

1. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΦΟΙΤΗΤΕΣ
ΤΟΥ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΑΘΗΝΩΝ: ΜΙΑ ΠΡΩΤΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ

Μανδρίκας Αχιλλέας, Κυριακού Κυριάκος, Ταμπάκης Κων/νος,
Ψωμιάδης Πλούταρχος και Σκορδούλης Κων/νος

Εργαστήριο Διδακτικής & Επιστημολογίας Φυσικών Επιστημών και
Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Πανεπιστήμιο Αθηνών
Ναυαρίνου 13^Α 10680 Αθήνα, τηλ. 2103688031, fax 2103688034,
e-mail: amandrik@otenet.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση και μια πρώτη αποτίμηση της λειτουργίας του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικών Επιστημών, που απευθύνεται στους υποψηφίους δασκάλους-τριτοετείς φοιτητές του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών και το οποίο συνοδεύει το υποχρεωτικό μάθημα των Περιβαλλοντικών Επιστημών από το Φεβρουάριο του 2005.

Το εργαστήριο αποτελείται από τέσσερις θεματικές ενότητες: α) ανανεώσιμες πηγές ενέργειας β) ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας, γ) μεταφορά θερμότητας-οικολογικό σπίτι δ) ρύπανση υδάτων. Πραγματοποιείται με βάση τη στρατηγική της δομημένης ανακάλυψης και με την τεχνολογία που προτείνεται από την πρακτική του Microcomputer Based Laboratory (MBL). Η αποτίμηση των πρώτων αποτελεσμάτων παρουσιάζεται μέσα από τη μελέτη των φύλλων αξιολόγησης που συμπλήρωσαν οι φοιτητές κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί που ασχολούνται σήμερα με την περιβαλλοντική εκπαίδευση σε όλες τις εκπαιδευτικές βαθμίδες δεν είχαν την ευκαιρία να γνωρίσουν το αντικείμενο κατά τη διάρκεια των ακαδημαϊκών σπουδών τους (Φύκαρης 1998, Περάκη 1993). Η ενασχόλησή τους πηγάζει κυρίως από προσωπική ευαισθητοποίηση και ενδιαφέρον για περιβαλλοντικά ζητήματα, τα οποία συχνά προσκρούουν σε γραφειοκρατικές αγκυλώσεις, σε αναχρονιστικές πρακτικές και στην έλλειψη ευελιξίας του εκπαιδευτικού μας συστήματος (Αθανασάκης 2004, σελ. 31-32). Από τη θεσμική εισαγωγή της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στα σχολεία με το ν. 1892/1990 έχουν γίνει πολλά και σημαντικά βήματα προόδου: ίδρυση των Κέντρων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης, ορισμός Υπευθύνων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης ανά Διεύθυνση Εκπαίδευσης, παραγωγή πληθώρας εκπαιδευτικού υλικού, επιμόρφωση εκπαιδευτικών (Παπαδημητρίου 1998).

Παρόλα αυτά, εξακολουθούσε να διαφαίνεται ότι η απόκτηση στέρεων γνώσεων για το επιστημονικό μέρος των περιβαλλοντικών θεμάτων κατά την αρχική επαγγελματική κατάρτιση των εκπαιδευτικών είναι σημαντική και αναντικατάστατη (Κατσίκης 1999, Καλαϊτζίδης-Ουζούνης 2000). Άλλωστε η απόκτηση επιστημονικών γνώσεων, η απόκτηση κατάλληλων μεθοδολογικών εφοδίων και η γνώση του ιστορικού και φιλοσοφικού πλαισίου της Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης θεωρούνταν απαραίτητα εφόδια για κάθε σχετικό επιμορφωτικό πρόγραμμα (UNESCO 1985).

Με αυτό το σκεπτικό από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 εισήχθησαν μαθήματα περιβαλλοντικών επιστημών και περιβαλλοντικής εκπαίδευσης σε όλα τα Παιδαγωγικά Τμήματα των Πανεπιστημίων της χώρας (Φλογαίτη 1998) και σε πολλά άλλα «παραγωγικά» τμήματα εκπαιδευτικών της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Φύκαρης 1998, Σκορδούλης-Σωτηράκου 2005). Ωστόσο, έρευνες σχετικά με τις ιδέες των μαθητών, των δασκάλων και των μελλοντικών δασκάλων σε διάφορα περιβαλλοντικά θέματα (Papadimitriou 1995, Christidou-Koulaidis 1996, Paraskevoopoulos-Padeliadu-Zafiropoulos 1998, Koulaidis-Christidou 1999, Boyes-Stanisstreet-Spiliotopoulou/Papantoniou 1999, Spiropoulou-Kostopoulos-Jacovides 1999) καταδεικνύουν την ανάγκη να συνεχιστεί και να διευρυνθεί η μελέτη των περιβαλλοντικών θεμάτων, τόσο στα προγράμματα αρχικής επαγγελματικής κατάρτισης, όσο και στα προγράμματα επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών, ακόμα και σε αυτά της ανοικτής εκπαίδευσης (Νικολάου, 2005). Πιο σύγχρονες έρευνες εξακολουθούν να διαπιστώνουν προβλήματα στον τρόπο με τον οποίο οι εκπαιδευτικοί αντιλαμβάνονται συγκεκριμένα περιβαλλοντικά προβλήματα και διαμορφώνουν προσωπικές θεωρίες (Flogaitis-Agelidou 2003, Δασκολιά 2004, Papadimitriou 2004, Chatzifotiou 2005, Daskolia-Flogaitis-Papageorgiou 2006).

ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Με βάση το παραπάνω σκεπτικό, οι υποψήφιοι δάσκαλοι που φοιτούν στο ΠΤΔΕ Αθηνών, διδάσκονται ως υποχρεωτικό το μάθημα των Περιβαλλοντικών Επιστημών από το 2002, ενώ από το Φεβρουάριο του 2005 το μάθημα συνοδεύεται και από εργαστήριο.

Η εκπαίδευση των εκπαιδευτών σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον δεν είναι δυνατό να μην περιλαμβάνει τις απαραίτητες επιστημονικές και τεχνολογικές γνώσεις, που επιτρέπουν την πλήρη κατανόηση των αιτιών που δημιουργούν το περιβαλλοντικό πρόβλημα αλλά και την αξιολόγηση των προτεινόμενων λύσεων (Σκορδούλης-Σωτηράκου 2005). Τα περιβαλλοντικά φαινόμενα θεωρούνται πολύπλοκα και πολυσύνθετα και απαιτούν γνώσεις από διαφορετικούς κλάδους της επιστήμης, ενώ η πειραματική τους προσέγγιση θεωρείται ιδιαίτερα δύσκολη. Για το λόγο αυτό κοινός διδακτικός στόχος όλων των ασκήσεων είναι οι υποψήφιοι δάσκαλοι να αποκτήσουν εργαστηριακές δεξιότητες στη διεκπεραίωση περιβαλλοντικών πειραμάτων σε σχολικό περιβάλλον.

Οι μελλοντικοί εκπαιδευτικοί πρέπει να είναι κοινωνικά ενεργοί πολίτες, όχι μόνο περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένοι αλλά ταυτόχρονα επιστημονικά και τεχνολογικά εγγράμματοι. Έμφαση δίνεται στην κατανόηση των επιστημονικών εννοιών που υπεισέρχονται στα διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα και για το λόγο αυτό η κάθε εργαστηριακή άσκηση έχει

συγκεκριμένους γνωστικούς στόχους, οι οποίοι εκπληρώνονται μέσα από την πειραματική διαδικασία. Οι στόχοι αυτοί είναι οι εξής:

- A. Για την ενότητα: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
 - Γνωριμία με τις ανανεώσιμες μορφές και πηγές ενέργειας
 - Ενημέρωση για τις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών στοιχείων και των κυψελίδων υδρογόνου
- B. Για την ενότητα: ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας,
 - Γνωριμία με τους ατμοσφαιρικούς ρύπους και τις πηγές τους
 - Κατανόηση της επίδρασης του διοξειδίου του άνθρακα στη μεταβολή της θερμοκρασίας
 - Κατανόηση της επίδρασης των μετεωρολογικών παραμέτρων στη συγκέντρωση ατμοσφαιρικών ρύπων
- Γ. Για την ενότητα: μεταφορά θερμότητας-οικολογικό σπίτι
 - Κατανόηση της επίδρασης του υλικού κατασκευής και του χρώματος στην εκπομπή και απορρόφηση ακτινοβολίας
 - Γνωριμία με τους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα σπίτι
- Δ. Για την ενότητα: ρύπανση υδάτων
 - Κατανόηση του φαινομένου του ευτροφισμού
 - Κατανόηση της θερμικής ρύπανσης

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η στρατηγική με βάση την οποία υλοποιούνται οι εργαστηριακές ασκήσεις και δραστηριότητες είναι σε γενικές γραμμές η δομημένη ανακάλυψη (structured inquiry) σε περιβάλλον συνεργατικής μάθησης (Βλ. Μασσαγγούρας 1998, Bonnstetter 1998, Minstrell-Van Zee 2000).

Θεωρητικός των διερευνητικών προσεγγίσεων υπήρξε ο Dewey, ο οποίος όρισε τη μάθηση ως διαδικασία ενεργητικής διερεύνησης προβληματικών καταστάσεων (Βλ. Dewey 1910, 1929, 1963). Τις θέσεις του καθιέρωσε και εξειδίκευσε αργότερα ο Bruner ως ανακαλυπτική μέθοδο (Βλ. Bruner 1956, 1957, 1996). Βασικό στοιχείο της διερευνητικής στρατηγικής είναι η ύπαρξη προβλήματος και ειδικά στην περίπτωσή μας περιβαλλοντικού προβλήματος, στο οποίο εμπλέκονται επιστημονικές, οικονομικές και κοινωνικές παράμετροι. Υιοθετήσαμε, λοιπόν, τη διερευνητική στρατηγική γιατί ταιριάζει περισσότερο με τους σκοπούς, το περιεχόμενο και τη διαδικασία της διδασκαλίας των περιβαλλοντικών επιστημών. Σε ό,τι αφορά τους σκοπούς, οι διερευνητικές προσεγγίσεις επιδιώκουν να καταστήσουν τους μαθητές ικανούς να αντιμετωπίζουν αυτόνομα τις προβληματικές καταστάσεις. Σε ό,τι αφορά το περιεχόμενο, επιχειρούν να οδηγήσουν τους μαθητές στο επίπεδο της λειτουργικής κατανόησης των γνώσεων που διδάσκονται. Και σε ό,τι αφορά τη διαδικασία, εξοικειώνουν τους μαθητές με την αβεβαιότητα, την αμφιβολία και τις συγκρούσεις σε προβληματικές καταστάσεις, που λύνονται με διαδικασίες συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων (Μασσαγγούρας 1998, σελ. 484).

