

# Lab of Tomorrow

## Η Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών με Τεχνολογίες Αιχμής

Σ. Σάββας, Σ. Σωτηρίου, Μ. Ορφανάκης  
Τμήμα Έρευνας και Ανάπτυξης, Ελληνογερμανική Αγωγή  
15234, Χαλάνδρι, Αθήνα  
[orfanak@ea.gr](mailto:orfanak@ea.gr)

Ν. Ουζούνoglou, Ρ. Μακρή, Μ. Γαργαλάκος, Π. Τσενές  
Ινστιτούτο Επικοινωνιακών και Υπολογιστικών Συστημάτων  
Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο

C. Baber  
Electrical Engineering Dept., Πανεπιστήμιο Birmingham

H. E. Fischer, R. Tiemann  
Ινστιτούτο Διδακτικής της Φυσικής, Πανεπιστήμιο Dortmund

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο σχέδιο *Lab of Tomorrow*<sup>1</sup> επιχειρείται ο επανασχεδιασμός του σχολικού εργαστηρίου με μια νέα προσέγγιση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών, βασισμένη στην παραγωγή τεχνολογικά προηγμένων συσκευών, που θα επιτρέπουν στους μαθητές να χρησιμοποιούν το καθημερινό τους περιβάλλον κατά τη μαθησιακή διαδικασία. Για το σκοπό αυτό, στα πλαίσια του σχεδίου αναπτύσσεται τεχνολογία φορητών υπολογιστικών συστημάτων, τα οποία ονομάζονται *axions*. Τα *axions* ενσωματωμένα σε καθημερινά αντικείμενα (π.χ ένα επιταχυνσιόμετρο μέσα σε μία μπάλα) ή σε ρούχα, χρησιμοποιούν για τη συλλογή δεδομένων κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων των μαθητών. Στόχος είναι η δημιουργία «έξυπνων» παιχνιδιών τα οποία θα επιτρέψουν την ανάπτυξη όσο το δυνατόν περισσότερων συνδέσμων ανάμεσα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και την καθημερινή ζωή. Στο σχέδιο *Lab of Tomorrow*, στα πλαίσια της διαμορφούμενης κοινωνίας της πληροφορίας, μαθητές και καθηγητές συνεργάζονται με ερευνητές, ψυχολόγους, σχεδιαστές και τεχνολόγους, για να οικοδομήσουν το εργαστήριο του σχολείου του μέλλοντος.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** φορητοί υπολογιστές, εποικοδομιστική προσέγγιση, «έξυπνα» ρούχα

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πορεία εξέλιξης της επιστήμης βασίζεται στην παρατήρηση, τη διατύπωση υποθέσεων, την έρευνα, τον έλεγχο και την συνακόλουθη αποδοχή ή απόρριψη τους, καθώς και τον προσδιορισμό κατευθύνσεων για περαιτέρω έρευνα. Στο πλαίσιο ωστόσο του σχολείου η διαδικασία απόκτησης της επιστημονικής γνώσης αντιστρέφεται. Η επιστήμη παρουσιάζεται ως ένα συμπαγές σύνολο γνώσεων, το πείραμα αποτελεί την παρουσίαση του φαινομένου, ενώ στις ερωτήσεις δίδεται απάντηση πριν καν διατυπωθούν. Είναι γεγονός ότι οι μαθητές δεν μαθαίνουν μέσα από τις εμπειρίες τους, αλλά μέσω ενός συστηματικού αλλά τυποποιημένου μοντέλου, αποκομμένου από

τη καθημερινή πραγματικότητα. Ένα συγκεκριμένο και ιδιαίτερα χαρακτηριστικό τέτοιο παράδειγμα αποτελεί η διδασκαλία των φυσικών επιστημών.

## ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Οι φυσικές επιστήμες έχουν ως αντικείμενο τους τη μελέτη της φύσης και του κόσμου γύρω μας και έτσι η διδασκαλία τους δεν μπορεί να διαχωριστεί από τις καθημερινές εμπειρίες, όπως αυτές αποκτιούνται δια μέσου της καθημερινής αλληλεπίδρασης των μαθητών με το φυσικό κόσμο. Η υφιστάμενη πραγματικότητα της εκπαίδευσης στο σχολείο δημιουργεί την εντύπωση ότι η παρεχόμενη γνώση δεν είναι συνδεδεμένη στον επιθυμητό βαθμό με την καθημερινή εμπειρία. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα ο μαθητής να αποκτά περιορισμένη γνώση μέσω τυποποιημένων μεθόδων διδασκαλίας, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή η «επιβεβλημένη» και ανεπαρκής πληροφορία, δεν εμπεδώνεται. Αντίθετα μάλιστα, ο διαχωρισμός από τον πραγματικό κόσμο και η τυποποίηση του μαθήματος των φυσικών επιστημών, συμβάλλει στο να αναπτυχθούν στους μαθητές μια σειρά από λανθασμένες αντιλήψεις (Nachtigall, 1991, Nachtigall, 1992) για τα φυσικά φαινόμενα. Σε τέτοιες περιπτώσεις η τεχνολογία μπορεί να παρτίσχει βοήθεια με την παροχή εκπαιδευτικών επιστημονικών οργάνων και λογισμικού. Τα σύγχρονα επιστημονικά όργανα τα οποία χρησιμοποιούνται στο σχολικό εργαστήριο αντικατοπτρίζονται με τον όρο «μαύρο κουτί» που συνήθως χρησιμοποιείται για να τα περιγράψει. Τα σύγχρονα «μαύρα κουτιά» είναι αρκετά αποτελεσματικά στις μετρήσεις και στη συλλογή δεδομένων, επιτρέποντας ακόμα και σε αρχάριους να εκτελούν προχωρημένα επιστημονικά πειράματα, τα οποία βασίζονται τις περισσότερες φορές σε προηγμένες προσομοιώσεις.

