



## Μια πρόταση αξιολόγησης στο Οριζόντιο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών με χρήση ψηφιακών τεχνολογιών.

Σωτηρόπουλος Δ., Καλκάνης Γ.

Παιδαγωγικό Τμήμα Πανεπιστημίου Αθηνών  
sotiropoulosdimitris@gmail.com, gkalkanis@primedu.uoa.gr

Στην προσπάθειά μας από τη μια να βοηθήσουμε τους φοιτητές στο Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Αθηνών στο να αποκτήσουν ενιαία και συγκροτημένη άποψη για τις φυσικές έννοιες και φαινόμενα και από την άλλη να υλοποιήσουμε ένα εργαστήριο που να εκμεταλλεύεται τις περισσότερες και κατά το βέλτιστο τρόπο ψηφιακές εκπαιδευτικές τεχνολογίες δημιουργήσαμε το «Οριζόντιο» Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Στη παρούσα εργασία παρουσιάζονται οι ψηφιακές τεχνολογίες που προτείνουμε, προκειμένου να δημιουργείται ένα ολοκληρωμένο και εκτεταμένο e-portfolio αξιολόγησης που να περιλαμβάνει διάφορα στοιχεία που συγκεντρώνονται από τους υπολογιστές που ασκούνται οι φοιτητές. Στοιχεία όπως, αποτελέσματα από e-ερωτηματολόγια (σταυρόλεξα, κ.α.), φωτογραφίες από τους εργαστηριακούς πάγκους, εικόνες από τις οθόνες, και πληροφορίες για τις ιστοσελίδες, και τις εφαρμογές που έτρεξαν κατά τη διάρκεια των ασκήσεων.

### Εισαγωγή

Αν αναζητήσει κανείς την παρούσα κατάσταση στα εργαστήρια Φυσικών Επιστημών 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 και των άλλων φυσικών επιστημών (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.

Σε αυτά τα εργαστήρια επιπροσθέτως, οι διδάσκοντες καλούνται να χειριστούν ένα σημαντικό αριθμό φοιτητών και ως στοιχεία αξιολόγησής τους, ζητούν από τους φοιτητές ένα συμπληρωμένο φύλλο αναφοράς εργαστηρίου ή μια σχετική με τη άσκηση εργασία. Στοιχεία από τα οποία οι διδάσκοντες δεν μπορούν όμως να πάρουν αρκετές πληροφορίες για την μαθησιακή πορεία των φοιτητών.

Επιπλέον οι ψηφιακές τεχνολογίες που ενσωματώνονται στα περισσότερα από αυτά τα εργαστήρια, περιορίζονται στη χρήση κάποιου video-projector και κάποιων ψηφιακών αισθητήρων. Θεωρούμε πως αυτό πρέπει να αλλάξει. Το υλικό (hardware) δεν είναι πια πολύ ακριβό και η δικτύωση όλων των πανεπιστημιακών χώρων είναι πια δεδομένη. Πρέπει να ληφθούν υπόψη επιπλέον προτάσεις αξιοποίησης των εκπαιδευτικών ψηφιακών τεχνολογιών σε κάθε επίπεδο και τομέα, δεδομένου των πολλών δυνατοτήτων που μπορούν να προσφέρουν στη διαδικασία μάθησης και αξιολόγησης ώστε τα εργαστήρια να εξελιχθούν και να προσαρμοστούν στις νέες συνθήκες.

### Θεωρητικό Πλαίσιο και Μεθοδολογία Εργαστηρίου

Διερευνήσαμε (και τελικά υλοποιήσαμε) τον τρόπο δημιουργίας ενός «Οριζόντιου» Εργαστηρίου Φυσικών Επιστημών (Σωτηρόπουλος Δ. Ι., Καλκάνης Γ. Θ., 2007) για φοιτητές που έχουν ολοκληρώσει τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση τους, με ασκήσεις και εκπαιδευτικές



δραστηριότητες που δεν θα ήταν ενταγμένες σε μια θεματική 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. Κυρίαρχος στόχος ήταν (και είναι) η εκπαιδευτική ενοποίηση των ενοτήτων/ κεφαλαίων και η 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 ενός φυσικού μεγέθους, η τροχιά και αρκετές άλλες.

