

Ένα "Οριζόντιο" Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών

Δημήτριος Ι. Σωτηρόπουλος, Γεώργιος Θεοφ. Καλκάνης

*Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αθηνών*

sotiropoulosdimitris@gmail.com, kalkanis@primedu.uoa.gr, <http://micro-kosmos.uoa.gr>

Περίληψη. Είναι γνωστό ότι τα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών σε όλα τα Τμήματα Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης στη χώρα μας είναι δομημένα έτσι ώστε να περιλαμβάνουν θεματικές ασκήσεις οι οποίες αφορούν σε επιμέρους ενότητες και θεματικές περιοχές των Φυσικών Επιστημών (π.χ.: θερμοδυναμική, μηχανική, οπτική κτλ). Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται η πρόταση και τα πρώτα αποτελέσματα της διαμορφωτικής αξιολόγησης μιας πρώτης εφαρμογής ενός «Οριζόντιου» Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών για φοιτητές οι οποίοι έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευσή τους. Οι ασκήσεις και οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες σε αυτό το εργαστήριο δεν είναι ενταγμένες σε μια θεματική (όπως είναι διαρθρωμένες σε αντίστοιχα εργαστήρια) αλλά είναι δομημένες έτσι ώστε να μελετούνται έννοιες, μεγέθη ή και φυσικά φαινόμενα (όπως η έννοια της συμμετρίας, του ρυθμού μεταβολής, της κλίμακας της τροχιάς, των μεταμορφώσεων της ενέργειας,...) που (εν)υπάρχουν ή συμμετέχουν (και μελετούνται) σε πολλά και διαφορετικά «κεφάλαια» ή και «ενότητες» της Φυσικής, με κυρίαρχο στόχο την ενοποίηση των ενοτήτων / κεφαλαίων και την κατά το δυνατόν ευρύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων.

Εισαγωγή

Αν αναζητήσει κανείς την παρούσα κατάσταση στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών (όπου υφίστανται τέτοια εργαστήρια) σε τμήματα τριτοβάθμιας εκπαίδευσης (Οδηγός Σπουδών 2006), (Εργαστήριο Φυσικής 1996) κ.α., θα παρατηρήσει πως είναι δομημένα με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να περιλαμβάνουν θεματικές ασκήσεις οι οποίες προέρχονται από επιμέρους ενότητες και θεματικές περιοχές της Φυσικής (π.χ. θερμοδυναμική, μηχανική, οπτική κτλ). Κατ' αυτόν τον τρόπο όμως υπάρχουν φυσικές έννοιες που διδάσκονται ξανά και ξανά ενταγμένες στις διαφορετικές θεματικές και μάλιστα με διαφορετική προσέγγιση σε κάποιες περιπτώσεις. Αυτό συντελεί από την μία στον κατακερματισμό της διδασκαλίας της Φυσικής σε θεματικές περιοχές φαινομενικά ασύνδετες μεταξύ τους και από την άλλη δεν βοηθά στη δημιουργία εκείνων των συνθηκών που συντελούν στην ευρύτερη κατανόηση των εννοιών που μελετούνται.

Σε αυτή την εργασία παρουσιάζονται η πρόταση και τα πρώτα αποτελέσματα από την πρώτη εφαρμογή ενός είδους εκπαιδευτικού εργαστηρίου φυσικών επιστημών που το ονομάσαμε «Οριζόντιο». Η ονομασία του προέρχεται από το γεγονός ότι στις ασκήσεις του γίνεται εργαστηριακή διδασκαλία κάποιων φυσικών εννοιών, μεγεθών ή και φαινομένων που «διατρέχουν οριζόντια» την ύλη της διδασκόμενης στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση Φυσικής. Διερευνήσαμε λοιπόν τον τρόπο δημιουργίας ενός «Οριζόντιου» Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών για φοιτητές που έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευσή τους, με ασκήσεις και εκπαιδευτικές δραστηριότητες που δεν θα είναι ενταγμένες σε μια θεματική (όπως είναι διαρθρωμένες σήμερα) αλλά θα είναι δομημένες έτσι ώστε να μελετούνται έννοιες, φυσικά μεγέθη ή/ και φυσικά φαινόμενα που (εν)υπάρχουν ή συμμετέχουν (και μελετούνται) σε πολλά και διαφορετικά «κεφάλαια» ή «ενότητες» ή «θέματα» της Φυσικής,

με κυρίαρχο στόχο την ενοποίηση των ενοτήτων/ κεφαλαίων και την κατά το δυνατόν ευρύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Τέτοιες έννοιες, φυσικά μεγέθη ή/ και φυσικά φαινόμενα είναι οι μετατροπές (μεταμορφώσεις) της ενέργειας, ο ρυθμός μεταβολής, η τροχιά, η συχνότητα και η περίοδος, η κλίμακα, η συμμετρία, η θερμοκρασία και αρκετές άλλες.

