

Νέες Τεχνολογίες και Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*

Παναγιώτης Γ. Μιχαηλίδης

Πανεπιστήμιο Κρήτης, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης michail@edc.uoc.gr

Περίληψη. Η αποτελεσματική διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας αποτελεί το σημαντικότερο, ίσως, πρόβλημα της εκπαίδευσης των τεχνολογικά προηγμένων κοινωνιών. Η ραγδαία εξέλιξη στις Φυσικές Επιστήμες και στην Τεχνολογία, με τις επακόλουθες επιπτώσεις στις κοινωνίες που βασίζονται στην τεχνολογία, επιβάλλουν μια συνολική και, σε πολλά σημεία, μια καινοτομική προσέγγιση της Διδασκαλίας των Φυσικών Επιστημών. Η καινοτομική αυτή προσέγγιση αφορά τόσο το περίγραμμα ύλης όσο και κυρίως τη στρατηγική της διδασκαλίας και τη χρήση των κατάλληλων μέσων, εργαλείων και τεχνικών. Στα πλαίσια αυτά η χρήση νέων τεχνολογιών μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα χρήσιμη. Στην εργασία αυτή εξετάζονται μορφές των Νέων Τεχνολογιών και δυνατές χρήσεις τους στη Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών. Δίδονται παραδείγματα Νέων Τεχνολογιών με εστίαση στις τεχνολογίες της Πληροφορικής και αναφέρονται ορισμένες περιπτώσεις καλών πρακτικών.

Εισαγωγή

Στις βασιζόμενες στην Τεχνολογία κοινωνίες, όλο και περισσότερες αποφάσεις σχετίζονται με την πρόοδο στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία. Κατά συνέπεια, ο αλφαριθμητισμός στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία καθίσταται κρίσιμος για τη δημοκρατία ως σύστημα ενεργούς συμμετοχής των πολιτών [1]. Επίσης, σε όλους σχεδόν τους τομείς της παραγωγής, της αναψυχής και της καθημερινής ζωής, εισάγονται συνεχώς νέα προϊόντα, μέσα και διαδικασίες, τα οποία απαιτούν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε συγκεκριμένο τομέα καθώς και γενικότερη εξοικείωση. Επειδή πρόκειται για νέα προϊόντα και υπηρεσίες, η εξοικείωση και, προπάντων, ο αλφαριθμητισμός μπορεί να επιτευχθούν μόνο μέσω της εκπαίδευσης ενώ η, κατά Vygotski [2], συνεισφορά από την κοινωνία είναι σχεδόν ανύπαρκτη, αν δεν είναι και αρνητική ('φόβος για το άγνωστο;'). Προβάλλει έτσι επιτακτικά η ανάγκη για μια αποτελεσματική Διδασκαλία της Επιστήμης (των Φυσικών Επιστημών) και της Τεχνολογίας, η οποία θα πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες αλφαριθμητισμού του μεγάλου μέρους του πληθυσμού και, συγχρόνως, να δημιουργεί τις βάσεις για την περαιτέρω εκπαίδευση των ειδικών. Η χρήση Νέων Τεχνολογιών, ιδιαίτερα της Πληροφορικής, στη Διδακτική της Επιστήμης, αποτελεί προφανή επιλογή.

Η εκπαιδευτική τεχνολογία είναι μια διαδοχικών προσεγγίσεων διαδικασία για τον σχεδιασμό αποτελεσματικής διδασκαλίας. Περιλαμβάνει την εφαρμογή γνώσεων (πχ από τις θεωρίες μάθησης, τη γνωστική ψυχολογία, ...), την ανάπτυξη τεχνικών διδακτικής προσέγγισης (σύμφωνα με το υιοθετούμενο κάθε φορά διδακτικό μοντέλο), και, προπάντων, την ανάπτυξη, επιλογή και χρήση μέσων για την υποβοήθηση της διδασκαλίας. Οι 'Νέες Τεχνολογίες' στην Εκπαίδευση περιλαμβάνουν τις καινοτόμες προσεγγίσεις σε όλα τα

* Η εργασία αυτή χρηματοδοτήθηκε μερικά από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (έργο SGE-Safety Goes Europe στα πλαίσια του προγράμματος Grundtvig). Ούτε η Επιτροπή ούτε ο συγγραφέας μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνοι για οποιαδήποτε χρήση της εργασίας αυτής.

ανωτέρω. Αποτελούν ένα σύστημα εννοιών και μέσων που διαφοροποιείται συνέχεια, ανάλογα με τις εξελίξεις του τομέα [3]. Η Πληροφορική, σε διάφορες μορφές, αποτελεί σημαντική συνιστώσα των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση και, για πολλούς, ταυτίζεται με αυτές [4].

Η ανάγκη για μια πιο αποτελεσματική διδασκαλία, ιδιαίτερα στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία, καθώς και η δημιουργία νέων μέσων, έχει στρέψει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών προς την αναζήτηση νέων διδακτικών προσεγγίσεων, κυρίως με τη χρήση των συνεχώς εξελισσομένων δυνατοτήτων της Πληροφορικής, με συνέπεια μια ιδιαίτερα ανθηρή δραστηριότητα στον τομέα της Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας που αφορά τη χρήση της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση. Τα σχετικά άρθρα και εργασίες στα επιστημονικά περιοδικά αυξάνονται συνεχώς ενώ πολλά δημοσιεύονται και στο διαδίκτυο .

Η ανάπτυξη μιας διδακτικής προσέγγισης βασισμένης στην Πληροφορική απαιτεί γνώσεις στο συγκεκριμένο κάθε φορά αντικείμενο, στη διδακτική του αντικειμένου και στη χρήση των αντίστοιχων συσκευών και προγραμμάτων της Πληροφορικής. Ο συνδυασμός, σε ικανοποιητικό επίπεδο, των γνώσεων αυτών, ιδιαίτερα της χρήσης της Πληροφορικής, δεν είναι πάντοτε εύκολος. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος, η διδακτική προσέγγιση, συνήθως, αναπτύσσεται με τη συνεργασία ειδικών στους αντίστοιχους τρεις τομείς. Η συνεργασία αυτή είναι πιο αποδοτική όταν ο ειδικός του κάθε τομέα, είναι εναλφάβητος ή, έστω, έχει κάποια εξοικείωση με τις άλλες δυο ειδικότητες. Ίσως αυτό να εξηγεί την εισαγωγή σημαντικού αριθμού μαθημάτων εκπαιδευτικής τεχνολογίας και, γενικότερα, μαθημάτων σχεδίασης μιας διδασκαλίας σε τμήματα τεχνικού προσανατολισμού και εφαρμογών [5]. Παράλληλα, έχουν αναπτυχθεί πολλά είδη λογισμικού, τα οποία αποβλέπουν στο να καταστήσουν ευκολότερη τη σχεδίαση και ανάπτυξη διδακτικών προσεγγίσεων με χρήση των τεχνολογιών της Πληροφορικής από εκπαιδευτικούς, οι οποίοι δεν είναι ειδικοί στον προγραμματισμό Η/Υ. Επίσης, τα προγράμματα σπουδών των Παιδαγωγικών τμημάτων και των τμημάτων των ‘καθηγητικών’ σχολών εμπλουτίζονται με σχετικά μαθήματα (π.χ. σχεδίασης και ανάπτυξης ιστοσελίδων, αρχές εκπαιδευτικού λογισμικού, κλπ. – βλέπε σχετικά προγράμματα σπουδών στο διαδίκτυο) ενώ είναι γνωστή η προσπάθεια του ΥπΕΠ&Θ για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στη χρήση της Πληροφορικής (1^ο επίπεδο που έχει ολοκληρωθεί και 2^ο επίπεδο που εκκρεμεί) [6].

Στα επόμενα αναφέρονται συνοπτικά μορφές των Νέων Τεχνολογιών και δυνατές χρήσεις τους στη Διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, με (κάποια) παραδείγματα καλών πρακτικών, εστιάζοντας κυρίως σε σχετικά νέες εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορικής και Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση.

Γενική Παρουσίαση

Οι πρώτες εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορικής και της Επικοινωνίας (ΤΠΕ) στην εκπαίδευση αφορούσαν κυρίως θέματα οργάνωσης και διαχείρισης της σχολικής τάξης και της διδασκαλίας από τον εκπαιδευτικό, π.χ. ετοιμασία πρόσθετου υλικού και σημειώσεων (διαφανειών) για τη διδασκαλία, κατάλογο και βαθμολογία μαθητών τάξης, τήρηση ημερολογίου, προετοιμασία, προσαρμογή και ενημέρωση φύλλων εργασίας και αξιολόγησης, κλπ. Μια πολύ σημαντική χρήση στη διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας ήταν η χρησιμοποίηση προγραμμάτων γενικής χρήσης, όπως π.χ. τα λογιστικά φύλλα (spreadsheets) για τον υπολογισμό συναρτήσεων και τιμών μεγθών, για την επεξεργασία πειραματικών μετρήσεων, για την παρουσίαση γραφικών παραστάσεων, κλπ [7]. Παρά τους ενδοιασμούς πως η ‘αυτοματοποίηση’ της επεξεργασίας των πειραματικών μετρήσεων (εύρεση μέσης τιμής, υπολογισμός σφαλμάτων, επιλογή αξόνων και κλίμακας για την κατασκευή γραφικών παραστάσεων, κλπ) στερεί από τους εκπαιδευόμενους την ‘αίσθηση –feeling’ των μεγθών (τάξη μεγέθους τιμών, ακρίβειας μετρήσεων και μεγέθους πειραματικών σφαλμάτων, κλπ)

και τον χρόνο αναστοχασμού, η εξέλιξη αυτή ήταν πολύ σημαντική. Άλλωστε η ως άνω 'αίσθηση' μπορεί να επιδιωχθεί με την απαίτηση προηγούμενης 'χειροκίνητης' εξάσκησης, όπου θα εντοπίζονται τα βασικά σημεία της διαδικασίας και τα κριτήρια με τα οποία θα πρέπει να γίνονται οι επιλογές (π.χ. κλίμακα και βαθμονόμηση αξόνων σε μια γραφική παράσταση) στα διάφορα στάδια της επεξεργασίας των μετρήσεων.

Η ως άνω χρησιμοποίηση προγραμμάτων γενικής χρήσης για τη διδασκαλία σε συνδυασμό με την ετοιμασία σημειώσεων, φύλλων εργασίας, κλπ. έχει εξελιχθεί, ιδιαίτερα στον χώρο των Πανεπιστημίων και των ΤΕΙ, σε παρουσίαση ολόκληρης της διδασκαλίας μαθήματος με ηλεκτρονική μορφή, η οποία υπάρχει διαθέσιμη και στο διαδίκτυο, αποτελώντας τις απαρχές της 'ηλεκτρονικής μάθησης' (e-learning) [8]. Σε αυτή τη βάση έχει αναπτυχθεί ολόκληρος κλάδος 'ηλεκτρονικών βιβλίων' και ηλεκτρονικών βιβλιοπωλείων. Απλά παραδείγματα ηλεκτρονικών βιβλίων μπορεί να δει κανείς στο [9]. Οι δράσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για το e-learning περιγράφονται στο [10]. Τα ηλεκτρονικά βιβλία, ενώ, συνήθως, δεν περιέχουν κάτι ιδιαίτερα καινοτόμο από άποψη διδακτικής προσέγγισης, φαίνεται να είναι πολύ χρήσιμα στον τομέα της κατάρτισης και της επιμόρφωσης, ιδιαίτερα σε τεχνικά θέματα, λόγω της ευκολίας προσαρμογής και ανανέωσης του περιεχομένου τους, του μικρού χώρου που καταλαμβάνουν (μπορούν να αποθηκευτούν και να αναπαραχθούν σε ένα απλό mp3 player). Είναι χαρακτηριστικό πως τα συνεργεία επισκευής και συντήρησης μηχανών των αντιπροσωπειών αυτοκινήτων, ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών ειδών, ..., είναι εφοδιασμένα με αυτού του είδους τα εγχειρίδια. Την πρακτική αυτή εφαρμόζουν επίσης και αρκετοί οργανισμοί κατάρτισης και επιμόρφωσης.

