

■ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ, ΣΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΓΧΡΟΝΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Δ. Ι. Σωτηρόπουλος

sdimitr@primedu.uoa.gr

Σ. Ι. Οικονομίδης

sarecon@primedu.uoa.gr

Γεωργ. Θεοφ. Καλκάνης

kalkanis@primedu.uoa.gr

Εργαστήριο Φυσικών Επιστημών Τεχνολογίας και Περιβάλλοντος
Παιδαγωγικό Τμήμα Δ.Ε
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Προκειμένου να παρακινηθούν οι εκπαιδευόμενοι που συμμετέχουν σε ένα εργαστήριο φυσικών επιστημών και για να καλλιεργήσουμε μέσω αυτού, βασικές δεξιότητες στις εργαστηριακές τεχνικές, αναπτύξαμε τέσσερις διεπιστημονικές δραστηριότητες. Σε αυτές τις δραστηριότητες οι φοιτητές εκτίμησαν, μέτρησαν ή /και υπολόγισαν χρησιμοποιώντας αισθητήρες, απτήρες και κάποιες άλλες συσκευές συγκεκριμένα φυσικά μεγέθη που αποτελούν βιολογικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου σώματος όπως: τους χτύπους της καρδιάς, τον ρυθμό αναπνοής, τον χρόνο αντίδρασης σε κάποιο ερέθισμα, την επιτάχυνση της ανθρώπινης γροθιάς και την θερμοκρασία του σώματος σε διάφορες καταστάσεις.

Λέξεις Κλειδιά

Βιολογικά χαρακτηριστικά, Διεπιστημονικές δραστηριότητες, Ανθρώπινο σώμα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο κύριος σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αναδείξει μια πρόταση χρήσης του ανθρώπινου σώματος ως μέσο διεξαγωγής διεπιστημονικών δραστηριοτήτων στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών. Οι λειτουργίες του ανθρώπινου σώματος και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του, αφορούν και ενδιαφέρουν προφανώς όλους τους ανθρώπους και αυτός ίσως είναι ένας καλός λόγος για να εμπλακούν οι φοιτητές σε εργαστηριακές διαδικασίες που χρησιμοποιούν το ανθρώπινο σώμα για να γίνουν διάφορες μετρήσεις. Άλλωστε η παιδαγωγική και η εν γένει διδακτική τους αξία έχει μέσα από έρευνες και μελέτες που έχουν ήδη γίνει στο εξωτερικό αποδειχθεί και τεκμηριωθεί και μάλιστα διαχρονικά (*Thornton Ronald* και *Sassi Elena*).

Αναπτύχθηκαν λοιπόν δραστηριότητες που χρησιμοποιούν το ανθρώπινο σώμα και επιπλέον κάποιες επιμέρους λειτουργίες του για να μετρηθούν / υπολογισθούν κάποιες φυσικές ποσότητες /μεγέθη. Οι λειτουργίες που χρη-

σιμοποιήθηκαν (και δεν αποτελούν προφανώς τις μόνες) είναι: οι χτύποι της καρδιάς, ο ρυθμός αναπνοής, ο χρόνος αντίδρασης σε κάποιο οπτικό ή ηχητικό ερέθισμα, η επιτάχυνση της ανθρώπινης γροθιάς και οι εναλλαγές/ διαφοροποιήσεις της θερμοκρασία του σώματος σε διάφορες καταστάσεις.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Σε ολόκληρη την εκπαιδευτική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε ως εκπαιδευτική μεθοδολογία το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο (Γ.Θ. Καλκάνης 2002).

