

Παρουσιάστηκε στο 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο 'Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Νέες Τεχνολογίες στην Εκπαίδευση', Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 15-18 Μαρτίου 2007.
http://www.kodipheet.gr/fifth_conf/fifth_conf.php πρακτικά σε ηλεκτρονική μορφή στο
http://www.kodipheet.gr/fifth_conf/pdf_synedriou/teychos_C/1_NTE/5_NTE-09-telF.pdf

‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’: Ένα προπτυχιακό μάθημα στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης^(*)

Σίμος Αναγνωστάκης, Π. Γ. Μιχαηλίδης,

1-Ειδικό Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, sanagn@edc.uoc.gr
2-Καθηγητής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Κρήτης, michail@edc.uoc.gr

() Αυτή η εργασία έχει χρηματοδοτηθεί μερικώς από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (project AESTIT, Contract 226381-CP-1-2005-1-GR-COMENIUS-C21). Ούτε η Επιτροπή ούτε οι συντάκτες αυτής της εργασίας αναλαμβάνουν οποιαδήποτε ευθύνη για οποιαδήποτε χρήση του παρόντος εγγράφου. Η βασική ιδέα έχει παρουσιαστεί σε πρόδρομη μορφή στο 3rd International Conference on Hands-on Science, 4th - 9th September, 2006, Braga, Portugal*

Περίληψη. Στις σύγχρονες εξαρτώμενες από την Τεχνολογία, κοινωνίες, ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός (ΕΤΑ) είναι κρίσιμος και απαραίτητος για την ευημερία και την περαιτέρω ανάπτυξη της κοινωνίας αλλά, επίσης, είναι και προϋπόθεση για την ύπαρξη της δημοκρατικής κοινωνίας. Λόγω των ραγδαίων εξελίξεων, αυτός ο αλφαριθμητισμός, ιδιαίτερα στις Τεχνολογίες της Πληροφορικής, λείπει από την κοινωνία. Κατά συνέπεια, ο κοινωνικός περίγυρος δεν μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στον ΕΤΑ που μπορεί πια να επιτευχθεί μόνο μέσω συστηματικής εκπαίδευσης. Στα πλαίσια αυτά, η υποχρεωτική εκπαίδευση, αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Ο αποτελεσματικός, μέσω της εκπαίδευσης, ΕΤΑ προϋποθέτει κατάλληλα καταρτισμένους δασκάλους. Εδώ, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός ενός προπτυχιακού μαθήματος με τίτλο ‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’. Το περίγραμμα ύλης περιλαμβάνει τη συναρμολόγηση και τον (απλό) προγραμματισμό αρθρωμάτων για την κατασκευή ενός ρομπότ που εκτελεί συγκεκριμένες (απλές) εργασίες. Στους σκοπούς του μαθήματος περιλαμβάνονται η εξοικείωση με την έννοια του ρομπότ και η ανάπτυξη σχετικών γνωστικών δεξιοτήτων.

Λέξεις Κλειδιά: Εργαστήριο, Ρομποτική, Robolab, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Abstract. In modern, technology dependent societies, Science and Technology Literacy (STL) is crucial and necessary for the welfare and further development of the society but also a prerequisite for the existence of a democratic society. Due to the rapid developments, this literacy is missing from the society. Consequently, the social context cannot contribute significantly towards STL which may be achieved only through a systematic education. Within this framework, the compulsory education acquires special importance. The effective through education STL assumes properly trained teachers. The design of a related undergraduate course titled ‘Laboratory of Educational Robotics’ is presented here. The syllabus includes the assembly and the (simple) programming of modules towards the construction of a robot performing specific (simple) tasks. In the course objectives, the familiarisation with the concept of a robot and the development of related cognitive skills are included.