Έχοντας αυτή τη λογική ως οδηγό δημιουργήσαμε στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών σειρά ασκήσεων στα πλαίσια του μαθήματος «Εργαστήριο Φυσικής» για τους φοιτητές του τμήματος που παρακολουθούν το εργαστήριο. Επιλέξαμε τους φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος γιατί προέρχονται από διαφορετικές κατευθύνσεις (Τεχνολογική, Θεωρητική, Θετική) διαθέτουν το γνωστικό υπόβαθρο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και επιπλέον θα κληθούν να διδάξουν κάποια στιγμή Φυσικές Επιστήμες.

Χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο υλικό και λογισμικό που αναπτύχθηκε από τη μια για να υποστηρίξει ικανοποιητικά κι αποτελεσματικά την εκπαιδευτική εργαστηριακή παρέμβαση για αυτό το είδος εργαστηρίου και από την άλλη για να βοηθήσει στην αξιολόγηση της εκπαιδευτικής εργαστηριακής παρέμβασης εν γένει. Έτσι καταλήξαμε σε μια πρώτη εξαγωγή συμπερασμάτων που θα βοηθήσει στη βελτίωση της διαδικασίας και των χρησιμοποιούμενων μέσων κατά τη μεγαλύτερου εύρους εφαρμογή αυτού του είδους εργαστηρίου.

Περιγραφή και Μεθοδολογία

Οι ασκήσεις

Οι φοιτητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δυο-τριών ατόμων και ασκήθηκαν σε πάγκους του εργαστηρίου που περιελάμβαναν κατάλληλες συσκευές για τα πειράματα και ηλεκτρονικούς υπολογιστές (έναν για κάθε άσκηση) σε διασύνδεση σε δίκτυο με τον υπολογιστή του διδάσκοντα. Οι ασκήσεις πραγματοποιήθηκαν σε έξι εβδομάδες με δύο ώρες /εβδομάδα.

Αρχικά και πριν την παρέμβαση δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο στους φοιτητές στο οποίο και γίνονταν κάποιες γενικές ερωτήσεις για κάποιες από τις έννοιες που περιλαμβάνονται στις ασκήσεις, με σκοπό να ελέγξουμε τις πρότερες γνώσεις των φοιτητών.

Στη συνέχεια όλοι οι φοιτητές παρακολουθήσαν ένα πρώτο εισαγωγικό εργαστήριο. Το εισαγωγικό εργαστήριο είναι χωρισμένο σε δύο μέρη: το θεωρητικό και το εργαστηριακό μέρος. Στο θεωρητικό μέρος έγινε αναφορά στις θεματικές περιοχές της Φυσικής, όπως διδάσκονται μέχρι σήμερα με πολλαπλές αναφορές σε έννοιες που πρόκειται να ακολουθήσουν στα επόμενα εργαστήρια /ασκήσεις με τις οποίες και οι φοιτητές θα ασχοληθούν κυκλικά στις πέντε ασκήσεις. Επιπλέον στο ίδιο εισαγωγικό εργαστήριο έγινε εκτενής αναφορά και συζήτηση για τις «αποτυχίες» της κλασικής Φυσικής και της «ανάγκης» ύπαρξης της μετακλασικής Φυσικής. Αν το εργαστήριο πρέπει να ακολουθεί την κυκλική προσέγγιση είναι για την ώρα αντικείμενο μελέτης. Επειδή όμως από τη μία δεν έχουμε στην διάθεσή μας (προς το παρόν) όλα τα υλικά και επειδή από την άλλη οι φοιτητές είναι συνηθισμένοι σε αυτό τον τρόπο εργασίας εφαρμόσαμε τελικά την κυκλική προσέγγιση.

Το εργαστηριακό μέρος του εισαγωγικού εργαστηρίου, αποσκοπούσε μέσα από κάποιες δραστηριότητες να εξοικειώσει τους φοιτητές στην χρήση των λογισμικών υποστήριξης, αισθητήρων, παρακολούθησης τάξης, και διαδικτύου (για το τελευταίο όπου θεωρήθηκε ότι ήταν απαραίτητο) και να εντάξει ομαλά τους φοιτητές στον νέο τρόπο εκπαιδευτικής παρέμβασης, με τον ιδιαίτερο ρόλο του διδάσκοντα, και τον νέο τρόπο συνεργασίας μέσα από ηλεκτρονικές ερωτήσεις και απαντήσεις .

