
6	Διάλυμα σόδας σε νερό		
7	Υγρό καθαρισμού για άλατα μπάνιου		
8	Υγρό καθαρισμού για λίπη φούρνου		
9	Διάλυμα σε νερό σαπουνιού		

Συζητήστε στην ομάδα σας τι κοινό μπορεί να έχουν τα προϊόντα κάθε μιας από τις στήλες αυτές ώστε να εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά. Σημειώστε τις απόψεις σας παρακάτω.

5. Ατομική εργασία: Ποια από τις παρακάτω προτάσεις σου φαίνεται περισσότερο πιθανή; (σημείωσε με χ την επιλογή σου)

α. Τα προϊόντα της ίδιας ομάδας περιέχουν όλα την ίδια ουσία ή χημική ένωση.

β. Τα προϊόντα της ίδιας ομάδας περιέχουν διαφορετικές ουσίες ή χημικές ενώσεις, αλλά κάθε μια από αυτές περιέχει την ίδια ομάδα ατόμων.

Διάβασε προσεκτικά το ακόλουθο κείμενο για να διαπιστώσεις ποια είναι η απάντηση των χημικών.

Το ζήτημα αυτό απασχόλησε παλαιότερα τους χημικούς οι οποίοι, στην προσπάθειά τους να απαντήσουν στο ερώτημα τι κοινό έχουν τα προϊόντα μιας κατηγορίας, διατύπωσαν και αυτοί διάφορες υποθέσεις (για παράδειγμα παλαιότερα υποστηρίχθηκε ότι όλα τα οξέα έχουν σωματίδια με βελόνες και γι' αυτό μας 'τσιμπάνε' τη γλώσσα όταν τα δοκιμάζουμε). Μια σημαντική απάντηση στο ερώτημα αυτό έδωσε το 1887 ο σουηδός χημικός S. Arrhenius ο οποίος κάνοντας κι άλλα πειράματα, υποστήριξε τη 2<sup>η</sup> υπόθεση και διατύπωσε τη θεωρία που έχει το όνομά του.

Σύμφωνα με τη **θεωρία του Arrhenius**, τα οξέα είναι χημικές ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό, τα μόριά τους αλληλεπιδρούν με τα μόρια του νερού και ελευθερώνουν **κατιόντα υδρογόνου ( $H^+$ )** στα οποία οφείλονται οι κοινές και χαρακτηριστικές τους ιδιότητες (**όξινο χαρακτήρας**). Οι **βάσεις** είναι χημικές ενώσεις που όταν διαλυθούν στο νερό, τα μόριά τους αλληλεπιδρούν με τα μόρια του νερού και ελευθερώνουν **ανιόντα υδροξυλίου ( $OH^-$ )**, στα οποία οφείλονται οι κοινές και χαρακτηριστικές τους ιδιότητες (**βασικός χαρακτήρας**).

6. Τα ονόματα και οι χημικοί τύποι από οξέα που συναντάμε στην καθημερινή ζωή αλλά και στο χημικό εργαστήριο εμφανίζονται στον Πίνακα 3, όπου συμβολίζεται το τι συμβαίνει όταν αυτά διαλυθούν στο νερό.

Να συμπληρώσετε τον ακόλουθο πίνακα σύμφωνα με το παράδειγμα:

**Πίνακας 3.** Η διάλυση των οξέων στο νερό

Όνομα οξέος	Χημικός τύπος	Σε επαφή με νερό δίνει	Κατιόν	Ανιόν
Υδροχλώριο	HCl	→	$H^+$	$Cl^-$

Θειικό οξύ	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\rightarrow$		$\text{SO}_4^{2-}$
Νιτρικό οξύ	$\text{HNO}_3$	$\rightarrow$		$\text{NO}_3^-$
Οξικό οξύ	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\rightarrow$		$\text{CH}_3\text{COO}^-$

7. Ο κ. Γιώργος θέλει να συσκευάσει υδροχλωρικό οξύ ώστε να το πουλήσει στην αγορά. Στη σύσκεψη που κάνει στην εταιρία του ζητάει από τους συνεργάτες και συνεργάτιδες του να προτείνουν υλικά συσκευασίας. Η κα. Μαρία προτείνει να συσκευάζεται μέσα σε γυάλινα δοχεία, ο κος Κώστας προτείνει σε δοχεία από μέταλλο, πχ. ψευδάργυρο ή σίδηρο, η κα Ελένη προτείνει να συσκευάζεται σε ωραία δοχεία από μάρμαρο.

Συζητήστε στην ομάδα σας με ποιο τρόπο θα διαπιστώσετε ποιο υλικό συσκευασίας είναι καταλληλότερο να χρησιμοποιηθεί για τη συσκευασία του οξέος. Για το σκοπό αυτό μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τα υλικά που έχετε στη διάθεσή σας: 3 ποτηράκια πλαστικά με τα προϊόντα που προαναφέρθηκαν, καθώς και ένα φιαλίδιο με υδροχλωρικό οξύ.

A. Υποθέσεις-πρόβλεψη

B. Πείραμα: Συζητήστε στην ομάδα σας και αποφασίστε τι πείραμα θα κάνετε προκειμένου να αποφασίσετε αν οι υποθέσεις σας είναι σωστές ή όχι. Πραγματοποιήστε το πείραμα.

Γ. Καταγραφή αποτελεσμάτων. Καταγράψτε τις παρατηρήσεις για τα αποτελέσματα του πειράματός σας στον Πίνακα 4.

**Πίνακας 4.** Καταγραφή αποτελεσμάτων πειράματος

α/α	Ουσίες-προϊόντα	Παρατηρήσεις-αποτελέσματα
1	Γυαλί	
2	Μέταλλο (ψευδάργυρος)	
3	Μάρμαρο	

Δ. Συμπεράσματα-προτάσεις: Καταγράψτε τα συμπεράσματά σας: Ποια είναι τελικά τα καταλληλότερα υλικά για τη συσκευασία του υδροχλωρικού οξέος και γιατί; Ποιες είναι οι προτάσεις που θα κάνετε στον κ. Γιώργο;

E. Να αναφέρετε προϊόντα της καθημερινής ζωής που περιέχουν οξέα και τις συσκευασίες στις οποίες βρίσκονται.

**8. Ανακεφαλαίωση-συζήτηση στην τάξη:**

A. Πώς μπορούμε να καταλάβουμε ότι ένα προϊόν είναι ή περιέχει οξύ;

B. Πού οφείλονται οι ιδιότητες των οξέων;

Γ. Ποιες ιδιότητες των οξέων γνωρίσαμε σήμερα;

9. Με την ίδια προσέγγιση που ακολουθήσατε στη δραστηριότητα 7, μπορείτε να διαπιστώσετε:

A. αν και άλλα μέταλλα, όπως πχ. ο σίδηρος, το αλουμίνιο ή ο χαλκός, έχουν την ίδια συμπεριφορά με τον ψευδάργυρο όταν έρχονται σε επαφή με τα οξέα. Συζητήστε στην ομάδα σας, και πραγματοποιήστε τις δραστηριότητες που νομίζετε.

Σε ποια συμπεράσματα καταλήξατε;

B. αν και άλλα ανθρακικά άλατα, όπως πχ. η σόδα φαγητού, η κιμωλία ή το τσόφλι του αυγού, έχουν την ίδια συμπεριφορά με το μάρμαρο όταν έρχονται σε επαφή με τα οξέα.

Συζητήστε στην ομάδα σας, και πραγματοποιήστε τις δραστηριότητες που νομίζετε.

Σε ποια συμπεράσματα καταλήξατε;

**10. α.** Συζήτηση στην τάξη για το φαινόμενο της όξινης βροχής

β. Συζητήστε στην ομάδα σας και διατυπώστε προτάσεις για τον περιορισμό του φαινομένου της όξινης βροχής. Ανακοινώστε τις προτάσεις σας στην τάξη.



## B5: Βιολογία Α' Γυμνασίου- Φωτοσύνθεση



ΕΣΠΑ 2007-13\Ε.Π. Ε&ΔΒΜ\Α.Π. 1-2-3

«Μείζον Πρόγραμμα Επιμόρφωσης Εκπαιδευτικών στις 8 Π.Σ., 3 Π.Σ.Εξ., 2 Π.Σ.Εισ.»  
Με συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε. Κ. Τ.)

ΜΕΙΖΟΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ

[www.epimorfosi.edu.gr](http://www.epimorfosi.edu.gr)

ΣΕΝΑΡΙΟ – ΣΧΕΔΙΟ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

12) ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ - ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ

Ευαγγελία Αγγελίδου

### Τίτλος:

#### **1.1 Φωτοσύνθεση**

Διδασκαλία της έννοιας της φωτοσύνθεσης, με στόχο την οικοδόμηση γνώσεων και την ανάπτυξη ικανοτήτων από μαθητές και μαθήτριες σε ένα ενεργό, συμμετοχικό και συνεργατικό περιβάλλον μάθησης

#### **1.2 Εμπλεκόμενες γνωστικές περιοχές**

Γνωστικό αντικείμενο: Βιολογία Α' Γυμνασίου

Ιδιαίτερη Περιοχή του γνωστικού αντικειμένου

2 Πρόσληψη ουσιών και πέψη

**2.1 Η παραγωγή θρεπτικών ουσιών στα φυτά-Φωτοσύνθεση** (σχετική ενότητα στο βιβλίο Βιολογίας Α' Γυμνασίου)

#### **1.3 Σκοπός & Στόχοι του σεναρίου- σχεδίου διδασκαλίας**

**Γενικός Σκοπός**

Οικοδόμηση (σταδιακή) της έννοιας της φωτοσύνθεσης, τροφής, θρέψης, αναπνοής

**Επιμέρους Στόχοι**

ως προς το γνωστικό αντικείμενο και ως προς τη μαθησιακή διαδικασία.

**Γνώσεις**

Επιδιώκεται οι μαθητές και οι μαθήτριες:

- α1. Να προσδιορίζουν παράγοντες και ουσίες από τους οποίους εξαρτάται η λειτουργία της φωτοσύνθεσης: Το ρόλο του ήλιου, του νερού, του διοξειδίου του άνθρακα, της χλωροφύλλης και των χλωροπλαστών
- α2. Να αναγνωρίζουν ότι με τη φωτοσύνθεση τα φυτά δημιουργούν α) την τροφή τους με τη βοήθεια των χλωροπλαστών στα φύλλα τους αλλά και β) παράγουν την τροφή όλων των άλλων οργανισμών
- α3. Να συνδέσουν την τροφή με την αύξηση/ανάπτυξη, την εξασφάλιση ενέργειας, τη σύνθεση

διαφόρων ουσιών του φυτού και του οργανισμού γενικότερα

α4. Να αναγνωρίζουν ότι τα φυτά με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τροφοδοτούν την ατμόσφαιρα με οξυγόνο.

α5. Να ξεπεράσουν το πιθανό εμπόδιο - αντίληψη ότι η τροφή των φυτών προσλαμβάνεται από τις ρίζες τους

α6. Να διακρίνουν ουσίες και παράγοντες που απαιτούνται για να γίνει η φωτοσύνθεση από αυτές που παράγονται από τη φωτοσύνθεση (τι χρειάζεται για να γίνει η φωτοσύνθεση- τι δίνει όταν γίνεται;)

α7. Να αναγνωρίζουν ότι το μεγαλύτερο μέρος της φωτοσύνθεσης γίνεται μέσα στο νερό και κυρίως μέσα στους ωκεανούς.

α8. Να αιτιολογούν τη σημασία της φωτοσύνθεσης και των φυτών για τη ζωή του πλανήτη

α9. Να αλληλοσυσχετίζουν τις λειτουργίες φωτοσύνθεση και αναπνοή: Να τις συγκρίνουν και να εντοπίζουν ομοιότητες και διαφορές καθώς και να διαπιστώσουν ότι είναι δύο συμπληρωματικές ή αντίθετες λειτουργίες

α10. Να διακρίνουν/κατηγοριοποιούν τους οργανισμούς σε αυτότροφους και ετερότροφους, σε παραγωγούς, καταναλωτές και αποικοδομητές.

α11. Να διερευνήσουν ανθρωπογενείς παρεμβάσεις που έχουν συνέπειες στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης σε πλανητικό επίπεδο.