Για την υποστήριξη της εργαστηριακής διαδικασίας δημιουργήσαμε ένα υποστηρικτικό λογισμικό πολύμορφης επικοινωνίας (δημιουργημένο με ένα εργαλείο δημιουργίας ιστοσελίδων) και το δομήσαμε χρησιμοποιώντας το ερευνητικά εξελισσόμενο διδακτικό πρότυπο. Σε κάθε δραστηριότητα χρησιμοποιήσαμε και το αντίστοιχο λογισμικό/ οδηγό, το οποίο αναπτύχθηκε κάτω από την λογική του ανοικτού λογισμικού έτσι ώστε να μπορεί να εμπλουτισθεί/ βελτιωθεί / ανανεωθεί και τελικά να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε παρόμοια διαδικασία.

Το λογισμικό ουσιαστικά καθοδηγεί τους φοιτητές σε κάθε βήμα της χρησιμοποιούμενης μεθοδολογίας προσφέροντας παράλληλα και τα απαραίτητα στοιχεία πολυμέσων όπως τα βίντεο και οι εικόνες, τα οποία χρησιμοποιούνται είτε για να ενεργοποιήσουν τους σπουδαστές είτε για να τους προσφέρουν τις κατάλληλες οδηγίες. Μέσα στο λογισμικό αυτό, δίνονται κατάλληλες ερωτήσεις ώστε οι φοιτητές να διατυπώσουν υποθέσεις τις οποίες καλούνται να ελέγξουν στη συνέχεια πειραματικά. Ο τρόπος που το λογισμικό χρησιμοποιείται μπορεί να αλλάξει σύμφωνα και με το είδος του εργαστηρίου που επιλέγεται κάθε φορά. Στο λογισμικό επίσης υπάρχουν τα απαραίτητα φύλλα εργασίας που οι φοιτητές χρησιμοποιούν ενώ παρέχονται και πληροφορίες για τα χρησιμοποιούμενα κατά τη πειραματική διαδικασία, υλικά Τα φύλλα εργασίας αναπτύχθηκαν μέσα από το πρίσμα της απλότητας και της αμεσότητας στην εκτέλεση συγκεκριμένων πράξεων εργαστηριακών διαδικασιών μέσα στα πλαίσια του ερευνητικά εξελισσόμενου διδακτικού προτύπου.

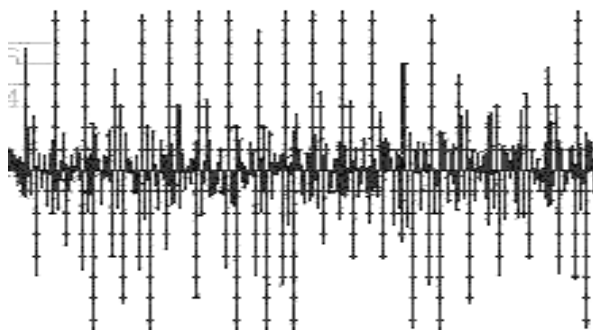
Τέτοιου είδους διαδικασίες λοιπόν φαίνεται (και με βάση τα αναλυτικά προγράμματα) πως μπορούν να εφαρμοστούν είτε στις δύο τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου, είτε στις τελευταίες τάξεις του λυκείου είτε απλά ως εισαγωγικά μαθήματα στον πειραματισμό στις φυσικές επιστήμες και είναι διαδικασίες που μπορούν με εύκολο και ευχάριστο τρόπο να εξοικειώσει τους φοιτητές (/μαθητές) με τους αισθητήρες, το λογισμικό τους και την πειραματική πρακτική εν γένει.

Η πρώτη πιλοτική εφαρμογή πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο φυσικής (αρχικά σε φοιτητές του τμήματος φυσικής και στα πλαίσια ανάπτυξης διπλωματικών εργασιών και στη συνέχεια) σε φοιτητές του παιδαγωγικού τμήματος του πανεπιστημίου της Αθήνας. Οι σπουδαστές αυτοί είναι οι μελλοντικοί δάσκαλοι και πρέπει κατά τη γνώμη μας, από τη μια να αποκτήσουν σφαιρική γνώση για το ανθρώπινο σώμα και την καλή υγεία του και από την άλλη να αναπτύξουν δεξιότητες στις πειραματικές διαδικασίες και την πειραματική πρακτική εν γένει.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΣ

Μέτρηση των καρδιακών παλμών και του ρυθμού αναπνοής με χρήση ενός μικροφώνου

Σε πολλές έρευνες είναι σαφές ότι οι περισσότεροι από τους σπουδαστές συγχέουν το ρυθμό που χτυπά η καρδιά με την αναπνοή. Αν και οι δύο λειτουργίες είναι αλληλοεξαρτώμενες ο ρυθμός της αναπνοής δεν είναι ο ίδιος με το αριθμό των χτύπων της καρδιάς (σε δεδομένο χρόνο). Προκειμένου να βοηθήσουμε στην εμπέδωση της διαφοράς αυτής χρησιμοποιήσαμε ως αισθητήρα, ένα κοινό μικρόφωνο που το τοποθετήσαμε σε ένα ορισμένο σημείο στο λαιμό και μετρήσαμε, μέσω ενός προγράμματος (π.χ. το shareware λογισμικό Goldwave™) τους κτύπους της καρδιάς ενός φοιτητή (αντί ενός κοινού μικροφώνου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κατάλληλος αισθητήρας μικρόφωνο).



Εικόνα 1. Καρδιακοί παλμοί ενός σπουδαστή.

Εάν ο ήχος δεν είναι αρκετά καθαρός χρησιμοποιώντας το προηγούμενο λογισμικό (ή οποιοδήποτε παρόμοιο) μπορεί να καθαριστεί έτσι ώστε ο ήχος να είναι δυνατός και σαφής. Από αυτήν την γραφική παράσταση οι σπουδαστές μπορούν να μετρήσουν τους κτύπους της καρδιάς σε δεδομένο χρονικό διάστημα μιας και η γραφική παράσταση έχει σαν οριζόντιο άξονα τον χρόνο.

Στη συνέχεια οι φοιτητές τοποθετούν το μικρόφωνο κοντά στη μύτη και μια εικόνα όπως η 2 θα εμφανιστεί στην οθόνη



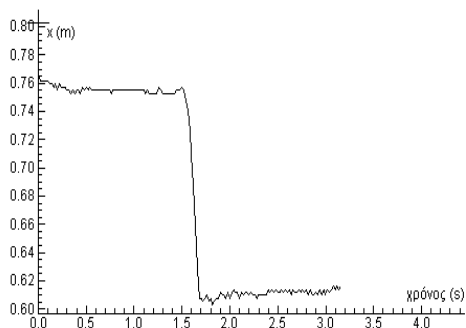
Εικόνα 2. Ρυθμός αναπνοής ενός σπουδαστή.

Επιπλέον χρησιμοποιώντας το μικρόφωνο μπορούν οι φοιτητές να υπολογίσουν τον ρυθμό της αναπνοής πριν και μετά από συγκεκριμένες σωματικές ασκήσεις να συσχετίσουν τον ρυθμό αναπνοής ανθρώπων που καπνίζουν με άλλους που δεν καπνίζουν και να συγκρίνουν -σε κάθε περίπτωση- τον ρυθμό αναπνοής με τους παλμούς της καρδιάς. Το είδος των δραστηριοτήτων που

τελικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξαρτάται από τη βαθμίδα εκπαίδευσης και από το πόσο θέλουμε να εμβαθύνουμε μέσα από τέτοιες διαδικασίες σε ιατρικά θέματα.

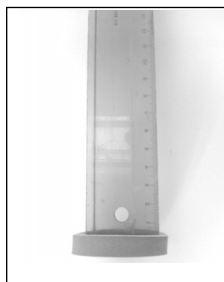
Υπολογισμός του ρυθμού αντίδρασης ενός ανθρώπου και μέτρηση της ταχύτητας και της επιτάχυνσης της γροθιάς με χρήση ενός αισθητήρα θέσης

Περαιτέρω μια δραστηριότητα που πραγματοποιήσαν οι φοιτητές ήταν αυτή της χρήσης ενός αισθητήρα θέσης (αισθητήρας που με την βοήθεια υπερήχων μπορεί να προσδιορίσει τη θέση ενός σώματος που κινείται) για την μέτρηση ενός κινούμενου σώματος.