Η στρατηγική της διερευνητικής μάθησης περιγράφεται συνήθως με τέσσερις μορφές: τη δομημένη (structured), την κατευθυνόμενη (guided), την ανοικτή (open) ή τον κύκλο μάθησης (learning cycle). Εμείς επιλέξαμε την πρώτη, κατά την οποία το πρόβλημα, η διαδικασία και τα υλικά παρέχονται από τον εκπαιδευτικό, ο οποίος όμως δεν πληροφορεί τους εκπαιδευόμενους για τα αναμενόμενα αποτελέσματα. (Bonnstetter 1998). Οι μαθητές ανακαλύπτουν

τις σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων, συλλέγουν δεδομένα, διατυπώνουν τα δικά τους συμπεράσματα από τα εργαστηριακά δεδομένα και τα γενικεύουν. Πολλές φορές οι οδηγίες μοιάζουν με «συνταγές μαγειρικής», όμως εξοικονομούν χρόνο για συζήτηση και επικεντρώνουν στους στόχους. (Colburn 2000).

Όσο για το ρόλο του εκπαιδευτικού στην εκπαιδευτική διαδικασία, αυτός είναι κυρίως να υποστηρίζει και να ενθαρρύνει τους μαθητές στη διερεύνηση. Αυτό γίνεται επιτυχώς θέτοντας ανοικτού τύπου ερωτήσεις, αναμένοντας κάποιο χρόνο μετά την ερώτηση, επαναλαμβάνοντας φράσεις των μαθητών χωρίς κριτική διάθεση, αποφεύγοντας να πει στους μαθητές τι ακριβώς να κάνουν και διατηρώντας μια πειθαρχημένη τάξη (Colburn 2000).

Γενικότερα η καθοδηγούμενη διερεύνηση προσφέρεται ιδιαίτερα για έρευνες περιγραφής και εξήγησης του τρόπου λειτουργίας των πραγμάτων και για επίλυση προβλημάτων που επιδέχονται μια ορθή απάντηση. Η συστηματική παρατήρηση, η διατύπωση υποθέσεων, ο πειραματισμός, η συλλογή, οργάνωση & επεξεργασία δεδομένων, η συσχέτιση παραγόντων, η διατύπωση συμπερασμάτων αποτελούν σταθερά βήματα της διερευνητικής μεθόδου (Ματσαγγούρας 1998, σελ. 483-498), αλλά η γενίκευση των συμπερασμάτων αποκτά στην περίπτωση μας μια περιβαλλοντική χροιά, η οποία αφορά σε εφαρμογές και συμπεριφορές της καθημερινής ζωής σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο. Η διερευνητική στρατηγική αναβαθμίζει ιδιαίτερα τη σχέση του μαθητή με το διδακτικό αντικείμενο, καθώς του δίνει τη δυνατότητα να ανακαλύψει κάτι που είναι καινούργιο για αυτόν και τους συμμαθητές του (Χρυσάφιδης 1994), όπως στην προκειμένη περίπτωση το σαφές επιστημονικό υπόβαθρο των περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τέλος, επιλέξαμε τη δομημένη και όχι την ελεύθερη διερεύνηση (Βλ. Κουσελίνη-Θεοφιλίδης 1998), επειδή εξασφαλίζει οικονομία χρόνου και τη βεβαιότητα ότι θα διδαχτούν οι γενικεύσεις που απαιτούνται για να γίνει κατανοητή η συνθετότητα των περιβαλλοντικών θεμάτων.

Για να δηλωθούν οι στρατηγικές διερευνητικής διδασκαλίας έχει χρησιμοποιηθεί πληθώρα όρων: διερεύνηση (inquiry), ανακάλυψη (discovery), στοχαστική διδασκαλία (reflective teaching), ευρετική (heuristics), λύση προβλημάτων (problem solving) κλπ. Οι όροι αυτοί δεν είναι συνώνυμοι. Ο όρος διερεύνηση θεωρείται ευρύτερος και οι υπόλοιποι εξειδικευμένες μορφές διερεύνησης. Ο όρος «ανακάλυψη» αναφέρεται σε διδακτικές μεθόδους που οδηγούν σε καθορισμένα εκ των προτέρων αποτελέσματα (Ματσαγγούρας 1998, σελ. 484). Επειδή, μέσω των εργαστηριακών ασκήσεων επιδιώκουμε την πληρέστερη κατανόηση των φυσικών, χημικών και βιολογικών αιτιών και συνεπειών των περιβαλλοντικών προβλημάτων, που είναι πάντοτε πολύ συγκεκριμένα, θεωρούμε ότι η δομημένη ανακάλυψη είναι η ενδεδειγμένη για την περίπτωση μας μεθοδολογία.