### **Ικανότητες**

(Οι προτεινόμενες δραστηριότητες να συμβάλουν στην ανάπτυξη ικανοτήτων)

Οι μαθητές /μαθήτριες να καλλιεργήσουν/αναπτύξουν ικανότητες:

β1. Χειρισμού παραγόντων /εφαρμογής επιστημονικής μεθοδολογίας κατά την εξέταση/μελέτη βιολογικών φαινομένων

β2. Λεκτικής έκφρασης και ορθής χρήσης της γλώσσας

β3. Προσεκτικής παρατήρησης

β4. Συνεργασίας

β5. Πλοήγησης στο διαδίκτυο

β6. Επικοινωνίας, ελεύθερης έκφρασης της γνώμης τους, προσεκτικής ακρόασης και σεβασμού της γνώμης/άποψης των άλλων

β7. Να επιχειρηματολογούν και τεκμηριώνουν την άποψή τους

### **Στάσεις**

γ1. Να διαμορφώσουν διερευνητική στάση απέναντι στα φαινόμενα και τις λειτουργίες της ζωής (όπως τη φωτοσύνθεση-αναπνοή)

γ2. Να αναπτύξουν το ενδιαφέρον τους για τη μελέτη των βιολογικών φαινομένων και των επιστημών της ζωής

γ3. Να διαμορφώσουν κριτική στάση απέναντι στις ανεξέλεγκτες παρεμβάσεις του ανθρώπου που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση του πλανήτη.

## **1.4 Προτεινόμενη Εκπαιδευτική μέθοδος**

### **Αναφέρεται η Εκπαιδευτική Μέθοδος – Τεχνική που θα χρησιμοποιηθεί**

Κατά το σχεδιασμό του προτεινόμενου σεναρίου ελήφθησαν υπόψη σύγχρονα δεδομένα από τη διδακτική της βιολογίας σύμφωνα με τα οποία ο μικρόκοσμος της βιολογίας (βιολογικές δομές και φαινόμενα από τα οποία δεν είναι δυνατόν ο μαθητής να έχει άμεση εμπειρία) καθώς και η συνθετότητα των βιολογικών φαινομένων, θα μπορούσαν να αντιμετωπιστούν διδακτικά κυρίως μέσα από κατάλληλες σχηματοποιήσεις, οπτικοποιήσεις, προσομοιώσεις, μοντέλα καθώς και με την υποστήριξη των νέων τεχνολογιών.

Τα μεθοδολογικά εργαλεία και τεχνικές που προτείνονται στη συγκεκριμένη διδακτική παρέμβαση, απορρέουν γενικότερα από τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης:

α) του κοινωνικού εποικοδομητισμού σύμφωνα με την οποία η γνώση οικοδομείται σταδιακά με βάση τις πρότερες γνώσεις και αντιλήψεις. Οι μαθητές έρχονται μέσα στις σχολικές τάξεις με πρότερες ιδέες ή αντιλήψεις, διαφορετικές από τις επιστημονικές, οι οποίες καθορίζουν την ερμηνεία, την καταχώρηση και την οργάνωση της νέας γνώσης, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της μάθησης και συνεπώς εάν ο δάσκαλος αγνοεί την ύπαρξή τους, τότε αυτές λειτουργούν ως εμπόδια (obstacle) στη μάθηση (Martinand, 1986; Giordan, 1994).

Παρότι η μάθηση είναι ατομική υπόθεση ωστόσο γίνεται αποτελεσματικότερη όταν συντελείται μέσα σε ένα κοινωνικό πλαίσιο με ομαδοσυνεργατικές συνθήκες μάθησης (εργασία σε ομάδες). β) τη θεωρία της γνωστικής μάθησης με σημασία (meaningful learning) σύμφωνα με την οποία το άτομο μαθαίνει καθώς δημιουργεί νέες συνδέσεις μεταξύ των εννοιών (βλ. διδακτική τεχνική χαρτογράφησης εννοιών).

Οι προτεινόμενες δραστηριότητες βασίζονται σε ερωτήσεις-απαντήσεις, κατηγοριοποιήσεις, συζητήσεις στην ομάδα και την τάξη, επεξεργασία σχημάτων, ολοκλήρωση ημιδομημένου χάρτη εννοιών, υποτιθέμενους πειραματισμούς, διατύπωση υποθέσεων και έλεγχο αυτών, διερεύνηση πραγματικών προβληματικών καταστάσεων της καθημερινής ζωής.

Μέσα από το συνδυασμό των προτεινόμενων διδακτικών εργαλείων και τεχνικών επιδιώκεται η δημιουργία ενός πλούσιου μαθησιακού περιβάλλοντος μάθησης, διερευνητικού, συμμετοχικού και συνεργατικού, όπου η γνώση δεν μεταδίδεται έτοιμη από τον εκπαιδευτικό αλλά οικοδομείται με την ενεργό συμμετοχή του μαθητή/τριας.

Συγκεκριμένα στην παρούσα διδακτική παρέμβαση προτείνονται τα παρακάτω διδακτικά εργαλεία και τεχνικές, σε ατομικό επίπεδο, σε επίπεδο τάξης και ομάδας:

1. Διερεύνηση / ανίχνευση των υπάρχουσών ιδεών των μαθητών/τριών (εργασία στην τάξη) (δραστηριότητα 1)
2. Διερευνητική προσέγγιση βασισμένη σε εικονικό πείραμα και ολοκλήρωση ημιδομημένου σχήματος και ημιδομημένων προτάσεων που εκφράζουν ιδέες - κλειδιά (εργασία σε ομάδες) (δραστηριότητα 2)
3. Μελέτη σχήματος: διαγραμματική απεικόνιση φωτοσύνθεσης και συζήτηση στην τάξη (εργασία ατομική και στην τάξη) (δραστηριότητα 3)
4. Μελέτη ιστορικού πειράματος-έλεγχος υποθέσεων-συζήτηση και διατύπωση συμπερασμάτων (εργασία στην τάξη και ατομική) (δραστηριότητα 4)
5. Συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανακεφαλαίωση και εξαγωγή συμπερασμάτων-Επανελέγχος και αναδιατύπωση προηγούμενων απαντήσεων (εργασία στην τάξη και ατομική) (δραστηριότητα 5).
6. Δομημένη Συζήτηση στην τάξη – Ολοκλήρωση ημιδομημένου χάρτη εννοιών – Συζήτηση & Εξαγωγή συμπερασμάτων (εργασία στην τάξη) (δραστηριότητα 6).
7. Μελέτη σχήματος-ολοκλήρωση ημιδομημένου χάρτη εννοιών - συζήτηση βασισμένη σε φανταστικά σενάρια (εργασία σε ομάδες) (δραστηριότητα 7).
8. Συζήτηση σε ομάδες (δραστηριότητα 8)
9. Συζήτηση σε ομάδες (δραστηριότητα 9)
10. Συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανακεφαλαίωση και εξαγωγή συμπερασμάτων-Επανελέγχος και αναδιατύπωση προηγούμενων απαντήσεων (εργασία στην τάξη και ατομική) (δραστηριότητα 10)

#### **Αντιλήψεις που λειτουργούν ως εμπόδια στην κατανόηση της φωτοσύνθεσης, θρέψης και της σχέσης μεταξύ φωτοσύνθεσης - αναπνοής**

Η έννοια της φωτοσύνθεσης είναι αφηρημένη και ιδιαίτερα σύνθετη που μας εμπλέκει με άλλες έννοιες όπως αυτές της ενέργειας και των μετατροπών της, των αερίων ουσιών και της τροφής. Η φωτοσύνθεση τελικά είναι μία πολύπλοκη διαδικασία που συνδυάζει ηλεκτρονικές και χημικές αντιδράσεις και πολλά από τα στάδια της, βρίσκονται ακόμη στη φάση της έρευνας. Οι μαθητές συναντούν πολλές δυσκολίες στην προσπάθεια κατανόησής της π.χ. δυσκολεύονται να κατανοήσουν ότι: «Ένα στοιχείο, ο άνθρακας (ο οποίος είναι στερεός σε καθαρή μορφή) υπάρχει στο διοξείδιο του άνθρακα (το οποίο είναι ένα άχρωμο αέριο και περιέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα) και ότι αυτό το αέριο μετατρέπεται σε γλυκόζη (ένα στερεό, αλλά σε διάλυμα) από ένα πράσινο φυτό, όταν υδρογόνο (ένα αέριο) από νερό (ένα υγρό) προστεθεί σε αυτό, χρησιμοποιώντας ηλιακή ενέργεια που στη συνέχεια μετατρέπεται σε άλλες μορφές». Οι Barker και Carr σχολιάζουν «το πόσο ασυνήθιστη και μη διαισθητική είναι η έννοια της φωτοσύνθεσης». Η αλληλουχία των γεγονότων έχει τα «στοιχεία ενός παραμυθιού. Πόσο περισσότερο ευλογοφανής είναι η πιθανότητα τα φυτά να απορροφούν τροφή από το έδαφος».

Ανατρέχοντας στη σχετική βιβλιογραφία εντοπίζουμε πολλές διαισθητικές αντιλήψεις των

μαθητών/τριών που συνιστούν εμπόδια στη μάθηση/κατανόηση της φωτοσύνθεσης. Οι κυριότερες διαισθητικές αντιλήψεις των μαθητών/τριών που έχουν καταγραφεί βιβλιογραφικά, αναφέρονται αμέσως παρακάτω.

### **Πιθανές αντιλήψεις των μαθητών που συνιστούν εμπόδια στη μάθηση –κατανόηση της φωτοσύνθεσης**

1. Δυσκολία αντίληψης του τρόπου θρέψης των φυτών (αυτότροφη θρέψη). Οι μαθητές/τριες έχουν συχνά μία ανθρωπομορφική αντίληψη για τη θρέψη και την τροφή η οποία προκύπτει από την εμπειρία τους σχετικά με τον τρόπο θρέψης στα ζώα και τον άνθρωπο. Σύμφωνα με την αντίληψη αυτή «ο οργανισμός παίρνει την τροφή του από το περιβάλλον». Έτσι και «τα φυτά παίρνουν την τροφή τους από το περιβάλλον τους, ειδικότερα από το έδαφος και οι ρίζες είναι όργανα θρέψης ή τα φυτά τρέφονται κατά έναν τρόπο όμοιο με αυτόν των ζώων» Η προβολή του μοντέλου της ετερότροφης θρέψης του ζώου στα φυτά, λειτουργεί ως εμπόδιο στην κατανόηση της θρέψης των φυτών. Από σχετικές έρευνες υποστηρίζεται ότι μεγάλος αριθμός μαθητών/τριών θεωρεί ότι τα φυτά απορροφούν οργανικές ουσίες των τροφών (άμυλο, σάκχαρα, πρωτεΐνες) από το έδαφος. Το μοντέλο της ετερότροφης θρέψης επιμένει και διατηρείται ακόμη και μετά τη διδασκαλία της φωτοσύνθεσης.
2. Δυσκολία αντίληψης των αερίων ουσιών – μη ορατών (οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα) που εμπλέκονται στη φωτοσύνθεση.
3. Δυσκολία διάκρισης οργανικής ύλης/τροφής και ανόργανης ύλης (νερό, CO<sub>2</sub>) ως προς το ποια περιέχει/περικλείει και παρέχει ενέργεια. Όταν η τροφή συσχετίζεται με την ενέργεια συχνά θεωρούν ότι αυτές οι ανόργανες ουσίες (νερό, CO<sub>2</sub>) περιέχουν ενέργεια και συνήθως παρέχουν ενέργεια. Επίσης από σχετικές μελέτες καταγράφεται και η αντίληψη των μαθητών/τριών σύμφωνα με την οποία τα φυτά χρησιμοποιούν άμεσα την ηλιακή ενέργεια για τις ζωτικές τους διαδικασίες/ανάγκες.
4. Δυσκολία αντίληψης του ρόλου του διοξειδίου του άνθρακα για το φυτό στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης (χημική ουσία αέρια, άχρωμη, άοσμη, μη άμεσα ορατή). Εμφανίζεται μία διαισθητική δυσπιστία για τη θρέψη και ανάπτυξη του φυτού εξαιτίας της ενσωμάτωσης ύλης από ένα αέριο. Συχνά οι μαθητές/τριες δεν αναφέρουν το CO<sub>2</sub> ως πηγή αύξησης βάρους των φυτών παρότι γνωρίζουν ότι αυτό απορροφάται από το φυτό.
5. Από πολλούς μαθητές/τριες, το νερό, συνήθως εκλαμβάνεται ως το κύριο συστατικό της ανάπτυξης του φυτού ενώ το διοξείδιο του άνθρακα παραβλέπεται ή αγνοείται.
6. Ο ρόλος της χλωροφύλλης στην απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας γίνεται δύσκολα αποδεκτός από τους μαθητές/ριες. Ελάχιστοι κατανοούν τη χλωροφύλλη ως μετατροπέα της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική και χημική.
7. Δυσκολία αντίληψης της σχέσης φωτοσύνθεσης και αναπνοής και της ανταλλαγής αερίων: Συχνά επιδεικνύουν μία πολύ μεγαλύτερη κατανόηση για το ρόλο του οξυγόνου παρά για το ρόλο του CO<sub>2</sub>. Ωστόσο το οξυγόνο συχνά ταυτίζεται με τον αέρα. Επίσης, συχνά παραλείπεται η ιδέα ότι το οξυγόνο χρειάζεται για την αναπνοή του φυτού. Οι μαθητές/ριες συχνά δομούν το μοντέλο της «αναπνοής φυτού-αναπνοής ζώου» σύμφωνα με το οποίο τα ζώα εισπνέουν οξυγόνο και εκπνέουν CO<sub>2</sub>, ενώ τα φυτά εισπνέουν CO<sub>2</sub> και εκπνέουν οξυγόνο. Από σχετικές μελέτες προκύπτει ότι υπάρχει δυσκολία στο να κατανοήσουν ότι η αύξηση της φωτοσύνθεσης θα μειώνει το CO<sub>2</sub> σε ένα κλειστό σύστημα.
8. Η συμμετοχή των υδρόβιων φυτών στη φωτοσύνθεση συνήθως αγνοείται ή παραβλέπεται.
9. Οι μαθητές συχνά θεωρούν ότι τα φυτά δεν αναπνέουν ή αναπνέουν μόνο στο σκοτάδι.