Εισαγωγή. Η μάθηση στις νέες τεχνολογίες αποτελεί προτεραιότητα σε μια συνεχώς αναπτυσσόμενη κοινωνία. Η Ευρωπαϊκή Ένωση ενθαρρύνει την εκμάθηση των νέων τεχνολογιών με στόχο την επιτάχυνση του σχηματισμού μιας υψηλής ποιότητας υποδομής με λογικό κόστος και προωθεί την ψηφιακή κατάρτιση και τη συνολική ψηφιακή γνώση [1]. Σε όμοια πλαίσια, η ΟΥΝΕΣΚΟ [2] υποστηρίζει την εκπαίδευση στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία. Ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός Αλφαριθμητισμός (ΕΤΑ) μπορεί να θεωρηθεί ως δικαίωμα στη δημοκρατία [3]. Οι ραγδαίες εξελίξεις στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία δεν αφήνουν αρκετό χρόνο για την αφομοίωσή τους και τον σχηματισμό μιας αντίστοιχης ‘κοινωνικής κουλτούρας’ και έτσι:

- Ο Επιστημονικός και Τεχνολογικός πολιτισμός πρέπει να επιτευχθεί κυρίως μέσω της εκπαίδευσης,
- Παρανοήσεις, εναλλακτικές αντιλήψεις και άλλες εκπαιδευτικές ανεπάρκειες παρουσιάζονται στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία συχνότερα από τα άλλα μαθήματα του σχολείου όπου μερικές, τουλάχιστον, από τις ανεπάρκειες είτε δεν υπάρχουν είτε μπορούν να αντισταθμιστούν από την κοινωνική αλληλεπίδραση [4].

Ο Αλφαριθμητισμός και η Εκπαίδευση στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία αντιμετωπίζονται συνήθως στα πλαίσια της ανάπτυξης τεχνικών επαγγελματικών δεξιοτήτων και δεξιότητες, με αποτέλεσμα οι αντίστοιχες ενέργειες να εστιάζονται στην δευτεροβάθμια εκπαίδευση, στην τεχνική επαγγελματική εκπαίδευση και στην (αρχική και συνεχόμενη) κατάρτιση. Κατά την άποψή μας, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι πιο σημαντική καθόσον (βλ. επίσης [4]):

- σε όλες τις χώρες, η πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι η μεγαλύτερη συνιστώσα της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, η οποία αποσκοπεί στην προσωπική ανάπτυξη που θα επιτρέψει στους μαθητές (μελλοντικούς πολίτες) την ενεργό συμμετοχή τους στην κοινωνία του αύριο.
- Οι μαθητές στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι στην ηλικία όπου διαμορφώνονται ο χαρακτήρας και οι γνωστικές τους δεξιότητες. Παρανοήσεις της ηλικίας αυτής είναι δύσκολο να αναιρεθούν.
- Μια αποδοτική και σωστή κατανόηση βασικών εννοιών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση μπορεί να αυξήσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα σε μεταγενέστερα στάδια.

Μόνο ένας αποτελεσματικός δάσκαλος μπορεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία τα προβλήματα που αναφέρονται παραπάνω. Έτσι, ένα κρίσιμο σημείο που προκύπτει είναι το θέμα της επάρκειας του εκπαιδευτικού της Επιστήμης και της Τεχνολογίας και, ιδιαίτερα, της επάρκειας του δασκάλου της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Υπάρχουν πολλές μελέτες για τα χαρακτηριστικά του αποτελεσματικού δασκάλου [5]. Αν και οι περισσότερες μελέτες εξετάζουν μια επιμέρους παράμετρο, π.χ. τη γνώση της ύλης του μαθήματος, τη διδακτική προσέγγιση, την ικανότητα επικοινωνίας με τους μαθητές, κ.ά., φαίνεται πως μετρά η συνολική προσωπικότητα του δασκάλου και όχι κάποιο μεμονωμένο χαρακτηριστικό [6]. Στα πλαίσια όμως των προηγούμενων παρατηρήσεων, η γνώση της ύλης του μαθήματος και η διδακτική προσέγγιση έχουν ιδιαίτερη σημασία για τον εκπαιδευτικό της Επιστήμης και Τεχνολογίας. Το τι μπορεί να θεωρηθεί ως καλή και επαρκής γνώση του εκπαιδευτικού για τα μαθήματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας αποτελεί ζητούμενο. Η εξειδικευμένη εκπαίδευση ή κατάρτιση, αν και μπορεί να βοηθήσει, δεν προσφέρεται ως λύση, ειδικά για τον δάσκαλο της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, επειδή παρουσιάζει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

- Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης του αντικείμενου, οποιαδήποτε εκπαίδευση ή αρχική κατάρτιση, όσο καλή και να είναι, θα ξεπεραστεί σύντομα.
- Οι επιμορφωτικές δράσεις που είναι απαραίτητες για τον εκσυγχρονισμό της γνώσης των δασκάλων σύμφωνα με τις εξελίξεις, περιορίζονται λόγω χρόνου, κόστους και έλλειψης κατάλληλων επιμορφωτών. Το ίδιο πράγμα ισχύει (ίσως σε μικρότερη έκταση) και για την αρχική εκπαίδευση ή την κατάρτιση.
- Η εξειδικευμένη κατάρτιση δεν είναι εφικτή για το δάσκαλο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (που διδάσκει όλα τα σχολικά μαθήματα). Σε κάποιο βαθμό αυτό ισχύει επίσης για τον καθηγητή της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης όταν διδάσκει μάθημα στο οποίο δεν είναι πτυχιούχος.
- Υπάρχει πάντα το πρόβλημα του μετασχηματισμού της (επιστημονικής) γνώσης που ο δάσκαλος της Επιστήμης και της Τεχνολογίας κατέχει σε αποτελεσματικές διδακτικές ενέργειες. Αυτό αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για τα σύγχρονα θέματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, όπου η εμπειρία είναι ελάχιστη ή και λείπει εντελώς. Έτσι, η διδακτική εμπειρία δεν αναμένεται να είναι χρήσιμη αν δεν συνοδεύεται και από άλλα μέτρα.

Ένα άλλο σημείο που πρέπει να ληφθεί υπόψη για τον δάσκαλο της Επιστήμης και της Τεχνολογίας είναι η παρατηρούμενη, γενικά, έλλειψη τεχνικής υποστήριξης στα σχολεία, ειδικά στις απομονωμένες περιοχές και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Κατά συνέπεια, ο εκπαιδευτικός της Επιστήμης και της Τεχνολογίας πρέπει να είναι σε θέση να διατηρεί, να

επισκευάζει ή, ακόμη και, να κατασκευάζει τον εξοπλισμό και τα όργανα που του είναι απαραίτητα στη διδασκαλία. Σε πολλές περιπτώσεις σύγχρονων θεμάτων της Επιστήμης και της Τεχνολογίας, ειδικά στην Πληροφορική, (μερικοί) μαθητές, αρκετά συχνά, έχουν περισσότερες από τους δασκάλους τους δεξιότητες και, επίσης, και (τεχνικές) γνώσεις στη χρήση των υπολογιστών. Αυτό επηρεάζει τη σχολική παράδοση και απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή. Το υπόβαθρο των δασκάλων της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι προσανατολισμένο προς τις ανθρωπιστικές επιστήμες. Πολλοί από αυτούς έχουν μια αρνητική στάση απέναντι στην Επιστήμη και την Τεχνολογία. Έτσι:

- Πρέπει να ληφθούν ιδιαίτερα μέτρα προκειμένου να αναπτύξουν το αυτοσυναίσθημα τους και μια θετική στάση, προϋποθέσεις για αποτελεσματική κατάρτιση στη διδακτική της Επιστήμης και της Τεχνολογίας.
- Στα δημοτικά υπάρχει, γενικά, μία κουλτούρα ανθρωπιστικών σπουδών που μπορεί να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας των ανθρωπιστικών σπουδών, π.χ. μέσω άτυπων συζητήσεων μεταξύ των δασκάλων. Τέτοια κουλτούρα για την Επιστήμη και την Τεχνολογία, γενικά, δεν υπάρχει στο Δημοτικό και σε πολλά από τα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η εκπαίδευση και η αρχική κατάρτιση των δασκάλων σε θέματα Επιστήμης και Τεχνολογίας γίνεται από τους ειδικούς στα αντικείμενα αυτά. Αν και (συνήθως) πραγματοποιούν μια επιστημονικά έγκυρη διδασκαλία, τείνουν προς τη διδασκαλία δηλωτικής γνώσης (δηλ. δεδομένα, διαδικασίες, τεχνικές, ...) και έτσι:

- Τα μαθήματα της Επιστήμης και της Τεχνολογίας θεωρούνται δύσκολα μαθήματα [7] λόγω της εκτεταμένης χρήσης ανώτερων Μαθηματικών.
- Παραμένει το πρόβλημα του μετασχηματισμού της (επιστημονικής) γνώσης που κατέχει ο δάσκαλος της Επιστήμης και της Τεχνολογίας σε αποτελεσματικές διδακτικές δραστηριότητες εξακολουθεί.