Στο προτεινόμενο εργαστήριο γίνεται καθολική χρήση νέων και παλιότερων ψηφιακών τεχνολογιών με στόχους που σχετίζονται, εκτός των άλλων (που προαναφέραμε), με την καλύτερη εκπαιδευτική διαχείριση των ομάδων των φοιτητών και την ευκολότερη και ταχύτερη αξιολόγηση τόσο των φοιτητών όσο και της εκπαιδευτικής διαδικασίας μέσα από κάποιες αυτοματοποιημένες (κατά το εφικτό) διαδικασίες.

Δύο είναι οι συνιστώσες του εργαστηρίου που δεν αναφέρονται σε έμπυχο υλικό: οι αναπτυχθείσες ασκήσεις και οι χρησιμοποιούμενες ψηφιακές εκπαιδευτικές τεχνολογίες.

#### *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.

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 παρακολούθησαν 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 στις επόμενες 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. 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 και να εντάξει ομαλά τους φοιτητές στον νέο τρόπο εκπαιδευτικής παρέμβασης, με τον ιδιαίτερο ρόλο του διδάσκοντα, και τον νέο τρόπο συνεργασίας. Τα εργαστήρια πραγματοποιούνται με την λογική της κυκλικής προσέγγισης. Αν και θεωρούμε ορθότερη προσέγγιση τη μετωπική προσέγγιση για λόγους ανάγκης (προς το παρόν δεν έχουμε στην διάθεσή μας όλα τα υλικά και η εφαρμογή μας ήταν χρονικά περιορισμένη) εφαρμόσαμε την κυκλική προσέγγιση. Στην τελική πρόταση θα υιοθετήσουμε την μετωπική προσέγγιση εργαστηριακής πρακτικής.

Την επόμενη εβδομάδα οι φοιτητές αφού είχαν μια σχετική προετοιμασία. (pre-lab) που έρευνες έχουν δείξει (Johnstone et al. 1998) ότι μπορεί να βοηθήσει αισθητά στην εργαστηριακή διαδικασία, ξεκίνησαν τις πέντε (5) εκπαιδευτικές ασκήσεις.

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

Σε κάθε άσκηση οι φοιτητές χρησιμοποιούν το λογισμικό υποστήριξης (Λ.Υ.) και τις κατάλληλες πειραματικές συσκευές και τα ενδεδειγμένα όργανα Φυσικής για την διενέργεια των πειραμάτων και το διαδίκτυο ήταν ο χώρος που μπορούσαν να βρουν επιπλέον πληροφορίες όπου κάτι τέτοιο ήταν απαραίτητο, μέσα από την χρήση και την εν γένει λογική των webquests. Η πρώτη άσκηση αφορά στις μετατροπές (μεταμορφώσεις) της ενέργειας και τη διατήρησή της. Η δεύτερη άσκηση αφορά στην έννοια του ρυθμού μεταβολής. 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 φυσικές έννοιες δύναμη και πεδίο. Η τέταρτη άσκηση αφορά στον συντονισμό, έννοια που συναντούμε σε ένα πλήθος φυσικών φαινομένων. Η τελευταία άσκηση αφορά στην έννοια της εμπέδησης. Σημειώνουμε εδώ πως υπάρχουν ιδέες (και πρώτες υλοποιήσεις) και για άλλες ασκήσεις/εφαρμογές «οριζόντιας» λογικής που θα σχετίζονται με έννοιες όπως την πίεση, τη ροή, τη κλίμακα, τη συμμετρία, τη θερμοκρασία ή με μαθηματικούς νόμους με γενική ισχύ σε πολλά φαινόμενα, σαν αυτόν του αντιστρόφου τετραγώνου ή της εκθετικής αλλαγής (μείωσης ή και αύξησης). Ιδέες για εργαστηριακές ασκήσεις που σε ένα γενικότερο πλαίσιο θα κάλυπταν όσο το δυνατόν περισσότερο, οριζόντια και τελικά επάλληλα τα φυσικά φαινόμενα και τους νόμους της φύσης.