### **1.5 Εκτιμώμενη διάρκεια**

**Διάρκεια:** Η διδακτική παρέμβαση προβλέπεται να διαρκέσει δύο διδακτικές ώρες.

## **13) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΕΝΑΡΙΟΥ- ΣΧΕΔΙΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ**

### **2.1 Γενική Περιγραφή**

#### **1. Πώς τρέφονται και αναπτύσσονται τα φυτά;**

**Διερεύνηση αντιλήψεων/ιδεών μαθητών για τη θρέψη - ανάπτυξη φυτών (εργασία στην τάξη)**



Μέσω της δραστηριότητας 1, επιδιώκεται οι μαθητές/ριες να εκφραστούν αυθόρμητα προκειμένου να διερευνήσουμε/ανιχνεύσουμε κάποιες από τις αντιλήψεις τους σχετικά με το πώς τρέφονται και αναπτύσσονται τα φυτά. Λαμβάνοντας υπόψη σχετικά δεδομένα από την τρέχουσα βιβλιογραφία της διδακτικής της βιολογίας, αναμένουμε εναλλακτικές/διαισθητικές ιδέες σύμφωνα με τις οποίες «Τα φυτά παίρνουν την τροφή τους από το περιβάλλον τους, ειδικότερα από το έδαφος, τα φυτά τρέφονται κατά έναν τρόπο όμοιον με αυτόν των ζώων» (Διάρκεια 2-3 λεπτά).

## **2. Διασύνδεση φωτοσύνθεσης – αναπνοής**

**Πώς ζει (τρέφεται και αναπνέει) «το υδρόβιο φυτό-σαλιγκάρι» στο σφραγισμένο δοχείο;**

*Διερευνητική προσέγγιση βασισμένη σε εικονικό πείραμα και ολοκλήρωση ημιδομημένου σχήματος και προτάσεων που εκφράζουν ιδέες-κλειδιά (εργασία σε ομάδες)*

Στη συνέχεια μέσω της δραστηριότητας 2, επιδιώκεται οι μαθητές/ριες

- Να συσχετίσουν τις δύο βασικές λειτουργίες της ζωής: Φωτοσύνθεση-Αναπνοή
- Να ξεπεράσουν τα παρακάτω πιθανά εμπόδια - αντιλήψεις:

Πιθανό εμπόδιο - αντίληψη 4: Συχνά το CO<sub>2</sub> αγνοείται ή δεν λαμβάνεται υπόψη ως παράγοντας απαραίτητος για την πραγματοποίηση της λειτουργίας της φωτοσύνθεσης και ως πηγή αύξησης βάρους των φυτών (χημική ουσία αέρια, άχρωμη, άοσμη, μη άμεσα ορατή).

Πιθανό εμπόδιο - αντίληψη 7: Δυσκολία αντίληψης της σχέσης φωτοσύνθεσης και αναπνοής και της ανταλλαγής αερίων.

Για το σκοπό αυτό φέρνουμε τους μαθητές/ριες αντιμέτωπους με ένα υποτιθέμενο/εικονικό πείραμα και τους/τις καλούμε να εκφράσουν/διατυπώσουν υποθέσεις σχετικά με τη διατήρηση της ζωής στο κλειστό σύστημα «υδρόβιο φυτό-σαλιγκάρι». Μέσα από τη μελέτη αυτή, επιδιώκεται α) ν' αντιληφθούν ότι η φωτοσύνθεση χρησιμοποιεί/χρειάζεται το CO<sub>2</sub> για να γίνει (στόχοι εμπόδια- αντιλήψεις 4 και 7), β) να προβληματιστούν σχετικά με το είδος και την ανταλλαγή των αερίων της φωτοσύνθεσης και αναπνοής γ) αναγνωρίσουν την αλληλεξάρτηση φυτού και ζώου καθώς και την αλληλεξάρτηση των δύο λειτουργιών φωτοσύνθεσης και αναπνοής.

(Στόχοι: α1, α4, α6, α9, β1, β4, β5, β6, γ1, γ2) (Διάρκεια 15 λεπτά).

## **3. Αντιδρώντα - Προϊόντα της φωτοσύνθεσης**

*Μελέτη σχήματος: διαγραμματική απεικόνιση φωτοσύνθεσης και συζήτηση στην τάξη (εργασία ατομική και στην τάξη)*

Στη δραστηριότητα 3, οι μαθητές/ριες επιδιώκεται να αποσαφηνίσουν και να διακρίνουν σ' ένα αρχικό επίπεδο τα αντιδρώντα από τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης. Για το σκοπό αυτό καλούνται να παρατηρήσουν τη διαγραμματική απεικόνιση της αντίδρασης της φωτοσύνθεσης (σχήμα 2) και να απαντήσουν σε σχετικά ερωτήματα. Στη συνέχεια οι μαθητές/ριες καλούνται να προβληματιστούν σχετικά με το ρόλο/σημασία της τροφής για το ίδιο το φυτό (σύνδεση τροφής με αύξηση/ανάπτυξη του φυτού, με παραγωγή ενέργειας, με σύνθεση άλλων ουσιών). Για το σκοπό αυτό θα μπορούσαμε να υποβάλουμε την εισαγωγική ερώτηση «από πού προέρχεται το ξύλο» (δραστ. 3.γ.) (Στόχοι: α2, α3, α6, β2, β3, γ1, γ2) (Διάρκεια 8-10 λεπτά).

## **4. Τα φυτά δεν παίρνουν την τροφή τους από το έδαφος**

*Μελέτη ιστορικού πειράματος- έλεγχος υποθέσεων- συζήτηση και διατύπωση συμπερασμάτων (εργασία στην τάξη και ατομική)*

Μέσω της δραστηριότητας αυτής (βλ. διδακτική ενέργεια 4α και 4β), επιδιώκεται οι μαθητές/ριες να ξεπεράσουν την πιθανή αντίληψη-εμπόδιο 1 «ότι τα φυτά τρέφονται από το έδαφος». Αρκετές αντιλήψεις των μαθητών/τριών (όπως και η ανωτέρω) συχνά μοιάζουν με παλαιότερες επικρατούσες αντιλήψεις στην ανθρώπινη σκέψη. Για παράδειγμα μέχρι το 1630 επικρατούσε η αντίληψη ότι τα φυτά παίρνουν την τροφή τους από το έδαφος. Όπως διαπιστώνεται από σχετικές έρευνες, σήμερα μεγάλος αριθμός μαθητών/τριών θεωρεί ότι τα φυτά τρέφονται από το έδαφος. Προκειμένου να ξεπεραστεί η παραπάνω πιθανή αντίληψη - εμπόδιο φέρνουμε τους μαθητές/ριες αντιμέτωπους με το πείραμα του Γιόχαν Βαν Χέλμοντ μέσω του οποίου διαπιστώνουν/ανακαλύπτουν ως μικροί ερευνητές ότι «το φυτό δεν τρέφεται από το χώμα». Στο πλαίσιο της δραστηριότητας αυτής θα ήταν σκόπιμο να διευκρινίσουμε ότι όταν εργαζόμαστε επιστημονικά δεν στηριζόμαστε μόνον ή κυρίως στις υποθέσεις που κάνουμε



εμείς αλλά πειραματιζόμαστε προκειμένου να επαληθεύσουμε ή να απορρίψουμε τις υποθέσεις μας.

Η 4γ. διδακτική ενέργεια αποσκοπεί i) στο να διευρύνουν οι μαθητές/τριες την αντίληψη τους για τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς και τις φωτοσυνθετικές ουσίες συμπεριλαμβάνοντας και άλλες ουσίες εκτός από τη χλωροφύλλη στις φωτοσυνθετικές ουσίες και ii) να ξεπεράσουν το πιθανό εμπόδιο 8., αναγνωρίζοντας το ρόλο των υδρόβιων φυτών στη φωτοσύνθεση (Στόχοι: α5, α7, β1, β2, β7) (Διάρκεια 8-10λεπτά).

#### **5. Ας δούμε τι μάθαμε;**

**Συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανακεφαλαίωση και εξαγωγή συμπερασμάτων - Επανελέγχος και αναδιατύπωση/διορθωση προηγούμενων απαντήσεων (Εργασία στην τάξη και ατομική)**

##### **α) Συζήτηση στην τάξη ανακεφαλαίωση –εξαγωγή συμπερασμάτων**

Στη φάση αυτή επιδιώκεται μέσω συζήτησης στην τάξη να ανακεφαλαιώσουμε δίνοντας έμφαση στα βασικότερα σημεία του μαθήματος. Για το σκοπό αυτό οι μαθητές/τριες, καλούνται να απαντήσουν σε συγκεκριμένα ερωτήματα και να διατυπώσουν συμπεράσματα.

Ενδεικτικά ερωτήματα:

*Πως τρέφονται τα φυτά; Πώς αναπτύσσονται τα φυτά;*

*Γιατί τα φυτά ονομάζονται αυτότροφοι οργανισμοί και παραγωγοί;*

*Τι είναι η γλυκόζη; Που χρησιμοποιείται η γλυκόζη από το φυτό;*

*Συγκρίνοντας τη γλυκόζη με το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα, ποια από τις 3 αυτές ουσίες είναι ποιο σύνθετη και περιέχει & παρέχει/δίνει περισσότερη ενέργεια;*

*Τι χρειάζεται για να γίνει η φωτοσύνθεση, τι παράγεται από τη φωτοσύνθεση;*

Στη συνέχεια οι μαθητές/ριες ολοκληρώνουν ο καθένας/μία μόνος/η του/της ημιδομημένες προτάσεις / φράσεις που αναφέρονται σε συμπεράσματα και ιδέες κλειδιά.

##### **β) Επανελέγχος και αναδιατύπωση προηγούμενων απαντήσεων**

Καλούμε τους μαθητές/ριες να επιστρέψουν στις απαντήσεις που δώσανε κατά την πραγματοποίηση των προηγούμενων δραστηριοτήτων (1,2,3,4), και εργαζόμενοι/ες ατομικά να τις ελέγξουν και να τις διορθώσουν. (Στόχοι: α1,α2,α3,α4,α6,β2) (Διάρκεια 5 -10 min).