Η εκπαίδευση και η μεταγενέστερη επιμόρφωση των δασκάλων στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία ακολουθεί κινείται παραδοσιακά μεταξύ δύο ακραίων μορφών:

- Κατάρτιση που εστιάζεται στο ισχύον σχολικό πρόγραμμα. Είναι βασισμένο σε συγκεκριμένες διδακτικές προσεγγίσεις, π.χ. μέσω της μελέτης πρότυπων διδασκαλιών συγκεκριμένων θεμάτων του σχολικού προγράμματος σπουδών. Έχει το πλεονέκτημα μιας 'ταχείας και εστιασμένης' κατάρτισης. Μειονεκτεί στο ότι δεξιότητες προσαρμογής της διδασκαλίας (π.χ. σε αλλαγές του σχολικού προγράμματος, σε ιδιαιτερότητες της σχολικής τάξης, ...) δεν αναπτύσσονται άμεσα.
- Εξειδικευμένη εκπαίδευση που βασίζεται σε ισχυρή παιδαγωγική κατάρτιση (γενική και εστιασμένη σε συγκεκριμένα αντικείμενα διδασκαλίας), στη ψυχολογία (του μαθητή) και στην ύλη του μαθήματος. Το χαρακτηριστικό της είναι ότι, καταρχήν, ο δάσκαλος (η δασκάλα) αναπτύσσει τις δεξιότητες για την προσαρμογή της διδασκαλίας του (της) στις πραγματικές συνθήκες της τάξης. Τα εμπειρικά στοιχεία εντούτοις είναι αντιφατικά [8]. Όταν υιοθετείται αυτή η μορφή το πρόγραμμα σπουδών συνδυάζει την ύλη των μαθημάτων και τη διδακτική τους σε διεπιστημονικές σπουδές.

Εκπαίδευση του εκπαιδευτικού της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Τα προηγούμενα ζητήματα δείχνουν πως η εκπαίδευση και η μεταγενέστερη επιμόρφωση του εκπαιδευτικού της Επιστήμης και της Τεχνολογίας θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με άλλη προσέγγιση και με άξονες:

- Η γνώση του αντικειμένου δεν θα πρέπει να είναι δηλωτική (δηλ. δεδομένα, διαδικασίες, τεχνικές, μαθηματική επεξεργασία, ...). Αλλά να εστιάζεται στις βασικές αρχές και στη μεθοδολογία (π.χ. εννοιολογική Φυσική) με σαφή αντίληψη των δυνατοτήτων και επιπτώσεων των επιτευγμάτων της Επιστήμης και της Τεχνολογίας. Η εξειδικευμένη λεπτομερής διδασκαλία εξειδικευμένων θεμάτων γίνεται κατεξάριση και μόνο στα πλαίσια υποστήριξης του στόχου αυτού. Με απλά λόγια θα πρέπει να αφορά τη τεχνογνωσία και όχι την τεχνική.
- Τα θέματα που αναπτύσσονται για τη κάλυψη των γνώσεων του αντικειμένου θα πρέπει να είναι κατάλληλα για τον προηγούμενο σκοπό. Θα πρέπει επίσης να είναι σε μορφή που να μπορούν να

χρησιμοποιηθούν στο σχολείο άμεσα χωρίς (ή με ελάχιστη) προσαρμογή. Η πολυμορφική διδασκαλία είναι κατάλληλη επιλογή [9].