#### *Οι εκπαιδευτικές ψηφιακές τεχνολογίες*

Η υποστήριξη της εκπαιδευτικής παρέμβασης έγινε δυνατή χάρη σε πολλές και διαφορετικές εκπαιδευτικές τεχνολογίες και διάφορα είδη λογισμικών (εκτός των βασικών εφαρμογών των Windows™).

Το λογισμικό υποστήριξης (Λ.Υ.) των ασκήσεων είναι το βασικό λογισμικό με το οποίο αλληλεπιδρούν ουσιαστικά οι φοιτητές. Το Λ.Υ. δημιουργήθηκε σε περιβάλλον web (html σελίδες) που από τη μια αποτελεί ένα οικείο περιβάλλον για τους φοιτητές και από την άλλη είναι εύκολα διαχειρίσιμο ως προς την διόρθωση και την επέκταση των εφαρμογών που περιέχει. Το Λ.Υ. είναι δομημένο σύμφωνα με την ακολουθούμενη σε όλες τις ασκήσεις εκπαιδευτική επιστημονική μεθοδολογία (Σάββας 1996, Καλκάνης, Γ. Θ., 2002), ανάλογα όμως με την άσκηση και τον τρόπο εργαστηριακής προσέγγισης της μελετώμενης έννοιας ή φαινομένου, προσαρμόζονται σε αυτήν η ανακάλυψη (καθοδηγούμενη κατά βάση), η διερεύνηση, η επίλυση προβλήματος και η εποικοδόμηση (στην λογική των πρότερων ή και εναλλακτικών αντιλήψεων όταν υπάρχουν). Μέσα από το Λ.Υ. οι φοιτητές αλληλεπιδρούν με προσομοιώσεις, βλέπουν οπτικοποιήσεις και κατάλληλα video, απαντούν σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, συμπληρώνουν σταυρόλεξα, δημιουργούν και αποθηκεύουν εννοιολογικούς χάρτες, κ.α.. Ειδικά η πρόσβαση σε αρχεία video μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τους εκπαιδευόμενους στη προσπάθεια επίτευξης των στόχων τους (Antonopoulos et al. 2003). Το Λ.Υ. όπως είναι κατανοητό δημιουργήθηκε με ένα λογισμικό δημιουργίας ιστοσελίδων (στην περίπτωση μας το FrontPage) αλλά για τον εμπλουτισμό του με τις ποικίλες δραστηριότητες και τα αρχεία βίντεο χρησιμοποιήθηκαν ένα πλήθος άλλων εκπαιδευτικών και μη λογισμικών, όπως το Hotpotatoes, το CmapTools, το Interactive Physics και πολλά-πολλά άλλα...).

Η όλη εργαστηριακή πρακτική στην ουσία πραγματοποιείται/οδηγείται μέσα από το Λ.Υ. το οποίο και συνδέεται με το λογισμικό των αισθητήρων (Coach 6.23 Lite™) που χρησιμοποιούν οι φοιτητές κατά τη διάρκεια των πειραματικών διαδικασιών για να πειραματιστούν και να αποθηκεύσουν τα αποτελέσματα των πειραμάτων.



Στο πλέγμα των χρησιμοποιούμενων λογισμικών στο εργαστήριο μας υπάρχει και ειδικό λογισμικό διαχείρισης ηλεκτρονικής τάξης (Italc). Με αυτό το λογισμικό (που είναι ελεύθερο/ανοικτού κώδικα) ο διδάσκων μπορεί όχι μόνο να παρακολουθεί την εξέλιξη των εργαστηριακών ασκήσεων από τον υπολογιστή του αλλά και να έχει πλήρη έλεγχο του υπολογιστή της κάθε ομάδας φοιτητών με σκοπό να παρεμβαίνει, εκεί που κρίνει σκόπιμο πως πρέπει να βοηθήσει. Μπορεί δηλαδή να κάνει σχετικές ερωτήσεις να στέλνει υπερσυνδέσμους για συγκεκριμένα αρχεία πολυμέσων και γενικά να υποστηρίζει δυναμικά (από τον υπολογιστή του), τους εκπαιδευόμενους. Ενώ μπορεί ακόμα, όταν το κρίνει απαραίτητο, να καταγράψει εικόνες (snapshots) της επιφάνειας εργασίας του υπολογιστή της κάθε ομάδας. Σε αυτή τη φάση μάλιστα μελετούμε την προσθήκη κάποιων χαρακτηριστικών στον κώδικα του λογισμικού (μιας και είναι open source - αλλά δεν είμαστε ακόμη έτοιμοι να αναφέρουμε κάτι παραπάνω για αυτό). Με όλα αυτά μπορούμε να πούμε πως επιτυγχάνεται μια κατά το δυνατόν προσαρμογή της εργαστηριακής παρέμβασης στις ανάγκες της ομάδας με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η εκπαιδευτική διαδικασία και να ενισχύεται η αξιοπιστία της. Επιπλέον, 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 ακόμα και έξω από το εργαστήριο (σε εργαστήρια σε άλλους χώρους), μιας και είναι εύκολη η διασύνδεση (μέσω IP) με άλλους υπολογιστές.