Την επόμενη εβδομάδα οι φοιτητές αφού είχαν μια σχετική προ-ετοιμασία. (pre-lab) που έρευνες έχουν δείξει (Johnstone et al. 1998) ότι μπορεί να βοηθήσει αισθητά στην

εργαστηριακή διαδικασία, ξεκίνησαν τις πέντε (5) εκπαιδευτικές ασκήσεις. Σε κάθε άσκηση οι φοιτητές χρησιμοποιούν το λογισμικό υποστήριξης (Λ.Υ.) και το λογισμικό που συνοδεύει τις κονσόλες, τους αισθητήρες και τους απτήρες. Επίσης χρησιμοποίησαν για την διενέργεια των πειραμάτων τις κατάλληλες πειραματικές συσκευές, τα ενδεδειγμένα όργανα Φυσικής, αρκετά αρχεία ήχου και βίντεο μαζί με σχετικές οπτικοποιήσεις και προσομοιώσεις. Το διαδίκτυο ήταν ο χώρος που μπορούσαν να βρουν επιπλέον πληροφορίες όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο.

Η εκπαιδευτική μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε όλες τις ασκήσεις είναι το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο (Καλκάνης 2002, Σάββας 1996), που περιλαμβάνει πέντε βήματα (α. έναυσμα ενδιαφέροντος, β. διατύπωση υποθέσεων, γ. πειραματισμός, δ. διατύπωση συμπερασμάτων και ε. γενίκευση, εμπέδωση) σε συνδυασμό με την χρήση στοιχείων διαθεματικότητας.

Η πρώτη άσκηση αφορά στις μετατροπές (μεταμορφώσεις) της ενέργειας και τη διατήρηση της (Καλκάνης 2005).

Η δεύτερη άσκηση αφορά στη μελέτη της έννοιας του ρυθμού μεταβολής ενός φυσικού μεγέθους (μιλώντας μαθηματικά της παραγώγου) σε πολλά και διαφορετικά φυσικά φαινόμενα. Με κατάλληλο λογισμικό και σχετικό πειραματισμό μελετάται οριζόντια η έννοια αυτή στις διάφορες θεματικές περιοχές της Φυσικής.

Η επόμενη άσκηση αφορά στην έννοια της τροχιάς και στη μη καθορισμένη (απροσδιόριστη) τροχιά που συναντάμε στα κβαντομηχανικά φαινόμενα. Και αυτή η έννοια υπάρχει σε πολλά και διαφορετικά φυσικά φαινόμενα και σχετίζεται με τις έννοιες δύναμη και πεδίο.

Η τέταρτη άσκηση αφορά τη συχνότητα και την περίοδο. Αυτά τα φυσικά μεγέθη είναι ισχυρά αλληλοσυνδεόμενα και σχετίζονται με ένα πλήθος φυσικών φαινομένων.

Η πέμπτη άσκηση διαφέρει ελαφρώς από τις άλλες μιας και αφορά στη μελέτη της αρχής λειτουργίας μιας τεχνολογικής εφαρμογής όπως είναι η Οθόνη με Σωλήνα Καθοδικών Ακτίνων (CRT), που όμως είναι ένα έτοιμο εργαστήριο μελέτης πολλών και διαφορετικών φαινομένων που λαμβάνουν χώρα με εξαιρετική επαναλαμβανόμενη αξιοπιστία σε ένα εντοπισμένο χώρο. Το γεγονός αυτό ενισχύει την συνεκτικότητα αυτών των φυσικών φαινομένων και τη συμπληρωματικότητα των φυσικών εννοιών (Σωτηρόπουλος et al. 2002).

Σημειώνουμε εδώ πως υπάρχουν ιδέες (και πρώτες υλοποιήσεις) και για άλλες ασκήσεις/ εφαρμογές «οριζόντιας» λογικής που θα σχετίζονται με έννοιες όπως τη θερμοκρασία και την αγωγιμότητα ή με μαθηματικούς νόμους με γενική ισχύ σε πολλά φαινόμενα, σαν αυτόν του αντιστρόφου τετραγώνου ή της εκθετικής αλλαγής (μείωσης ή και αύξησης) ή και με άλλες τεχνολογικές εφαρμογές όπως η οθόνη υγρών κρυστάλλων, τα CD και DVD players κ.α. Ιδέες για εργαστηριακές ασκήσεις που σε ένα γενικότερο πλαίσιο θα κάλυπταν όσο το δυνατόν περισσότερο, οριζόντια και επάλληλα τα φυσικά φαινόμενα και τους νόμους της φύσης.