Ωστόσο, έχουμε προχωρήσει και σε μια πρόσθετη μεθοδολογική επιλογή, υιοθετώντας την εργασία σε ομάδες. Η δομημένη και η καθοδηγούμενη διερεύνηση έχουν δεχτεί κριτική, κυρίως για τον περιορισμό της πρωτοβουλίας των μαθητών. Η ομαδοσυνεργατική μάθηση μειώνει τα αρνητικά της καθοδήγησης, που προέρχεται είτε από τους εκπαιδευτές είτε από τις οδηγίες του φύλλου εργασίας, καθώς εμπλέκει τους εκπαιδευόμενους σε συνεργατικές διαδικασίες μάθησης (ανταλλαγή απόψεων, διατύπωση υποθέσεων, καταμερισμός εργασίας κλπ). Επίσης, αναπτύσσει πλήθος κοινωνικών δεξιοτήτων (ικανότητα επικοινωνίας, ικανότητα

επιχειρηματολογίας, επίλυση συγκρούσεων, εναλλαγή ρόλων κλπ) και συμβάλλει στην καλλιέργεια της κριτικής σκέψης, γεγονός πολύ σημαντικό στη μελέτη των κοινωνικών παραμέτρων των περιβαλλοντικών προβλημάτων (Βλ. Κανάκης 1987, Ματσαγγούρας 1987, Bertrand 1994, Χρυσαιφίδης 1994, Ματσαγγούρας 2000, Κόκκοτας 2003). Όσο για το μέγεθος των ομάδων συνιστάται να κυμαίνεται μεταξύ 2 και 5 ατόμων (Τσαπαρλής 1991, Μαυρικάκη 2004).

Επιπρόσθετα, οι δραστηριότητες πραγματοποιούνται με τη χρήση νέων τεχνολογιών, όχι μόνο μέσω του ηλεκτρονικού υπολογιστή αλλά και μέσω οργάνων ψηφιακής συλλογής δεδομένων, όπως επιτάσσει το μοντέλο του Microcomputer Based Laboratory (MBL), που χρονολογείται ήδη από τα μέσα της δεκαετίας του 1980 στις ΗΠΑ και έχει κατά κύριο λόγο συνδεθεί με τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Σε αυτό το μοντέλο διδασκαλίας οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες και κάθε ομάδα διαθέτει το δικό της υπολογιστή, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τους κατάλληλους αισθητήρες. Οι συσκευές αυτές έχουν τη δυνατότητα να πραγματοποιούν όχι μόνο αυτόματη λήψη μετρήσεων φυσικών μεγεθών σε “πραγματικό χρόνο” αλλά και την παρουσίαση & επεξεργασία τους μέσω γραφικών παραστάσεων. Σύμφωνα με την πρακτική του MBL, οι διαλέξεις και το εργαστήριο θεωρούνται ενοποιημένα και η βαρύτητα δεν δίνεται στην απομνημόνευση των διαφόρων θεωριών και στην επίλυση κλασικών προβλημάτων φυσικής αλλά στην ανάπτυξη διαφορετικών δεξιοτήτων, όπως είναι η παρατήρηση, η διατύπωση προβλέψεων και η ικανότητα αιτιολόγησης (Laws-Pfister 2002, Laws 2004). Το MBL έχει προταθεί για χρήση και στη διδασκαλία των περιβαλλοντικών επιστημών (Browne-Laws 2003) και μάλιστα με επιτυχία. Ερευνητικά δεδομένα αποδεικνύουν τα πλεονεκτήματά του, που σχετίζονται με τη χρήση γραφικών παραστάσεων (Ainley-Nardi-Pratt 2000, Brasell 1987, Mokros-Tinker 1987, Linn-Layman-Nachmias 1987, Dunham-Osborne 1991), γενικότερα διδακτικά οφέλη (Nachmias-Linn 1987, Stein 1987, Woerner 1987, Laws 2002) και τεχνικής φύσης πλεονεκτήματα (Browne-Laws 2003, McDermott-Rosenquist-Van Zee 1987). Η υιοθέτησή του εισάγει στοιχεία των σύγχρονων τεχνολογιών, εξοικειώνει με την επιστημονική ερευνητική διαδικασία, παρέχει παρακολούθηση πειραμάτων σε οποιαδήποτε χρονική κλίμακα, προσφέρει ταχύτητα και ακρίβεια μετρήσεων και αυξάνει το ενδιαφέρον των εκπαιδευομένων.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Οι φοιτητές/τριες του ΠΤΔΕ Αθηνών παρακολουθούν τα μαθήματα θετικών επιστημών στο τρίτο έτος σπουδών παράλληλα με τα εργαστήρια (φυσικής και περιβαλλοντικών επιστημών). Το εργαστήριο περιβαλλοντικών επιστημών κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006 περιείχε τέσσερις θεματικές ενότητες: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας, μεταφορά θερμότητας-οικολογικό σπίτι και ρύπανση υδάτων. Οι φοιτητές εργάζονταν σε ομάδες των τριών ατόμων και διεκπεραίωναν τις τέσσερις εργαστηριακές ασκήσεις κυκλικά κατά τη διάρκεια δυο δώρων. Τα δυο δώρα αυτά γίνονταν σε δυο διαδοχικές εβδομάδες, με αποτέλεσμα κάθε ομάδα να κάνει δύο ασκήσεις το ένα δώρο και τις υπόλοιπες δύο την επόμενη φορά. Σε κάθε άσκηση αναλογούσε ένας

επιμορφωτής, ο οποίος υποδεχόταν κάθε ομάδα σε συγκεκριμένο εργαστηριακό πάγκο, όπου παρέχονταν τα απαραίτητα όργανα και υλικά για τη συγκεκριμένη άσκηση.