Τα ηλεκτρονικά βιβλία πολύ σύντομα εμπλουτίστηκαν με νέα στοιχεία, όπως σχέδιο, εικόνα, ήχο, κίνηση (animation), video, αναπτυσσόμενα σε ελκυστικές πολυμεσικές παρουσιάσεις. Τα πολυμεσικά αυτά προϊόντα έχουν το πλεονέκτημα να μπορούν να αναπτυχθούν με πολύ απλά μέσα [11] και αντικαθιστούν πολύ γρήγορα την 'εκπαιδευτική τηλεόραση'.

Οι πολυμεσικές εφαρμογές ως εποπτικά μέσα παρουσιάζουν, έναντι των κλασσικών εποπτικών μέσων διδασκαλίας, σοβαρά πλεονεκτήματα, όπως:

- Ευκολία χρήσης. Αρκεί ένας Η/Υ και ένας βιντεοπροβολέας. Και τα δύο μαζί κοστίζουν λιγότερο από απλές εικόνες σε πολλαπλά αντίτυπα, μια μεγάλη τηλεόραση και βίντεο ή κινηματογραφική μηχανή. Οι σχετικοί τίτλοι κοστίζουν, γενικά, φθηνότερα από τις αντίστοιχες ταινίες, έχουν μεγαλύτερη χωρητικότητα πληροφοριών και καταλαμβάνουν μικρό αποθηκευτικό χώρο.
- Απλότητα κατασκευής. Μπορούν να αναπτυχθούν με απλά μέσα, από τον ίδιο τον διδάσκοντα, ώστε να ανταποκρίνονται πληρέστερα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε διδασκαλίας, αποδεσμεύοντας έτσι τον εκπαιδευτικό από την αναζήτηση κατάλληλου υλικού και την εν συνεχεία προσαρμογή της διδασκαλίας του στο υλικό που εντόπισε και προμηθεύτηκε. Η δυνατότητα εμπλουτισμού, προσαρμογής και ενημέρωσης του περιεχομένου είναι επίσης απλούστερη, με επαναχρησιμοποίηση του ήδη υπάρχοντος υλικού. Αυτό ισχύει βέβαια με την προϋπόθεση πως ο διδάσκων γνωρίζει να σχεδιάζει τη διδασκαλία του (βλέπε σχετικό σχόλιο στα [37] και [45]).
- Ομαλή ενσωμάτωση στη διδασκαλία. Η παρακολούθηση μιας πολυμεσικής εφαρμογής μέσα στην τάξη μπορεί να γίνει με προβολή στον ασπροπίνακα ή στον τοίχο του πίνακα και δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις (π.χ. συσκότιση), οι οποίες απορυθμίζουν την τάξη.
- κλπ.

Εξ αιτίας των πλεονεκτημάτων τους, οι πολυμεσικές εφαρμογές αντικαθιστούν τα άλλα εποπτικά μέσα διδασκαλίας. Αποκτούν όμως πραγματικό διδακτικό ενδιαφέρον όταν εμπλουτίζονται με δομή και διασυνδέσεις εξελισσόμενες σε υπερμεσικές εφαρμογές. Απλά παραδείγματα υπερμέσων με ενδιαφέρον για τη διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας μπορεί κανείς να δει επισκεπτόμενος τις ηλεκτρονικές διευθύνσεις: <http://www.clab.edc.uoc.gr/hsci/> στο Πανεπιστήμιο Κρήτης και <http://aplo.eled.auth.gr/> στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές που βασίζονται στην Πληροφορική έχουν επίσης το προσόν πως μπορούν να λειτουργήσουν (να τρέξουν) είτε τοπικά, στον Η/Υ του χρήστη, είτε να κοινοποιηθούν, (να ‘διαβαστούν’) μέσω του διαδικτύου. Η εξάπλωση του διαδικτύου και η ευκολία πρόσβασης παρέχει επιπλέον δυνατότητες και στην εκπαίδευση. Τέτοιες δυνατότητες, που έχουν αρχίσει να υλοποιούνται εδώ και καιρό (βλέπε παραδείγματα στα [12], [13], [14], [15]), περιλαμβάνουν:

- Την παροχή άμεσης βοήθειας – επιμόρφωσης στους εκπαιδευτικούς, πράγμα ιδιαίτερα χρήσιμο για τους εκπαιδευτικούς των μεμονωμένων σχολείων. Οι εκπαιδευτικοί της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, των οποίων το εκπαιδευτικό έργο περιλαμβάνει την επιπλέον υποχρέωση της οργάνωσης, λειτουργίας και χρήσης πειραμάτων για τη σωστή διδασκαλία των Φυσικών επιστημών, μπορούν να επωφεληθούν περισσότερο από τη δυνατότητα αυτή, καλύπτοντας γνώσεις που λείπουν (τυπικό παράδειγμα: οι προδιαγραφές ασφαλείας της ‘εργαστηριακής’ διδασκαλίας) ή μαθαίνοντας από συναδέλφους εναλλακτικές διδακτικές προσεγγίσεις.
- Τη δημιουργία κοινοτήτων μάθησης με την ανάπτυξη ομάδων μεταξύ εκπαιδευτικών της ίδιας ειδικότητας που βρίσκονται σε διαφορετικά (και απομακρυσμένα) σχολεία και επικοινωνούν μέσω του διαδικτύου. Η δυνατότητα αυτή έχει υποτιμηθεί. Αν χρησιμοποιηθεί κατάλληλα, μπορεί να δημιουργήσει ομάδες εκπαιδευτικών με κοινούς προβληματισμούς που συζητούν και αντιμετωπίζουν (peer discussion) προβλήματα που αντιμετωπίζουν στη διδασκαλία τους [16]. Ιδιαίτερα για τους εκπαιδευτικούς της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, όπου η λειτουργία εργαστηρίων, αν και απαραίτητη, δυσχεραίνεται από τις συνθήκες λειτουργίας των σχολείων [17], η από κοινού συνεργασία μπορεί να δώσει νέες ιδέες για την αντιμετώπιση του προβλήματος οδηγώντας σε καινοτομικές διδακτικές προσεγγίσεις με χρήση πειραμάτων.
- Την ύπαρξη μιας ‘παγκόσμιας εμβέλειας’ μεγάλης βιβλιοθήκης με κόστος σχεδόν ασήμαντο. Υπάρχουν διαθέσιμες, με μικρό κόστος ή και δωρεάν, στο διαδίκτυο πολλές από τις έγκυρες βιβλιοθήκες, η έντυπη έκδοση των οποίων κοστίζει, και απαρχαιώνεται γρήγορα [18]. Η άμεση σχεδόν ενημέρωση τους επιτρέπει την αναζήτηση άρθρων για πρόσφατες εξελίξεις, κάτι ιδιαίτερα χρήσιμο για μια εξοικείωση με τα νέα επιτεύγματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.
- Για οποιοδήποτε σχεδόν θέμα, είναι δυνατή η ανεύρεση πληροφοριών στο διαδίκτυο, με εύκολο και γρήγορο τρόπο, από πολλές και διαφορετικές πηγές. Για τους εκπαιδευτικούς της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, οι οποίοι πρέπει να διδάξουν (ή/και να απαντούν σε ερωτήσεις μαθητών για) θέματα για τα οποία δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία διδακτικής προσέγγισης (ή αποτελούν πρόσφατες εξελίξεις), η αναζήτηση σχετικών πληροφοριών στο διαδίκτυο και ο συμερισμός της εμπειρίας και ‘καλής πρακτικής’ άλλων αποτελεί τον μόνο εφικτό (και περίπου ανέξοδο) τρόπο. Στο θέμα της αναζήτησης πληροφοριών από το διαδίκτυο υπάρχουν ενδοιασμοί και προβλήματα όπως:
 - Το μεγάλο πλήθος των πληροφοριών που επιστρέφει κάθε αναζήτηση, κάτι που δημιουργεί πρόβλημα επιλογής (‘χάσαμε τη γνώση μέσα στην πληροφορία’ κατά τον T. S. Elliot). Το πρόβλημα αυτό όμως είναι όμοιο με αυτό που αντιμετωπίζει ο άπειρος αναγνώστης χρησιμοποιώντας πρώτη φορά μια (μεγάλη) βιβλιοθήκη. Η αναζήτηση πληροφοριών με ελληνικές λέξεις περιορίζει κάπως το πρόβλημα. Έχουν επίσης αναπτυχθεί σύνθετες μέθοδοι αναζήτησης που περιορίζουν την έκταση των αναζητούμενων πληροφοριών.
 - Η εγκυρότητα των πληροφοριών, η οποία είναι (μπορεί να είναι) αμφίβολη. Το ίδιο όμως ισχύει και για κάθε άλλη πηγή πληροφόρησης και μπορεί να αντιμετωπιστεί με τα ίδια κριτήρια. Επιπλέον, στο διαδίκτυο, όπως, τουλάχιστον, λειτουργεί μέχρι τώρα, η σε παγκόσμιο επίπεδο πολλαπλότητα των πηγών πληροφόρησης επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση και διαπίστωση της εγκυρότητας.
 - Η πιθανή μονομέρεια των πληροφοριών που παρέχονται. Το πρόβλημα αυτό, για την ώρα, αντιμετωπίζεται γενικά όπως και το προηγούμενο, μπορεί όμως να οξυνθεί εξαιτίας δύο συντρεχουσών τάσεων: α/της προσπάθειας που γίνεται από ορισμένες κυβερνήσεις για έλεγχο (λογοκρισία) του περιεχομένου των ιστοσελίδων και των επισκέψεων τους, συνήθως με αιτία (ή πρόσχημα) την πάταξη της τρομοκρατίας, την καταπολέμηση της πορνογραφίας, την προστασία του εθνικού συμφέροντος κλπ. και β/της ανάπτυξης των ‘έξυπνων’ μηχανισμών αναζήτησης πληροφοριών στο διαδίκτυο, οι οποίες έχουν το πλεονέκτημα να διευκολύνουν

τον γρήγορο εντοπισμό της πληροφορίας που αναζητείται κάθε φορά, έχουν όμως και τη δυνατότητα είτε λόγω των κριτηρίων και των αλγορίθμων που χρησιμοποιούνται για τη σειρά παρουσίασης των εντοπιζόμενων πληροφοριών είτε για λόγους σκοπιμότητας να ‘θάβουν’ πληροφόρηση από συγκεκριμένες (απαγορευμένες) πηγές ή με συγκεκριμένο περιεχόμενο ή να παραπέμπουν σε ‘παραπλήσιες’ ή και άσχετες πηγές πληροφόρησης. Είναι επίσης δυνατό, γνωρίζοντας τα κριτήρια με τα οποία μια μηχανή αναζήτησης παρουσιάζει τα αποτελέσματα, ένας ικανός γνώστης της Πληροφορικής να ‘στρέψει’ την αναζήτηση σε συγκεκριμένους τύπους, ακόμα και άσχετους με τις λέξεις-κλειδιά (‘Google bombing’) [19].