Το λογισμικό

Η υποστήριξη της εκπαιδευτικής παρέμβασης έγινε δυνατή χάρη σε πολλά και διαφορετικά λογισμικά (εκτός των βασικών εφαρμογών των WindowsTM) που είναι κυρίως πέντε ειδών. Πρώτα από όλα το λογισμικό υποστήριξης (Λ.Υ.) των ασκήσεων. Είναι το βασικό λογισμικό με το οποίο ουσιαστικά οι φοιτητές έρχονται σε επαφή μαζί με το λογισμικό που συνοδεύει τους αισθητήρες και την κονσόλα διασύνδεσης (και βέβαια το λογισμικό που χρησιμοποιούν όταν κάνουν ερωτήσεις στον εκπαιδευτικό) το οποίο και δημιουργήθηκε σε περιβάλλον web (html σελίδες αρχικά και xml μελλοντικά) που από τη μια είναι εύχρηστο και οικείο περιβάλλον για τους φοιτητές αλλά και από την άλλη είναι εύκολα διαχειρίσιμο από τον εκπαιδευτικό, σε σχέση βέβαια με τα προγράμματα/ λογισμικά που θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε για να συλλέξουμε τα απαραίτητα δεδομένα σχετικά με την εκπαιδευτική παρέμβαση.

Το Λ.Υ. είναι συμβατό με την ακολουθούμενη σε όλες τις ασκήσεις εκπαιδευτική μεθοδολογία (Καλκάνης 2002, Σάββας 1996), ανάλογα όμως με την άσκηση και τον τρόπο εργαστηριακής προσέγγισης της μελετούμενης έννοιας ή και φαινομένου διαφοροποιείται και ακολουθεί πιο έντονα την καθοδηγούμενη ανακάλυψη, ή τη διερεύνηση.

Το δεύτερο είδος λογισμικού είναι αυτό που συνοδεύει την κονσόλα και τους αισθητήρες και το χρησιμοποιούν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών (Coach 5.0™).

Το τρίτο λογισμικό ανήκει στην κατηγορία των λογισμικών διαχείρισης ηλεκτρονικής τάξης. Εμείς και για την βελτιστοποίηση της διδασκαλίας/ παρέμβασης χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό SynchronEyes™ του έξυπνου πίνακα (SmartBoard™) μαζί με αυτόν και έναν μαζί με έναν video-projector. Βέβαια αναφέρουμε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε αντίστοιχο λογισμικό, αλλά ο έξυπνος πίνακας και το λογισμικό του παρέχουν μεγαλύτερη αξιοπιστία και αποτελούν μια επιπλέον (νέα) ψηφιακή τεχνολογία που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε προς όφελος της εκπαίδευσης. Αυτού του είδους τα λογισμικά γενικά είναι γνωστό πως δίνουν στον εκπαιδευτικό πλήρη εποπτεία των διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στους υπολογιστές των φοιτητών και ενισχύουν την παρεμβατική ικανότητα του, σε μεγαλύτερο αριθμό ομάδων.

Κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης ο διδάσκων μέσα από αυτά τα λογισμικά έχει πλήρη έλεγχο του υπολογιστή της κάθε ομάδας φοιτητών με σκοπό να παρεμβαίνει εκεί που κρίνει σκόπιμο πως πρέπει να βοηθήσει. Μπορεί να κάνει σχετικές ερωτήσεις, να στείλει αρχεία ήχου, εικόνες (κινούμενες ή όχι) ή και βίντεο (από μια βάση δεδομένων που έχει στον δικό του υπολογιστή κάτι που μπορεί να βοηθήσει επιπλέον τους εκπαιδευόμενους. Ειδικά η πρόσβαση σε αρχεία video μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τους εκπαιδευόμενους στη προσπάθεια επίτευξης των στόχων τους (Antonopoulos et al. 2003).

Επιπλέον, οι φοιτητές μπορούν να κάνουν ερωτήσεις προς τον διδάσκοντα ή και να του ζητούν σχετικά αρχεία προς υποβοήθηση της προσπάθειας τους εντός της άσκησης. Επίσης ο διδάσκων μέσα από το ίδιο λογισμικό μπορεί να δώσει ή ακόμα και να αποκρύψει την πρόσβαση των ομάδων σε κάποιες εφαρμογές ή και στο διαδίκτυο, όπου κρίνει πως είναι απαραίτητο. Με όλα αυτά μπορούμε να πούμε πως επιτυγχάνεται μια κατά το δυνατόν προσαρμογή της εργαστηριακής παρέμβασης στις ανάγκες της ομάδας (του προφίλ της ομάδας ή αλλιώς του μοντέλου του χρήστη που εδώ βέβαια είναι η ομάδα), με αποτέλεσμα να βελτιώνεται το παρεχόμενο λογισμικό και να ενισχύεται η αξιοπιστία του.