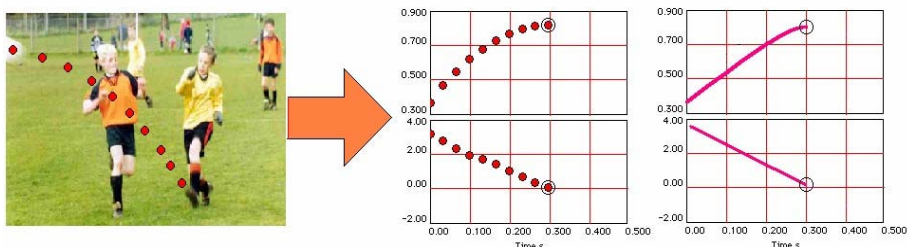
Παράλληλα, αυτά τα «μαύρα κουτιά» είναι «αδιαφανή» αφού οι εσωτερικοί τους μηχανισμοί είναι συνήθως κρυμμένοι και ως εκ τούτου ελάχιστα κατανοητοί από τους χρήστες. Είναι επιπλέον ιδιαίτερα επιβλητικά στην εμφάνιση τους με αποτέλεσμα να είναι δύσκολο για τους μαθητές να νιώσουν μια προσωπική σύνδεση με την επιστημονική δραστηριότητα. 'Για πολλούς μαθητές εργαστήριο σημαίνει να μεταχειρίζονται εξοπλισμό και όχι να μεταχειρίζονται ιδέες' (Lunetta, 1998). Η ηλεκτρονική και η υπολογιστική τεχνολογία έχει ενισχύσει αυτή την τάση εφοδιάζοντας τα επιστημονικά εργαστήρια και τις αίθουσες με ολοένα και περισσότερα «μαύρα κουτιά».

Παραδόξως, η ίδια ηλεκτρονική τεχνολογία στην οποία βασίζονται τα «μαύρα κουτιά», μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επανεισαγάγει μία ιδιαίτερα δημιουργική και αισθητική διάσταση στο σχεδιασμό του επιστημονικού εξοπλισμού για την διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Το σχέδιο Lab of Tomorrow συμβάλλει σε αυτήν την κατεύθυνση εισάγοντας καινοτομίες και στην παιδαγωγική έρευνα και στην τεχνολογία. Στόχος του είναι η δημιουργία εργαλείων τα οποία θα επιτρέψουν τη δημιουργία όσο το δυνατόν περισσότερων δεσμών ανάμεσα στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και στην καθημερινή ζωή των μαθητών.

## ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Στα πλαίσια του σχεδίου Lab of Tomorrow, αναπτύσσεται μεθοδολογία για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών με τη χρήση των νέων τεχνολογιών επιχειρώντας την όσο το δυνατό στενότερη σύνδεση με την καθημερινή ζωή. Για το σκοπό αυτό, η σύμπραξη<sup>2</sup> του Lab of Tomorrow, αναπτύσσει ένα σύνολο προηγμένων φορετών υπολογιστικών συστημάτων, τα **axions**. Τα axions ενσωματωμένα σε καθημερινά αντικείμενα (π.χ ένα επιταχυνσιόμετρο τοποθετημένο μέσα σε μία μπάλα) ή σε ρούχα (π.χ ένας αισθητήρας καταγραφής καρδιακών παλμών ενσωματωμένος σε μία μπλούζα) χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων των μαθητών. Σημαντικοί παράγοντες για το σχεδιασμό τους είναι η εργονομία και το κόστος τους. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα axions παρουσιάζονται με τη

χρήση κατάλληλου υπολογιστικού περιβάλλοντος συμβατού με λογισμικό γραφικών και ανάλυσης, ώστε οι μαθητές να μπορούν εύκολα να διερευνήσουν δραστηριότητες τους, να τις συσχετίσουν με τη διδαχθείσα θεωρία (Σχήμα 1). Δεδομένα από το καθημερινό παιχνίδι των μαθητών, από επιλεγμένες ενέργειες τους κατά τη διάρκεια ενός ποδοσφαιρικού αγώνα για παράδειγμα ή από διάφορες άλλες αθλητικές δραστηριότητες τους (βόλεϊ, τρέξιμο) ή ακόμα από απλή καταγραφή δεδομένων σε άλλες συνηθισμένες δραστηριότητες τους (βάδισμα, χαλάρωση κ.τ.λ) μπορούν να μελετηθούν με τα συγκεκριμένα εργαλεία.