Η ύπαρξη προγραμμάτων, τα οποία διευκολύνουν τη δημιουργία ιστοσελίδων, επιτρέπει σε όλους σχεδόν να αναπτύσσουν τις δικές τους ιστοσελίδες, μια πολλή χρήσιμη δυνατότητα για την εκπαίδευση. Τα προγράμματα αυτά δημιουργούν τον απαραίτητο κώδικα αφού, μέσω κατάλληλης (συνήθως με γραφικά, GUI – graphic user interface) διεπαφής (interface), ο χρήστης έχει δώσει τις απαιτήσεις του ως προς τη μορφή και το περιεχόμενο των ιστοσελίδων που σχεδιάζει. Πρόκειται για προγράμματα είτε γενικής χρήσεως είτε για προγράμματα προσανατολισμένα στην ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών για ορισμένο κλάδο. Απλές μορφές υπάρχουν στο λογισμικό των περισσότερων Η/Υ ενώ πολλά υπάρχουν (δωρεάν ή με μικρό κόστος) και στο διαδίκτυο [20]. Τη δυνατότητα δημιουργίας ιστοσελίδων (και ηλεκτρονικής επικοινωνίας) έχουν εκμεταλλευτεί σε μεγάλο βαθμό οι εκπαιδευτικοί μέσω του Σχολικού Δικτύου (<http://www.sch.gr/>), παρά τα προβλήματα που αντιμετωπίζονται, αλλά και άλλων τρόπων, όπως μπορεί εύκολα να διαπιστώσει κανείς με μια απλή περιήγηση στο Διαδίκτυο.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας επιτρέπει σε μεγαλύτερο και πιο εύκολο βαθμό τη διδασκαλία με μεθόδους εκπαίδευσης από απόσταση. Αυτό μπορεί να γίνει:

- Με τη χρήση τεχνικών τηλεδιάσκεψης (teleconferencing). Σημειώνεται πως απλά λογισμικά τηλεδιάσκεψης (συνήθως για περιορισμένο αριθμό χρηστών) εμπεριέχονται πια ως τυπικές συνιστώσες των λειτουργικών συστημάτων, με τα οποία συνοδεύεται κάθε Η/Υ. Η ανάπτυξη των ευρυζωνικών δικτύων θα διευκολύνει περισσότερο τη δυνατότητα αυτή.
- Με την ανάπτυξη υπερμεσικών εφαρμογών για τη διδασκαλία μαθημάτων. Η ανάπτυξη αυτή μπορεί να αφορά είτε συμπληρωματικές – βοηθητικές δράσεις (π.χ. ασκήσεις, εργασίες) είτε μέρος της διδασκαλίας είτε και ολοκληρωμένη διδασκαλία μαθήματος. Μπορεί να παρέχεται είτε μεμονωμένα (π.χ. σε CD/DVD για τοπική εκτέλεση στον Η/Υ του χρήστη) είτε μέσω του διαδικτύου.

Η ανάπτυξη υπερμεσικών εφαρμογών για τη διδασκαλία μαθημάτων διευρύνεται συνέχεια, ιδιαίτερα στα ΤΕΙ και στα Πανεπιστήμια, όπου σημαντικός αριθμός διδασκόντων αναπτύσσει μέρος ή και το σύνολο των μαθημάτων του με τον τρόπο αυτό. Έχει δημιουργηθεί και αντίστοιχο λογισμικό για τη διευκόλυνση της δημιουργίας και για τη συνολική διαχείριση της διδασκαλίας μέσω του διαδικτύου. Τέτοιο λογισμικό, το οποίο μάλιστα διατίθεται ελεύθερα είναι π.χ. το moodle [21]. Αυτή η συνεχής ανάπτυξη μαθημάτων με τη μορφή ‘Ανοιχτού Πανεπιστημίου’ μπορεί, ίσως, να αντιμετωπίσει κάποια από τα προβλήματα της μεγάλης και αυξανόμενης αναλογίας διδασκομένων προς διδάσκοντα και της έλλειψης χώρων και υποδομών που παρατηρούνται στην τριτοβάθμια, κυρίως, εκπαίδευση. Αντιμετωπίζει επίσης τα προβλήματα από τη μη σύμπτωση του διαθέσιμου χρόνου μεταξύ διδασκομένων και διδασκόντων που υπάρχουν και περιορίζουν δραστικά τη συνεχιζόμενη, ιδίως, εκπαίδευση.

Η συνηθέστερη των περιπτώσεων διδασκαλίας μέσω του διαδικτύου αφορά σε διδασκαλία με την τυπική μορφή της ‘παράδοσης’ και επιδιώκει, συνήθως, μάθηση σε επίπεδο γνώσεων – πληροφοριών. Αν χρησιμοποιηθούν οι πολυμεσικές δυνατότητες των Η/Υ τότε μπορούν να αποτελέσουν καλό υλικό διδασκαλίας. Ιδιαίτερα για τη διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, παρέχουν τη δυνατότητα πολλαπλών αναπαραστάσεων και επεξηγήσεων σε θέματα που θεωρούνται δύσκολα ή εκτός καθημερινής εμπειρίας. Παραδείγματα τέτοιων ιστοχώρων εντοπίζονται εύκολα στο διαδίκτυο [22].

Όμως οι απλές υπερμεσικές εφαρμογές δεν μπορούν να καλύψουν μάθηση που σχετίζεται με εργαστηριακή διδασκαλία ούτε ως προς το ψυχοκινητικό μέρος (δεξιότητες εκτέλεσης πρακτικών εργασιών), ούτε ως προς το συναισθηματικό τομέα (αίσθηση –feeling- μεγεθών και διαδικασιών). Επίσης σύνθετες γνωστικές δεξιότητες, όπως π.χ. οι νοητικές δεξιότητες και η γνωστική στρατηγική (ταξινόμια Gagne), οι οποίες απαιτούν χρόνο αναστοχασμού, και ενέργειες ανάδρασης (feedback) δεν μπορούν να καλυφθούν με τις απλές υπερμεσικές εφαρμογές. Τα θέματα αυτά μπορούν να καλυφθούν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό με την ενσωμάτωση ενεργών στοιχείων (active elements). Τα ενεργά στοιχεία είναι αντικείμενα (κυρίως προγράμματα και υποπρογράμματα) τα οποία επιτρέπουν την εκτέλεση διαφόρων εργασιών στον Η/Υ του χρήστη. Τέτοιες εργασίες περιλαμβάνουν π.χ. την εισαγωγή από τον χρήστη στοιχείων (π.χ. τιμές κάποιων μεταβλητών ή άλλα στοιχεία) και την εν συνεχεία εκτέλεση εργασιών που εξαρτώνται από αυτά (π.χ. μια γραφική παράσταση, εκτέλεση υπολογισμών, ...). Η διαδικασία αυτή μπορεί να επαναλαμβάνεται δίνοντας έτσι τη δυνατότητα ανάδρασης. Με βάση επίσης τα στοιχεία που δίδει ο χρήστης (μπορεί να) καθορίζεται ποια θα είναι η επόμενη ενέργεια του προγράμματος. Η αξιοποίηση της δυνατότητας αυτής οδηγεί άμεσα στις προσομοιώσεις και στο εικονικό εργαστήριο, τα οποία αναφέρονται συνοπτικά σε επόμενες παραγράφους. Με τις προσομοιώσεις και το εικονικό εργαστήριο δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης ολοκληρωμένων εφαρμογών διδακτικής προσέγγισης, που μπορεί να καλύπτει ικανοποιητικά όλα τα επίπεδα του γνωστικού τομέα μάθησης (και όχι μόνο τις πληροφορίες – γνώσεις). Η επιπλέον χρήση ειδικού εξοπλισμού παρέχει τη δυνατότητα κατασκευής εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας, με τις οποίες ο χρήστης (έχει την αίσθηση ότι) ‘ζει’ τα τεκταινόμενα. Η αξιοποίηση τέτοιων εφαρμογών για αυτοτελή διδασκαλία, μπορεί να καλύψει, σε κάποιο βαθμό και τους άλλους τομείς μάθησης, συναισθηματικό και ψυχοκινητικό, ενώ τέτοιες διαδικτυακές εφαρμογές, οι οποίες χρησιμοποιούνται (‘παίζονται’) από πολλούς χρήστες, αναπτύσσουν (νέες;) δεξιότητες στον συμμετοχικό (κοινωνικό) τομέα.

JavaScript, Applet, Physlet και προσομοιώσεις

Η πρώτη εισαγωγή ενεργών στοιχείων έγινε το 1995 στον Netscape Navigator (© Netscape Communications Corporation) με τη μορφή οδηγιών (‘εντολών’) προς τον φυλλομετρητή να εκτελέσει εργασίες στον Η/Υ του χρήστη. Οι εντολές αυτές, αρχικά με το όνομα Mocha, έχουν τώρα το όνομα JavaScript (© Sun Microsystems Inc.) και διερμηνεύονται (interpreted) από τον φυλλομετρητή, όταν παρουσιάζονται. Παράλληλα, αναπτύχθηκε από τη Sun Microsystems Inc. ή γλώσσα προγραμματισμού Java[®] (διαφορετική από τον κώδικα της JavaScript), η οποία έχει το προσόν της ανάπτυξης εφαρμογών, οι οποίες μπορούν να εκτελεστούν σε οποιαδήποτε πλατφόρμα υλικού και λογισμικού, είτε Η/Υ είτε άλλων ηλεκτρονικών συσκευών και μέσων επικοινωνίας (π.χ. κινητά τηλέφωνα). Στις υπερμεσικές εφαρμογές, η ενσωμάτωση εντολών σε κώδικα Java γίνεται με τη μορφή μιας ομάδας εντολών, (applet) και, εφόσον ο χρησιμοποιούμενος φυλλομετρητής (browser) έχει ενεργοποιημένη τη δυνατότητα της εικονικής μηχανής (Java virtual machine, διαθέσιμη ελεύθερα από το <http://www.java.com/>), παρέχουν οδηγίες για την εκτέλεση κάθε είδους προγραμμάτων στον Η/Υ του χρήστη (ή στην ηλεκτρονική συσκευή που εκτελούνται). Η ανοιχτή φιλοσοφία ελεύθερου λογισμικού [23], η οποία έχει υιοθετηθεί για τη Java, την κατέστησε δημοφιλή, και στην εκπαίδευση, με συνέπεια να έχουν αναπτυχθεί πολλές εφαρμογές. Πολλά από τα applet είναι ελεύθερα διαθέσιμα στο διαδίκτυο. Από τους πρώτους που χρησιμοποιήσανε τη δυνατότητα των applet στη διδασκαλία ήταν εκπαιδευτικοί της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Ήδη έχει εισαχθεί η ονομασία physlet, για applet των οποίων το περιεχόμενο σχετίζεται με τη Φυσική ή, γενικότερα, τις Φυσικές επιστήμες και την

Τεχνολογία. Σε πολλές περιπτώσεις τα physlet είναι ελεύθερα διαθέσιμα στο διαδίκτυο ακόμα και σε μορφή πηγαίου (source) κώδικα. Μια από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις των physlet είναι οι προσομοιώσεις (βλέπε σχετικά παραδείγματα JavaScript, Applet, Physlet και προσομοιώσεων στο [24]). Κατά τη χρήση των physlet για προσομοιώσεις, συνήθως, αυτό γίνεται με τον χρήστη να δίνει ορισμένες παραμέτρους, (π.χ. καθορισμός αρχικών τιμών, κλίμακα, ...) με βάση τις οποίες γίνεται η προσομοίωση του φαινομένου που μελετάται. Οι προσομοιώσεις δεν υποκαθιστούν πλήρως τις άμεσες παρατηρήσεις επειδή, π.χ.:

- Στην προσομοίωση ενός φυσικού φαινομένου παρατηρείται μια απεικόνιση της πραγματικότητας, λιγότερο ή περισσότερο καλή (ανάλογα με τον βαθμό επιτήδευσης της προσομοίωσης), ποτέ όμως πλήρης,
- Η προσομοίωση γίνεται με βάση την υπάρχουσα θεωρία, η οποία είναι πάντοτε προσεγγιστική, π.χ. στις βολές η αντίσταση του αέρα είτε παραλείπεται είτε προσεγγίζεται με βάση τις (εμπειρικές) σχέσεις που υπάρχουν για ορισμένης διατομής βλήματα και συγκεκριμένες περιοχές ταχυτήτων,
- Στην άμεση παρατήρηση (ή πείραμα) για να αντλήσει στοιχεία ο παρατηρητής είναι υποχρεωμένος να κάνει ένα 'κοσκίνισμα' ως προς το τι είναι σημαντικό και/ή σχετικό με το αντικείμενο μελέτης και τι όχι, να έχει κάποια ιδέα για άλλες παραμέτρους που θεωρεί ασήμαντες ή σταθερές από παρατήρηση σε παρατήρηση, κλπ. Η 'υποχρέωση' αυτή του παρατηρητή μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων (αξιολόγηση – εκτίμηση κατά την ταξινομία του Bloom). Στις προσομοιώσεις αυτή η ευκαιρία δεν υπάρχει καθόσον ο προγραμματιστής της εφαρμογής έχει ήδη κάνει αυτή την επιλογή παραλείποντας όσα θεωρεί ως άσχετα με το υπό μελέτη θέμα και, έτσι, παρουσιάζεται μια αναπαράσταση της πραγματικότητας εστιασμένη μόνο στα σημεία που θεωρούνται σημαντικά.