Σε αυτό το σημείο θα θέλαμε να αναφέρουμε πως τέτοια λογισμικά προσδίδουν προστιθέμενη αξία στις εργαστηριακές πρακτικές, μιας και μπορούν να διευρύνουν τα όρια της τάξης με ασκήσεις που μπορεί να πραγματοποιούνται έξω από το εργαστήριο (σε εργαστήρια σε άλλους χώρους, κτίρια ή και πόλεις ακόμα).

Σε κάθε υπολογιστή (p11,p12,..) των ομάδων εγκαταστάθηκε ένα λογισμικό παρακολούθησης (σαν το 007™), που μπορεί να στείλει μέσω δικτύου και πρωτοκόλλου ftp στον υπολογιστή του διδάσκοντα (teacher) μερικά πολύ σημαντικά στοιχεία για την πορεία προσέγγισης των πληροφοριών ή και την κατάκτηση της γνώσης, που ακολουθούν οι φοιτητές σε κάθε άσκηση. Αντίστοιχο λογισμικό έχουμε ήδη δοκιμάσει σε πρώτο επίπεδο για την καταγραφή στοιχείων που σχετίζονται με βασικές δεξιότητες στον υπολογιστή (Dimitriadis et al. 2003). Τέτοια στοιχεία είναι: πληροφορίες για το πότε πατιούνται κάποια πλήκτρα ή γίνεται συνδυασμός πλήκτρων που είναι σημαντικά (σαν το Enter - κάτι που λέγεται Keystrokes), ποιες ιστοσελίδες και ποιες εφαρμογές ανοίγει/ τρέχει η κάθε ομάδα, ποια αρχεία κατεβάζει (download), ενώ εικόνες (snapshots) της επιφάνειας εργασίας αποστέλλονται σε χρονικά διαστήματα που έχει (προ-)ορίσει ο διδάσκων στον υπολογιστή του. Έτσι για κάθε ομάδα δημιουργείται ένα e-portfolio (Haag 2006) που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένας φάκελος στον υπολογιστή του διδάσκοντα (που περιλαμβάνει εκτός από το τελικό αποτέλεσμα και την πορεία προς αυτό). Συστηματικά λοιπόν καταγράφονται οι χρόνοι

εκτέλεσης κάποιων διαδικασιών και αποθηκεύονται με τρόπο που μπορεί να αξιοποιηθεί για την αξιολόγηση όχι μόνο των φοιτητών αλλά και της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας. Στοιχεία που όπως είναι φυσικό και εμείς θα λάβουμε υπόψη μας στην όποια αναπροσαρμογή των ασκήσεων για την τελική εφαρμογή.

Τέλος και για να είναι εφικτή η επικοινωνία ανάμεσα στους υπολογιστές των φοιτητών (p11, p12,...) και σε αυτόν του διδάσκοντα (teacher) μέσω πρωτοκόλλου ftp αυτόματα από το πρόγραμμα παρακολούθησης, εγκαταστάθηκε ένα δωρεάν (freeware) πρόγραμμα ftp – server, ο Golden Server™ (σημειώνουμε φυσικά πως οποιοσδήποτε άλλος απλός και χωρίς απαιτήσεις σε πόρους ftp - server θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί στη θέση του).

Έτσι δημιουργείται ένα πλέγμα από λογισμικά που αλληλεπιδρούν ή και λειτουργούν επάλληλα για την υποστήριξη των ασκήσεων, την παρακολούθηση αλλά και την καταγραφή των ενεργειών των φοιτητών καθ' όλη τη διάρκεια της εργαστηριακής παρέμβασης.

Πρώτα αποτελέσματα και συζήτηση

Σε πρώτη φάση εκείνο που θέλαμε να μελετήσουμε είναι τη λειτουργικότητα ενός τέτοιου συστήματος και να διορθώσουμε τις ασκήσεις ως προς την αξιοπιστία τους και την εγκυρότητα τους. Περιμένουμε για να καταλήξουμε σε περισσότερα και ασφαλή συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα αυτού του είδους του εργαστηρίου την εφαρμογή που θα πραγματοποιηθεί αργότερα και θα περιλαμβάνει και σχετικές ομάδες ελέγχου., όπου θα μπορούσαμε να έχουμε συγκριτικά αποτελέσματα. Βέβαια μπορούμε να έχουμε μια γενική αίσθηση και μέσα από τα μέχρι τώρα συλεχθέντα στοιχεία από τα pre – ερωτηματολόγια και τα συμπληρωμένα φύλλα εργασίας του Λ.Υ και την εν γένει παρατήρηση της τάξης (υποστηριζόμενη και από βιντεοκάμερα).