**Σχήμα 1:** Το πέρασμα από τις καθημερινές δραστηριότητες στη διδασκαλία των θετικών επιστημών. Τα αξίους ενσωματωμένα σε καθημερινά αντικείμενα (π.χ ένα επιταχυνσιόμετρο τοποθετημένο μέσα σε μία μπάλα) χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων των μαθητών.

## ΣΤΟΧΟΙ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Οι στόχοι του προγράμματος Lab of Tomorrow είναι οι ακόλουθοι:

Η ανάπτυξη του παιδαγωγικού πλαισίου που θα επιτρέψει την επιτυχή εφαρμογή τεχνολογιών αιχμής στην καθημερινή μάθηση. Με την εισαγωγή στη μαθησιακή διαδικασία ερευνητικά αξιόλογων καθημερινών δραστηριοτήτων τους οι μαθητές θα αποκτήσουν βαθύτερη κατανόηση των φυσικών φαινομένων. Στόχος είναι επέκταση της μαθησιακής διαδικασίας και έξω από τα χρονικά και τα χωρικά όρια της τάξης στο καθημερινό περιβάλλον.

- Η ενίσχυση της εποικοδομιστικής προσέγγισης στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Το σχέδιο αποσκοπεί στην ενίσχυση την εποικοδομιστικής προσέγγισης (Papert, 1994, Resnick, 1993, Glasersfeld, 1995, Ruit, 1995), στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Συνήθως προσχεδιασμένα πειράματα χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στο πλαίσιο του σχεδίου οι μαθητές θα έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν τα αξίους, για να οργανώσουν πειράματα, καθώς επίσης και να προτείνουν την κατασκευή νέων αξίους. Το τελευταίο γίνεται πράξη στην τελική φάση εφαρμογής του σχεδίου, κατά την οποία οι μαθητές καλούνται να σχεδιάσουν τελείως αυτόνομα, χωρίς κάποιο σχέδιο μαθήματος, τα δικά τους πειράματα.
- Η ανάπτυξη τεχνολογικών καινοτομιών για εκπαιδευτική χρήση. Το σχέδιο Lab of Tomorrow στοχεύει στη δημιουργία νέων εκπαιδευτικών εργαλείων και του κατάλληλου μαθησιακού περιβάλλοντος για την εφαρμογή τους. Η φορητή τεχνολογία των αξίους συνοδευόμενη από το κατάλληλο ηλεκτρονικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης και τα επί μέρους υπολογιστικά εργαλεία χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό. Πολλά φαινόμενα των φυσικών επιστημών μπορούν να διερευνηθούν από την ανάλυση των δεδομένων των καθημερινών δραστηριοτήτων που συλλέγονται με τα αξίους.
- Η ανάπτυξη ενός συστηματικού σχήματος αξιολόγησης των εκπαιδευτικών και τεχνολογικών προσανατολισμών του σχεδίου. Στα πλαίσια του σχεδίου είναι απαραίτητο να αξιολογηθούν τα αξίους και η συνεισφορά τους στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών. Στόχος είναι να

αξιολογηθεί τόσο η παιδαγωγική προσέγγιση στη διδασκαλία μέσα από καθημερινές δραστηριότητες όσο και η χρησιμότητα των ίδιων των αξιών ως παιδαγωγικά παιχνίδια.