Εικόνα 3. Πιάνοντας έναν χάρακα που πέφτει...

Η πειραματική διαδικασία πραγματοποιείται από ομάδα φοιτητών (2 ή και τριών ατόμων). Ο ένας φοιτητής κρατά έναν χάρακα που πέφτει. Ο χάρακας βρίσκεται πάνω από τον αισθητήρα θέσης. Στον χάρακα (εικόνα 4) έχουμε προσαρμόσει στο κάτω μέρος ένας δίσκο από αφρολέξ προκειμένου να έχουμε ακριβείς μετρήσεις χωρίς παρεμβολές.



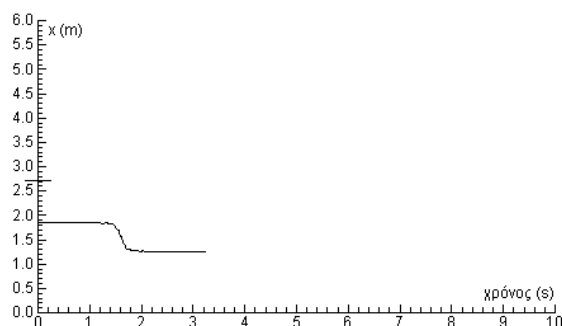
Εικόνα 4. Ο χάρακας με τον δίσκο από αφρολέξ.

Σε αυτή τη δραστηριότητα μετράται ο χρόνος αντίδρασης με τη βοήθεια της γραφικής παράστασης που δημιουργείται στο λογισμικό Coach 5 που υπάρχει στον υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος (μέσω της κονσόλας CoachLab II) ο αισθητήρας θέσης

Στη συνέχεια χρησιμοποιώντας απτήρες ήχου (ηχείο υπολογιστή) και φω-

τός (λαμπάκι) μετράται ο χρόνος αντίδρασης ενός φοιτητή σε κάποιο ηχητικό ή και οπτικό ερέθισμα που παράγει ο υπολογιστής διασυνδεδεμένος με τη κονσόλα των αισθητήρων (μέσα από κατάλληλο πρόγραμμα που έχει δημιουργηθεί στο Coach5). Για παράδειγμα ακούγεται ένας ήχος και ο φοιτητής "αμέσως" πατά το κουμπί space του πληκτρολογίου και σταματά η μέτρηση χρόνου από τον υπολογιστή. Έτσι καταγράφεται ο χρόνος αντίδρασης στα διαφορετικά ερεθίσματα και μπορεί να γίνει συσχέτιση για το χρόνο αντίδρασης στα διαφορετικά ερεθίσματα αλλά και για το χρόνο αντίδρασης στα ερεθίσματα από διαφορετικούς ανθρώπους.

Για να εμπλουτίσουμε της γνώσεις των φοιτητών σχετικά με τη λειτουργία του εγκεφάλου αλλά για να ασχοληθούν με πειραματικά δεδομένα σχετικά με την ταχύτητα και την επιτάχυνση κινούμενου σώματος, χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα θέσης που ήδη έχουμε αναφέρει δημιουργήσαμε μια δραστηριότητα που εμπλέκει την ανθρώπινη γροθιά. Μπροστά σε έναν αισθητήρα θέσης οι φοιτητές ρίχνουν γροθιές στον αέρα και μελετούν την κίνηση του χεριού.



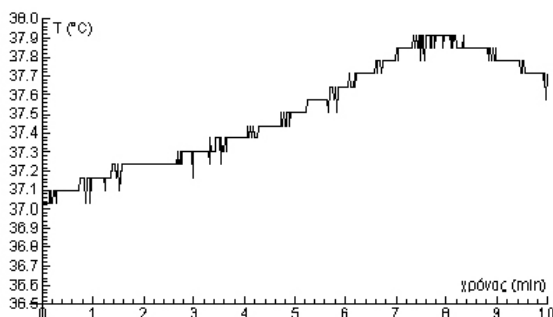
Εικόνα 5. Γράφημα μιας ανθρώπινης γροθιάς.