Στην αρχή κάθε τετράωρου κύκλου μοιραζόταν ερωτηματολόγιο, το οποίο αποσκοπούσε στην ανίχνευση των ιδεών των φοιτητών και φοιτητριών στα θέματα που θίγονταν στο εργαστήριο. Πριν από την εκτέλεση της άσκησης, αφιερωνόταν ένα μικρό χρονικό διάστημα, συνήθως δέκα λεπτά, σε θεωρητική συζήτηση-προσανατολισμό. Η εργαστηριακή άσκηση ήταν δομημένη με βάση τη θεωρία της διδακτικής, καθοδηγούμενη με βάση το ρόλο του εκπαιδευτικού και διερευνητική/ανακαλυπτική με βάση το ρόλο των φοιτητών. Οι φοιτητές ακολουθώντας τις οδηγίες του φύλλου εργασίας, πραγματοποιούσαν πειραματικές δραστηριότητες και διατύπωναν συμπεράσματα, με βάση τα οποία συζητούσαν για τις ατομικές και κοινωνικές ευθύνες στη δημιουργία κάθε περιβαλλοντικού προβλήματος. Στο τέλος κάθε τετράωρου, δινόταν ένα συνολικό φύλλο αξιολόγησης, το οποίο συμπληρωνόταν ατομικά από κάθε φοιτητή/τρια στο χώρο του εργαστηρίου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

Οι εργαστηριακές ασκήσεις-δραστηριότητες που αποτέλεσαν το περιεχόμενο της κάθε θεματικής ενότητας ήταν οι εξής:

A. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

- εξοικείωση με τα φωτοβολταϊκά στοιχεία
- μέτρηση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών στοιχείων ανάλογα με την απόσταση και τη γωνία κλίσης από την φωτεινή πηγή
- δημιουργία γραφικών παραστάσεων
- σύγκριση των προβλέψεων των φοιτητών με τις μετρήσεις
- συζήτηση για τις εφαρμογές των φωτοβολταϊκών στην καθημερινή χρήση
- περιγραφή-γνωριμία με την κυψελίδα υδρογόνου
- μελέτη της ηλεκτρόλυσης με τη βοήθεια της κυψελίδας υδρογόνου
- γνωριμία με το αυτοκίνητο υδρογόνου
- η κυψελίδα ως πηγή ενέργειας του αυτοκινήτου
- σύγκριση της απόδοσης της κυψελίδας με άλλες πηγές ενέργειας
- συζήτηση για τα οφέλη και τις δυσκολίες από τη γενικευμένη χρήση των κυψελίδων υδρογόνου
- χρήση λογισμικού για τη μελέτη των ανανεώσιμων μορφών και πηγών ενέργειας

B. ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας

- ανίχνευση του όζοντος (O_3) ως ρύπου στην ατμόσφαιρα
- εύρεση διαγραμμάτων υπεριώδους ακτινοβολίας στο διαδίκτυο – διάκριση του τροποσφαιρικού από το στρατοσφαιρικό όζον
- μέτρηση διοξειδίου του άνθρακα (CO_2)
- πείραμα για τη μελέτη της επίδρασης του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) στη θερμοκρασία

- χρήση λογισμικού για την παρατήρηση του τρόπου σχηματισμού του φαινομένου του θερμοκηπίου και των παραγόντων που το ενισχύουν
- καταγραφή μετεωρολογικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υγρασία, κατεύθυνση & ταχύτητα ανέμου, ατμοσφαιρική πίεση)
- αναζήτηση ημερήσιου δελτίου τιμών ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο διαδίκτυο – καταγραφή και συγκρίσεις
- αναζήτηση στο διαδίκτυο και μελέτη διαγραμμάτων ατμοσφαιρικών ρύπων – ο ρόλος των πηγών και των πολιτών
- μελέτη «τριαντάφυλλων» ρύπανσης – ο ρόλος της τοπογραφίας
- μετρήσεις θορύβου (ηχορύπανσης)

Γ. μεταφορά θερμότητας-οικολογικό σπίτι

- μέτρηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας διαφόρων υλικών
- μαθηματικοί υπολογισμοί και εξαγωγή συμπερασμάτων
- μέτρηση θερμοκρασίας εντός και εκτός ενός ομοιώματος σπιτιού
- συζήτηση για τη λειτουργία των θερμοκηπίων
- μετρήσεις για τη μελέτη της επίδρασης του χρώματος και του είδους των υλικών κατασκευής ενός σπιτιού στη θερμοκρασία του
- μελέτη κειμένου και συζήτηση για την εξοικονόμηση ενέργειας στα σπίτια (βιοκλιματική αρχιτεκτονική)

Δ. ρύπανση υδάτων

- πείραμα για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό
- μελέτη γραφικών παραστάσεων
- διατύπωση συμπερασμάτων για την επίδραση της αύξησης της θερμοκρασίας του νερού στους υδρόβιους οργανισμούς
- μέτρηση φωσφορικών, νιτρικών, νιτρωδών και αμμωνιακών ιόντων σε διαφορετικά δείγματα νερού
- συζήτηση για την προέλευση των παραπάνω ιόντων και σύνδεση της παρουσίας τους με τον ευτροφισμό.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η λειτουργία του εργαστηρίου κατά το εαρινό εξάμηνο του ακαδημαϊκού έτους 2005-2006 με τη μορφή που μόλις περιγράφηκε, αξιολογήθηκε από τις παρατηρήσεις των εκπαιδευτών, από τις παρατηρήσεις του υπεύθυνου καθηγητή και από τη μελέτη των φύλλων αξιολόγησης των φοιτητών.