## ΓΕΦΥΡΩΝΟΝΤΑΣ ΤΟ ΧΑΣΜΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Το σχέδιο Lab of Tomorrow επιχειρεί την πραγματική συμμετοχή των μαθητών στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και τη χρήση, νέων τεχνολογικά προηγμένων ιδεών στο παιχνίδι. Με την ευχάριστη αφετηρία ότι το παιχνίδι είναι διασκέδαση, το σχέδιο θα φέρει τεχνολογία αιχμής στην τάξη και θα επιχειρήσει να κεντρίσει το ενδιαφέρον των νέων, παρέχοντας παράλληλα, νέες προοπτικές για εκπαιδευτική χρήση. Υπάρχει επίσης η τάση από μέρος της παιδαγωγικής κοινότητας να επικρίνεται η βιομηχανία παιχνιδιών για την περιορισμένη παιδαγωγική αξία των σύγχρονων παιχνιδιών. Το σχέδιο Lab of Tomorrow παρέχει τη δυνατότητα να σχεδιαστούν νέα «παιχνίδια» με παιδαγωγικό προσανατολισμό και στη συνέχεια να αξιολογηθεί η εκπαιδευτική τους αξία. Στο Lab of Tomorrow μαθητές και καθηγητές θα εμπλακούν όχι μόνο ως απλοί χρήστες αλλά και ως σχεδιαστές. Αυτό γίνεται πράξη στο τελευταίο κύκλο της εφαρμογής στο σχολείο όπου οι μαθητές και οι καθηγητές (οι οποίοι ήδη θα έχουν εξοικειωθεί με την ιδέα ότι η επιστημονική διερεύνηση είναι μια διαδικασία στην οποία μπορούν να συμμετέχουν, καθημερινά, δημιουργικά και ευχάριστα) θα έχουν την ευκαιρία να σχεδιάσουν τα δικά τους σενάρια για τη μελέτη φαινομένων της καθημερινής τους ζωής. Αυτές οι προτάσεις θα δημιουργήσουν νέες ιδέες για τη δημιουργία νέων εργαλείων παιχνιδιών. Στα πλαίσια του σχεδίου εφαρμόζεται ένα σχήμα συνεχούς αλληλεπίδρασης των τεχνολόγων, οι οποίοι αναπτύσσουν τα «έξυπνα» παιχνίδια, με τους παιδαγωγούς, οι οποίοι διαμορφώνουν το παιδαγωγικό πλαίσιο εφαρμογής, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτό τη γεφύρωση του χάσματος ανάμεσα στη παιδαγωγική έρευνα και τη τεχνολογική καινοτομία (Σχήμα 2).

### Παιδαγωγοί



### Τεχνολόγοι

**Σχήμα 2:** Στα πλαίσια του σχεδίου οι πορείες της παιδαγωγικής και της τεχνολογικής έρευνας εξελίσσονται παράλληλα και συναντώνται περιοδικά με στόχο την αρμονική τους

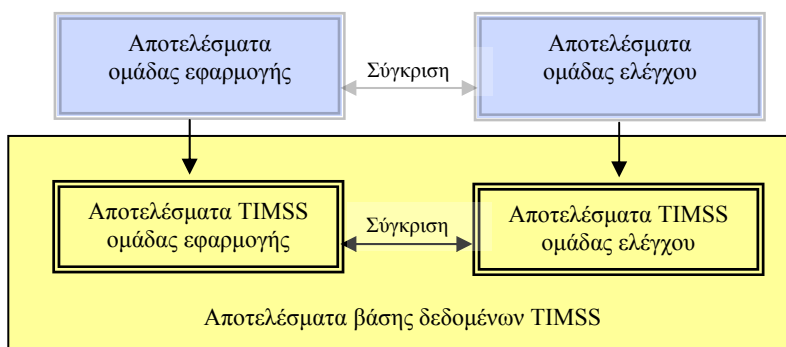
## ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΑΙ ΕΘΝΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ

Η αξιολόγηση της προτεινόμενης διδακτικής προσέγγισης θα γίνει με τρεις προσανατολισμούς: αξιολόγηση της μάθησης των μαθητών, αξιολόγηση του προτεινόμενου παιδαγωγικού πλαισίου και εθνογραφική έρευνα. Όσον αφορά στην αξιολόγηση της εκπαίδευσης των μαθητών, πρώτα θα αξιολογηθεί η εμπλοκή των μαθητών στην επιστημονική διερεύνηση. Το βασικό θεωρητικό ζήτημα που προκύπτει από το προτεινόμενο σχέδιο και χρήζει επισταμένης έρευνας, είναι το κατά πόσο η εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στην εκπαίδευση και δη η τεχνολογία των φορητών συστημάτων, μπορεί να προσφέρει μια ποιοτική αναβάθμιση στη διδασκαλία των φυσικών επιστημών στο επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Σε κάθε περίπτωση η εισαγωγή της

τεχνολογίας δεν θα είναι αντικαταστάτης της συμβατικής διδασκαλίας αλλά επιπρόσθετο εργαλείο, το οποίο πρέπει να δικαιολογήσει την εισαγωγή του μέσα από την ποιοτική αναβάθμιση που προσφέρει στην καθημερινή σχολική πρακτική. Στα πλαίσια της εθνογραφικής έρευνας, το σχέδιο θα λάβει υπόψη του τα διαφορετικά σχολικά περιβάλλοντα στην Ευρώπη και θα μελετήσει συμπεριφορές μαθητών και καθηγητών από διαφορετικά πολιτισμικά περιβάλλοντα απέναντι στην εφαρμογή εκπαίδευση των νέων τεχνολογιών καθώς επίσης και τις συμπεριφορές ανάμεσα στους ίδιους τους μαθητές προερχόμενων από διαφορετικές χώρες. Η εθνογραφική έρευνα διευκολύνεται σε μεγάλο βαθμό από την εφαρμογή της μεθόδου αξιολόγησης που έχει επιλεγεί και η οποία είναι εξ αρχής σχεδιασμένη για εφαρμογή σε περισσότερες από μίας χώρες.