Παρά τα μειονεκτήματά τους, οι προσομοιώσεις είναι πολύ χρήσιμες όταν επιδιώκεται μάθηση στα επίπεδα γνώσης και κατανόησης (ταξινομία Bloom) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά στις μεγαλύτερες τουλάχιστον ηλικίες. Τέτοια πλεονεκτήματα είναι, π.χ.:

- Η 'παραστατικότητα' τους βοηθά να θυμάται ο εκπαιδευόμενος τις σχετικές πληροφορίες για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα,
- Η δυνατότητα εκτέλεσης με διαφορετικές αρχικές συνθήκες βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου που μελετάται. Η σχεδιασμένη χρήση αυτής της δυνατότητας μπορεί επίσης να οδηγήσει σε εντοπισμό της σχετικής βαρύτητας που έχουν οι παράμετροι που υπεισέρχονται στην εξέλιξη ενός φαινομένου.
- Η προηγούμενη δυνατότητα τις αναδεικνύει σε πολύ καλό εργαλείο άσκησης για προβλεπτές μελλοντικές περιπτώσεις, όπως η επαγγελματική εκπαίδευση (βλέπε π.χ. εξομοιωτές πτήσης) ή η προετοιμασία για την αντιμετώπιση κινδύνων (π.χ. σεισμού), κλπ.
- Αποτελούν το (εποπτικό) μέσο που προσεγγίζει καλύτερα την πραγματικότητα (εφόσον υπάρχει σωστός σχεδιασμός) και, σε περιπτώσεις που δεν είναι δυνατή η άμεση παρατήρηση ενός φαινομένου, αποτελούν τη μόνη διέξοδο.

Εικονικό εργαστήριο

Οι δυνατότητες της Java επιτρέπουν τη σε πολλαπλά επίπεδα σύνθεση απλούστερων αντικειμένων σε σύνθετες εφαρμογές με σχετικά εύκολο τρόπο. Αυτό έχει αξιοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό για τη δημιουργία εφαρμογών εικονικής πραγματικότητας. Εφαρμογές εικονικής πραγματικότητας έχουν διαδοθεί εδώ και αρκετό καιρό, κυρίως ως ηλεκτρονικά παιχνίδια στρατηγικής (και ρόλων), π.χ. το SimCity και το SimEarth. Στη διδακτική της Επιστήμης και της Τεχνολογίας αντίστοιχη εφαρμογή αποτελεί το εικονικό εργαστήριο. Το εικονικό εργαστήριο αν και δεν αποτελεί, ακόμα, πλήρη εφαρμογή εικονικής πραγματικότητας (θυμίζει περισσότερο 'εικονική τάξη' με προσομοιώσεις [25]) αποτελεί σημαντικό βοήθημα στη διδακτική της Επιστήμης και της Τεχνολογίας τουλάχιστον για επιδιωκόμενη μάθηση στο επίπεδο της γνώσης και της κατανόησης (ταξινομία Bloom) και οι

εφαρμογές του συνεχώς αυξάνονται [26]. Οι μέχρι τώρα γνωστές εφαρμογές εικονικού εργαστηρίου αφορούν προσομοίωση της εκτέλεσης κάποιου πειράματος. Ανάλογα με την επιτήδευση (sophistication) της εφαρμογής, ο εκπαιδευόμενος επιλέγει για κάποιο από τα διαθέσιμα πειράματα τις συνθήκες (όργανα, υλικά, τιμές μεγεθών, ...) εκτέλεσης του πειράματος και η εφαρμογή προχωρεί στην προσομοίωση. Η χρήση εικονικού εργαστηρίου παρουσιάζει πλεονεκτήματα, ιδιαίτερα για τη διδασκαλία σε μεγάλο αριθμό εκπαιδευομένων, όπως:

- Προσφέρει μια εξοικείωση με τη πειραματική διεργασία και περιορίζει τον χρόνο εκμάθησης της χρήσης των διαφόρων οργάνων και συσκευών, των διαδικασιών επεξεργασίας και παρουσίας των μετρήσεων, της προετοιμασίας ενός πειράματος (οργάνωση και συγκέντρωση υλικών, ετοιμασία δειγμάτων,...).
- Δίνει την ευκαιρία (εικονικών) δοκιμών και πειραματισμών κάτω από ποικίλες συνθήκες κάτι που συνεισφέρει στην ανάπτυξη αίσθησης της συμπεριφοράς των συσκευών και οργάνων.
- Μπορεί να επιταχύνει την κατανόηση των κανόνων ασφαλείας της εργαστηριακής άσκησης,
- Αντιμετωπίζει το πρόβλημα της έλλειψης μεγάλου αριθμού συσκευών και οργάνων, του χρόνου, των χώρων και του υψηλού κόστους συντήρησης και αντικατάστασης που συνεπάγεται η άσκηση και ο πειραματισμός με τη λειτουργία των εργαστηριακών συσκευών,
- Μπορεί να διευκολύνει την επιτυχή διενέργεια δύσκολων και χρονοβόρων πειραμάτων,
- Μπορεί να συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση του φαινομένου μελέτης με την παρουσίαση επεξηγήσεων ταυτόχρονα με την προσομοίωση του πειράματος,
- κλπ.

Εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει, εφαρμογές εικονικού εργαστηρίου αναπτύσσονται σε όλα σχεδόν τα τμήματα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ιδιαίτερα στα τμήματα μηχανικών, όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς με απλή περιήγηση στο διαδίκτυο (πληκτρολογείτε στη γραμμή διευθύνσεων 'Εικονικό εργαστήριο') αν και κάποια αποτελούν εικονικά εργαστήρια μόνο ως προς το όνομα (ή βρίσκονται ακόμα υπό κατασκευήν). Σημειώνεται πως η εργαστηριακή διδασκαλία, ιδιαίτερα στη γενική εκπαίδευση, (πρέπει να) αποβλέπει, πέρα από τη μάθηση σε επίπεδο γνώσεων και κατανόησης, στην ανάπτυξη και άλλων δεξιοτήτων (π.χ. σχεδιασμός πειραμάτων για τον έλεγχο υπόθεσης ή για άντληση πειραματικών δεδομένων, επιλογή ή/και κατασκευή οργάνων, εκτίμηση ακρίβειας μετρήσεων και πειραματικού σφάλματος, κλπ) και δεξιοτεχνιών (π.χ. 'στήσιμο' και εκτέλεση πειράματος, χειρισμός οργάνων και συσκευών, κλπ) [27]. Επίσης, ειδικά για τις μικρές ηλικίες, η αντιστοίχιση της γραφικής αναπαράστασης της προσομοίωσης και της πραγματικής κατάστασης ενός πειράματος δεν είναι πάντοτε μονοσήμαντη και, όντας, αφαιρετική σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό, παρουσιάζει δυσκολίες (για παράδειγμα σκεφτείτε πως παρουσιάζεται ένα – απλό – ηλεκτρικό κύκλωμα και πως φαίνεται στην πραγματικότητα μια υλοποίησή του). Για την ανάπτυξη (σε κάποιο βαθμό) αυτού του είδους δεξιοτήτων και δεξιοτεχνιών, το εικονικό εργαστήριο θα πρέπει να επεκταθεί από το απλό στάδιο των προσομοιώσεων προς την εικονική πραγματικότητα. Ένα παράδειγμα τέτοιας υλοποίησης μπορεί κανείς να δει στη διεύθυνση <http://iskp.csd.auth.gr/projects/sep/> (επίσκεψη 10-Δεκ-2006).

MicroLab και Εκπαιδευτική Ρομποτική

Οι εξελίξεις στην ηλεκτρονική και ιδιαίτερα στα ολοκληρωμένα κυκλώματα ειδικών εφαρμογών (ASIC – Application Specific Integrated Circuits) έκαναν δυνατή την κατασκευή συσκευών, οργάνων και μηχανημάτων με περισσότερες δυνατότητες και με πολύ μικρότερο κόστος. Για την εκπαίδευση στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία. Οι συνέπειες, στις άλλες χώρες [28], ήταν σημαντικές γιατί έγινε δυνατό να εξοπλιστούν τα σχολεία με συσκευές και όργανα κατάλληλα για την πειραματική διδασκαλία ή, έστω, τη διδασκαλία με πειραματικές

επιδείξεις, σύγχρονων τομέων των Φυσικών Επιστημών καθώς και την εξοικείωση των μαθητών με σύγχρονα επιτεύγματα της Τεχνολογίας. Οι εξελίξεις στη μικροηλεκτρονική έκαναν επίσης δυνατή την ανάπτυξη ηλεκτρονικών αισθητήρων με μικρό μέγεθος και με ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις. Οι νέοι αυτοί αισθητήρες σε συνδυασμό με την εξέλιξη στο υλικό και στο λογισμικό Πληροφορικής επιτρέπουν τη λήψη σειράς μετρήσεων των τιμών πολλών φυσικών μεγεθών ενός φαινομένου ταυτόχρονα και χωρίς πολυέξοδο και πολύπλοκο μηχανισμό. Ο όρος MicroLab ('μικροΕργαστήριο', επίσης Microcomputer Based Laboratory - MBL) χρησιμοποιείται για να δηλώσει αυτή τη χρήση μετρητικών οργάνων και συσκευών ελέγχου. Η σύνδεση και λειτουργία των αισθητήρων με Η/Υ επιτρέπει επίσης (ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα) την ταυτόχρονη παρουσίαση βασικών μεγεθών του φαινομένου μελέτης. Το microLab είναι πολύ χρήσιμο στην μάθηση γνώσεων και, ως εκ τούτου, κατάλληλο για την επαγγελματική και την τεχνική εκπαίδευση. Με την παρατήρηση που αναφέρεται προηγούμενα (1^η παράγραφος του κεφαλαίου Γενική παρουσίαση) είναι χρήσιμο και στη γενική εκπαίδευση, ιδιαίτερα, επειδή προσφέρει και μια εξοικείωση με τον κόσμο των μικροσυσκευών ('gadgets') της σύγχρονης ζωής. Η κατασκευή προγραμματιζόμενων ηλεκτρικών ελεγκτών με μικρές διαστάσεις και με χαμηλές απαιτήσεις ενέργειας, σε συνδυασμό με τους ηλεκτρονικούς αισθητήρες επιτρέπουν την κατασκευή μηχανισμών που αντιδρούν σε μεταβολές του περιβάλλοντος εκτελώντας διάφορες εργασίες, μετακινούμενοι ή χειριζόμενοι άλλες συσκευές. Οι μηχανισμοί αυτοί λέγονται ρομπότ [29]. Η χρήση αυτοματισμών και ρομπότ (κινούμενων, χειρισμού άλλων μηχανών ή αυτοδιαμορφούμενων), των οποίων οι ενέργειες είτε καθορίζονται από άλλους (ανθρώπους, Η/Υ) είτε είναι προ-προγραμματισμένες είτε αυτοκαθορίζονται (με χρήση διαδικασιών τεχνητής νοημοσύνης) εξαπλώνεται συνέχεια σε συσκευές και μηχανήματα καθημερινής χρήσης ενώ η συναρμολόγηση απλών ή πολύπλοκων ρομπότ, χρησιμοποιώντας εξαρτήματα, τα οποία είναι εύκολα προσιτά, είναι μια σχετικά απλή υπόθεση [30]. Εκπαιδευτικές εφαρμογές της ρομποτικής χρησιμοποιούνται ήδη εκτεταμένα στην ενδοεπιχειρησιακή κατάρτιση. Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εκπαιδευτικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία. Έχοντας ως αντικείμενο την κατασκευή (συναρμολόγηση) ενός ρομπότ οι μαθητές μπορούν να αναπτύξουν σύνθετες γνωστικές δεξιότητες (νοητικές δεξιότητες, γνωστική στρατηγική), να κατανοήσουν καλύτερα βασικές αρχές της Φυσικής (π.χ. στην προσπάθεια τους να δώσουν κίνηση στο ρομπότ), να αναπτύξουν τη δημιουργική τους σκέψη και το ερευνητικό τους ενδιαφέρον, κλπ. Η εξοικείωση και, ακόμα, και ο αλφαριθμητισμός στη σύγχρονη τεχνολογία αποτελεί επίσης σημαντικό παράγωγο. Υπάρχουν ήδη ή σχεδιάζονται αντίστοιχα μαθήματα για εκπαιδευτικούς, υπηρετούντες και εκπαιδευόμενους [31], τα οποία στηρίζονται στη χρήση έτοιμων σετ από διάφορους κατασκευαστές [32]. Σημειώνεται πως ένα από τα σετ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εκπαιδευτική ρομποτική στη γενική εκπαίδευση κατασκευάζεται με τις συμβουλές του Papert [33], δημιουργού του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος της LOGO[©] [34], της οποίας θεωρείται εξέλιξη.