Σε κάθε υπολογιστή (group1,group2,..) των ομάδων των φοιτητών εγκαταστάθηκε ένα λογισμικό παρακολούθησης δραστηριότητας (σαν το ManicTime / δωρεάν λογισμικό) που καταγράφει αυτόματα σε αρχείο μερικά πολύ σημαντικά δεδομένα για την χρονική διάρκεια κάποιων δραστηριοτήτων των φοιτητών σε κάθε άσκηση. Δεδομένα για το ποιες εφαρμογές ανοίγουν, ποια αρχεία κατεβαίνουν (download), ποιες ιστοσελίδες τρέχουν (π.χ. η σελίδα με το δικτυακό τόπο που έχει μια προσομοίωση καταγράφεται με τον τίτλο της ιστοσελίδας), πόσο χρόνο παραμένει η ομάδα σε αυτή, αν ο υπολογιστής έμεινε ανενεργός και για πόσο χρονικό διάστημα κ.α. Συστηματικά λοιπόν καταγράφονται οι χρόνοι εκτέλεσης κάποιων διαδικασιών και αποθηκεύονται με τρόπο που μπορούν να αξιοποιηθούν 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. Αντίστοιχο λογισμικό καταγραφής πληροφοριών σημειώνουμε πως έχουμε ήδη δοκιμάσει για την καταγραφή στοιχείων που σχετίζονται με διδασκαλία βασικών δεξιοτήτων στον υπολογιστή (Dimitriadis et al. 2003).

Για να είναι εφικτή η επικοινωνία ανάμεσα στους υπολογιστές των φοιτητών (group1,group2,..) και σε αυτόν του διδάσκοντα (teacher) μέσω πρωτοκόλλου ftp εγκαταστάθηκε ένα δωρεάν (freeware) πρόγραμμα ftp – server, ο Golden Server™.

Για την βελτιστοποίηση της διαχείρισης της τάξης/εργαστηρίου (class/lab management) χρησιμοποιήσαμε έναν αλληλεπιδραστικό πίνακα (SmartBoard™) μαζί με τον απαραίτητο video-projector που αποτελούν μια επιπλέον (νέα) ψηφιακή τεχνολογία που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε προς όφελος της εκπαίδευσης. Τα λογισμικά που συνοδεύουν τους αλληλεπιδραστικούς πίνακες προσφέρουν δυνατότητες αποθήκευσης σε εικόνα ακόμα και σε video (με ήχο από τον διδάσκοντα) των γραφθέντων στον αλληλεπιδραστικό πίνακα. Έτσι απαντήσεις σε ερωτήσεις, ακόμα και ολόκληρη παράδοση είναι πολύ εύκολο να καταγραφούν ηλεκτρονικά στον πίνακα (και με ήχο) και άρα να μπορούν να διαμοιραστούν στους φοιτητές. Προτείνουμε δε (παρεμπιπτόντως μιας και είναι κάτι που εμείς σιγά-σιγά υλοποιούμε) τη δημιουργία μιας βάση δεδομένων με τέτοια «πινακο-μαθήματα» /video. Μάλλον δεν είναι δύσκολο να αντιληφθεί κανείς την αξία μιας τέτοιας βάσης σε επίπεδο διαμορφωτικής αξιολόγησης της ίδιας της εκπαιδευτικής διαδικασίας και αυτορύθμισης του ίδιου του εκπαιδευτικού.