Σε όλες τις προηγούμενες δραστηριότητες ουσιαστικά προσφέρεται το έναυσμα για συζήτηση για τον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου και των νεύρων, ενώ οι φοιτητές εντρυφούν στις μετρήσεις και στην εξαγωγή συμπερασμάτων από γραφικές παραστάσεις.

Μετρώντας την θερμοκρασία του σώματος σε διάφορες καταστάσεις

Στην τελευταία διαδικασία ζητήθηκε από τους φοιτητές να πραγματοποιήσουν μετρήσεις θερμοκρασίας του σώματος σε διάφορες καταστάσεις. Στο εργαστήριο οι μετρήσεις μπορούν να γίνουν με έναν ή και περισσότερους αισθητήρες θερμοκρασίας που συνδέονται στην κονσόλα CoachLab II. Επιπλέον προτάθηκε στα πλαίσια μιας δραστηριότητας στο σπίτι να χρησιμοποιούν και ψηφιακά θερμόμετρα (φτηνά και σχετικά αξιόπιστα θερμόμετρα) προκειμένου να μετρήσουν την θερμοκρασία του σώματος σε διάφορες καταστάσεις όπως αυτές πριν την κατάκλιση ή πριν και μετά το φαγητό ακόμα και κατά τη διάρκεια του κύκλου των γυναικών.

Τέτοιες μετρήσεις με τη βοήθεια αισθητήρων πριν και κατά τη διάρκεια σωματικών ασκήσεων πραγματοποιήθηκαν με σκοπό να συζητηθεί η εφίδρωση και οι λόγοι εμφάνισής της.



Εικόνα 6. Θερμοκρασία σώματος.

Τέτοιες μετρήσεις θερμοκρασιών (και ειδικά αυτών σχετικά με τον κύκλο των γυναικών) εκτός από τα προφανή και σχετικά με την εργαστηριακή πρακτική οφέλη, μπορούν να βοηθήσουν όλους τους φοιτητές/τριες (και κυρίως τους μαθητές/τριες του λυκείου), να ωριμάσουν κοινωνικά και μάλιστα όλα αυτά μέσα από μια αυστηρά επιστημονική διαδικασία, αυτή των μετρήσεων θερμοκρασίας με συγκεκριμένο πάντα τρόπο κάτι που θα τους βοηθήσει σημαντικά και στην εκτίμηση της αξίας της μέτρησης..

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Εν κατακλείδι τέτοιες διαδικασίες φαίνεται από τη μια να βοηθούν σημαντικά τους φοιτητές στο να κατανοούν την αξία της μέτρησης και από την άλλη να τους δίνουν κίνητρα και τρόπους να ασχοληθούν με αυτές, μέσα από μια εργαστηριακή διαδικασία (και) με την βοήθεια των ψηφιακών τεχνολογιών. Επίσης το τρίπτυχο Επιστήμη Τεχνολογία και Κοινωνία που βοηθά στην κοινωνική ανάπτυξη των ατόμων και τους καθιστά ενεργούς πολίτες επιστημονικά εγγράμματους φαίνεται να ικανοποιείται με τέτοιου είδους διαδικασίες. Ιδιαίτερη εντύπωση έκανε στους φοιτητές η ενσωμάτωση της μέτρησης της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του κύκλου των γυναικών (θέμα ταμπού), αλλά τελικά φαίνεται να το αντιμετωπίζουν με ωριμότητα και σοβαρότητα αφού στο «κάτω-κάτω εδώ μετρούμε φυσικά μεγέθη δεν παίζουμε».