- Η διδακτική προσέγγιση για την εκπαίδευση των εκπαιδευτικών θα πρέπει να είναι στα πλαίσια των αναφερομένων στα και . Θα πρέπει επίσης να χρησιμεύει ως πρακτική αυτοδιδασκαλίας των εκπαιδευτικών. Προφανή επιλογή αποτελεί η ανάθεση εργασιών (project assignment) στην οποία ενσωματώνονται δραστηριότητες διερεύνησης (inquiry) και επίλυσης προβλήματος. Όταν έχει γίνει κατανοητή και χρησιμοποιείται από τους εκπαιδευτικούς κατά τη διδασκαλία, μπορεί να δώσει λύση και για τη διδασκαλία νέων (και ίσως άγνωστων στους δασκάλους) αντικειμένων. Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας επιτρέπει την αυτομόρφωση του δασκάλου και αντισταθμίζει το πρόβλημα των μαθητών που γνωρίζουν περισσότερα από το δάσκαλό τους όπως αναφέρθηκε νωρίτερα (βλέπε στην εισαγωγή).
- Στη προσέγγιση αυτή, η χρήση των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ μπορεί να αποδειχθεί πολύτιμη.

Περιγραφή μαθήματος. Οι προηγούμενες αρχές έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης για την ανάπτυξη μαθημάτων εκπαίδευσης και επιμόρφωσης δασκάλων στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία (βλέπε πχ.. [10], [11], και [12]). Εδώ παρουσιάζεται ο σχεδιασμός (στα πλαίσια που αναφέρθηκαν πριν) ενός άλλου προπτυχιακού μαθήματος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης.

1. Ο τίτλος του μαθήματος είναι ‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’ και έχει σκοπό:

- Την κατανόηση των βασικών εννοιών των ρομπότ [13],
- Την εξοικείωση με τον προγραμματισμό των ρομπότ,
- Την κατανόηση των δυνατοτήτων και των περιορισμών των ρομπότ [14],
- Την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος [15].

2. Συνοπτικά, οι λόγοι της επιλογής αυτής είναι:

- Τα ρομπότ και ο προγραμματισμός των ρομπότ, αν και συνήθως περνούν απαρατήρητα, χρησιμοποιούνται ήδη καθημερινά (λειτουργίες κινητών τηλεφώνων, μηχανήματα επιτήρησης και προστασίας, ηλεκτρικές κουζίνες και πλυντήρια, βίντεο και τηλεοράσεις, αυτοκίνητα, ...).
- Προσφέρουν ένα περιβάλλον για δοκιμές και αναζήτηση από τους μαθητές (και τον εκπαιδευόμενο δάσκαλο) κατάλληλο για την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων. Στην πραγματικότητα μπορούν να θεωρηθούν ως εξέλιξη του περιβάλλοντος LOGO [16] που εισάχθηκε στην αρχή της δεκαετίας του ‘70 από τον Papert [17].
- Αποτελούν καλό παράδειγμα σύγχρονης τεχνολογίας υποστηρίζοντας επίσης την ανάπτυξη δεξιότητες κατασκευής. Δάσκαλοι και μαθητές έχουν την ευκαιρία να εξοικειωθούν με νέες μεθόδους και υλικά και με την λειτουργική χρήση τεχνολογίας που επιτρέπει να ασκηθούν σε αλλαγές στο (φυσικό) κόσμο.
- Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί ένα σύγχρονο εκπαιδευτικό περιβάλλον όπου ο χρήστης (μαθητής) είναι σε θέση να συνθέσει και να καθοδηγήσει ένα ρομπότ με τη βοήθεια μιας απλής οπτικής γλώσσας προγραμματισμού. Από την άποψη αυτή, η εκπαιδευτική ρομποτική συνδέεται ισχυρά με την επίλυση προβλήματος. Μπορεί επίσης να προωθήσει τη συνεργατική μάθηση μέσω της ανάθεσης κοινών εργασιών σε ομάδες μαθητών.