Επιπλέον στους υπολογιστές είναι συνδεδεμένη και μια web camera που καταγράφει εικόνες από τον πάγκο και τις συσκευές και τα χέρια των φοιτητών (όχι τα πρόσωπα, ούτε τις συνομιλίες, εκτός και αν θα θέλαμε να κάνουμε παρατήρηση τάξης/εργαστηρίου) ανά τακτά χρονικά διαστήματα με την έναρξη της διαδικασίας του βήματος του Πειραματισμού.

Έτσι για κάθε ομάδα δημιουργείται ένα εκτεταμένο e-portfolio αξιολόγησης (Haag 2006) που στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι ένας e-φάκελος για κάθε ομάδα στον υπολογιστή του διδάσκοντα που περιλαμβάνει εκτός από το τελικό αποτέλεσμα και πλήθος στοιχείων για την μαθησιακή πορεία προς αυτό. Στοιχεία όπως: απαντήσεις σε ασκήσεις, εννοιολογικοί χάρτες, γραφικές παραστάσεις και αποτελέσματα μετρήσεων κ.α.

Το τελευταίο είδος χρησιμοποιούμενου λογισμικού είναι αυτό που εμπεριέχει τη βάση δεδομένων όπου και συγκεντρώνονται όλα εκείνα τα στοιχεία που θεωρούμε πως χρειάζονται (ή καλύτερα μπορούν να συνεπικουρήσουν) στην αξιολόγηση των φοιτητών από το e-φάκελο της κάθε ομάδας. Το λογισμικό αυτό είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή του διδάσκοντα και αυτό μπορεί να χρησιμοποιεί ο διδάσκων μετά το πέρας του εργαστηρίου, για να διαμορφώνει την αξιολογική του κρίση για την κάθε ομάδα φοιτητών μέσα από έναν «αλγόριθμο αξιολόγησης». Ανάλογα με την άσκηση διαφοροποιείται και ο αλγόριθμος, γιατί διαφοροποιείται και η εκπαιδευτική προσέγγιση και το περιεχόμενο των ασκήσεων. Επιπλέον το λογισμικό της βάσης δίνει επιλογές στον εκπαιδευτικό για να αποφασίσει για το επίπεδο της ομάδας σε συγκεκριμένες δεξιότητες και ικανότητες. Για παράδειγμα για να αποδοθεί ένας τελικός βαθμός 8 στα 10 πρέπει να ποσοτικοποιηθούν και να προστεθούν (με την κατάλληλη βαρύτητα) ποιοτικά χαρακτηριστικά της ομάδας, όπως το αν διαθέτει δεξιότητες/ ικανότητες στην επίλυση προβλήματος, στο σχεδιασμό γραφικών παραστάσεων στη λήψη και την καταγραφή των μετρήσεων με τα όργανα ψηφιακά και μη κ.τ.λ..

Κρίσεις που προκύπτουν μέσα από την «ανάγνωση» διαφόρων στοιχείων που συλλέγονται κατά τη διάρκεια των ασκήσεων. Για παράδειγμα: οι απαντήσεις σε ανοικτές ερωτήσεις βοηθούν τον εκπαιδευτικό να καταλάβει σχετικά με την κατανόηση βασικών εννοιών από τα μέλη της ομάδας, οι εικόνες από τις πειραματικές διατάξεις (πάγκος) βοηθούν στο να αποδειχτεί αν τα μέλη της ομάδας διαθέτουν δεξιότητες στην διαχείριση εργαστηριακών συσκευών, η σύνθεση εννοιολογικών χαρτών βοηθούν στο να γίνει διερεύνηση των αντιλήψεων των φοιτητών κ.ο.κ..

### **Συμπεράσματα και ανοιχτά προβλήματα προς επίλυση**

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). Σε αυτή της φάση της ερευνάς μας, εκείνο που θέλαμε να μελετήσουμε είναι τη λειτουργικότητα ενός τέτοιου πολυπαραγοντικού συστήματος (ευκολία χρήσης λογισμικών, πιθανά προβλήματα χρήσης τους) και να διορθώσουμε τις ασκήσεις ως προς την αξιοπιστία τους και την εγκυρότητα τους. Πράγματι σε σχέση με τις εν γένει χρησιμοποιούμενες εκπαιδευτικές τεχνολογίες θα μπορούσαμε να πούμε πως δεν σημειώθηκαν σημαντικές δυσκολίες μετά την αρχικοποίηση των συνθηκών λειτουργίας των λογισμικών.