Όπως προκύπτει λοιπόν οι φοιτητές του Παιδαγωγικού τμήματος έχουν για κάποιες έννοιες συγκεκριμένες απόψεις και μπερδεύουν κάποιες άλλες όπως για παράδειγμα τη συχνότητα και την περίοδο. Μετά την παρέμβαση διαφαίνεται να υπάρχει βελτίωση σε αυτούς τους τομείς (κάτι που βέβαια ήταν σχετικώς αναμενόμενο μιας και συμμετείχαν σε εργαστηριακές ασκήσεις με αυτό το περιεχόμενο).

Στην άσκηση με τις μεταμορφώσεις της ενέργειας φαίνεται να γίνεται κατανοητό η ευρύτητα που έχει η έννοια της ενέργειας μέσα από τις μεταμορφώσεις της και την συζήτηση για τη διατήρησή της. Στην άσκηση με τον ρυθμό μεταβολής οι φοιτητές μπόρεσαν να υπολογίσουν τον ρυθμό μεταβολής διαφόρων φυσικών μεγεθών προσεγγίζοντας αυτή την τόσο βασική για την Φυσική έννοια. Η ύπαρξη καθορισμένης τροχιάς σε κάποιες περιπτώσεις και η μη ύπαρξη καθορισμένης σε κάποιες άλλες ξέρουμε ότι προβληματίζει τους μαθητές (Jimoγιannis & Komis 2003), και άρα και τους πρώιμους φοιτητές και μέσα από συγκεκριμένες διαδικασίες πειραματισμού που ακολουθούνται φαίνεται τελικά να προσεγγίζουν την έννοια αυτή. Επίσης η άσκηση με τα μεγέθη συχνότητα και περίοδος που έχουμε διαπιστώσει (Σωτηρόπουλος et al. 2003) πως μπερδεύουν τους φοιτητές φαίνεται να βοηθά στην κατανόηση των κυματικών φαινομένων.

Χωρίς να θέλουμε να εκφράσουμε ακόμα συμπεράσματα (θα ήταν εξαιρετικά πρόωρο κάτι τέτοιο) η πρώτη εφαρμογή μας έδωσε στοιχεία που μπορούν να μας επιτρέψουν να έχουμε σχετική αισιοδοξία για την αποτελεσματικότητα της παρέμβασης.

Σε σχέση με το εν γένει χρησιμοποιούμενο λογισμικό θα μπορούσαμε να πούμε πως δεν σημειώθηκαν σημαντικές δυσκολίες μετά την αρχικοποίηση των συνθηκών λειτουργίας του. Οι φοιτητές εισέρχονται στο περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος με τον κωδικό για τον κάθε υπολογιστή και καταγράφονται ως χρήστες του με βάση τη συγκεκριμένη ημερομηνία εργαστηριακής πρακτικής. Όλα τα λογισμικά ξεκινούν αυτόματα με την είσοδο στο λειτουργικό σύστημα χωρίς να δημιουργούν προβλήματα και φαίνεται να είναι λειτουργικά μέχρι τέλους, χωρίς να επιβαρύνουν το υπολογιστικό σύστημα της κάθε ομάδας.

Τα δεδομένα αποστέλλονται στον υπολογιστή του διδάσκοντα και αυτός μπορεί ομαλά και χωρίς μεγάλες καθυστερήσεις να παρακολουθεί και να παρεμβαίνει όποτε το θεωρήσει απαραίτητο. Η μόνη σχετική δυσκολία έγκειται στην αποθήκευση κάθε φορά των δεδομένων (ως backup) για τους φοιτητές, αλλά αυτό ήταν για τους λίγους φοιτητές (της πρώτης δοκιμής μας) σχετικά εύκολο και διαφαίνεται να υπάρχουν τρόποι αυτοματοποίησης αυτής της διαδικασίας.

Η πραγματική δυσκολία πάντως βρίσκεται στην αποκωδικοποίηση των στοιχείων που μπορούν να μας δώσουν τα δεδομένα που αποστέλλονται στον υπολογιστή του διδάσκοντα μέσω τοπικού δικτύου (και πρωτοκόλλου ftp) και αφορούν στον χρόνο χρήσης και στις επιμέρους κινήσεις των φοιτητών στον υπολογιστή. Η πλήρης αποκωδικοποίηση αυτών των στοιχείων ώστε να αποτελέσουν μετρήσιμα χαρακτηριστικά αξιολόγησης περνά μέσα από τη δημιουργία μιας «κλείδας αποκωδικοποίησης». Τουλάχιστον για κάποια βασικά στοιχεία όπως η χρονική διάρκεια κάποιων ενεργειών φαίνεται όμως να μπορεί να δημιουργηθεί ήδη μια πρώτη εικόνα. Για παράδειγμα ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης μιας άσκησης είναι ένα σημαντικό στοιχείο και από αυτό μπορεί να προκύψει ένα μετρήσιμο χαρακτηριστικό που μπορεί να προσθέσει στην αξιολόγηση της ομάδας.