3. Ως εργαστηριακό περιβάλλον επιλέχθηκε το LEGO™ Mindstorms για σχολεία [18] επειδή:

- Προωθεί δεξιότητες ανάλυσης και σύνθεσης.
- Αποτελεί φυσική επέκταση στη σύγχρονη τεχνολογία των κλασικών κατασκευών με ‘τουβλάκια’ με τα οποία είναι εξοικειωμένα τα περισσότερα παιδιά.
- Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί είναι μάλλον απλή με μια γραφική διεπαφή αποβάλλοντας έτσι το μειονέκτημα της εκμάθησης μιας γλώσσας προγραμματισμού [19].
- Ενσωματώνει τη φιλοσοφία του κονστρουξιονισμού (constructionism) του Papert [17], [20].
- Έχει ένα ευρύ φάσμα υποστήριξης των δασκάλων.

4. Η διδασκαλία προγραμματίζεται μέσω της ανάθεσης εργασιών σε ομάδες των δύο με τρεις εκπαιδευομένους (βλέπε και σχετική παρατήρηση **Εκπαίδευση του εκπαιδευτικού της Επιστήμης και της Τεχνολογίας**, σημείο).

5. Το περίγραμμα ύλης παρουσιάζεται στον **Πίνακα I - Περίγραμμα ύλης**. Διαιρείται σε δύο μέρη με διαφορετικές στρατηγικές διδασκαλίας. Κατά τη διάρκεια του 1^{ου} μέρους οι εκπαιδευόμενοι, αφού καθοδηγηθούν στο υλικό και τις λειτουργίες του, χρησιμοποιούν τον εξοπλισμό και το λογισμικό αυτοτελώς. Διδάσκονται επίσης τη σχεδίαση και τον προγραμματισμό απλών κατασκευών. Κατά το 2^ο μέρος, οι εκπαιδευόμενοι καλούνται να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν μόνοι τους (σε ομάδες δύο έως τριών ατόμων) ένα ρομπότ της επιλογής τους. Κατά τη διάρκεια αυτού του μέρους η καθοδήγηση είναι ελάχιστη και έπειτα από συγκεκριμένες (τεχνικές) ερωτήσεις των εκπαιδευομένων.
6. Οι στόχοι του 1^{ου} μέρους περιλαμβάνουν:
- Χρήση και κατανόηση της τεχνολογίας,
 - Πρόβλεψη τεχνικών δυσκολιών,
 - Αναγνώριση απαραίτητων θεμελιωδών εννοιών,
 - Επιλογή τεχνολογίας για τη διδασκαλία,
 - Χρήση γνώσεων και κατανόησης της Τεχνολογίας της Πληροφορικής (από άλλα μαθήματα) για τη σχεδίαση συστημάτων πληροφορικής, και την αξιολόγηση και βελτίωση υπαρχόντων συστημάτων,
 - Διερεύνηση προβλημάτων με μοντελοποίηση, μέτρηση, έλεγχο και διαδικασίες κατασκευής
 - Θεώρηση των περιορισμών των εργαλείων και των πηγών πληροφόρησης, και των αποτελεσμάτων που παρέχουν, συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα και την αποδοτικότητά τους με άλλες μεθόδους εργασίας,
 - Συζήτηση ζητημάτων κοινωνικών, οικονομικών και ηθών που προκύπτουν
 - Χρήση συστημάτων που ανταποκρίνονται σε αισθητήρες και κατανόηση της έννοιας της ανατροφοδότησης.
7. Οι στόχοι του 2^{ου} μέρους περιλαμβάνουν:
- Χρήση εξοπλισμού και λογισμικού για τη μέτρηση και καταγραφή φυσικών μεταβλητών
 - Διερεύνηση ενός συγκεκριμένου μοντέλου με διάφορες μεταβλητές και δημιουργία ιδίων μοντέλων για ανίχνευση δομών και σχέσεων
 - Τροποποίηση των κανόνων και των δεδομένων ενός μοντέλου και πρόβλεψη των αποτελεσμάτων τέτοιων αλλαγών
 - Αξιολόγηση ενός πλήρους προτύπου με σύγκριση της συμπεριφοράς του με στοιχεία από άλλες πηγές.
8. Οι φοιτητές πρέπει να κρατούν φάκελο με συμπληρωμένα φύλλα εργασίας και σημειώσεις για την εργασία τους. Το μάθημα περιλαμβάνει και δυο διαδικασίες αξιολόγησης.