Βιβλιογραφία για τα θέματα που αναφέρονται στα προηγούμενα μπορεί να βρει κανείς στα σχετικά περιοδικά και βιβλία. Το διαδίκτυο, τα συνέδρια και οι σχετικές επιστημονικές εργασίες αποτελούν επίσης καλή πηγή πληροφόρησης [35].

Σχολιασμός

Σε όλες τις περιπτώσεις που αναφέρονται προηγουμένως, οι πρώτες εφαρμογές ήταν, σε μεγάλο βαθμό κοινότοπες και αφορούσαν μια απλή μεταφορά της παραδοσιακής μέχρι τότε διδακτικής προσέγγισης με την ενσωμάτωση ως ενός επιπλέον στοιχείου την πρόσθετη χρήση Η/Υ. Αυτό αφενός δεν εκμεταλλευόταν τις (ούτως ή άλλως περιορισμένες τότε)

δυνατότητες της πληροφορικής αφετέρου διατάρασσε την όποια ισορροπία υπήρχε στην επιλεγείσα διδακτική προσέγγιση [36]. Η κοινοτοπία αυτή ισχύει, γενικά, και σήμερα, αν και οι περιπτώσεις καινοτόμων διδακτικών προσεγγίσεων, οι οποίες εκμεταλλεύονται τις σημερινές δυνατότητες της νέας τεχνολογίας, συνεχώς αυξάνονται. Σε πολλές όμως περιπτώσεις, οι δυνατότητες των Νέων Τεχνολογιών φαίνεται να χρησιμοποιούνται χωρίς επισταμένη μελέτη της σύνδεσης τους με τους επιδιωκόμενους στόχους μάθησης. Έτσι, για παράδειγμα, γίνονται πολλές φορές εντυπωσιακές πολυμεσικές εφαρμογές, με κίνηση, ήχο, βίντεο, ..., οι οποίες κρατούν, ίσως, ζωνηρό το ενδιαφέρον των μαθητών, χωρίς όμως αντίστοιχα υψηλά αποτελέσματα μάθησης [37].

Η χρήση της Πληροφορικής ανοίγει νέες δυνατότητες για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας σε θέματα που θεωρούνται δύσκολα ή είναι εκτός άμεσης εμπειρίας. Δυο ενδεικτικά παραδείγματα:

- Με τη χρήση κατάλληλων προσομοιώσεων, μπορεί να ‘οπτικοποιηθούν’ μοντέλα για τον Φυσικό κόσμο στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει άμεση εμπειρία, π.χ.:
 - Μοντέλο του ηλιακού συστήματος με την περιφορά και την περιστροφή της Γης (υπάρχουν σχετικά προγράμματα διαθέσιμα στο εμπόριο και στο διαδίκτυο). Αυτό είναι χρήσιμο, ιδιαίτερα στις μικρές ηλικίες, για την κατανόηση της μεταβολής της διάρκειας της ημέρας και της εναλλαγής των εποχών [38], για την ‘αίσθηση’ των σχετικών μεγεθών (‘αστρονομικές αποστάσεις’) και της παραδοχής του σχεδόν σφαιρικού σχήματος της Γης (ενώ παρατηρούνται τόσο μεγάλες εδαφικές ανωμαλίες).
 - Μοντέλο για τη δομή του ατόμου στα πλαίσια του ατόμου του Bohr. Σε πολλά σχολικά βιβλία για το Δημοτικό αναφέρεται πως το άτομο αποτελεί μια μικρογραφία του ηλιακού συστήματος ως προσπάθεια κατανόησης της ατομικής δομής (άτομο Bohr) παραγνωρίζοντας το γεγονός πως η αντίστοιχη εμπειρία των μαθητών είναι αντίθετη (ο ήλιος φαίνεται να γυρίζει γύρω από τη Γη) ενώ το ηλιακό σύστημα το γνωρίζουν μόνο περιγραφικά (με τις συνθήκες αυτές θα μπορούσε να ειπωθεί πως το ηλιακό σύστημα είναι όπως το άτομο του Bohr).
 - Μοντέλο για τη δομή του ατόμου στα πλαίσια της κβαντομηχανικής με το ηλεκτρονικό νέφος και τα τροχιακά, π.χ. με γραφική παράσταση (‘οπτικοποίηση’) της ‘πυκνότητας πιθανότητας’ και τις τροχιές των ηλεκτρονίων ‘στο περίπου’ και σύγκριση με τις καθορισμένες τροχιές των ηλεκτρονίων στο άτομο του Bohr.
- Χρήση τεχνικών προσομοίωσης ‘Monte Carlo’ για οπτικοποίηση της θερμικής κίνησης [39]. Η τεχνική αυτή μπορεί να εξελιχθεί σε προσομοίωση φαινομένων θερμότητας στη βάση ενός στατιστικού (σωματιδιακού) μοντέλου ώστε να καταστεί δυνατή μια συνεπής διδακτική προσέγγιση των εννοιών για τη Θερμότητα. Πολλές εμπειρικές έρευνες δείχνουν πως στο κεφάλαιο της Θερμότητας δημιουργούνται πολλές εναλλακτικές αντιλήψεις (και παρανοήσεις) και θεωρείται, γενικά, δύσκολο. Συχνά οι αντιλήψεις των μαθητών κινούνται στα πλαίσια ενός μοντέλου ‘θερμικού υγρού (caloric fluid)’ [40], των θεωριών που επικρατούσαν πριν από 200 χρόνια. Αυτό μπορεί να αποδοθεί: α/στη φρασεολογία που, για ιστορικούς λόγους, χρησιμοποιείται στα διδακτικά εγχειρίδια χωρίς να αποσαφηνίζεται το νόημα (π.χ. ροή θερμότητας) [40], β/στο ότι οι περισσότερες διδακτικές προσεγγίσεις ακολουθούν την ιστορική πορεία για την έννοια της θερμότητας με τις απλές έννοιες για τη θερμότητα, την κλασική θερμοδυναμική και τη κινητική (στατιστική) θεωρία για τη Θερμότητα ανακατεμένες.

Η διαδικασία αυτή των προσομοιώσεων (και άλλες ανάλογες) μπορεί, ίσως, να βοηθήσει στη μετάβαση από τα θετικιστικά συμπεράσματα της κλασικής Φυσικής στα στατιστικά συμπεράσματα της κβαντομηχανικής (βλέπε και σχόλιο στον Επίλογο).

Αν και η χρήση της Πληροφορικής παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα στη διδασκαλία, υπάρχουν ενδείξεις πως οι σχετικές διδακτικές δραστηριότητες είναι ελάχιστες και η πλειοψηφία τους περιορίζεται σε βοηθητικό κυρίως ρόλο (π.χ. μαθητολόγιο, δημιουργία φύλλων αξιολόγησης, ...) [41]. Με δεδομένη τη μεγάλη δραστηριότητα που παρατηρείται την τελευταία δεκαετία σε έρευνες, συνέδρια, επιμορφώσεις και λοιπές δράσεις στα πλαίσια του Γ’ ΚΠΣ [42], ημερίδες, εκπαίδευση και κατάρτιση, κλπ, η μικρή (σχεδόν ασήμαντη)

χρήση της Πληροφορικής στη διδασκαλία δεν μπορεί πια να αποδοθεί στην έλλειψη ενημέρωσης ή σχετικής κατάρτισης και επιμόρφωσης.

Φαίνεται πως οι εκπαιδευτικοί διδάσκουν σύμφωνα με την εμπειρία που έχουν αποκτήσει οι ίδιοι ως διδασκόμενοι [43] και δεν μπορούν να προσαρμοστούν με ευκολία σε νέες άγνωστες καταστάσεις, αλλά προτιμούν διδακτικές μεθόδους που τους είναι οικείες [44]. Επίσης, στα πλαίσια μεταπτυχιακής εργασίας [45] βρέθηκε πως κατά τον σχεδιασμό μιας διδασκαλίας, όταν υπάρχουν διαθέσιμες πολλές δυνατές επιλογές και μέσα, παρουσιάζεται πρόβλημα επιλογής των κατάλληλων ενεργειών και μέσων ('πρόβλημα υπερεπιλογής') και, φαίνεται να προτιμάται 'η πεπατημένη', η οποία, στις περισσότερες περιπτώσεις είναι 'όπως διδαχτήκαμε'. Αυτό αποτελεί πρόσθετο λόγο για τον οποίο η εκπαίδευση και κατάρτιση, αρχική και συνεχιζόμενη, των εκπαιδευτικών θα πρέπει να γίνεται χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες των Νέων Τεχνολογιών. Για τους ίδιους λόγους, πέρα από τη χρήση των Νέων Τεχνολογιών, η διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας θα πρέπει να γίνεται:

- Χρησιμοποιώντας ως παραδείγματα εφαρμογής ύλη από σύγχρονες έννοιες των Φυσικών Επιστημών [46],
- Με οργάνωση της διδασκαλίας και των παραδειγμάτων (δειγματικές διδασκαλίες) ενσωματώνοντας τη χρήση Νέων Τεχνολογιών,
- Προτιμώντας τεχνικές διδακτικής προσέγγισης, οι οποίες ευνοούν την ανάπτυξη ερευνητικού πνεύματος, π.χ. η μελέτη ενός θέματος σφαιρικά και με διαθεματικό τρόπο. Η διδασκαλία με εργασίες (project) έχει τέτοια χαρακτηριστικά,
- Συνδέοντας την ύλη των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών με παρατηρήσεις από την καθημερινή ζωή [47], [48].

Επίλογος

Η χρήση Νέων Τεχνολογιών ανοίγει νέες δυνατότητες και μπορεί να κάνει πιο αποτελεσματική τη διδασκαλία, ιδιαίτερα τη διδασκαλία σύγχρονων εννοιών, τεχνικών και μεθόδων της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Για να γίνει όμως αυτό θα πρέπει να ενσωματωθούν οι Νέες Τεχνολογίες ομαλά στον σχεδιασμό της διδασκαλίας και όχι, όπως πολλές φορές παρουσιάζεται, ως ένας επιπλέον περιορισμός (ή απαίτηση) του σχεδιασμού της διδασκαλίας.