Τα 93 φύλλα αξιολόγησης παρέχουν την πιο αξιόπιστη ένδειξη για την επίτευξη ή μη τουλάχιστον των γνωστικών στόχων του εργαστηρίου. Παραθέτουμε τα σημαντικότερα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επεξεργασία τους, υπενθυμίζοντας ότι για την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων λήφθηκαν υπόψη και στοιχεία που προέκυψαν από ανοικτό ερωτηματολόγιο ανίχνευσης των προϋπαρχουσών γνώσεων των φοιτητών στα αντίστοιχα θέματα, που δόθηκε προ της διδασκαλίας στο εργαστήριο. Τα τελευταία δεν παρουσιάζονται ολοκληρωμένα, καθώς δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα φύλλα αξιολόγησης, ενώ η παρουσίαση τους απαιτεί ειδικές τεχνικές και περισσότερο χρόνο.

A. ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Πίνακας 1: Κατανομή απαντήσεων για τη θεματική ενότητα: ανανεώσιμες πηγές ενέργειας		
	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
Αριθμός απαντήσεων (N = 558)	344	214
Ποσοστό απαντήσεων	61,65%	38,35%

Στο φύλλο αξιολόγησης περιλαμβάνονταν έξι σχετικές ερωτήσεις: μια πολλαπλής επιλογής, τέσσερις με επιλογή σωστής απάντησης και μια με πίνακα διπλής εισόδου. Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων είναι 3,70 ή 61,65% και θεωρείται από την ερευνητική ομάδα μη ικανοποιητικός. Βέβαια, θα πρέπει να τονιστεί ότι οι φοιτητές δεν είχαν σχεδόν καμιά προηγούμενη γνώση για την κυψελίδα υδρογόνου και ελάχιστες για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία.

B. ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας

Πίνακας 2: Κατανομή απαντήσεων για τη θεματική ενότητα: ατμοσφαιρική ρύπανση – μετεωρολογία		
	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
Αριθμός απαντήσεων (N = 558)	473	85
Ποσοστό απαντήσεων	84,77%	15,23%

Στο φύλλο αξιολόγησης περιλαμβάνονταν έξι σχετικές ερωτήσεις: τέσσερις πολλαπλής επιλογής και δυο με επιλογή σωστής απάντησης. Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων είναι 5,08 ή 84,77% και θεωρείται από την ερευνητική ομάδα πολύ ικανοποιητικός. Από την άλλη μεριά, θα μπορούσε να υποστηριχτεί ότι οι ερωτήσεις αξιολόγησης ήταν εύκολες και δεν περιείχαν ανοικτή ερώτηση.

Γ. μεταφορά θερμότητας-οικολογικό σπίτι

Πίνακας 3: Κατανομή απαντήσεων για τη θεματική ενότητα: μεταφορά θερμότητας – οικολογικό σπίτι		
	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
Αριθμός απαντήσεων (N = 465)	333	132

Ποσοστό απαντήσεων	71,61%	28,39%
--------------------	--------	--------

Στο φύλλο αξιολόγησης περιλαμβάνονταν πέντε σχετικές ερωτήσεις: δυο πολλαπλής επιλογής, δυο με επιλογή σωστής απάντησης και μια ανοικτή. Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων είναι 3,58 ή 71,61% και θεωρείται από την ερευνητική ομάδα ικανοποιητικός, δεδομένων και των περιορισμένων προηγούμενων γνώσεων των φοιτητών.

Δ. ρύπανση υδάτων

Πίνακας 4: Κατανομή απαντήσεων για τη θεματική ενότητα: ρύπανση υδάτων		
	ΣΩΣΤΟ	ΛΑΘΟΣ
Αριθμός απαντήσεων (N = 558)	427	131
Ποσοστό απαντήσεων	76,52%	23,48%

Στο φύλλο αξιολόγησης περιλαμβάνονταν έξι σχετικές ερωτήσεις: πέντε πολλαπλής επιλογής και μια ανοικτή με επιλογή του σωστού διαγράμματος και δικαιολόγηση. Ο μέσος όρος των σωστών απαντήσεων είναι 4,59 ή 76,52% και θεωρείται από την ερευνητική ομάδα ικανοποιητικός, όπως και οι προϋπάρχουσες γνώσεις των φοιτητών με εξαίρεση το θέμα της θερμικής ρύπανσης.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Προκειμένου να καταλήξουμε σε τελικό συμπέρασμα για τη λειτουργία του εργαστηρίου περιβαλλοντικών επιστημών του ΠΤΔΕ θα πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας δυο παραμέτρους. Κατά πρώτον ότι οι φοιτητές που εκπαιδεύτηκαν δεν είχαν καμία προηγούμενη εργαστηριακή εμπειρία και κατά δεύτερον ότι οι πειραματικές ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν ανεξάρτητα από το αντίστοιχο θεωρητικό μάθημα με αποτέλεσμα οι γνώσεις των φοιτητών για τα διάφορα περιβαλλοντικά φαινόμενα (όπως άλλωστε έδειξαν και τα φύλλα ανάδειξης ιδεών) να είναι αρκετά περιορισμένες. Με βάση τα παραπάνω κρίνουμε ότι τα αποτελέσματα των φύλλων αξιολόγησης αποτελούν ενθαρρυντική ένδειξη για την επίτευξη των γνωστικών στόχων του εργαστηρίου περιβαλλοντικών επιστημών.