Ολοκλήρωση πρώτης 1<sup>ης</sup> διδακτικής ώρας

#### **6. Φωτοσύνθεση – Αναπνοή συμπληρωματικές ή και αντίθετες λειτουργίες**

**Δομημένη Συζήτηση στην τάξη – Ολοκλήρωση ημιδομημένου χάρτη εννοιών –Συζήτηση & Εξαγωγή συμπερασμάτων (εργασία στην τάξη)**

Μέσω της δραστηριότητας 6., επιχειρείται οι μαθητές/τριες να συσχετίσουν μέσα από συζήτηση τις δύο λειτουργίες φωτοσύνθεση και αναπνοή και να ξεπεράσουν το πιθανό εμπόδιο 7: Δυσκολία αντίληψης της σχέσης φωτοσύνθεσης και αναπνοής και της ανταλλαγής αερίων. Για το σκοπό υπό την καθοδήγηση του εκπαιδευτικού, συζητούν, ολοκληρώνουν τον ημιδομημένο χάρτη εννοιών/σχήμα 3: «Φωτοσύνθεση – Αναπνοή: δύο όψεις του ίδιου νομίσματος της ζωής» που συνδέει κατάλληλα τις δύο λειτουργίες, συγκρίνουν τις δύο λειτουργίες και εξάγουν/διατυπώνουν συμπεράσματα: οι δύο λειτουργίες είναι συμπληρωματικές ή αντίθετες διότι ότι παράγεται από τη μία είναι απαραίτητο για να γίνει η άλλη, ή τα προϊόντα της μιας είναι αντιδρώντα της άλλης, η μια παίρνει/χρειάζεται ενέργεια, η άλλη δίνει ενέργεια, κ.ά. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι κεντρικός και καθοδηγητικός καθ' όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της παρούσας δραστηριότητας (Στόχοι: α6, α9, γ1, γ2) (Διάρκεια 10 λεπτά)

#### **7. Ο ρόλος των φυτών – τροφικές σχέσεις μεταξύ των οργανισμών**

**Μελέτη σχήματος-ολοκλήρωση ημιδομημένου χάρτη εννοιών - συζήτηση βασισμένη σε φανταστικά σενάρια (εργασία σε ομάδες)**

Μέσω της δραστηριότητας 7, επιδιώκεται:

α) να αναδειχτεί ο ρόλος των φυτών στη ζωή του πλανήτη:

- όλοι οι οργανισμοί εξαρτώνται άμεσα ή έμμεσα ως προς την τροφή και την ενέργεια από τους αυτότροφους οργανισμούς / φυτά και κατ' επέκταση από τον ήλιο (τροφικές σχέσεις)

- σχεδόν όλοι οι οργανισμοί εξαρτώνται από τα φυτά ως προς το οξυγόνο διότι τα φυτά με τη

λειτουργία της φωτοσύνθεσης εξασφαλίζουν το απαραίτητο για την αναπνοή οξυγόνο  
β) να αναδειχθεί ο ρόλος των αποικοδομητών στην ανακύκλωση της ύλης και  
δ) να ασκηθούν οι μαθητές/ριες στην κατηγοριοποίηση των οργανισμών από τροφική άποψη.  
Για το σκοπό αυτό:

α) μελετούν το ήδη δομημένο σχήμα 4 «Η σημασία των φυτών», συζητούν στην ομάδα τους σχετικά με το ρόλο των φυτών στη ζωή του πλανήτη και επεξεργάζονται το φανταστικό σενάριο: «Πώς θα ήταν η γη μας χωρίς τα φυτά;»

β) ολοκληρώνουν ένα ήδη δομημένο και απλουστευμένο σχήμα τροφικών σχέσεων (μεταξύ παραγωγών, καταναλωτών και αποικοδομητών) (σχήμα 5: Τροφικές σχέσεις)

γ) βασισμένοι στο παραπάνω σχήμα, συζητούν στην ομάδα τους σχετικά με το ρόλο των αποικοδομητών και επεξεργάζονται το φανταστικό σενάριο: «πώς θα ήταν η γη μας χωρίς τους αποικοδομητές ή τι θα συμβεί εάν εξαφανιστούν για κάποιο λόγο οι αποικοδομητές;»

(Στόχοι: α2, α4, α8, α10, β4, γ1, γ2) (Διάρκεια 10 λεπτά)

#### **8.& 9. Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης**

Συζήτηση σε ομάδες

Στις δραστηριότητες 8. και 9., οι μαθητές/τριες καλούνται να διερευνήσουν τις συνέπειες που έχουν συγκεκριμένες ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης. (Στόχοι: α11, β6, γ3) (Διάρκεια 10 λεπτών)

#### **10. Ας δούμε τι μάθαμε;**

**Συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανακεφαλαίωση και εξαγωγή συμπερασμάτων - Επανελέγχος και αναδιατύπωση/διόρθωση προηγούμενων απαντήσεων (Εργασία στην τάξη και ατομική)**

**α) Συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανακεφαλαίωση και εξαγωγή συμπερασμάτων**

Στη φάση αυτή επιδιώκεται μέσω συζήτησης στην τάξη να ανακεφαλαιώσουμε δίνοντας έμφαση στα βασικότερα σημεία του μαθήματος. Για το σκοπό αυτό οι μαθητές/τριες, καλούνται να απαντήσουν σε συγκεκριμένα ερωτήματα και να διατυπώσουν συμπεράσματα.

Ενδεικτικά ερωτήματα:

*Γιατί η φωτοσύνθεση και η αναπνοή μπορούν να θεωρηθούν συμπληρωματικές και αντίθετες λειτουργίες;*

*Ποιος είναι ο ρόλος των φυτών και της φωτοσύνθεσης στη ζωή του πλανήτη;*

*Ποιος είναι ο ρόλος των αποικοδομητών στη γη μας;*

*Με ποιους τρόπους ο σύγχρονος άνθρωπος παρεμβαίνει στη λειτουργία της φωτοσύνθεσης;*

Στη συνέχεια οι μαθητές/τριες ολοκληρώνουν ο καθένας/μία μόνος/η του/της ημιδομημένες προτάσεις / φράσεις που αναφέρονται σε συμπεράσματα και ιδέες κλειδιά.

**β) Επανελέγχος και αναδιατύπωση προηγούμενων απαντήσεων**

Καλούμε τους μαθητές/τριες να επιστρέψουν στις απαντήσεις που δώσανε κατά την πραγματοποίηση των προηγούμενων δραστηριοτήτων (6,7,8,9), να τις ελέγξουν και να τις διορθώσουν.

(Στόχοι: α9, α11, β7, γ3 ) (Διάρκεια 10 -15 min).

### **2.2 Υλικοτεχνική Υποδομή**

Η απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή για την υποστήριξη κάθε δραστηριότητας είναι η ακόλουθη:

Φύλλα εργασίας μαθητών/μαθητριών

Δραστηριότητα 2.

Εναλλακτική πρόταση Χρήση Η/Υ και επίσκεψη ιστοσελίδας:

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/methuselah/photosynthesis.html#>

(βλ. οδηγίες για τον εκπαιδευτικό, σελ. 3)

### **14) ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ**

Η διδακτική παρέμβαση και η ανταπόκριση των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία αξιολογούνται α) με παρατήρηση καθ' όλη τη διάρκεια εξέλιξης του μαθήματος και β) μέσω συγκεκριμένων δραστηριοτήτων αξιολόγησης αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διώρης διδακτικής παρέμβασης.

Συγκεκριμένα οι επιδόσεις των μαθητών/τριών αξιολογούνται: από τις απαντήσεις που δίνουν

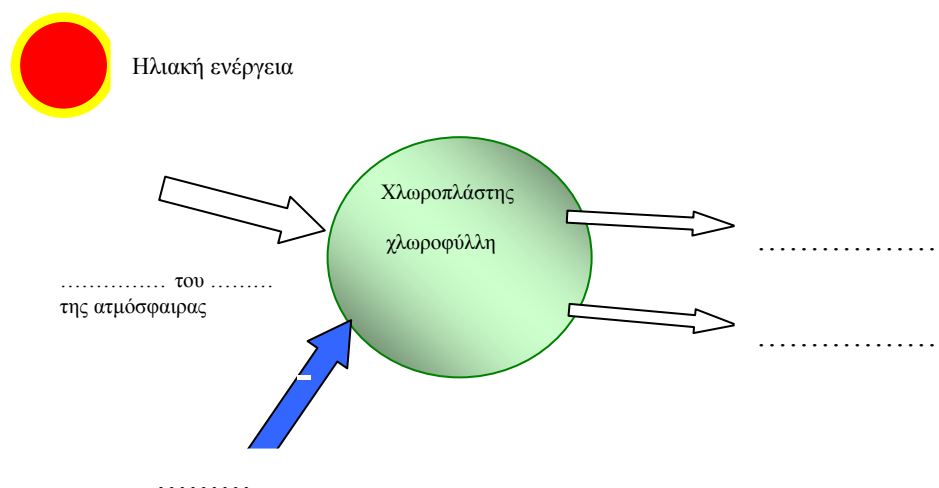
στο φύλλο εργασίας, από το είδος /ποιότητα των απαντήσεων που δίνουν κατά τη διάρκεια της συζήτησης και κατά τη φάση της ολοκλήρωσης του μαθήματος. Η διδακτική παρέμβαση αξιολογείται από το κατά πόσο διατηρείται αμείωτο ή όχι το ενδιαφέρον των μαθητών καθ' όλη τη διάρκεια του μαθήματος, από τη συγκέντρωσή τους ή μη κατά τη μαθησιακή διαδικασία, από τη διάθεσή τους να υποβάλουν ή μη ερωτήματα, κ.ά.

### Φύλλο αξιολόγησης

1. Συμπληρώνω τα κενά στο παρακάτω κείμενο

«Τα φυτά με τη βοήθεια της .....ενέργειας και της χλωροφύλλης, από το .....του ..... της ατμόσφαιρας και το νερό, δημιουργούν/παράγουν μόνα τους την ..... τους αλλά και την τροφή των άλλων οργανισμών. Ταυτόχρονα τα φυτά με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, τροφοδοτούν την ατμόσφαιρα με .....»

2. Ολοκληρώνω το παρακάτω σχήμα



3. Σε καταστήματα ενυδρείων και μεγάλα pet shops μπορείς να βρεις γυάλινες σφαίρες ή άλλα κλειστά γυάλινα δοχεία με νερό που μέσα τους υπάρχει «υδρόβιο φυτό και ζώο» π.χ. υπάρχουν γυάλινες σφαίρες με «χλωροφύκη=υδρόβια μικρά φυτά και γαρίδες». Πως συντηρείται η ζωή μέσα στη γυάλινη σφαίρα; Πως ζούνε (τρέφονται και αναπνέουν) οι δύο οργανισμοί;

.....  
 .....  
 .....

4. Μελετήστε το κείμενο

#### Κείμενο

Ο Γιάννης, μπήκε στο δωμάτιό του που ήταν γεμάτο ωραία φυτά από τη γιορτή της αδελφής του και έκλεισε πίσω του πόρτες και παράθυρα. Το σπίτι τους ήταν καινούργιο και είχε πόρτες και παράθυρα που ασφαλίζουν καλά και δεν επιτρέπουν τον αέρα να μπει μέσα.

Σε ποια περίπτωση ο Γιάννης νομίζετε ότι θα έχει πρόβλημα;

- α) εάν μείνει την ημέρα με τα φυτά στο κλειστό δωμάτιό του;
  - β) εάν κοιμηθεί το βράδυ με τα φυτά στο κλειστό δωμάτιό του;
- Αιτιολογήστε την απάντησή σας:

.....  
 .....

### Εργασίες με περιβαλλοντικές διαστάσεις ή βασισμένες στη χρήση Η/Υ

(1) Δημιουργήστε στον υπολογιστή σας ένα σχήμα που αναπαριστά τη λειτουργία της

φωτοσύνθεσης (εμπλουτίστε το σχήμα με σχετικές εικόνες ή σκίτσα).