Η αρχικοποίηση των λογισμικών, είναι κάτι που σχεδιάζουμε να πραγματοποιείται αυτόματα κατά την εγκατάσταση δύο λογισμικών, ένα για το κάθε υπολογιστή των φοιτητών και ένα για τον καθηγητή (που θα συμπεριλαμβάνουν αυτόματη εγκατάσταση για όλα τα λογισμικά που προαναφέραμε).

Όλα τα λογισμικά ξεκινούν αυτόματα, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα και φαίνεται να είναι λειτουργικά μέχρι τέλους ενώ τα δεδομένα αποστέλλονται στον υπολογιστή του διδάσκοντα ομαλά και χωρίς καθυστερήσεις.



Θεωρούμε πως με τη συγκεκριμένη ομάδα λογισμικών διατηρούμε το όλο περιβάλλον ευέλικτο, επεκτάσιμο και ανοικτό ενώ φυσικά δεν είμαστε αντίθετοι στην δημιουργία ενός ακόμα πιο πολύπλοκου συστήματος που θα συμπεριλάμβανε ίσως μια διαδικασία αρχικοποίησης με βάση τα περιεχόμενα των ασκήσεων ή και άλλα επιπρόσθετα στοιχεία αλλά κάτι τέτοιο ξεφεύγει από τους στόχους μας.

Μέσα από την όλη διαδικασία φαίνεται να καλλιεργούνται δεξιότητες που σχετίζονται με την χρήση της τεχνολογίας (λογισμικό και υλικό) και οι φοιτητές να εξοικειώνονται ευκολότερα με την εργαστηριακή πρακτική. Η αλληλεπίδραση επίσης των φοιτητών και του διδάσκοντα (μέσα από τον νέο ρόλο του) είναι ικανοποιητική και προσδίδει θετικά στοιχεία στη διαδικασία μάθησης αφού ο ίδιος μπορεί δυναμικά να βελτιώσει την όλη εκπαιδευτική διαδικασία.

Αξίζει να σημειωθεί ότι για το ποιες εικόνες ή και αναπαραστάσεις είναι δόκιμο και χρήσιμο, να καταγράφονται και τελικά να ενσωματώνονται στη βάση δεδομένων (εκτός από αυτές που καταγράφει η webcam), κάναμε αρκετές εφαρμογές. Αποφασίστηκε σε αυτή τη φάση να προστεθούν στον ευρύτερο e-φάκελο οι εννοιολογικοί χάρτες και οι γραφικές παραστάσεις από τα πειράματα. Διερευνούμε την αυτόματη καταγραφή και άλλων εικόνων που θα μπορούσαν να προστεθούν στο e-portfolio συνεισφέροντας στον αλγόριθμο αξιολόγησης.

Δυσκολία φαίνεται να έχουμε (προς το παρόν) στην αυτόματη αποκωδικοποίηση των στοιχείων που μπορούν να μας δώσουν τα δεδομένα που δίνει το πρόγραμμα ManicTime™ και αφορούν στον χρόνο ενασχόλησης με δραστηριότητες και ασκήσεις, χρήσης ή και μη χρήσης του υπολογιστή και των επιμέρους αρχείων και εφαρμογών. Βέβαια για κάποια βασικά στοιχεία έχουμε από τώρα δημιουργήσει μια πρώτη εικόνα όπως για παράδειγμα τη χρονική διάρκεια κάποιων ενεργειών (όπως ο συνολικός χρόνος ολοκλήρωσης μιας άσκησης). Ο χρόνος αυτός θεωρούμε πως μπορεί να αναδειχθεί σε ένα μετρήσιμο χαρακτηριστικό αξιολόγησης στη πορεία και αφού φυσικά γίνουν κάποιες ενέργειες για τη στάθμιση του μέσου χρόνου επίλυσης/ολοκλήρωσης μιας διαδικασίας μέσα από ευρύτερη εφαρμογή. Αν και δεν είναι εύκολο να αποκωδικοποιηθούν τέτοια στοιχεία, ώστε αυτόματα να αξιοποιηθούν για την αξιολόγηση των φοιτητών, προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες για την αξιοπιστία και την εν γένει δομή της άσκησης. Αν για παράδειγμα ο χρόνος για την ολοκλήρωση μιας άσκησης είναι μεγάλος για όλες τις ομάδες που την εκτελούν, τότε αυτό αποτελεί δεδομένο που πρέπει να μας οδηγήσει στην διόρθωση της άσκησης.