Επιπλέον, η μορφή των μικρών ομάδων εργασίας των τριών (3) ατόμων ήταν αρκετά αποδοτική καθώς οι φοιτητές εργαζόμενοι ομαδοσυνεργατικά, δεν φοβούνται μην «εκτεθούν» στο σύνολο της τάξης, όμως η χρονική διάρκεια της μιας ώρας για κάθε θεματική ενότητα αποδείχτηκε ότι δεν επαρκεί.

Τέλος, θεωρούμε ότι ο συνολικός χρόνος της εργαστηριακής εξάσκησης (4 ώρες) είναι περιορισμένος για να δώσει στους φοιτητές μια πληρέστερη εικόνα των υπό μελέτη θεμάτων. Για το λόγο αυτό κατά το τρέχον χειμερινό εξάμηνο (ακαδημαϊκό έτος 2006-2007), το εργαστήριο περιβαλλοντικών επιστημών στο ΠΤΔΕ Αθηνών έχει αναπτυχθεί σε επτά (7) συναντήσεις

διάρκειας τριών (3) ωρών η καθεμιά και αναμένεται να αποδώσει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αθανασάκης Α., Κουσουρήs Θ., Κονταράτος Σ. (1998), Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών, ΟΕΔΒ, Αθήνα

Αθανασάκης Α. (2004), Η Περιβαλλοντική Αγωγή σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, Χ. Δαρδανός, Αθήνα

Bertrand Υ., Σύγχρονες εκπαιδευτικές θεωρίες, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 1994

Δασκολιά Μ. (2004), Θεωρία και πράξη στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Οι προσωπικές θεωρίες των εκπαιδευτικών, Μεταίχμιο, Αθήνα

Καλαϊτζίδης Δ., Ουζούνης Κ. (2000), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Θεωρία και Πράξη, Σπανίδη, Ξάνθη

Κανάκης Ι. (1987), Η οργάνωση της διδασκαλίας-μάθησης σε ομάδες εργασίας, Αθήνα

Καραπαναγιώτης Β. (1989), Το σχολικό εργαστήριο των Φυσικών Επιστημών, Γρηγόρη, Αθήνα

Κατσίκης Α. (1999), Η συμβολή της Π.Ε. στη διαμόρφωση του σχολείου του μέλλοντος, Πρακτικά 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, ΠΕΕΚΠΕ, Γλυφάδα, 8-10 Οκτωβρίου 1999, σελ. 101-103

Κόκκοτας Π. (2003), Διδακτική των Φυσικών Επιστημών, Μέρος ΙΙ, Αθήνα

Κουσελίνη Μ., Θεοφιλίδης Χ. (1998), Διερεύνηση και Συνεργασία, Γρηγόρη, Αθήνα

Ματσαγγούρας Ηλ. (1987), Ομαδοκεντρική διδασκαλία και μάθηση, Γρηγόρη

Ματσαγγούρας Ηλ. (1998), Στρατηγικές Διδασκαλίας – Η Κριτική Σκέψη στη Διδακτική Πράξη, GUTENBERG, Αθήνα

Ματσαγγούρας Ηλ. (2000), Ομαδοσυνεργατική διδασκαλία και μάθηση, Γρηγόρη, Αθήνα

Μαυρικάκη Ε. (2004), Εργαστηριακές Ασκήσεις – Δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Ευαισθητοποίησης, Τυπωθήτω, Αθήνα

Miller G.T. Jr (1999), Βιώνοντας στο Περιβάλλον Ι – Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών, ΙΩΝ, Αθήνα

Νικολάου Κ. (2005), Ανοικτή Ανώτατη Εκπαίδευση και Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, στο: Γεωργόπουλος Α. Δ. (επιμ.) Περιβαλλοντική Εκπαίδευση – Ο νέος πολιτισμός που αναδύεται, Gutenberg, Αθήνα, σελ. 373-389

Οδηγός του εκπαιδευτικού για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο δημοτικό και το γυμνάσιο (1994), UNESCO/RED-T-POINT, Αθήνα

Παπαδημητρίου Β. (1998), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Σχολείο, Τυπωθήτω, Αθήνα

Περάκη Β. (1993), Η προετοιμασία των αυριανών δασκάλων στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση: Μια εφαρμογή, Σύγχρονη Εκπαίδευση, 68, 62-68

Σκορδούλης Κ., Σωτηράκου Μ. (2005), Περιβάλλον, Επιστήμη και Εκπαίδευση, Leader Books, Αθήνα

Τσαπαρλής Γ. (1991), Θέματα Διδακτικής Φυσικής και Χημείας στη Μέση Εκπαίδευση, Γρηγόρη, Αθήνα