Όπως και να έχει βέβαια οι εικόνες που στέλνονται στον υπολογιστή του διδάσκοντα ακολουθούν μια χρονική αλληλουχία και από αυτή μπορεί να διαφανεί αν για παράδειγμα οι φοιτητές έλυναν ένα πρόβλημα από τα δοθέντα ή είχαν περάσει στο επόμενο μη έχοντας καταλήξει σε λύση. Βέβαια σημειώνεται εδώ πως και ανεξάρτητα από αυτά τα δεδομένα, με τα συγκεκριμένα λογισμικά διαχείρισης τάξης ο εκπαιδευτικός είναι σε θέση να παρακολουθήσει ικανοποιητικά την πορεία των ομάδων εφόσον ο αριθμός τους είναι σχετικά μικρός. Υπάρχουν λογισμικά διαχείρισης, παρακολούθησης τάξης και ηλεκτρονικής μάθησης (σαν το CourseMillTM), αλλά αποτελούν ένα περιβάλλον που χρειάζεται διαφορετικά χαρακτηριστικά τάξης και περιεχομένου διδασκαλίας και μπορεί να λειτουργήσει κατά μια έννοια σε σημαντικό βαθμό, περιοριστικά σε αυτά που θέλουμε να επιτύχουμε.

Με τη συγκεκριμένη ομάδα λογισμικών διατηρούμε το όλο περιβάλλον ευέλικτο, επεκτάσιμο και ανοικτό.

Μέσα από την εν γένει διαδικασία επιπλέον φαίνεται να καλλιεργούνται δεξιότητες που σχετίζονται με την χρήση της τεχνολογίας (λογισμικό και υλικό) και οι φοιτητές να εξοικειώνονται ευκολότερα με την εργαστηριακή πρακτική που είναι με αυτόν τον τρόπο πιο δομημένη και πιο αποτελεσματική ως προς την «επιτυχία των πειραμάτων».

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε πως σε γενικές γραμμές παρατηρήσαμε μια σχετική βελτίωση στις πρώτες βασικές γνώσεις που εξετάζαμε, ενώ σημαντικό ήταν το ενδιαφέρον που έδειξαν οι φοιτητές για την όλη διαδικασία. Ενδιαφέρον που γενικά είναι γνωστό πως αποτελεί σημαντικό κίνητρο για μάθηση. Επίσης πρέπει να παρατηρήσουμε πως σε σχέση με την ικανότητα στη χρήση των υπολογιστών οι φοιτητές πλέον εμφανίζουν πλέον σημαντική άνεση, κάτι που είναι αποτέλεσμα της μεγάλης εξάπλωσης της καθημερινής χρήσης των υπολογιστών τα τελευταία χρόνια και μετά το πρώτο εισαγωγικό εργαστήριο δεν υπήρχαν σημαντικά προβλήματα ακόμα και στη χρήση των λογισμικών.

Η αλληλεπίδραση επίσης των φοιτητών και του διδάσκοντα (μέσα από τον νέο ρόλο του) είναι μεγάλη και η ικανότητα παρακολούθησης και παρέμβασης του τελευταίου προσδίδει στη διαδικασία μάθησης και μπορεί δυναμικά να βελτιώσει την όλη διαδικασία.

Το όλο περιβάλλον μάθησης είναι ένα καινοτομικό και πολύπλοκο περιβάλλον, η συνολική αξιολόγηση του οποίου θα πρέπει να λάβει υπόψη της πολλές και διαφορετικές παραμέτρους (Hickey & Zuiker 2003). Εκείνο που μένει πρακτικά και ουσιαστικά να δούμε είναι εάν και κατά πόσο ένα τέτοιου είδους εργαστηρίου βοηθά αισθητά τους φοιτητές στην ευρύτερη κατανόηση εννοιών και φαινομένων και διαφοροποιείται ικανοποιητικά από αυτά που ακολουθούν μια θα λέγαμε (κατ' αναλογία της «οριζόντιας») «κατακόρυφη» προσέγγιση.