Η αξιολόγηση του σχεδίου θα γίνει σύμφωνα με τη μέθοδο TIMSS (Stigler, et al. 1999) βασισμένη στη ανάλυση βιντεοσκοπημένων δραστηριοτήτων στη τάξη και η οποία επιτρέπει τη λεπτομερή αξιολόγηση του σχεδίου τόσο με μελέτη του γνωστικού αντικείμενου των φυσικών επιστημών, όσο και εθνογραφική μελέτη του σχεδίου αφού στο παρελθόν έχει χρησιμοποιηθεί επανειλημμένα για τέτοιους σκοπούς.

Σε καθένα από τα σχολεία που συμμετέχουν στις δραστηριότητες του σχεδίου προβλέπεται μια τάξη εφαρμογής όπου κατά τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών γίνεται χρήση των νέων εργαλείων και μια αντίστοιχη τάξη μαθητών που θα ακολουθεί το συμβατικό τρόπο διδασκαλίας και θα αποτελέσει την τάξη ελέγχου για τη διαδικασία αξιολόγησης. Η επακόλουθη σύγκριση και ανάλυση των παρατηρήσεων (βιντεοσκοπήσεις και ερωτηματολόγια) για τις ομάδες εφαρμογής και ελέγχου, θα δώσει και τα συμπεράσματα της αξιολόγησης του σχεδίου. Ως αναφορά και για την εγκυρότερη αξιολόγηση των αποτελεσμάτων του σχεδίου θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα της βάσης δεδομένων από την εφαρμογή της TIMSS (Third International Mathematics and Science Study) στις συμμετέχουσες χώρες (Σχήμα 3).

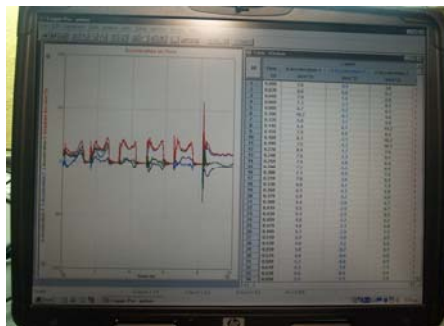


**Σχήμα 3:** Η αξιολόγηση του σχεδίου θα βασιστεί στη μέθοδο TIMSS στις τάξεις εφαρμογής και ελέγχου

### ΤΡΕΧΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

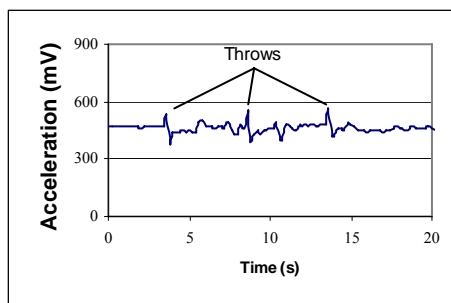
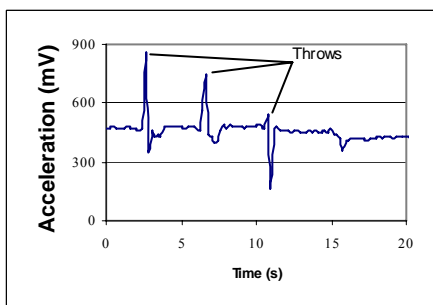
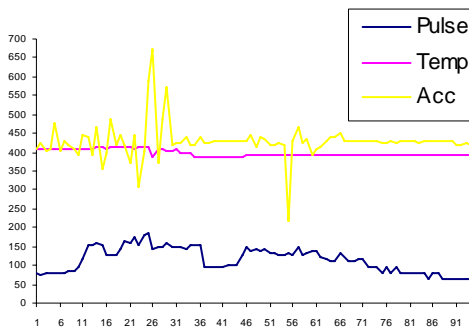
Το σχέδιο Lab of Tomorrow συμπληρώνει περίπου δέκα μήνες εφαρμογής (Μάρτιος 2002) και στην παρούσα φάση ολοκληρώνεται η ανάπτυξη των πρωτότυπων αξιών. Πιο συγκεκριμένα έχουν αναπτυχθεί δύο πρωτότυπα εργαλεία: μία μπάλα με ενσωματωμένο αισθητήρα καταγραφής της επιτάχυνσης της (Σχήμα 4) και το sensvest (μπλούζα) το οποίο φέρει αισθητήρες καταγραφής της επιτάχυνσης του σώματος, του χεριού, καταγραφής της θερμοκρασίας του σώματος και του καρδιακού ρυθμού (Σχήμα 5). Το sensvest επικοινωνεί ασύρματα με μία συσκευή η οποία προσαρμόζεται στο παπούτσι και δίνει τη δυνατότητα καταγραφής του αριθμού των βημάτων