Με τις δυνατότητες που παρέχουν οι Νέες Τεχνολογίες, είναι δυνατή η διδακτική προσέγγιση της σύγχρονης Επιστήμης και Τεχνολογίας με υψηλές προσδοκίες μάθησης και σε επίπεδα πιο σύνθετα από το επίπεδο της πληροφορίας – γνώσης. Πρέπει όμως ο σχεδιασμός να λαμβάνει υπόψη τους υποψήφιους μαθητές με τις ικανότητες και τις δεξιότητες και δεξιότητες που ήδη έχουν (υποκείμενα μάθησης – target group) και να στηρίζεται με συνέπεια σε έγκυρη θεωρία μάθησης, παράμετροι που φαίνεται να απουσιάζουν από αρκετές εκπαιδευτικές εφαρμογές με χρήση της Πληροφορικής.

Με τις Νέες Τεχνολογίες είναι επίσης δυνατή η εκτέλεση σύνθετων πειραμάτων με τρόπο σχετικά απλό και όχι πολυέξοδο, θέμα ιδιαίτερα σημαντικό για την αποτελεσματική διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας και για τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών. Για να γίνει αυτό με επιτυχία απαιτείται συνολικός ανασχεδιασμός της ύλης και του τρόπου παρουσίασης της διαφορετικό από την τωρινή μορφή όπου, σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης (και για όλα τα αντικείμενα), η διδασκαλία ακολουθεί την ιστορική πορεία εξέλιξης της αντίστοιχης επιστήμης. Στον ανασχεδιασμό αυτό η χρήση της πληροφορικής μπορεί να διευκολύνει την παρουσίαση των βασικών εννοιών της Φυσικής στα πλαίσια των σύγχρονων θεωριών (σχετικότητα κατά Einstein, κβαντομηχανική, σωματιδιακή φυσική,...).

Το βασικότερο όμως πρόβλημα που πρέπει, κατά τη γνώμη μου, να αντιμετωπιστεί είναι η αλλαγή νοοτροπίας (στάσης και συμπεριφοράς) έναντι των Νέων Τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Αυτό δεν μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μια πρόσθετη και, πολλές φορές,

αποσπασματική επιμόρφωση των ήδη υπηρετούντων εκπαιδευτικών (όλων των βαθμίδων) αλλά με συστηματική προσπάθεια γνωστοποίησης και παρότρυνσης χρήσης των καλών πρακτικών που παρουσιάζονται. Πρέπει επίσης, η εκπαίδευση και η αρχική κατάρτιση των μελλοντικών εκπαιδευτικών να γίνεται με συστηματική και επισταμένη χρήση των Νέων Τεχνολογιών.

Σημειώσεις και Παραπομπές

[1] Η Δημοκρατία όπως τη γνωρίζουμε βασίζεται, για τη λήψη των αποφάσεων, στην ενεργή συμμετοχή των πολιτών, οι οποίοι ενεργούν εξ ιδίων και όχι ως οπαδοί ενός ‘χαρισματικού ηγέτη’ (όχι σαν πρόβατα που ακολουθούν τον τσοπάνη). Καθώς όλο και περισσότερες αποφάσεις εξαρτώνται από τις εξελίξεις στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία (E&T) για να είναι ικανός ο/η πολίτης να συμμετέχει εξ ιδίων θα πρέπει όχι μόνο να είναι Επιστημονικά και Τεχνολογικά εναλλάβητος (Science and Technology Literacy) αλλά, επίσης, να μπορεί να έχει και τις γνωστικές δεξιότητες να αποφασίζει έγκυρα και με βάση στοιχεία, έστω και αν δεν είναι πλήρη, πχ σε θέματα στα οποία δεν είναι ειδικός. Διαφορετικά η Επιστήμη θα ανακατεύεται με τη θρησκεία όπως στο σκοτεινό μεσαίωνα ή σε κάποιες περιοχές πχ της σύγχρονης Αμερικής (βλέπε στο <http://www.ncseweb.org/>) όπου η εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες, ειδικά η θεωρία της εξέλιξης των ειδών γίνεται νομικό θέμα σε αντιπαράθεση με θρησκευτικές δοξασίες (θυμίζει τη δίκη του Γαλιλαίου). Σημείωση: η αποτελεσματική εκπαίδευση στις Φυσικές επιστήμες έχει αναχθεί από την UNESCO σε ‘δημοκρατικό δικαίωμα’, ένα δικαίωμα στη Δημοκρατία.

[2] Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934). Σπούδασε γλωσσολογία και φιλοσοφία στο Πανεπιστήμιο Μόσχας πριν να ασχοληθεί με την έρευνα στην ψυχολογία. Θεωρείται από τους διαπρεπέστερους Σοβιετικούς ψυχολόγους. Μελέτησε την επίδραση κοινωνικών πολιτιστικών παραγόντων στον σχηματισμό της ανθρώπινης συνείδησης και ανέπτυξε μια γενετική (genetic) προσέγγιση της ανάπτυξης της αντίληψης στην πρώιμη παιδική ηλικία και νεότητα, ανάγοντας την σε σειρά σταδίων της ανάπτυξης του ανθρώπου, τα οποία βασίζονται στην ανάπτυξη της κοινωνικοποίησης του παιδιού. Οι εργασίες του δημοσιεύτηκαν μετά τον θάνατο του το 1934 και απαγορεύτηκαν το 1936. Το πολύ γνωστό έργο του Σκέψη και Γλώσσα – Thought and Language, 1934 θεωρήθηκε απειλή για τον Σταλινισμό). Τα έργα του (όπως και άλλων επιστημόνων της Σοβιετικής Ένωσης) έγιναν γνωστά στην (υπόλοιπη – ‘Δυτική’) Ευρώπη και στην Αμερική μετά το 1957, κατά τον ανασχεδιασμό του όλου εκπαιδευτικού συστήματος, των Ηνωμένων Πολιτειών, αρχικά, της ‘Δυτικής’ Ευρώπης μετά, ο οποίος ακολούθησε το σοκ από την εκτόξευση (4-Οκτ-1957) του Sputnik, πρώτου τεχνητού δορυφόρου από την (τότε) Σοβιετική Ένωση. Ο Vygotsky, είχε ευρύτατη μόρφωση με πρώτες εργασίες στη Ρωσική γλώσσα και φιλολογία. Ασκούσε την ιατρική στη πατρίδα του, Λευκορωσία, σε άσχημες συνθήκες και απομονωμένος από τη Δύση.

[3] Για μια εξοικείωση με τον κλάδο της Εκπαιδευτικής τεχνολογίας και την εξέλιξη του βλέπε π.χ.: α/ ‘The Encyclopaedia of Educational Technology’, <http://coe.sdsu.edu/eet/> (επίσκεψη 1-Δεκ.2006), β/Χριστίνα Σολομωνίδου, ‘Νέες τάσεις στην <Εκπαιδευτική Τεχνολογία, Εκδόσεις Μεταίχμιο 2006, γ/Πρακτικά 4^{ου} Πανελλήνιου συνεδρίου με διεθνή συμμετοχή, ‘Οι τεχνολογίες της πληροφορίας και της επικοινωνίας στην εκπαίδευση’ Αθήνα 29 Σεπτεμβρίου - 3 Οκτωβρίου 2004 (Επιμέλεια: Γρηγοριάδου Μ., Ράπτης Αρ., Βοσνιάδου Στ., Κυνηγός Χρ.), δ/Καλκάνης Γεωρ., ‘Εκπαιδευτική Τεχνολογία’, Αθήνα 2002, ε/Πρακτικά συνεδρίου, ‘Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση’, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 8-10 Ιουνίου 2001 εκδόσεις Ατραπός 2001 (Επιμέλεια : Μακράκης Β.), στ/Ι. Κανάκης, Διδασκαλία και μάθηση με σύγχρονα μέσα επικοινωνίας, ζ/Τα πρακτικά των συνεδρίων Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση (πληροφορίες στο <http://users.uoi.gr/gtseper/>).

[4] Φαίνεται πως, μετά από μια αρχική περίοδο σκεπτικισμού και άρνησης της χρήσης της Πληροφορικής στην Εκπαιδευτική διαδικασία, τώρα επικρατεί ένας (ατεκμηρίωτος;) ενθουσιασμός πως η Πληροφορική θα λύσει αυτόματα τα όποια προβλήματα της εκπαίδευσης. Παραγνώνεται, και στις δυο περιπτώσεις, το γεγονός πως η τεχνολογία μπορεί απλά να ενισχύσει τα αποτελέσματα του, καλού ή κακού, σχεδιασμού της διδασκαλίας.

[5] Ενδεικτικά αναφέρεται πως η πληκτρολόγηση των λέξεων 'Educational Technology' στη γραμμή διευθύνσεων (address bar – αντί για www. κλπ) του Internet Explorer (© Microsoft Corporation) επέστρεψε πάνω από 240 εκατομμύρια ηλεκτρονικές διευθύνσεις – σελίδες. Η πληκτρολόγηση των λέξεων 'Εκπαιδευτική Τεχνολογία' (στα ελληνικά) επέστρεψε πάνω από 100.000 σελίδες. Πολλές από τις σελίδες αυτές αφορούν σημειώσεις και λοιπό υλικό μαθημάτων εκπαιδευτικής τεχνολογίας και συναφών τομέων σε ΤΕΙ και σε Πανεπιστήμια.

[6] Βλέπε σχετικές πληροφορίες στα <http://www.cti.gr/epimorfosi/index2.htm> και http://www.pi-schools.gr/epim_tpe/.

[7] Βλέπε π.χ.: Παύλος Μίχας, Γ. Παπαγεωργίου 'Η χρήση του προγράμματος Lotus στην διδασκαλία της έννοιας του pH' Συνέδριο της ένωσης Ελλήνων Χημικών, Θεσσαλονίκη, Δεκέμβριος 1994

[8] Η διαδικασία αφορά σε διδασκαλία ή αυτοδιδασκαλία με ηλεκτρονικά μέσα και με επαγόμενη, ελπίζεται, μάθηση. Γιαυτό θεωρώ ως σωστότερη ορολογία το ηλεκτρονική διδασκαλία (e-teaching).

[9] <http://books.google.com/books?q=e-learning&ots=cc12140-K&sa=X&oi=print&ct=title>.

[10] http://ec.europa.eu/education/programmes/elearning/index_en.html.

[11] Ένας μέτριας ισχύος Η/Υ με το λογισμικό που τον συνοδεύει και μια απλή ψηφιακή μηχανή ή βιντεοκάμερα (π.χ. κινητό τηλέφωνο) συνήθως αρκεί, με την προϋπόθεση φυσικά πως είναι γνωστά τα προγράμματα (και η χρήση τους), τα οποία περιέχονται στο λογισμικό του Η/Υ. Βλέπε σχετικά στο Αντώνης Πλευράκης, "Συστήματα Δημιουργίας Εκπαιδευτικών Εφαρμογών για Μάθηση με τη Βοήθεια Υπολογιστών" Μεταπτυχιακή εργασία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 1993.

[12] Γιάννης Γουμενάκης, Βασίλης Κόμης, Π. Γ. Μιχαηλίδης. "Μια πρόταση για άμεση παροχή επιμόρφωσης και βοήθειας στους δασκάλους ολιγοθέσιων και δυσπρόσιτων σχολείων με την υποστήριξη υπολογιστών", 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή για τη Διδακτική των Μαθηματικών και τη Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Πάτρα 7-11 Μαΐου 1997, πρακτικά σ.355-366.

[13] Π. Γ. Μιχαηλίδης, 'Το διαδίκτυο ως μια προσιτή μέθοδος επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών', 2ο ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση", ΠΤΝ Πανεπιστημίου Πατρών, Πάτρα 13-15 Οκτωβρίου 2000, πρακτικά σ. 155-163. Βασικά σημεία της εργασίας με τον τίτλο 'Εκπαίδευση από απόσταση: Μια προσιτή μέθοδος επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών', παρουσιάστηκε ως προσκεκλημένη ομιλία στο συνέδριο 'Νέες παράμετροι στην εκπαίδευση: Εκπαίδευση από απόσταση και δια βίου εκπαίδευση', Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος 20-21 Νοεμβρίου 1999 πρακτικά σ.21-30.