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να σημειωθεί για την εν γένει διαδικασία πάντως είναι πως δεν μπορούμε να κάνουμε διαχωρισμό των μελών της ομάδας ως προς την αξιολόγηση τους, μέσα από το χρησιμοποιούμενο πλέγμα λογισμικών. Ο εκπαιδευτικός παρόλα αυτά μπορεί να έχει άποψη μέσα από τους «παραδοσιακούς τρόπους» προσέγγισης της αξιολόγησης για τα μέλη της ομάδας και σε αυτό βλέπουμε πως τον βοηθά το αυτοματοποιημένο σύστημα με έμμεσο τρόπο, δίνοντας του περισσότερο χρόνο αλλά και εποπτεία της κάθε ομάδας σχεδόν από όπου και να βρίσκεται. Θα μπορούσε βέβαια η χρήση του υπολογιστή να γινόταν από τον κάθε φοιτητή ξεχωριστά ή οι απαντήσεις να δίνονταν από τον κάθε ένα ξεχωριστά αλλά αυτό μάλλον είναι μη ρεαλιστικό.

Σε αυτή την φάση υλοποιούμε το περιβάλλον του λογισμικού που θα είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή του Εκπαιδευτικού και θα περιλαμβάνει την βάση που έχουμε δημιουργήσει, η οποία συγκεντρώνει όλα τα στοιχεία αξιολόγησης των ασκήσεων.

Η λογική του εν γένει περιβάλλοντος του λογισμικού της αξιολόγησης είναι βηματικά να καλύπτονται οι επιμέρους μεταβλητές του αλγόριθμου της αξιολόγησης. Πρώτα ο εκπαιδευτικός θα βλέπει την παρουσίαση της αυτόματης βαθμολόγησης για τις ασκήσεις, μετά θα μπορεί να διαβάσει τις απαντήσεις στις ερωτήσεις ανοικτού τύπου, στη συνέχεια θα βλέπει αυτόματα με συνεχόμενα κλικ τις φωτογραφίες από τους πάγκους, τις εικόνες που έχει από τις οθόνες των υπολογιστών, τους εννοιολογικούς χάρτες και τα αρχεία του λογισμικού των

αισθητήρων αποδίδοντας κάθε φορά μέσα από ειδικά μενού τις αντίστοιχες αξιολογικές κρίσεις. Έτσι στο τέλος για την ομάδα θα αποδίδεται ένας συνολικός βαθμός αξιολόγησης και επιμέρους στοιχεία που σχετίζονται με ειδικά χαρακτηριστικά της ομάδας.

Αυτά προς το παρόν (δεν έχει ολοκληρωθεί το λογισμικό) γίνονται «με το χέρι» (manually), ανοίγοντας τους αντίστοιχους φακέλους με τις φωτογραφίες, τις εικόνες κ.τ.λ. και συμπληρώνοντας σε φύλλο του excel (με τον αλγόριθμο αξιολόγησης) τα αντίστοιχα συμπεράσματα και τις αξιολογικές κρίσεις για τις διαφορετικές δραστηριότητες.

Επειδή επιθυμούμε ο εκπαιδευτικός να καταναλώνει τον μικρότερο δυνατό χρόνο για την τελική του αξιολογική κρίση για την κάθε ομάδα για αυτό υλοποιούμε το συγκεκριμένο λογισμικό που θα αυτοματοποιεί τη διαδικασία.