καθώς επίσης και της επιτάχυνσης του ποδιού του χρήστη σε δύο διαστάσεις. Χρησιμοποιείται επίσης, για τον προσδιορισμό της θέσεως στο χώρο των διαφόρων αντικειμένων, ένα σύστημα εντοπισμού βασισμένο σε δύο ψηφιακές κάμερες (Local Positioning System, LPS).



**Σχήμα 4:** Η «έξυπνη» μπάλα με το ενσωματωμένο επιταχυνσιόμετρο και οι πρώτες μετρήσεις

Όλα τα αξίους επικοινωνούν ασύρματα με ένα σταθμό βάσης στον οποίο αποθηκεύονται τα δεδομένα. Ο σταθμός βάσης είναι συνδεδεμένος με ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος χρησιμοποιείται για την επεξεργασία και την ανάσυρση των δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί.



**Σχήμα 5:** Δείγμα δεδομένων από τις πρώτες εργαστηριακές δοκιμές των αισθητήρων με την έξυπνη μπλούζα.

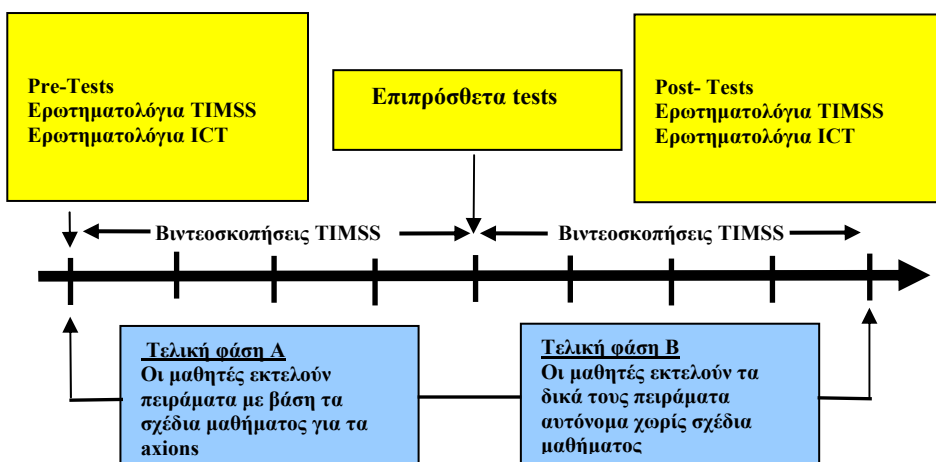
Στα πλαίσια της εκτέλεσης του σχεδίου προβλέπεται η ανάπτυξη παιδαγωγικού υλικού που θα εκφράζει την προτεινόμενη παιδαγωγική προσέγγιση στη διδασκαλία των θετικών επιστημών μέσα από καθημερινές δραστηριότητες. Το σχέδιο προβλέπει την ανάπτυξη σε πρώτη φάση πέντε πειραματικών μαθημάτων (π.χ η έξυπνη μπλούζα σε αθλητικές δραστηριότητες, ελεύθερη πτώση, οριζόντια βολή κ.α) τα οποία θα βασίζονται σε δραστηριότητες με τη χρήση των αξιόσ αξιολοιώντας πλήρως τις δυνατότητες τους. Έχουν σχεδιαστεί τέτοια μαθήματα πλήρως προσαρμοσμένα στο σχολικό πρωτόκολλο των χωρών (Αυστρία, Γερμανία, Ελλάδα, Ιταλία) που συμμετέχουν στο πρόγραμμα. Η ηλικία των μαθητών που θα συμμετάσχουν στις πρώτες εφαρμογές των νέων εργαλείων (τρέχουσα φάση) είναι 15-16 ετών.

Παράλληλα σχεδιάζεται, αναπτύσσεται και δοκιμάζεται το κατάλληλο λογισμικό το οποίο θα αξιοποιήσει τα πειραματικά δεδομένα που αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του Lab of Tomogrow. Το λογισμικό αυτό θα αποτελέσει ένα πλήρες εργαλείο διαχείρισης, ανάλυσης και παιδαγωγικής αξιοποίησης των πειραματικών δεδομένων. Το εργαλείο διαχείρισης θα περιέχει το παιδαγωγικό υλικό, το λογισμικό διαχείρισης και ανάλυσης των δεδομένων καθώς και τα μαθήματα πειραματικές δραστηριότητες. Στόχος είναι η μορφή του να είναι όσο το δυνατό πιο φιλική στο χρήστη να είναι εύχρηστο και πρακτικό εργαλείο και να υπηρετεί όσο το δυνατόν καλύτερα τους παιδαγωγικούς προσανατολισμούς του σχεδίου.