[14] Π. Μιχαηλίδης, "Πρόταση Επιμόρφωσης Δασκάλων στις Φυσικές Επιστήμες με το Διαδίκτυο", Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή με τίτλο "Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από Απόσταση", Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 8-10 Ιουνίου 2001, πρακτικά σ. 148-158.

Περισσότερες πληροφορίες υπάρχουν στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.clab.edc.uoc.gr/aestit/>.

[15] Βλέπε π.χ. στα: α/Κυπαρισσία Α. Παπανικολάου, Μαρία Γρηγοριάδου, Ευαγγελία Γουλή, Η Συμβολή του Διαδικτύου στην Ανανέωση Εκπαιδευτικών Πρακτικών στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση, Θέματα στην Εκπαίδευση, 6 (1) 23-57, 2005, β/Γρηγοριάδου Μ., Παπανικολάου Κ., Κορνιλιάκης Χ., 'Εξατομικευμένη Μάθηση στο Διαδίκτυο: Προσαρμοστικά Εκπαιδευτικά Συστήματα', 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 25-27 Μαΐου 2001 (<http://www.eap.gr/> επίσκεψη στις 10-Δεκ-2006). Ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης ως εφαρμογή οι ιστοσελίδες (επίσκεψη στις 10-Δεκ-2006) www.cern.ch, (επιλογή Education), <http://www.windows.ucar.edu/windows.html>, <http://www.uky.edu/Projects/Chemcomics/>, <http://www.webelements.com/webelements/scholar/index.html>.

[16] Αυτό βέβαια προϋποθέτει ανάλογη 'κουλτούρα', η οποία, γενικά, λείπει στον ελλαδικό χώρο. Ακόμα και στις περιπτώσεις πολυδύναμων σχολείων, όπου υπάρχουν περισσότεροι του ενός εκπαιδευτικοί της ίδιας ειδικότητας, συνήθως επικρατεί πνεύμα ανταγωνιστικό και όχι συνεργασίας για την αντιμετώπιση κοινών προβλημάτων διδασκαλίας.

[17] Περιορισμένος, χώρος, έλλειψη πιστώσεων για αναλώσιμα, έλλειψη προσωπικού υποστήριξης και συντήρησης, έλλειψη (σε κάποιο βαθμό) συσκευών και οργάνων, έλλειψη κινήτρων στον εκπαιδευτικό της Επιστήμης και της Τεχνολογίας να αφιερώσει χρόνο για ασχοληθεί με τη προετοιμασία πειραμάτων και την ένταξη τους στη διδασκαλία του, Βλέπε περισσότερα στο Π.Γ.Μιχαηλίδης, 'Εργαστήρια Ενιαίου Πολυκλαδικού Λυκείου', Ιούλιος 1994, μελέτη 124 σελίδων για λογαριασμό του Οργανισμού Επαγγελματικής Εκπαίδευσης και Κατάρτισης (ΟΕΕΚ). Μέρος της έχει παρουσιαστεί στο Π. Γ. Μιχαηλίδης, 'Η Πληροφορική στο ελληνικό Ενιαίο Πολυκλαδικό Λύκειο', 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή για τη Διδακτική των Μαθηματικών και τη Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Λευκωσία Απρίλιος 1995, πρακτικά σ. 403-412.

[18] Π.χ. η Encyclopaedia Britannica έχει τις (βασικές) λειτουργίες στο διαδίκτυο (<http://www.britannica.com/> ή πληκτρολογήστε απλά τη λέξη 'Britannica' στη γραμμή διευθύνσεων του Internet Explorer (© Microsoft Corp.). Χρήσιμη και έγκυρη αποδεικνύεται επίσης η 'ανοιχτή' και 'συμμετοχική' διαδικτυακή εγκυκλοπαίδεια Wikipedia (<http://en.wikipedia.org/> ή απλά Wikipedia στη γραμμή διευθύνσεων), η οποία εμπλουτίζεται συνέχεια, όχι μόνο με νέα άρθρα αλλά και με σχόλια ή διαφορετικές απόψεις στα ήδη υπάρχοντα σχόλια. Η Wikipedia είναι πολύγλωσση έκδοση, περιλαμβάνοντας και τα ελληνικά. Ενδιαφέρον ως εγκυκλοπαιδικό λεξικό σε θέματα Φυσικών Επιστημών και Μαθηματικών παρουσιάζει επίσης ο ιστοχώρος <http://scienceworld.wolfram.com/>.

[19] Όπως έγινε γνωστό, το Google, η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μηχανή αναζήτησης του διαδικτύου, μετά από απαίτηση της Κινέζικης Κυβέρνησης δεν παρουσιάζει στους Κινέζους, κάποιες 'απαγορευμένες' σελίδες. Δεν είναι γνωστό αν αυτό συμβαίνει και σε άλλες περιπτώσεις. Επίσης, ακόμα και σήμερα (10-Δεκεμβρίου-2006) μπορεί να βρει κανείς τις παραπλανητικές αναφορές: για τη λέξη 'κατσικά' στην ιστοσελίδα της κυρίας Υπουργού Μαριέττας Γιαννάκου, για το 'ληστές' στον ιστοχώρο του ΟΤΕ, για το 'ψεύτες' στις ιστοσελίδες της Νέας Δημοκρατίας, για το 'miserable failure' στην ιστοσελίδα του προέδρου Bush, κλπ. Σχετικό είναι και το θέμα του ελέγχου της ηλεκτρονικής επικοινωνίας (e-mail) για τον περιορισμό της ανεπιθύμητης (spam) αλληλογραφίας και των πολιτικών της αντιμετώπισης του. Για ένα συνοπτικό οδηγό της χρήσης του διαδικτύου βλέπε στις ιστοσελίδες του σχολικού δικτύου <http://www.sch.gr/> (επιλογή e-υλικό).

[20] Βλέπε για παράδειγμα στα <http://www.horde.org/>, <http://www.apache.org/>, <http://www.fsf.org/>, <http://www.gnu.org/>, ή πληκτρολογήστε 'free software' στη γραμμή αναζήτησης για να βρείτε περισσότερες διευθύνσεις.

[21] <http://moodle.org/>.

[22] Η ηλεκτρολόγηση ‘Science teaching’ ή ‘Διδακτική Φυσικών Επιστημών’ ή κάτι παρόμοιο στη γραμμή αναζήτησης ενός φυλλομετρητή επιστρέφει σχετικές σελίδες. Οι ιστοσελίδες της Φιλεκπαιδευτικής Εταιρίας (Αρσάκειο) http://www.arsakeio.gr/inf_links.htm, και του ΣΕΠ-Σύνθετο Εργαστηριακό Περιβάλλον από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (<http://iskp.csd.auth.gr/projects/sep/>) είναι επίσης ενδεικτικές. Οι ιστοσελίδες του Σχολικού Δικτύου περιέχουν επίσης σχετικές χρήσιμες παραπομπές (<http://www.sch.gr/> σελίδες e-υλικό και τηλεεκπαίδευση). Οι ιστοσελίδες του Ευρωπαϊκού Κέντρου Πυρηνικών Ερευνών (CERN - <http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html>) στη Γενεύη είναι επίσης χρήσιμες

[23] Βλέπε σχετικά στο <http://www.fsf.org/> και στο <http://www.gnu.org/>.

[24] Βλέπε σχετικά: α/Wolfgang Christian and Mario Belloni, Physlet Physics, 2004, Pearson-Prentice Hall, ένα βιβλίο για τη διδασκαλία βασικής Φυσικής με χρήση applet, οι οποίες εμπεριέχονται σε συνοδευτικό CD, β/<http://webphysics.davidson.edu/Applets/Applets.html> περιέχει και άλλους σχετικούς τίτλους βιβλίων Φυσικής καθώς και σχετικές επιδείξεις. Οι διευθύνσεις http://webphysics.davidson.edu/physlet_resources/, <http://www.swgc.mun.ca/physics/physlets.html>, <http://physics.uwstout.edu/physapplets/>, κλπ περιέχουν επίσης χρήσιμα physlet. Μπορείτε να βρείτε περισσότερες τοποθεσίες με αναζήτηση της λέξης-κλειδί physlet.

[25] Κυριάκος Μπουρίκας, Χρήστος Κορδούλης, Αλέξης Λυκουργιώτης, ‘Η εικονική τάξη ως εργαλείο για την υποστήριξη της εξ’ αποστάσεως εκπαίδευσης και το σχεδιασμό συμπληρωματικού εκπαιδευτικού υλικού’, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο για την Ανοικτή και Εξ Αποστάσεως, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα, 25-27 Μαΐου 2001, (<http://www.eap.gr/> επίσκεψη στις 12-Δεκ-2006).

[26] Ενδεικτικά αναφέρεται πως σε μια απλή αναζήτηση στις 10-Δεκ-2006 στο διαδίκτυο επεστράφησαν: 12.000 σελίδες για ‘Εικονικό εργαστήριο’, 54.000.000 για ‘virtual laboratory’, 17.300 για ‘εικονική τάξη’ 128.000.000 για ‘virtual class’ (περιέχει και το ‘virtual class’ δηλωτικό των γλωσσών προγραμματισμού), 15.400.000 για ‘virtual classroom’. Αν και στην απλή αυτή αναζήτηση επιστρέφονται ιστοσελίδες όπου υπάρχουν οι αντίστοιχες λέξεις και όχι μόνο τόποι με περιεχόμενο τις αντίστοιχες εφαρμογές, οι μεγάλοι αυτοί αριθμοί είναι ενδεικτικοί της εξάπλωσης των αντίστοιχων εφαρμογών.

[27] Βλέπε παράδειγμα μιας τέτοιας μορφής διδασκαλίας στο: Π. Γ. Μιχαηλίδης, ‘Πολυμορφικές Ασκήσεις Φυσικής’, 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, ΠΤΔΕ Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 29-31 Μαΐου 1998, πρακτικά σ. 399-405.

[28] Στην Ελλάδα, όπου τα σχολεία δεν έχουν, γενικά, ίδιους πόρους, η προμήθεια εργαστηριακού εξοπλισμού γινόταν, μέχρι το 1989, μέσω της υπηρεσίας εποπτικών οργάνων του ΥΠΕΠ&Θ. Πολλά από τα όργανα και τις συσκευές κατασκευάζονταν στο κρατικό εργοστάσιο εποπτικών οργάνων. Η διαδικασία αυτή κρίθηκε, το 1990, οικονομικά ασύμφορη και καταργήθηκε προκειμένου, όπως δήλωσε η τότε κυβέρνηση, οι αντίστοιχοι πόροι να αποδοθούν απευθείας στα σχολεία, τα οποία θα προμηθεύονταν τα ίδια τον εξοπλισμό τους, κάτι το οποίο δεν έγινε. Όποιοι δε πόροι έφταναν στα σχολεία χρησιμοποιούνταν για την κάλυψη άλλων πιο επιτακτικών αναγκών. Η κατάσταση βελτιώθηκε αργότερα με την ίδρυση και λειτουργία των Εργαστηριακών Κέντρων Φυσικών Επιστημών (ΕΚΦΕ), τα οποία, ανάλογα με την εμπειρία και το ‘μεράκι’ των υπευθύνων μπορούν και προσφέρουν πολλά.

[29] Με τη λέξη ρομπότ νοείται μια (μηχανική) συσκευή ικανή να εκτελεί φυσικές εργασίες, όπως κίνηση χειρισμό άλλων μηχανών, κλπ, αντιδρώντας σε μεταβολές του περιβάλλοντος.