Συνεκτιμώντας όλα τα στοιχεία θεωρούμε πως η πλήρης αποκωδικοποίηση τους, ώστε να αποτελέσουν μετρήσιμα χαρακτηριστικά αξιολόγησης, περνά και μέσα από τη δημιουργία του τελικού περιβάλλοντος χρήσης του αλγορίθμου αξιολόγησης. Η δημιουργία του τελικού περιβάλλοντος θα μας βοηθήσει να καταλήξουμε και στην διόρθωση του ίδιου του αλγορίθμου. Σημειώνεται πως ανεξάρτητα από το τελικό περιβάλλον του αλγορίθμου αξιολόγησης που θα δημιουργηθεί, ήδη έχουμε στα χέρια μας ένα εργαλείο που βοηθά σημαντικά στην εύκολη διαχείριση, την ορθή παρακολούθηση και την καλύτερη διαδικασία εκπαίδευσης καθώς ο εκπαιδευτικός μέσα από το αυτοματοποιημένο σύστημα καταγραφής είναι ελεύθερος να κινηθεί στις ομάδες, να βοηθήσει και να καθοδηγήσει.

Παρόλα αυτά χρειαζόμαστε κάποιες εφαρμογές ακόμα, για να είμαστε σε θέση, με περισσότερα στοιχεία να απαντήσουμε στο ευρύτερο ερώτημά μας, που είναι το εάν και κατά πόσο ένα τέτοιου είδους εργαστήριο 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.

## Βιβλιογραφία

Σωτηρόπουλος Δ. Ι., Καλκάνης. Γ. Θ., (2007). Ένα "Οριζόντιο" Εκπαιδευτικό Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Πρακτικά του 5ου Συνεδρίου «Διδακτική φυσικών επιστημών και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση», Ιωάννινα.

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.

Όνομα δεύτερου συγγραφέως, Βιβλίο 3., (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 Δ. Ι., Βελέντζας, Αθ., Σερέπα, Βασ., Δημητριάδη Κυρ., Δημόπουλος Βασ., Όνομα δεύτερου συγγραφέως, Εργασία 2., (2003). Εκπαιδευτικές εργαστηριακές ασκήσεις Φυσικής με θεματική την οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή και χρήση αισθητήρων - απτηρών. Εφαρμογή και αξιολόγηση. Περιοδικό Φυσικός Κόσμος, τεύχος 13<sup>ο</sup> (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: 20/10/08



Ο εννοιολογικός χάρτης στη μαθησιακή διεργασία της «Εκπαίδευσης από Απόσταση» <http://hermes.di.uoa.gr/lab/cvs/papers/gogoulou/ggg-ODL-2003.pdf>. Τελευταία πρόσβαση: 12/12/08

Anohina, A., Graudina, V., Grundspenkis, J., (2007). Using Concept Maps in Adaptive Knowledge Assessment. *Advances in Information Systems Development* 469-479.

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.

Barrett, H. & Wilkerson, J., (2004). Conflicting Paradigms in Electronic Portfolio Approaches. <http://electronicportfolios.org/systems/paradigms.html>. Τελευταία πρόσβαση: 12/12/08.

Butler, Ph., eCDF ePortfolio Project., (2006). A Review Of The Literature On Portfolios And Electronic Portfolios. <https://eduforge.org/docman/view.php/176/1111/>. Τελευταία πρόσβαση 10/11/08.

**Collins, A., (1992).** Portfolios for Science Education: Issues in Purpose, Structure, and Authenticity. *Science Education*, 76(4), 451-63.

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<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου: «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», Θεσσαλονίκη.

Dimitriadis, P., Papatsimpa, L., Σωτηρόπουλος Δ. Ι., Καλκάνης. Γ. Θ., (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.

Hofstein, A, Nahum T, Shore R., (2001). Assessment of the Learning Environment of Inquiry-Type Laboratories In High School Chemistry. *Learning Environments Research* 4, 193–207.

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.

Linda R. J. Fraser, Geoffrey J. Giddings, Rodney L. Doran (1995). Assessment and Investigation of Science Laboratory Skills Among Year 5 Students. *Research in Science Education*, 25(3), 253-266.

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>.

Slater, T., (1996). Portfolio assessment strategies for grading first-year university physics students in the USA. *Physics Education*. (UK), 31(5), 329-333.

Stephen K., (2006). Contextual Assessment in Science Education: Background, Issues, and Policy. *Science Education* 90 (5), 820 - 851.



Thornton Ronald K., (1987). Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching, *Physics Education* 22, 321-238.