Η εφαρμογή του σχεδίου προβλέπει τρεις κύκλους σε πραγματικά σχολικά περιβάλλοντα (Αυστρία, Γερμανία Ελλάδα, Ιταλία). Οι δύο πρώτοι κύκλοι εφαρμογής είναι βασισμένοι στο αναλυτικό πρόγραμμα διδασκαλίας. Η δοκιμαστική φάση και τη πρώτη φάση εφαρμογής (Τελική φάση Α) αποσκοπούν ουσιαστικά στο να δοκιμαστούν τα νέα εργαλεία στο σχολικό περιβάλλον, να εξοικειωθούν οι μαθητές με αυτά, και να αξιολογηθεί η παιδαγωγική συνεισφορά τους σε σχέση με τους παραδοσιακούς τρόπους διδασκαλίας των φυσικών επιστημών. Οι εκπαιδευτικοί οι οποίοι θα έχουν ήδη καταρτισθεί στη παιδαγωγική χρήση των αξιόσ, θα εφαρμόσουν τα σχέδια μαθήματος που έχουν σχεδιασθεί για τις ανάγκες του σχεδίου. Τα σχέδια μαθήματος είναι απόλυτα προσαρμοσμένα στο εκπαιδευτικό πρωτόκολλο των χωρών που συμμετέχουν και βασίζονται σε απλές πειραματικές δραστηριότητες οι οποίες όμως τις περισσότερες φορές δεν θα ήταν δυνατόν να μελετηθούν στα πλαίσια ενός παραδοσιακού εργαστηριακού μαθήματος (π.χ μελέτη νόμων του Νεύτωνα σε ένα λάκτισμα της έξυπνης μπάλας).

Η δοκιμαστική φάση ελέγχου των νέων εργαλείων έχει ήδη ξεκινήσει και στα πλαίσια της, τα νέα εργαλεία θα μεταφερθούν διαδοχικά στα συμμετέχοντα σχολεία από τις υπόλοιπες χώρες για να δοκιμαστούν και σε όλα περιβάλλοντα εφαρμογής. Το στάδιο αυτό ακολουθεί μια περίοδο εκπαίδευσης και εξοικείωσης των καθηγητών στη χρήση και την εκπαιδευτική αξιοποίηση των νέων εργαλείων, η οποία και βρίσκεται σε εξέλιξη. Οι πρώτες εργαστηριακές δοκιμές των νέων εργαλείων είναι αρκετά ενθαρρυντικές από την αξιοπιστία και την ποιότητα των δεδομένων τα οποία καταγράφονται με τους παραπάνω αισθητήρες. Οι παρατηρήσεις για τη λειτουργία, την πρακτικότητα, τη χρησιμότητα και την εργονομία των πρωτότυπων αξιόσ, μαζί με τις παρατηρήσεις από τη δοκιμαστική φάση εφαρμογής στην τάξη, θα αποτελέσουν τη βάση για τον προβλεπόμενο από το χρονοδιάγραμμα επανασχεδιασμό των αξιόσ.

Η έναρξη της πρώτης φάσης εφαρμογής του σχεδίου στο σχολικό περιβάλλον θα σηματοδοτήσει παράλληλα και την έναρξη της διαδικασίας της πρώτης φάσης αξιολόγησης του σχεδίου με τη συλλογή και τη συγκριτική ανάλυση των στοιχείων από τις τάξεις εφαρμογής και ελέγχου (Σχήμα 6).



**Σχήμα 6:** Η τελική φάση της διαδικασίας αξιολόγησης θα ξεκινήσει τον Σεπτέμβριο του 2002 και θα ακολουθήσει το απεικονιζόμενο χρονοδιάγραμμα εφαρμογής.

Στη δεύτερη φάση εφαρμογής (Τελική φάση Β) του σχεδίου οι μαθητές καλούνται να προτείνουν οι ίδιοι, αυτόνομα, νέες πειραματικές δραστηριότητες καθώς και την κατασκευή νέων axions με βάση τις εμπειρίες που θα έχουν αποκομίσει από τα προηγούμενα αντίστοιχα στάδια του σχεδίου. Δίνονται έτσι κίνητρα στους μαθητές να εμπλακούν ενεργά στην επιστημονική αναζήτηση, οι προσωπικές εμπειρίες αποτελούν τη βάση δόμησης της γνώσης και ο εποικοδομισμός γίνεται πράξη.