Φλογαΐτη Ε. (1998), Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα

Φύκαρης Ι. (1998), Η Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στην εκπαίδευση εκπαιδευτικών στην Ελλάδα, Θεωρητική και εμπειρική προσέγγιση, Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη

Χρυσοφίδης Κ. (1994), Βιωματική – Επικοινωνιακή Διδασκαλία, Η εισαγωγή της Μεθόδου Project στο σχολείο, Gutenberg, Αθήνα

BIBLIOΓΡΑΦΙΑ ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Ainley J., Nardi E., Pratt D. (2000), The construction of meanings for trend in active graphing, *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, V. 5, n. 2, pp. 85-114

Bonnstetter R. J. (1998), Inquiry: Learning from the Past with an Eye on the Future, *Electronic Journal of Science Education*, V3 N1

Boyes E., Stanisstreet M., Spiliotopoulou-Papantoniou V. (1999), The Ideas of Greek High School Students about the "Ozone Layer", *Science Education*, vol.83, n.6 p. 724-737

Brasell H. (1987), The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity, *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 4, pp.385-395

Browne K. P., Laws P. (2003), Exploring the greenhouse effect through physics-oriented activities, *Physics Education*, 38, 2, 115-122

- Bruner J. (1956), *A Study of Thinking*, J. Wiley, New York
- Bruner J. (1957), *The relevance of education*, New York: W.W. Norton.
- Bruner J. (1996), *The culture of Education*, Harvard University Press
- Chatzifotiou Athanasia (2005), National policy, local awareness: implementing environmental education in the primary schools of northern Greece, *Environmental Education Research*, Volume 11, Number 5, 503 – 523
- Christidou V., Koulaidis V. (1996), Children's models of the ozone layer and depletion, *Research in Science Education*, vol. 26, n. 4, pp. 421-436
- Colburn A. (2000), *An Inquiry Primer*, Science Scope, V. 23, n. 6, pp. 42-44
- Daskolia M., Flogaitis E., Papageorgiou E. (2006), Kindergarten Teachers' Conceptual Framework on the Ozone Layer Depletion. Exploring the Associative Meanings of a Global Environmental Issue, *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 15, n. 2, pp. 168-178
- Dewey J. (1910), *How We Think?* Heath, Boston
- Dewey, J. (1929). *The sources of a science of education*. New York: Liveright.
- Dewey J. (1963), *Experience and Education*, Collier-McMillan, London
- Dunham P. H., Osborne A. (1991), Learning how to see: Students' graphing difficulties, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 13, 4, pp. 35-49
- Flogaitis E., Agelidou E. (2003), Kindergarten teachers' conceptions about nature and the environment, *Environmental Education Research*, Volume 9, Number 4, pp. 461 - 478
- Koulaidis V., Christidou V. (1999), Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications, *Science Education*, 83, 559-576
- Laws P., Pfister H. (2002), *Philosophy, Policies & Procedures*, Physics 131/132, Dickinson College
- Laws P. (2002), Reforming science and mathematics teaching, *Change*, 34-5, 28-35
- Laws P. (2004), Promoting the diffusion of undergraduate science curriculum reform: The activity-based Physics suite as an example, *Proceedings from the symposium: Invention and Impact: Building Excellence in Undergraduate science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education*, AAAS
- Linn M.C., Layman J., Nachmias R. (1987), Cognitive consequences of microcomputer-based laboratories: Graphing skill development, *Contemporary Educational Psychology*, 12, 3, pp. 244-253

Mason N., Hughes P. (2001), Introduction to Environmental Physics – Planet Earth, Life and Climate, Taylor & Francis, London and New York

McDermott L.C., Rosenquist M. L., Van Zee E. H. (1987), Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*. 55-6, pp. 503-513

Minstrell J. , Van Zee E. H. (eds). (2000) Inquiring into Inquiry Learning and teaching in Science. American Association for the Advancement of Science, Washington, DC.

Mokros J., Tinker R. (1987), The impact of MBL on children's ability to interpret graphs, *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 4, 369-383

Nachmias R., Linn M.C. (1987), Evaluations of science laboratory data: The role of computer-presented information, *Journal of Research in Science Teaching*, pp. 24, 5, 491-506

Papadimitriou V. (1995), Professional Development of In-service Primary Teachers in Environmental Education: An Action Research Approach. *Environmental-Education-Research*; v1 n1 p85-97

Papadimitriou V. (2004), Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion, *Journal of Science Education and Technology*, Volume 13, Number 2, pp. 299-307

Paraskevopoulos S., Padeliadu S., Zafiroopoulos K. (1998), Environmental Knowledge of Elementary School Students in Greece, *The Journal of Environmental Education* 29 no3 55-60 Spr '98

Spiropoulou D.; Kostopoulos D.; Jacovides C. P. (1999), Greek Children's Alternative Conceptions on Weather and Climate. *School Science Review*, v81 n294 p55-59 Sep 1999

Stein J.S. (1987), The computer as laboratory partner: Classroom experience gleaned from one year of microcomputer-based laboratory use, *Journal of Educational Technology Systems*, 15, pp. 225-236

UNESCO – UNEP (1985), Environmental Education Module for pre-service training of teachers and supervisors for primary schools, n. 6

Woerner J.J. (1987), The apple microcomputer as a laboratory tool. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 43, pp.434-437