Το πιο ενθαρρυντικό (και σημαντικό) στοιχείο της όλης μελέτης των δραστηριοτήτων που αναπτύχθηκαν ήταν το (προφανές) ενδιαφέρον που οι φοιτητές παρουσίασαν από την αρχή των πειραματικών διαδικασιών. Αξιοσημείωτες και αρκετά θετικές ήταν οι αντιδράσεις των φοιτητών του παιδαγωγικού τμήματος όταν διαπίστωσαν πως μέσα στα πλαίσια του εργαστηρίου φυσικής θα πραγματοποιήσουν μετρήσεις φυσικών ποσοτήτων που αφορούν στο σώμα τους στους ίδιους δηλαδή.

Ενώ είναι επίσης άξιο να αναφερθεί ότι οι σπουδαστές που αρχικά εμφανίστηκαν να έχουν τις χαμηλότερες προσδοκίες από τους εαυτούς τους τελικά αποδείχθηκαν να είναι πιο επιδέξιοι στη πειραματική πρακτική από ότι αναμέναμε και αυτό γιατί στην πορεία της εργαστηριακής διαδικασίας διαπίστωσαν πως «δεν ήταν και τόσο δύσκολο τελικά» να μετρήσουν την ταχύτητα της γροθιάς τους...

Σημαντική επίσης για τους φοιτητές ήταν και η διαθεματική - διεπιστημονική προσέγγιση βιολογικών χημικών και φυσικής θεμάτων μέσα από το πρίσμα των μετρήσεων και την επεξεργασία γραφικών παραστάσεων, αφού θεώρησαν αρκετά ενδιαφέρονσα την συμμετοχή τους σε ένα «πραγματικό εργαστήριο φυσικών επιστημών»

Τα περισσότερα από τα προβλήματα που αντιμετωπίσαμε αφορούσαν στη χρήση του λογισμικού των αισθητήρων (Coach 5) αλλά αυτό είναι κάτι που αναμέναμε αφού η περίοδος εξοικείωσης με αυτό ήταν σχετικά μικρή. Θεωρούμε πως μπορούμε να υπερκεράσουμε αυτού του είδους τις δυσκολίες με την εκτενή χρήση των επιμέρους αισθητήρων και του λογισμικού (Coach 5) σε κάποιο εισαγωγικό εργαστήριο εκμάθησης/ εξοικείωσης ή και στην εν γένει εκπαιδευτική διαδικασία μέσα στα εργαστηριακά μαθήματα. Εντούτοις περισσότερα συμπεράσματα μπορούν να εξαχθούν εάν γίνει περισσότερη εφαρμογή και μελέτη.

Τα πρώτα στοιχεία δείχνουν πάντως ότι αυτό το είδος πειραματικών δραστηριοτήτων μπορεί να καλλιεργήσει τις πειραματικές δεξιότητες με έναν εύκολο και ευχάριστο τρόπο ενώ μπορεί να βοηθήσει τους φοιτητές (ή και τους μαθητές) στο να γίνουν επιστημονικά εγγράμματα και ώριμα μέλη της κοινωνίας μας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Thornton Ronald K, «Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching», *Physics Education* vol 22,(p 321-238) 1987.
- Sassi Elena (χ.η). «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>.*
- Kalkanis G., “Which (and How) Science and Technology Education for Future Citizens?”, proceedings of the 1st IOSTE Symposium “Science and Technology Education Preparing Future Citizens”, Paralimni, Cyprus; 2001, invited paper, vol II, p. 199 - 214 .
- Walter Su, Yu-Jen. Promoting scientific Literacy for Future citizens through developing STS activities. Proceedings of the 1st IOSTE Symposium “Science and Technology Education Preparing Future Citizens”, Paralimni, Cyprus; 2001, invited paper, vol II, p 182 - 189.
- Καλκάνης Γ., (2002), ΕκΠαιδευτική ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ, ΕκΠαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών Πληροφόρησης (και) στην ΕκΠαιδευση στις Φυσικές Επιστήμες, 1η έκδοση, Αθήνα