Τα ρομπότ μπορούν να θεωρηθούν ως εξέλιξη των αυτοματισμών. Τα ρομπότ μπορεί να αποτελούν εργαλεία ελεγχόμενα από τον άνθρωπο, όπως για παράδειγμα οι διάφοροι ερευνητικοί αισθητήρες (probe) που χρησιμοποιούνται στην εξερεύνηση της Γης και του διαστήματος ή στη (μικρο)χειρουργική. Μπορεί επίσης να ελέγχονται από κατάλληλα προγραμματισμένους Η/Υ, οι οποίοι αποτελούν μέρος της κατασκευής του ρομπότ ή βρίσκονται χωριστά από αυτό. Αν και η διαδεδομένη αντίληψη αναφέρεται σε ανθρωποειδή (ανδροειδή παλαιότερα) ρομπότ, τα ρομπότ μπορεί να έχουν οποιοδήποτε μορφή κατάλληλη για την εργασία που εκτελούν. Η λέξη ρομπότ (προερχόμενη από τη robotovat που σημαίνει δουλειά, σκλαβιά) πρωτοεμφανίστηκε σε έργο του Τσέχου Karel Čapek το 1920 για να περιγράψει ανθρωποειδή κατασκευάσματα – υπηρέτες. Τα ρομπότ είναι δημοφιλή στα διηγήματα (επιστημονικής) φαντασίας. Η λέξη ρομπότ χρησιμοποιείται επίσης, γενικότερα, για να δηλώσει μηχανές που ‘μιμούνται’ ανθρώπινες δράσεις φυσικές ή νοητικές. Ρομπότ λέγονται επίσης ορισμένα εξειδικευμένα προγράμματα Η/Υ, όπως αυτά που εξετάζουν ιστοσελίδες του διαδικτύου συλλέγοντας πληροφορίες, π.χ. ηλεκτρονικές διευθύνσεις (ατομικές ή δικτυακών τόπων) ή εντοπίζοντας σελίδες ‘απαγορευμένου’ ή άλλου ειδικού ενδιαφέροντος περιεχομένου, κλπ.

[30] Η αναζήτηση με τη λέξη ‘robot’ έδωσε 82εκ. σελίδες και με τη λέξη ‘ρομπότ’ 172.000. Το περιεχόμενο ενός πολύ μεγάλου ποσοστού των ιστοσελίδων αυτών σχετίζεται με την κατασκευή ρομπότ (υλικά, τεχνικές, διαδικασίες, παιχνίδια και διαγωνισμοί, έρευνα, εκπαίδευση και επιμόρφωση σε όλα τα επίπεδα, κλπ). Είναι επίσης χαρακτηριστικό πως τα συναρμολογούμενα παιχνίδια (‘τουβλάκια’, Lego[®], ...) έχουν εξαρτήματα που κάνουν δυνατή τη συναρμολόγηση ρομπότ. Πολλά μηχανήματα και συσκευές καθημερινής χρήσης ελέγχονται από ρομπότ (π.χ. αυτοκίνητα, πλυντήρια, κλπ ‘με κομπιούτερ’ - πληκτρολογείστε στη γραμμή διευθύνσεων τις λέξεις ‘domestic robot’ και διαπιστώσατε πόσα εμπορικά προϊόντα ήδη υπάρχουν).

[31] Βλέπε π.χ. Π. Γ. Μιχαηλίδης, Σίμος Αναγνωστάκης, ‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’: Ένα προπτυχιακό μάθημα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, εργασία που έχει υποβληθεί στο 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση", Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Μάρτιος 2007

[32] Πληροφορίες για το τι υπάρχει διαθέσιμο μπορεί κανείς να εντοπίσει με πληκτρολόγηση στη γραμμή διευθύνσεων του φυλλομετρητή των λέξεων ‘ρομποτική’, ‘εκπαιδευτική ρομποτική’, ‘robotics’, ‘educational robotics’ (127.000, 12.000, 30εκ. και 1εκ. σελίδες αντίστοιχα στις 10-Δεκ-2006).

[33] Seymour Papert (1928 -). Από τους πρωτεργάτες της τεχνητής νοημοσύνης και εμπνευστής της ιδέας ‘ένας Η/Υ για κάθε παιδί’. Δημιουργός του ‘κονστρουξιονισμού’ θεωρείται ο διαπρεπέστερος ειδικός στον τομέα της μάθησης με Η/Υ και διέγινε πρώτος την επανάσταση που μπορούν να φέρουν στη μάθηση και στην εκπαίδευση οι Η/Υ. Εμπνεύστηκε τη Logo (1968), ως εκπαιδευτικό περιβάλλον για παιδιά, και την οποία υλοποίησε μαζί με τους Danny Bobrow και Wally Feurzeig. Ήταν για πολλά χρόνια καθηγητής στο Media Laboratory (<http://www.media.mit.edu/>) ενώ το βιβλίο του ‘Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas, 1980’ παραμένει κλασσικό και αποτέλεσε το πλαίσιο για το σχετικό σετ εκπαιδευτικής ρομποτικής. Μετά από τροχαίο ατύχημα νοσηλεύεται (9-Δεκ-2006) στο Ανόι, όπου συμμετείχε στο 17th ICMI Study conference.

[34] Η γλώσσα προγραμματισμού Logo αποτελεί παραλλαγή της Lisp και δημιουργήθηκε για εκπαιδευτική χρήση στα πλαίσια μιας κονστρουκτιβιστικής προσέγγισης. Αποτελεί εκπαιδευτικό περιβάλλον για τη διδασκαλία των περισσότερων εννοιών της επιστήμης Η/Υ. Η ‘χελώνα (turtle)’ της LOGO, η οποία μετακινείται βάσει εντολών μπορεί να θεωρηθεί ως πρόδρομος των σημερινών ρομπότ εκπαιδευτικής χρήσης.

[35] Βλέπε για παράδειγμα τα συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση (<http://www.etpe.gr/>) και του Κόμβου Διδακτικής Φυσικών Επιστημών και Εκπαιδευτικής Τεχνολογίας <http://users.uoi.gr/gtseper/>.

[36] Ένα (σημαντικό;) μέρος του χρόνου της διδασκαλίας χρησιμοποιείται για να αποκτήσουν οι μαθητές κάποια εξοικείωση με τους Η/Υ, οι οποίοι, ως νέο, άγνωστο και, εν πολλοίς μυθοποιημένο κατασκεύασμα, απορροφούσε και την προσοχή των μαθητών. Ίσως αυτό να δικαιολογεί μερικά τα αντιφατικά συμπεράσματα των σχετικών ερευνών ως προς την αποτελεσματικότητα της χρήσης των Η/Υ στη διδασκαλία.

[37] Φαίνεται πως ενώ η κίνηση (animation) και το βίντεο διατηρούν υψηλό το ενδιαφέρον των μαθητών, ο συνδυασμός κειμένου και ήχου είναι πιο αποτελεσματικός για την επιδιωκόμενη μάθηση. Στοιχεία από: Panagiotis Politis, "L'INFLUENCE des divers facteurs et particulièrement des divers médias de logiciel multimédia éducatif expérimental sur le processus de l'apprentissage de l'informatique initial chez des étudiants de niveau d'IUT.", Université PARIS VII, UFR Didactique des Disciplines, (spécialité: Didactique de l'Informatique), Paris Dec.1999.

[38] Θεωρούνται δύσκολες έννοιες και διδάσκονται περιγραφικά εν είδη 'επιστημονικού δόγματος' ενώ οι σχετικές οδηγίες (στο Δημοτικό) επισημαίνουν να μην γίνει προσπάθεια συσχέτισης των κινήσεων της Γης με τις εναλλαγές των εποχών και την μεταβολή της διάρκειας της ημέρας. Όμως η διδασκαλία της Επιστήμης και της Τεχνολογίας με περιγραφικό τρόπο χωρίς κατανόηση και συσχέτιση των επιμέρους φαινομένων για να προκύψει ως (πιθανή) ερμηνεία η αποδεκτή θεωρία δεν προάγει τον ορθό λόγο (και τη διανοητική ανάπτυξη των μαθητών) αλλά απλά αντικαθιστά ένα θρησκευτικό δόγμα για τη δημιουργία και εξέλιξη του Φυσικού κόσμου με ένα 'επιστημονικό δόγμα'. Στις συνέπειες μιας τέτοιας διδασκαλίας μπορεί να ενταχτεί η επιστροφή σε 'Μεσαιωνικές δίκες Γαλιλαίου' (βλέπε παρατήρηση και δικτυακή αναφορά στο [1]). Είναι επίσης χαρακτηριστικές οι δηλώσεις του Αρχιεπισκόπου Αθηνών εναντίον του διαφωτισμού και οι επίμονες παρεμβάσεις του στην ύλη των σχολικών μαθημάτων, καθώς και η αποδοχή που βρίσκει από μερίδα της κοινωνίας αν και, υποτίθεται, είμαστε πια μια ανοιχτή και πολυπολιτισμική κοινωνία.

[39] Γ. Θ. Καλκάνης,, προφορική επικοινωνία.

[40] Βλέπε για παράδειγμα Γεώργιος Δ. Βλάχος, "Διερεύνηση των απόψεων Ελλήνων και Γερμανών μαθητών Δημοτικού και Γυμνασίου για τη θερμότητα και της επίδρασης της Διδασκαλίας στη διαφοροποίησή τους", Διδακτορική Διατριβή στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2002.

[41] Παράγωγα στοιχεία στα πλαίσια ενός σεμιναρίου στο προπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, στο οποίο ζητήθηκε από τους εκπαιδευόμενους να υλοποιήσουν εμπειρικές έρευνες σε σχέση με την Πληροφορική στα σχολεία. Βλέπε περιγραφή του σχετικού μαθήματος στο Α. Μαργετουσάκη, Π. Γ. Μιχαηλίδης, Ένα σεμινάριο για την 'Πληροφορική στο Σχολείο' πρακτικά Διημερίδας 'Διδακτική της Πληροφορικής', Βόλος, 16-17 Ιανουαρίου 2004, με οργανωτές το Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και την Ελληνική Εταιρεία Επιστημόνων Η/Υ και Πληροφορικής (ΕΠΥ).

[42] Για το ΕΠΕΑΕΚ II του ΥΠΕΠ&Θ βλέπε παραδείγματα για σχετικές δράσεις στα <http://odysseia.cti.gr>, <http://odysseia.cti.gr/seirines/>, <http://www.de.sch.gr/epimorfosi/>.

[43] Somekh B. Supporting Information and Communication Technology Innovations in Higher Education, Journal of Information Technology for Teacher Education, Vol. 7, No. 1, pp. 11-33 (1998).

[44] Mumtaz S. Factors affecting teachers' use of information and communications technology: a review of the literature, *Journal of information technology for teacher education*, vol. 9, No. 3 pp.319-341 (2000).

[45] Γεώργιος Π. Πολάκης, 'Διερεύνηση Μορφών Διδακτικής Αξιοποίησης Πολυμεσικής Εφαρμογής από φοιτητές του Δ' έτους Π.Τ.Δ.Ε. όπως αυτή προκύπτει από τα σχέδια διδασκαλίας που συντάσσουν, μεταπτυχιακή εργασία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο, Ιούνιος 1999.

[46] Βλέπε πχ. στο P. G. Michaelides, Tsigris Miltiadis, On the feasibility to include contemporary Science concepts in the Primary school curricula – a retrospection into two case studies, *HSci 2006 - 3rd International Conference on Hands-on Science*, 4th - 9th September, 2006, Braga, Portugal, proceedings published by University of Minho, pp 261-266 (πρακτικά υπάρχουν και στο διαδίκτυο στη διεύθυνση <http://www.hsci.info/hsci2006/index.html>).

[47] P. G. Michaelides, "Everyday observations in relation to Natural Sciences" στο *Learning in Mathematics and Science and Educational Technology*, University of Cyprus July 2001, Volume II pp. 281- 300.

[48] Γ. Μιχαηλίδης, 'Εξελίζεις στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών' 11ο Πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή της Ένωσης Ελλήνων Φυσικών 'Οι Νέοι Ορίζοντες της Φυσικής Επιστήμης στον Αιώνα μας στην Έρευνα, στην Τεχνολογία και στην Εκπαίδευση', Λάρισα 30 Μαρτίου - 2 Απριλίου 2006 (υπάρχει και στη διεύθυνση <http://www.clab.edc.uoc.gr/hsci/> επιλογή Δημοσιεύσεις ή Publications).