Το στάδιο αυτό αναμένεται να είναι και το πιο σημαντικό της διαδικασίας αξιολόγησης αφού η ανταπόκριση ή όχι των μαθητών για ενεργό συμμετοχή σε αυτό, θα αποτελέσει ένα από τα βασικά προς ανάλυση στοιχεία, τα οποία θα υποδείξουν το βαθμό αποδοχής, αφομοίωσης και αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης παιδαγωγικής προσέγγισης βασισμένης στα νέα τεχνολογικά εργαλεία. Η ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων του σχεδίου είναι προγραμματισμένη για τον Απρίλιο του 2004 οπότε και θα παρουσιαστούν στην εκπαιδευτική κοινότητα και το σύνολο των αποτελεσμάτων, παραδοτέων και των συμπερασμάτων της αξιολόγησης του σχεδίου.

## ΠΡΟΣΔΟΚΩΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο σχέδιο Lab of Tomorrow οι μαθητές και οι καθηγητές έρχονται μαζί με τους ερευνητές, τους ψυχολόγους, τους σχεδιαστές και τους τεχνολόγους για να οικοδομήσουν το εργαστήρι του σχολείου του μέλλοντος. Στα συμπεράσματα της συνόδου IST '99 "Children Shaping the Future" εκφράζεται η ελπίδα και η επιθυμία τα παιδιά να χρησιμοποιήσουν τη φωνή τους για να φέρουν μια άλλη αίσθηση στο νέο κόσμο της κοινωνίας της πληροφορίας, που διαμορφώνεται. Στα πλαίσια του σχεδίου, η παραπάνω προοπτική γίνεται πράξη, αφού τεχνολογικές και εκπαιδευτικές καινοτομίες αξιοποιούνται σε ένα μια ανοικτή διερευνητική βάση, παρέχοντας την ευκαιρία στα παιδιά να μετατρέψουν καθημερινά τους παιχνίδια και δραστηριότητες σε μια πλατφόρμα μάθησης και γνώσης. Οι νέες ιδέες και τεχνολογίες θα ελεγχθούν και θα αξιολογηθούν συστηματικά στο πραγματικό σχολικό περιβάλλον. Αναμένεται με αυτόν το τρόπο, να τεκμηριωθεί η πεποίθηση ότι η στενή σύνδεση της καθημερινής ζωής με την διδασκαλία των φυσικών επιστημών, η οποία και επιχειρείται εδώ μέσω της χρήσης των νέων τεχνολογικών



«εργαλείων», αποτελεί ουσιαστική αναβάθμιση της μαθησιακής διαδικασίας και ενισχύει την επικοινωνιακή προσέγγιση.

## ΥΠΟΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

<sup>1</sup> Το σχέδιο συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στα πλαίσια του προγράμματος IST (Information Society Technologies, 5ο Πρόγραμμα Πλαίσιο, δράση School of Tomorrow, contract number 2000-25076). Οι εργασίες του σχεδίου ξεκίνησαν τον Απρίλιο του 2001 και θα ολοκληρωθούν τον Απρίλιο του 2004.

<sup>2</sup> Το σχέδιο αποτελεί ευρωπαϊκή κοινοπραξία 11 ιδρυμάτων από 6 Ευρωπαϊκές χώρες: Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, το Πανεπιστήμιο του Birmingham, το ινστιτούτο COREP ( the Consorzio per la ricerca e l' educazione permanente), ANCO SA, το Πανεπιστήμιο του Dortmund, τον εκπαιδευτικό οργανισμό Ελληνογερμανική Αγωγή (ΕΑ) και ένα δίκτυο 5 σχολείων.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Glaserfeld, E. V. (1995), *Radical Constructivism, A Way of Knowing and Learning*, Washington DC: Farmer Press
- Lunetta, V.N. (1998), *The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching*. In Fraser, B. J. & Tobin, K. G., (Eds.), *International Handbook of Science Education*, 249-264, Dordrecht
- Nachtigall, D. (1991), *Pra – und Misskonzepte und das Lehren, Lernen und Verstehen von Physik*, Seminararbeit 1991, Dortmund: University of Dortmund
- Nachtigall, D. (1992), *Was lernen die Schuler im Physikerunterricht?* Physikalische Batter, 48(3), 169-173
- Nachtigall, D. (1992), *Physikdidaktik im Aus-und Inland*, Vortrage Physikertagung 1992, Deutsche Physikalische
- Papert, S. (1994). *The Children's Machine*. New York: Basic Books
- Resnick, M. (1993), *Behaviour Construction Kits*, *Communications of the ACM*, 36 (7): 64-71.
- Ruit, R. (1995), *Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der Naturwissenschaftlichen Lehr- undLernforschung*, *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 905-923
- Stigler, W. J. & Gonzales, P. & Kanawaka, T. & Knoll, S. & Serrano, A. (1999), *The TIMSS Videotape Classroom Study: Methods and Findings from an explanatory Research Project on Eighth-grade Mathematics Instruction in Germany, Japan, and the United States*, Washington DC: U.S Government Printing Office