(2) Βιβλιογραφική έρευνα και έρευνα στο διαδίκτυο:

Διερευνήστε και καταγράψτε τα μεγαλύτερα ατυχήματα από μεγάλες διαρροές πετρελαιοαγωγών ή ναυάγια μεγάλων πετρελαιοφόρων των τελευταίων χρόνων που είχαν ως συνέπεια τη ρύπανση των θαλασσών με πετρέλαιο. Διερευνήστε επίσης το πώς επιδρά το πετρέλαιο στους διάφορους οργανισμούς της θάλασσας.

Στη συνέχεια οργανώστε ένα

(3) Παιχνίδι ρόλων με θέμα τη «ρύπανση των ελληνικών θαλασσών από πετρέλαιο».

Πιθανό σενάριο: Ένα πετρελαιοφόρο βυθίζεται στο Αιγαίο Πέλαγος και ελευθερώνονται τόνοι πετρελαίου στη θάλασσα. Οι ακτές σε μεγάλη έκταση ρυπαίνονται και αυτό έχει μεγάλες συνέπειες στον τουρισμό και την οικονομία των γύρω περιοχών. Οι κάτοικοι διεκδικούν αποζημίωση από την πλοιοκτήτρια εταιρεία και εφαρμογή της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει». Η πλοιοκτήτρια εταιρεία αρνείται να αποζημιώσει τους κατοίκους ισχυριζόμενη ότι δεν είναι υποχρεωμένη από το νόμο να κάνει κάτι τέτοιο. Το θέμα φτάνει στο Ελληνικό και κατόπιν στο Ευρωπαϊκό δικαστήριο.

Οργανώστε μία φανταστική συζήτηση π.χ. στο ευρωπαϊκό δικαστήριο ή σε μία εκπομπή της ελληνικής τηλεόρασης με στόχο να βρεθεί μία λύση στο πρόβλημα: Ποια θα ήταν η καλύτερη λύση; Ποια μέτρα θα έπρεπε να ληφθούν ώστε να λυθεί το θέμα προς το παρόν και αποφευχθούν παρόμοια ατυχήματα στο μέλλον;

Ενδεικτικές ερωτήσεις γύρω από τις οποίες μπορείτε να οργανώσετε τη σχετική συζήτηση

α) Τι θα έλεγαν οι οργανισμοί της θάλασσας εάν μιλούσαν;

Οργανισμοί της θάλασσας: μικρά και μεγάλα φυτά της θάλασσας, ψάρια, πουλιά: Εκπλήσσονται και διερωτώνται πώς οι άνθρωποι έφτασαν στο σημείο να συμπεριφέρονται κατά αυτόν τον τρόπο στις θάλασσες και τους οργανισμούς που κατοικούν μέσα σ' αυτές. Διαμαρτύρονται για τις συνέπειες που έχει το ατύχημα στη ζωή τους και αποφασίζουν να γράψουν ένα γράμμα διαμαρτυρίας προς τους ανθρώπους και να το αποστείλουν μ' έναν εκπρόσωπο τους στη συζήτηση που πρόκειται να γίνει.

β) Τι θα έλεγαν οι κάτοικοι των περιοχών που επλήγησαν: Διαμαρτύρονται για τις συνέπειες που έχει η ρύπανση των ακτών π.χ. στον τουρισμό και την οικονομία του τόπου τους

γ) Τι θα έλεγαν οι ειδικοί επιστήμονες σχετικά με τις επιπτώσεις της ρύπανσης στους οργανισμούς της θάλασσας;

δ) Ποια θα ήταν τα αιτήματα των οικολογικών-περιβαλλοντικών οργανώσεων και των κατοίκων των παράκτιων περιοχών που επλήγησαν i) προς την πλοιοκτήτρια εταιρεία και ii) προς το κράτος προκειμένου να αποφευχθούν στο μέλλον παρόμοια ατυχήματα;

ε) Πως θα αιτιολογούσε το ατύχημα η πλοιοκτήτρια εταιρεία και πώς θα αντιδρούσε στις πιέσεις που δέχεται από οικολογικές οργανώσεις, κατοίκους, ευρωπαϊκό δικαστήριο και Υπουργείο Περιβάλλοντος;

στ) Ποια επιχειρήματα θα διατύπωνε η ομάδα των κατοίκων/πολιτών που ισχυρίζεται ότι η τήρηση της αρχής «ο ρυπαίνων πληρώνει» δεν εξασφαλίζει την προστασία των θαλασσών από τέτοιου είδους ατυχήματα και για αυτό πρέπει να ληφθούν άλλα μέτρα με προληπτικό κυρίως χαρακτήρα.

(4) Στις μέρες μας η ευεργετική επίδραση των φυτών ελαττώνεται καθώς ο σύγχρονος άνθρωπος καταστρέφει τα δάση για να τα μετατρέψει σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις ή μεγάλες περιοχές με βλάστηση τις «σφραγίζει με τσιμέντο» για να κατασκευάσει δρόμους και πόλεις. Επί των ημερών μας επίσης αυξάνουν συνεχώς οι καύσεις (καύσεις αυτοκινήτων, καύσεις για τη θέρμανση των σπιτιών, καύσεις στη βιομηχανία). Όλες αυτές οι καύσεις ελευθερώνουν διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Είναι ανησυχητικό που αυξάνει το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας (20% υπολογίζεται ότι αυξήθηκε από το 1900). Κάποιοι υποστηρίζουν ότι το πρόβλημα αύξησης διοξειδίου του άνθρακα της ατμόσφαιρας θα λυθεί εάν σταματήσουμε να καταστρέφουμε τα δάση και αυξήσουμε τις περιοχές με πράσινο/βλάστηση του πλανήτη μας.

Συζητείστε στην τάξη σας το παραπάνω θέμα / πρόβλημα και στη συνέχεια σχεδιάστε μία αφίσα στον Η/Υ μέσω της οποίας θα προτείνετε μία λύση στο παραπάνω πρόβλημα αύξησης

του διοξειδίου άνθρακα της ατμόσφαιρας.

Για αναζήτηση σχετικού υποστηρικτικού υλικού μπορείτε να ανατρέξετε στις παρακάτω διαδικτυακές πηγές :

ΤΕΙ Σερρών: <http://www.dipe-serron.gr/co2schools/>

Ιστότοπος της Ευρωπαϊκής Ένωσης:

<http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/70/el.pdf>

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

<http://www.eea.europa.eu/themes/climate>

Ιστότοπος της UNESCO για την Εκπαίδευση για την Αειφόρο Ανάπτυξη

<http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/>

Eurostat:

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental\\_accounts/introduction](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/environmental_accounts/introduction)

Υ.Π.Ε.Κ.Α.

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=226&language=el-GR>

WWF – Ελλάς:

<http://climate.wwf.gr/>

### Βιβλιογραφία

Αγγελίδου Ε. & Γιαλαμάς Β. (2004). Διδασκαλία εννοιών της Βιολογίας με την υποστήριξη των νέων τεχνολογιών-Παραδείγματα δραστηριοτήτων. *Σύγχρονη Εκπαίδευση*, 136, σελ. 53-67.

Couchat, Ph. et Marc, C. (1991). Formalisation de connaissances en physiologie cellulaire végétale. In J.C. Duval et N. Salamé (Eds.). *Actes du colloque organisé par l'Ecole Normale Supérieure et l'INRP. L' informatique scientifique dans l' enseignement de la biologie et de la géologie au lycée*, (Paris Juin 1991) INRP.

Dupouey, P. (1997). *Épistémologie de la Biologie*. Paris: Éditions Nathan.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. Wood-Robinson, (2000). Οικο-δομώντας τις έννοιες των Φυσικών Επιστημών. Αθήνα, Τυπωθήτω.

Giordan, A. (1994) Biology, Health, Environmental Education, in *Lettre LDES*, March 1994 (Genève – Chamonix, International annual meeting 19-24 September).

Giordan, A. (1999). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin.

Ζόγκτζα, Β. (2007). Η βιολογική γνώση στην παιδική ηλικία. Αθήνα, Μεταίχμιο.

Ζόγκτζα, Β. (2009). Θέματα διδακτικής της Βιολογίας. Αθήνα, Μεταίχμιο.

Martinand, J.- L. (1986). *Connaître et transformer la matière: des objectifs pour l' initiation aux sciences et techniques*. Berne: Peter Lang.

Peterfalvi, B., Rumelhard, G., Vérin, A. (1986). Relations alimentaires in *Explorons l'écosystème*. ASTER N° 3, Paris, INRP.

### 15) ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Οι δημιουργοί των σεναρίων – σχεδίων διδασκαλίας θα πρέπει να συμπληρώνουν μια υπεύθυνη δήλωση με το παρακάτω περιεχόμενο

«Με ατομική μου ευθύνη και σύμφωνα με το άρθρο 8 ν. 1599/1986, οι δημιουργοί του παρόντος εντύπου, δηλώνουμε ότι:

1. Το Σχέδιο Διδακτικό Σεναρίου που υποβάλλουμε είναι δικό μας πρωτότυπο δημιούργημα και δεν προσκρούει σε κανένα δικαίωμα πνευματικής ή βιομηχανικής ιδιοκτησίας τρίτων.

2. Δίνουμε το δικαίωμα και την άδεια στο Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, το οποίο θα ενεργεί κατά την απόλυτη και ελεύθερη κρίση του, να αξιοποιεί, να διαθέτει, να αναπαράγει ή να διανέμει το υποβληθέν Σχέδιο, ολόκληρο ή τμήμα του ή συντεταγμένο ή ενσωματωμένο σε άλλο υλικό, για εκπαιδευτικούς και διδακτικούς σκοπούς, με κάθε πρόσφορο μέσο, ιδίως έντυπο ή ηλεκτρονικό»





**Φύλλο εργασίας**  
**Φωτοσύνθεση (Α' Γυμνασίου)**

Ονοματεπώνυμο: .....

Ημερομηνία: .....

**1. Πως τρέφονται και αναπτύσσονται φυτά;**

.....  
.....  
.....

**2. Υποθέστε ότι πραγματοποιούμε το παρακάτω πείραμα:**

**Υδρόβιο φυτό-σαλιγκάρι**

Σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα ή σε ένα γυάλινο δοχείο γεμάτο κατά τα δύο τρίτα περίπου με νερό λίμνης, τοποθετούμε ένα σαλιγκάρι του γλυκού νερού και ένα οποιοδήποτε υδρόβιο φυτό. Κατόπιν σφραγίζουμε το σωλήνα/γυάλινο βάζο και το τοποθετούμε σε μέρος που το «βλέπει» ο ήλιος.

Συζητήστε στην ομάδα σας :

**α.** Τι θα συμβεί στο «φυτό και το σαλιγκάρι», μέσα στο σφραγισμένο βάζο, μετά από μία - δύο εβδομάδες;

.....  
.....

**β.** Πώς ζει (τρέφεται και αναπνέει) το σαλιγκάρι και το υδρόβιο φυτό;

Μέσα στο σφραγισμένο και τοποθετημένο στον ήλιο σωλήνα του πειράματος, η ζωή συνεχίζεται: το πράσινο φυτό αναπτύσσεται και το σαλιγκάρι ζει....τι συμβαίνει;

Ολοκληρώστε τις παρακάτω φράσεις επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (τροφή, φύλλα, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα)

Μέσα στο σφραγισμένο σωλήνα/βάζο του πειράματος

- i) Το σαλιγκάρι τρέφεται με τα ..... του φυτού
- ii) Το σαλιγκάρι αναπνέει, εισπνέει ..... και εκπνέει ..... του.....
- iii) Το οξυγόνο παράγεται συνεχώς από τα ..... του φυτού.
- iv) Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγει το σαλιγκάρι με την αναπνοή του, το παίρνουν τα ..... του φυτού και το χρησιμοποιούν για να παράγουν μόνα τους την ..... τους.
- v) Το υδρόβιο φυτό αναπνέει, εισπνέει .....και εκπνέει ..... του .....

**γ.** Τι θα συμβεί εάν τοποθετήσουμε το σωλήνα του πειράματος σε ένα σκοτεινό μέρος;

Ολοκληρώστε τις παρακάτω φράσεις επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (ήλιος, οξυγόνο, φυτό, παράγεται)

i) Εάν τοποθετήσουμε το σωλήνα του πειράματος σε ένα σκοτεινό μέρος δεν ..... οξυγόνο.

ii) Το σαλιγκάρι βρίσκει το ..... που είναι απαραίτητο για την αναπνοή του και τη διατήρησή του στη ζωή από το ..... μόνο αν αυτό το «βλέπει» ο ..... και είναι πράσινο.