Παραπομπές

- Εργαστήριο Φυσικής. (1996). Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Πανεπιστήμιο Πατρών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πάτρα.
- Καλκάνης, Γ. Θ. (2005). Εκπαιδευτική ΦΥΣΙΚΗ, ΙΙ. τα Φαινόμενα, Αθήνα
- Καλκάνης, Γ.Θ. (2002). Εκπαιδευτική Τεχνολογία – Εκπαιδευτικές Εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην Εκπαίδευση στις Φυσικές Επιστήμες, Αθήνα.
- Καλκάνης, Γ.Θ. (1998). Ενέργεια / Επιστήμη, Τεχνολογία, Περιβάλλον – Μεθοδολογία και Πρακτική (για τον εκπαιδευτικό), Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα.
- Σάββας Σταυρός. (1996). Το ερευνητικά εξελισσόμενο μοντέλο στη διδασκαλία της Φυσικής με ιδεοκατασκευές και πειράματα με απλά μέσα-Πρόταση εφαρμογής για το δημοτικό σχολείο. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε., Τομέας Φυσικών Επιστημών, Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος Αθήνα.
- Σωτηρόπουλος, Δημήτρης Ι., Βελέντζας, Αθ., Σερέπα, Βασ., Δημητριάδη Κυρ., Δημόπουλος Βασ., Καλκάνης, Γ.Θ. (2003). Εκπαιδευτικές εργαστηριακές ασκήσεις Φυσικής με θεματική την οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή και χρήση αισθητήρων - απτηρών. Εφαρμογή και αξιολόγηση. Περιοδικό Φυσικός Κόσμος, τεύχος 13^ο (172), 59-63.
- Οδηγός Σπουδών Παιδαγωγικού Τμήματος Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. (2006-2007) 65 <http://www.primary.edu.uoi.gr/greek/odhgos/odhgos%20spoudwn%20PTDE%202005-6.pdf>
Τελευταία Πρόσβαση: 20/11/06
- Antonopoulos, S. G., Garyfallidou, D. M., Ioannidis, G. S., Sianoudis, J. A., Sotiropoulos, D. J., Tsiokanos, A.C., (2005). Innovative ways of combining teaching ICT with teaching science: video taking and editing by students and teachers. Πρακτικά Συνεδρίου "2nd International Conference on: Hands on Science: Science in a Changing Education" 13-16 Ιουλίου 2005, Ρέθυμνο, Κρήτη.
- Clarkson, B. & Brook, C. (2004). A Focus on Graduate Attributes: aligning policy, practice and learning in an undergraduate multimedia subject. Proceedings of ED-MEDIA 2004.
- de Jong, Ton. (2006). Inquiry Learning in Technology Enhanced learning environments, Πρακτικά 5^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου: «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Θεσσαλονίκη.
- Dimitriadis, P., Papatsimpa, L., Sotiropoulos, D., Kalkanis, G. Th. (2003). Intensive training of educators in the use of Information Technology. Creating a constructivist learning environment. The case of Greece. Proceedings of ED-MEDIA 2003
- Felder, R.M. & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. Engr. Education, 78(7), 674–681.
- Haag, S., Cummings, M., McCubbrey, D., Pinsonneault, A., Donovan, R. (2006). Management Information Systems for the Information Age. Building and E-portfolio (XLM-J).
- Hickey, D. T. & Zuiker S. J. (2003). A New Perspective for Evaluating Innovative Science Programs. Science Education, 87, 539-563.
- Jimoyiannis, Athanassios and Komis, Vassilis. (2003). Investigating Greek Students' Ideas about Forces and Motion. Research in Science Education, Research in Science Education 33: 375–392.
- Johnstone, A.H, Watt, A. & Zaman, T. U. (1998). The Students' Attitude and Cognition Change to a Physics Laboratory. Physics Education, 33 (1), 22-28.
- Sadler, D. (1989). Formative Assessment and the Design of Instructional Systems. Instructional Science, 18, 119-144.
- Sassi E. Some Views about Research in Physics Education. The First European Physics Education Conference EPEC-1 Bad Honnef, Germany, τελευταία πρόσβαση 24 Ιουλίου 2006, ιστοχώρος: <http://www.physik.uni-mainz.de/lehramt/epec/sassi.pdf>.
- Thornton Ronald K., (1987). Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching, Physics Education 22, 321-238.
- <http://wise.berkeley.edu/>
- <http://nces.ed.gov/timss/>

- <http://www.cfl.sri.com/publications/downloads/AESymposiumReportOct06.pdf>
- http://www.lectora.com/2006_CourseMill_Packet_081606.pdf
- <http://www.cma.science.uva.nl/english/index.html>
- <http://smarttech.com/>
- http://www.e-spy-software.com/spy_software.htm
- <http://www.goldenftpserver.com/>