δ. Συμπληρώστε τα κενά πλαίσια στο σχήμα 1 που ακολουθεί, επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (διοξειδίο του άνθρακα, τροφή, οξυγόνο) ώστε να δείχνετε:

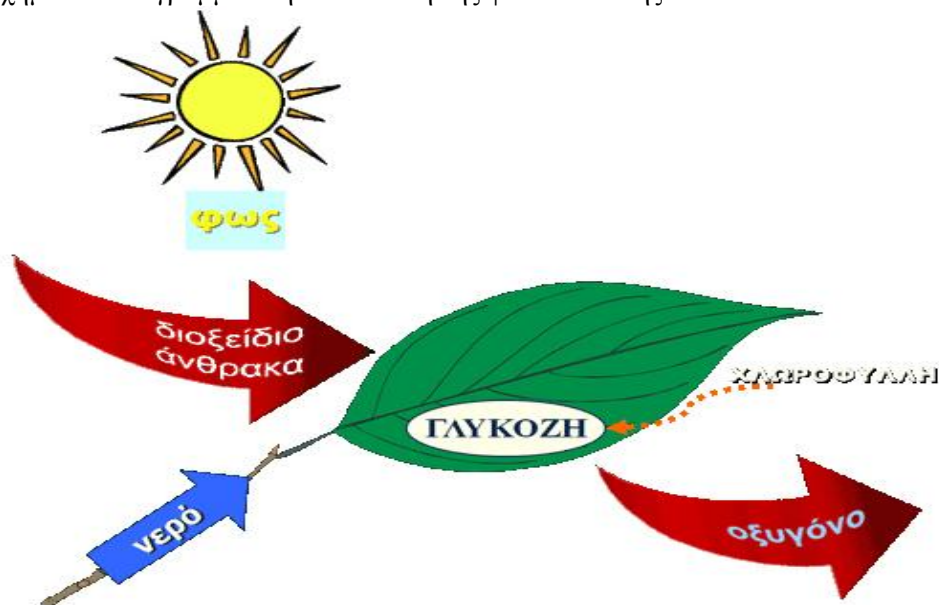
- τι δίνει το πράσινο φυτό στο σαλιγκάρι;
- τι παίρνει το πράσινο φυτό από το σαλιγκάρι;

Σχήμα 1: «Πράσινο Φυτό-Σαλιγκάρι»



3. Το παρακάτω σχήμα 2, αναφέρεται στη σπουδαία λειτουργία που γίνεται στα φυτά και ονομάζεται «Φωτοσύνθεση»

Σχήμα 2: «Διαγραμματική απεικόνιση της φωτοσύνθεσης»



Πηγή:

[http://lsg.ucy.ac.cy/Flora/Flora\\_Official/Lessons/fotosinthesi/egxeiridio%20fotosinthesi/fotosinthesi.html](http://lsg.ucy.ac.cy/Flora/Flora_Official/Lessons/fotosinthesi/egxeiridio%20fotosinthesi/fotosinthesi.html)

Μελετήστε το σχήμα 2 και διατυπώστε τα συμπεράσματά σας

α. Τι χρειάζεται για να γίνει η φωτοσύνθεση; (Εργαστείτε ατομικά)

.....  
.....  
**β. Τι δίνει/τι παράγεται από τη φωτοσύνθεση; (Εργαστείτε ατομικά)**  
.....  
.....

**γ. Η τροφή/γλυκόζη που παράγει το φυτό, που χρησιμοποιείται από το ίδιο το φυτό;**  
Συζητήστε στην τάξη και διατυπώστε μία σύντομη απάντηση ο καθένας ατομικά

- i).....  
ii).....  
iii).....

#### **4. Μελετήστε το κείμενο 1 «Ποιος τρέφει το φυτό;»**

Κείμενο 1

##### ***Ποιος τρέφει το φυτό;***

Οι πρώτοι φυσιολόγοι πίστευαν ότι τα φυτά αντλούσαν έτοιμη την τροφή τους από το έδαφος-μία άποψη γνωστή και ως «θεωρία του χυμού».

Ο Γιατρός και Χημικός Γιόχαν Βαν Χέλμοντ, γύρω στα 1630 θέλησε να διερευνήσει το θέμα. Για το λόγο αυτό, φύτεψε μια ιτιά βάρους περίπου δύο κιλών σε 90 κιλά χώμα και διαπίστωσε ότι μετά από πέντε χρόνια στη διάρκεια των οποίων αρκέστηκε μόνο να ποτίζει την ιτιά, το φυτό είχε φτάσει να ζυγίζει 75 κιλά ενώ το χώμα είχε χάσει μόλις 60 γραμμάρια από το αρχικό βάρος του. Ο Βαν Χέλμοντ έβγαλε το συμπέρασμα ότι «το νερό και όχι το χώμα έτρεφε το φυτό». (επιστημονική βιβλιοθήκη *Life* -το κύτταρο-1972).

Συζητήστε στην τάξη

**α.** Με το παραπάνω πείραμα, ο Βαν Χέλμοντ απέδειξε ότι η «θεωρία του χυμού» ήταν σωστή ή λανθασμένη;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας:

.....  
.....

**β.** Σύμφωνα με όσα μάθατε, τι πιστεύετε, το συμπέρασμα του Βαν Χέλμοντ, «ότι το νερό τρέφει το φυτό και όχι το χώμα» ήταν λάθος, σωστό ή εν μέρει σωστό;

Αιτιολογήστε την απάντησή σας:

.....  
.....

**γ.** Λαμβάνοντας υπόψη ότι:

Το μεγαλύτερο μέρος της φωτοσύνθεσης γίνεται μέσα στο νερό και κυρίως μέσα στις θάλασσες και τους ωκεανούς

Ποιος φωτοσυνθέτει μέσα στο νερό; Υπάρχουν φυτά που φωτοσυνθέτουν;

Συζητήστε στην τάξη και δώστε μία σύντομη απάντηση ο καθένας ατομικά

.....  
.....

## 5. Ας δούμε τι μάθαμε

α. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (χλωροφύλλη, παραγωγοί, ενέργεια, κύτταρα, ουσίες, αυτότροφοι, γλυκόζη, νερό, ηλιακή ενέργεια, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα) (Εργαστείτε ατομικά)

(i) Τα φυτά με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης παράγουν ..... και .....

(ii) Τροφή των φυτών είναι η ..... την οποία τα φυτά συνθέτουν μόνα τους από το ..... του ..... της ατμόσφαιρας και το ..... με τη βοήθεια της ..... και της .....

(iii) Η τροφή δηλαδή η γλυκόζη χρησιμοποιείται από το ίδιο του φυτό:

Για να δημιουργηθούν νέα ..... και ν' αναπτυχθεί το φυτό

Για να δημιουργηθούν και άλλες απαραίτητες ..... για τον οργανισμό

Για να εξασφαλιστεί η απαραίτητη ..... για τον οργανισμό

(iv) Τα φυτά ονομάζονται ..... οργανισμοί ή ..... διότι παράγουν μόνα τους την τροφή τους.

β. Επιστρέψτε στις απαντήσεις που δώσατε κατά την πραγματοποίηση των προηγούμενων δραστηριοτήτων (1, 2, 3, 4), ελέγξτε και διορθώστε τις απαντήσεις σας. (Εργαστείτε ατομικά)

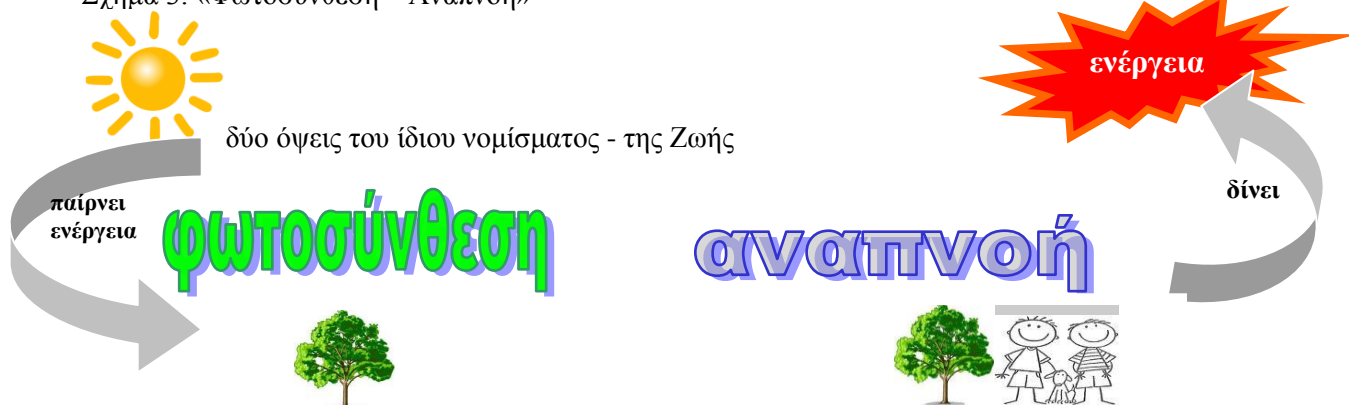
## Ολοκλήρωση πρώτης (1<sup>ης</sup>) διδακτικής ώρας

### Δεύτερη (2<sup>η</sup>) διδακτική ώρα

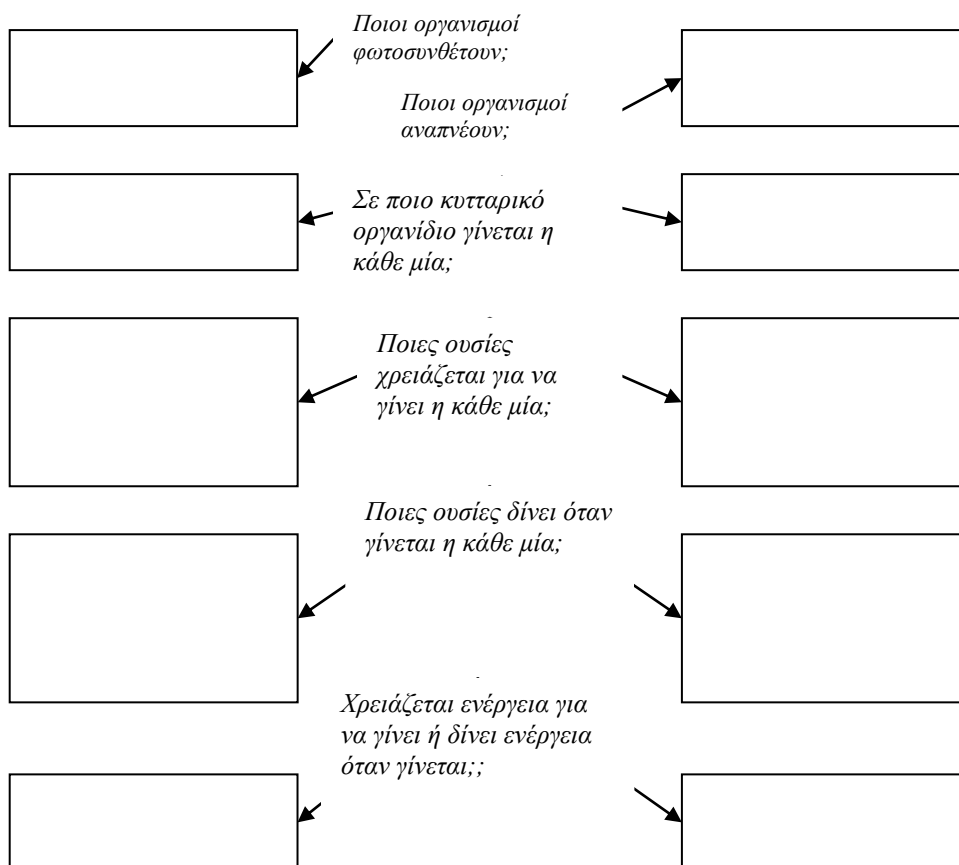
6. Η φωτοσύνθεση και αναπνοή μπορούν να θεωρηθούν ως συμπληρωματικές ή και αντίθετες λειτουργίες.

α. Συζητήστε στην τάξη και ολοκληρώστε το παρακάτω σχήμα 3 ώστε να εξηγήτε «Γιατί η φωτοσύνθεση και η αναπνοή μπορούν να θεωρηθούν συμπληρωματικές ή και αντίθετες λειτουργίες».

Σχήμα 3: «Φωτοσύνθεση – Αναπνοή»







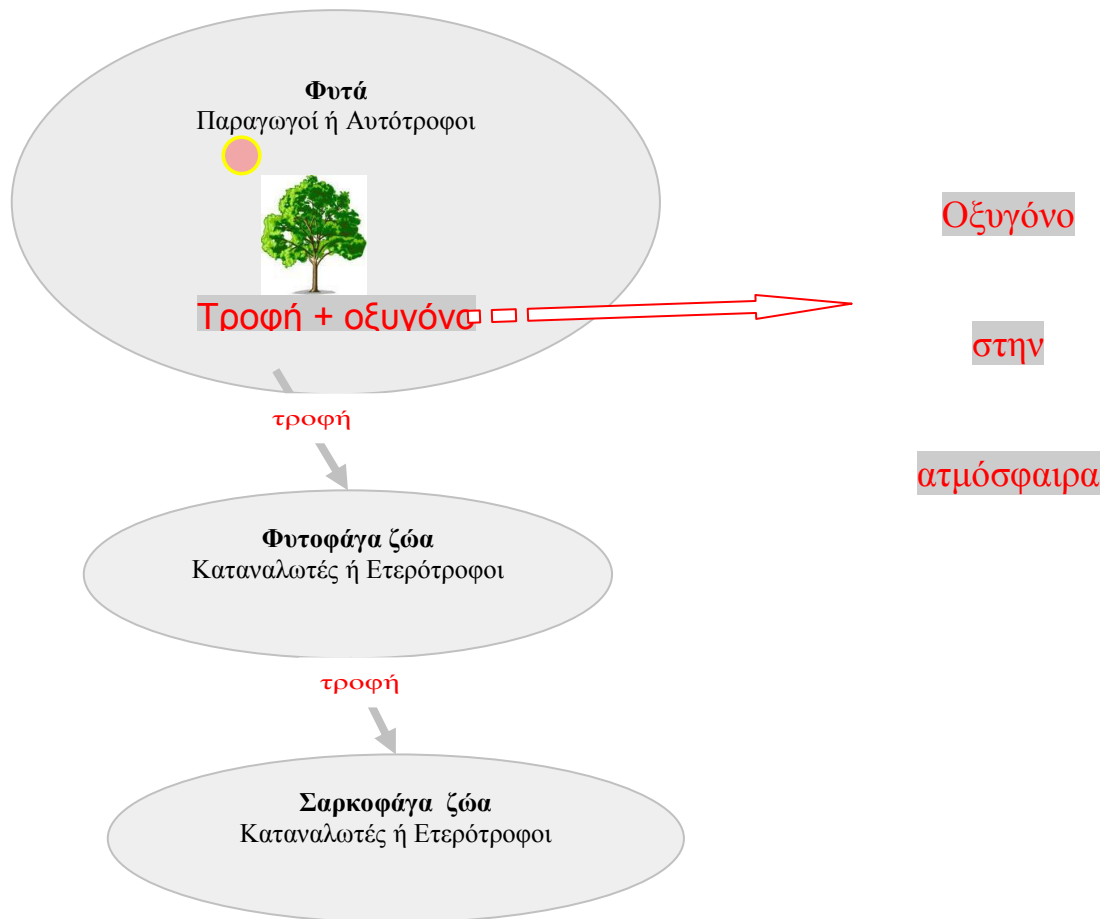
**β. Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας:**

Φωτοσύνθεση και αναπνοή μπορούν να θεωρηθούν ως δύο συμπληρωματικές λειτουργίες, διότι:

- Η φωτοσύνθεση δίνει .....όταν γίνεται ενώ η αναπνοή χρειάζεται οξυγόνο για να γίνει
- Η φωτοσύνθεση χρειάζεται ..... του ..... για να γίνει ενώ η αναπνοή δίνει διοξείδιο του άνθρακα όταν γίνεται
- Η φωτοσύνθεση χρειάζεται ενέργεια για να γίνει ενώ η αναπνοή ελευθερώνει .....όταν γίνεται
- Με τη ..... γίνεται σύνθεση της τροφής από πιο απλές ουσίες
- Με την ..... γίνεται διάσπαση της τροφής σε πιο απλές ουσίες
- Τα φυτά με τη φωτοσύνθεση εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα του πλανήτη με .....
- Τα φυτά και τα ζώα με την ..... και οι μηχανές με τις καύσεις, εμπλουτίζουν την ατμόσφαιρα του πλανήτη με .....του.....

**7. Μελετήστε το παρακάτω σχήμα 4.**

Σχήμα 4: «Η σημασία των φυτών»



**α.** Συζητήστε στην ομάδα σας

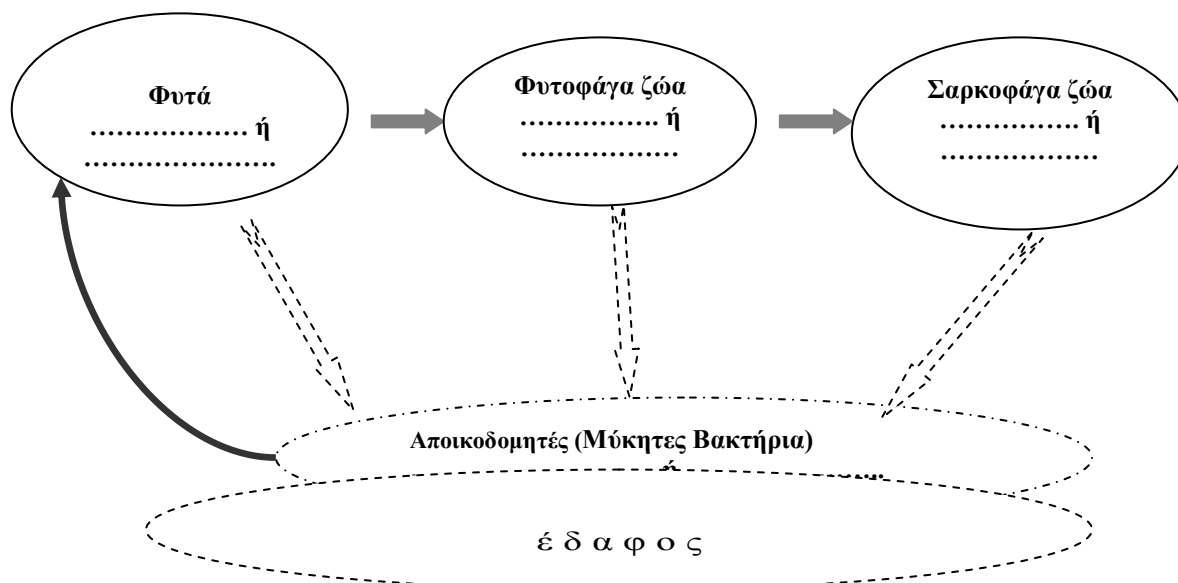
Πως θα ήταν η γη μας χωρίς τα φυτά; ή Σχολιάστε τη φράση «η ζωή εξαρτάται από τα πράσινα φυτά»

.....  
 .....  
 .....

**β.** Μελετήστε το παρακάτω σχήμα και στη συνέχεια ολοκληρώστε το επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (καταναλωτές, ετερότροφοι, αυτότροφοι, παραγωγοί)

Σχήμα 5: «Τροφικές σχέσεις»

## Τροφικές σχέσεις (απλουστευμένο σχήμα)



γ. Συζητήστε στην ομάδα σας:

Πως θα ήταν η γη μας χωρίς τους αποικοδομητές;

### 8. Μελετήστε το κείμενο 2 «Ρύπανση θαλασσών από πετρέλαιο»

*Κείμενο 2*

#### **Ρύπανση θαλασσών από πετρέλαιο**

Στις θάλασσες του πλανήτη μας έχουν ναυαγήσει κατά καιρούς μεγάλα πετρελαιοφόρα πλοία ρυπαίνοντας τα νερά με τόνους πετρέλαιο. Σήμερα όλες σχεδόν οι θάλασσες, ακόμη και ο καθαρός ατλαντικός ωκεανός, έχουν ένα λεπτό επιφανειακό υμένα από πετρέλαιο και μικροσκοπικούς βόλους πίσσας. Στις θάλασσες που περιβάλλουν την Ελλάδα, κάθε χρόνο χύνεται αρκετά μεγάλη ποσότητα πετρελαιοειδών σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της Green Peace. Ο κόλπος της Ελευσίνας, του Θερμαϊκού και της Καβάλας είναι περιοχές ιδιαίτερα επιβαρυνμένες από πετρελαιοειδή. Όταν το πετρέλαιο πέφτει στη θάλασσα έχει την ιδιότητα να σχηματίζει μία κηλίδα η οποία ταχύτατα απλώνεται σε μεγάλη έκταση στην επιφάνεια του νερού καλύπτοντας τεράστιες εκτάσεις με ένα λεπτό αδιάβροχο στρώμα πετρελαίου.

*Πηγές*

*Χημική Ωκεανογραφία Μ. Σκούλλου Ε. Κ. Παν/μιο Αθηνών*

*Περιβαλλοντική Επιστήμη και τεχνολογία τόμος Β, Πρακτικά συνεδρίου Μυτιλήνη Σεπτέμβρης 1989.*

Συζητήστε στη ομάδα σας

Η πετρελαιοκηλίδα μπορεί να έχει επιπτώσεις στη φωτοσύνθεση των οργανισμών της θάλασσας;

9. Συζητήστε στην ομάδα σας με ποιους άλλους τρόπους ο σύγχρονος άνθρωπος παρεμβαίνει στη «φωτοσύνθεση του πλανήτη»

### 10. Ας δούμε τι μάθαμε....

**α.** Διατυπώστε τα συμπεράσματά σας επιλέγοντας την κατάλληλη λέξη (αυτότροφοι, φυτά, παραγωγοί, αποικοδομητές, φωτοσύνθεση, δάση - βλάστηση, ενέργεια) (Εργαστείτε ατομικά)

- Τα φυτά με τη λειτουργία της ..... κλέβουν/παγιδεύουν ενέργεια από το μακρινό άστρο -τον ήλιο- και την κατεβάζουν στη γη σε συσκευασία τροφής δηλαδή γλυκόζης
- Με την αναπνοή, οι οργανισμοί διασπούν τις σύνθετες ουσίες (όπως τροφή-γλυκόζη) σε απλούστερες και ελευθερώνουν την απαραίτητη ..... για τον οργανισμό
- Τα φυτά ονομάζονται .....οργανισμοί ή .....διότι παράγουν μόνα τους την τροφή τους
- Όλοι οι οργανισμοί εξαρτώνται από τα ..... και τον ήλιο ως προς την τροφή, την ενέργεια και το οξυγόνο
- Εάν οι ..... εξαφανιστούν, τότε η γη μας θα μετατραπεί σε ένα τεράστιο χώρο πτωμάτων - σε ένα απέραντο σκουπιδότοπο.
- Ο σύγχρονος άνθρωπος παρεμβαίνει στη φωτοσύνθεση καταστρέφοντας τα .....

**β.** Επιστρέψτε στις απαντήσεις που δώσατε κατά την πραγματοποίηση των προηγούμενων δραστηριοτήτων (6,7,8,9), ελέγξτε και διορθώστε τις απαντήσεις σας.  
(Εργαστείτε ατομικά)

### **Οδηγίες για τον εκπαιδευτικό Φωτοσύνθεση (Α' Γυμνασίου)**

Διευκρινίζεται ότι το προτεινόμενο σενάριο είναι ενδεικτικό και ο εκπαιδευτικός επιλέγει και πραγματοποιεί εκείνες τις δραστηριότητες που οι συνθήκες της τάξης και του σχολείου επιτρέπουν. Παρακάτω δίνονται κάποιες διευκρινίσεις σχετικές με τον τρόπο εργασίας των μαθητών (ομαδική εργασία ή ατομική και εργασία στην τάξη), προτείνονται εναλλακτικές δραστηριότητες και διδακτικές ενέργειες και δίνονται κάποιες επεξηγήσεις.

Δραστηριότητα 1 (Εργασία στην τάξη)

Δραστηριότητα 2 (Εργασία σε ομάδες)

\*(βλ. σελ. 3, εναλλακτική πρόταση για δραστηριότητα 2)

Δραστηριότητα 3 (Εργασία ατομική και στην τάξη)

Δραστηριότητα 4 (Εργασία στην τάξη και ατομική)

Δραστηριότητα 5 (Εργασία στην τάξη και ατομική)

**Ολοκλήρωση 1<sup>ης</sup> διδακτικής ώρας**

### **Δεύτερη (2<sup>η</sup>) διδακτική ώρα**

Δραστηριότητα 6 (Εργασία στην τάξη)

Κατά την πραγματοποίηση της δραστηριότητας αυτής προηγείται συζήτηση στην τάξη με στόχο να αποσαφηνιστούν και επεξηγηθούν βασικά σημεία που τεκμηριώνουν ότι «η φωτοσύνθεση και η αναπνοή μπορούν να θεωρηθούν συμπληρωματικές ή και αντίθετες λειτουργίες». Η παρούσα δραστηριότητα κρίνεται ως ιδιαίτερα σημαντική διότι συμβάλει στο να διασυνδεθούν οι δύο βασικές λειτουργίες της ζωής «φωτοσύνθεση- αναπνοή» οι οποίες συνήθως προσεγγίζονται ξεκομμένα. Η ξεχωριστή θεώρηση των δύο λειτουργιών δεν επιτρέπει να συσχετιστούν έννοιες όπως τροφή, θρέψη, ανάπτυξη οργανισμού, ενέργεια του ήλιου και ενέργεια του οργανισμού ή ουσίες που λαμβάνουν μέρος στις δύο λειτουργίες καθώς και να αναδειχτούν σχέσεις μεταξύ διαφόρων οργανισμών κ.ά. Συνεπώς ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι κεντρικός και καθοριστικός.

Δραστηριότητα 7 (Εργασία σε ομάδες)

7. β.

Επεξήγηση προς τους μαθητές

Το σχήμα 5 «Τροφικές σχέσεις» μας δείχνει με απλουστευμένο τρόπο τροφικές σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των οργανισμών «ποιος τρώει ποιόν;». Τα γκρίζα βέλη ξεκινούν από τον οργανισμό που τρώγεται και καταλήγουν σε αυτόν που τα τρώει. Τα διαφανή βέλη ξεκινούν από τους οργανισμούς που πεθαίνουν (φυτό και ζώο) και καταλήγουν σε αυτούς που τους τρώνε. Τέλος υπάρχει το βέλος που συνδέει αποικοδομητές και φυτά (ξεκινά από τους αποικοδομητές που ελευθερώνουν απλές ουσίες στο έδαφος και καταλήγει στα φυτά που ξαναπαίρνουν αυτές τις απλές ουσίες).

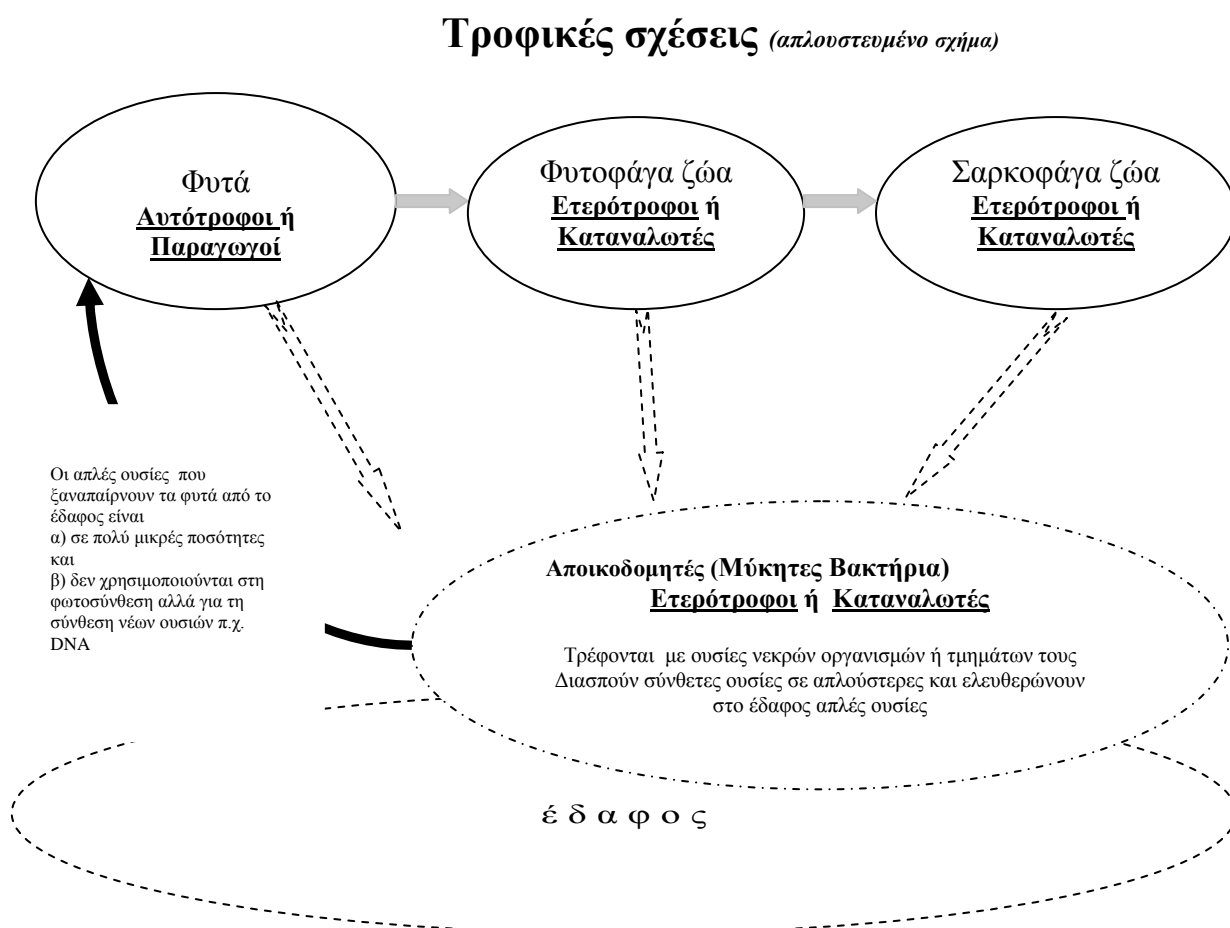
#### Διευκρινίσεις

Οι αποικοδομητές τρέφονται με ουσίες νεκρών οργανισμών ή τμημάτων τους. Διασπούν σύνθετες ουσίες σε απλούστερες και ελευθερώνουν στο έδαφος απλές ουσίες.

Τις απλές ουσίες (διαλυτά άλατα κυρίως του αζώτου και φωσφόρου) που ελευθέρωσαν οι αποικοδομητές στο έδαφος τις ξαναπαίρνουν τα φυτά. Οι ουσίες αυτές που παίρνουν τα φυτά από το έδαφος, είναι

- α) σε πολύ μικρές ποσότητες και
- β) δεν χρησιμοποιούνται στη φωτοσύνθεση αλλά για τη σύνθεση νέων ουσιών π.χ. DNA και πρωτεϊνών.

Σχήμα 5: «Τροφικές σχέσεις»



7γ. Πως θα ήταν η γη μας χωρίς τους αποικοδομητές;

#### Εναλλακτικές Προτάσεις - Οδηγίες

- α) Ένα δραματικό - εφιαλτικό σενάριο



Κατά την επεξεργασία της ερώτησης αυτής, προτείνεται ο εκπαιδευτικός από το σχήμα 5, να αφαιρέσει ή να κρύψει το πλαίσιο που αναφέρεται στους αποικοδομητές και να υποβάλει το ερώτημα «τι θα συμβεί εάν φύγουν/εκλείψουν οι αποικοδομητές;»

β) Επίσης κατά την επεξεργασία της ερώτησης αυτής, ο εκπαιδευτικός θα μπορούσε να υποβάλει την παρακάτω

**Ερώτηση:** Ο ήλιος τροφοδοτεί τον πλανήτη συνεχώς με ενέργεια. Από πού, ποιος τροφοδοτεί τη γη με νέα ύλη, νέα θρεπτικά στοιχεία; Δεν εξαντλούνται ποτέ αυτά;

**Απάντηση:** Από πουθενά δεν έρχεται νέα ύλη στον πλανήτη/δεν προστίθεται ύλη, η ύλη ανακυκλώνεται με τη βοήθεια των αποικοδομητών

Δραστηριότητα 8 & 9 (Εργασία σε ομάδες)

Δραστηριότητα 10 (Εργασία στην τάξη και ατομική)

**Εναλλακτικές προτάσεις**




**Εναλλακτική πρόταση για δραστηριότητα 2**

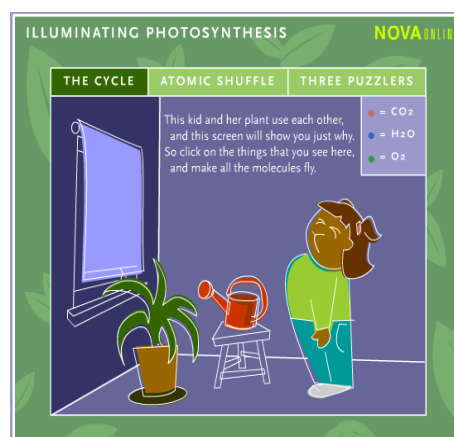
(Αντί της δραστηριότητας 2 θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί η παρακάτω δραστηριότητα)

Από το υλικό «Ενέργεια», ΠΛΕΙΑΔΕΣ/ Νηρηίδες, Γ' ΚΠΣ, ΕΑ.ΙΤΥ / Υπ.Ε.Π.Θ.

Αν επισκεφθείτε την ιστοσελίδα που αναφέρετε παρακάτω <http://www.pbs.org/wgbh/nova/methuselah/photosynthesis.html#> θα εντοπίσετε το διπλανό σύνδεσμο. Ενεργοποιήστε τον και μεταφερθείτε σε μια σχεδιοκίνηση.



Επιλέξτε “THE CYCLE” οπότε θα βρεθείτε σε ένα περιβάλλον ίδιο με αυτό που βλέπετε στη διπλανή εικόνα. Θα παρατηρήσετε σε αυτή ότι υπάρχει: ένα παιδί, ένα φυτό, το παντζούρι και ένα ποτιστήρι που περιέχει μέσα νερό ( $H_2O$ ). Έχετε την δυνατότητα να ενεργοποιήσετε με αριστερό κλικ, το παιδί, το παντζούρι και το ποτιστήρι. Εντοπίστε επίσης στο περιβάλλον που βρίσκεστε έναν πίνακα που συμβολίζει με  το νερό- $H_2O$ , με  το διοξείδιο του άνθρακα- $CO_2$  και με  το οξυγόνο- $O_2$ . Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα



ενέργεια	παρατήρηση
«Κλίκ» στο παιδί	Το παιδί εκπνέει .....
«Κλίκ» στο ποτιστήρι	Το φυτό ποτίζεται, το νερό μεταφέρεται στα Φ.....
«Κλίκ» στο παντζούρι	Το ..... του ήλιου λούζει τα φύλλα του φυτού

Το παντζούρι είναι ανοιχτό, το φυτό είναι ποτισμένο. Συμπληρώστε τις παρακάτω προτάσεις:

A) το παιδί αναπνέει, εισπνέει ..... και εκπνέει .....

B) Το οξυγόνο παράγεται από τα ..... του φυτού.

Γ) Αν κλείσουμε το παντζούρι δεν ..... οξυγόνο

Δ) το παιδί βρίσκει το ..... που είναι απαραίτητο για την αναπνοή του και τη διατήρησή του στη ζωή από τα ..... μόνο αν αυτά τα «βλέπει» ο ..... και το φυτό είναι .....

E) Για την παραγωγή του οξυγόνου τα φύλλα του φυτού χρησιμοποίησαν:

i)..... ii).....

iii).....