Πίνακας I - Περίγραμμα ύλης


1 ^ο ΜΕΡΟΣ		
1 ^η εβδ.	Εισαγωγή, Ομάδες	Εννέα (9) δραστηριότητες για εισαγωγή των φοιτητών/φοιτητριών στις σχετικές έννοιες της Ρομποτικής. Η εισαγωγή στον προγραμματισμό και στην αλγοριθμική λογική γίνεται με τα παρακάτω βήματα. <ul style="list-style-type: none"> • (προ)-προγραμματισμένο ρομπότ, στόχος η εξοικείωση με την ιδέα ότι μια σειρά εντολών οδηγεί σε συγκεκριμένες δράσεις, και αντίστροφα, η αναγνώριση ότι μια αλληλουχία δράσεων μπορεί να υλοποιηθεί με σειρά εντολών • Προγραμματιζόμενο ρομπότ, επαφή με τις ‘λογικές ακολουθίες’ ως αλληλουχία απλών εκτελέσιμων βημάτων. • Έξυπνο ρομπότ, εξοικείωση με αρχές του προγραμματισμού και συνθήκες ελέγχου.
2 ^η εβδ.		
3 ^η εβδ.	Γνωριμία με το Υλικό και το Λογισμικό	
4 ^η εβδ.	1 ^ο καθοδηγούμενο έργο (αυτοκίνητο – car)	Κάθε ένα από τα καθοδηγούμενα έργα περιέχει τέσσερα επίπεδα. Επίπεδο 1: Εισαγωγή στη Ρομποτική
5 ^η εβδ.	2 ^ο καθοδηγούμενο έργο (Το σπίτι μου - My Home)	Επίπεδο 2: Ξεκινώντας τον Προγραμματισμό Επίπεδο 3: Περισσότερος Προγραμματισμός Επίπεδο 4: Δόμηση σύνθετων προγραμμάτων
6 ^η εβδ.	3 ^ο καθοδηγούμενο έργο (Ζουζούνι – Bug)	
7 ^η εβδ.	4 ^ο καθοδηγούμενο έργο	

(Μικροσυσκευή – Gadget)		
2ο PART		
8 ^η -9 ^η εβδ.	1 ^ο Ανεξάρτητο Έργο	Δυο μακράς διάρκειας έργα συνεργατικής δραστηριότητας
10 ^η -11 ^η εβδ.	2 ^ο Ανεξάρτητο Έργο	
12 ^η εβδ.	Αξιολόγηση	Τελικός έλεγχος
13 ^η εβδ.	Παρουσίαση	Παρουσίαση Έργων

Σχολιασμός. Η ρομποτική θεωρείται συνήθως αντικείμενο των μηχανικών. Η εκπαιδευτική ρομποτική έχει χρησιμοποιηθεί, μάλλον επιτυχώς, με μαθητές σχολείων [21] [22]. Από όσο ξέρουμε είναι πρώτη φορά που σχεδιάζεται ως κανονικό προπτυχιακό μάθημα για δασκάλους πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Μια δοκιμαστική διδασκαλία που έγινε πριν από δυο χρόνια έδωσε ενθαρρυντικά στοιχεία και οδήγησε στον σχεδιασμό αυτού του μαθήματος. Υπάρχουν όμως και κάποιοι περιορισμοί:

- Για μια διδασκαλία σε μεγάλες ομάδες εκπαιδευόμενων δασκάλων απαιτούνται πολλά σετ αυξάνοντας το κόστος αγοράς των υλικών και τη συντήρησή τους.
- Το μεγάλο πλήθος συγκεκριμένων μικρών εξαρτημάτων αυξάνει το χρόνο οργάνωσης και διατήρησης.
- Το υλικό υποστήριξης (εγχειρίδια, ιστοσελίδες...) είναι στα αγγλικά και δημιουργεί πρόβλημα στους μη αγγλόφωνους.
- Το μάθημα σχεδιάζεται για να μεγιστοποιήσει την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων μέσα σε μια κονστρουξιονιστική προσέγγιση. Αυτό σημαίνει πως ο εκπαιδευόμενος πρέπει να αφιερώνει χρόνο για ανασκόπηση και περισυλλογή ειδικά κατά τη διάρκεια του 2ου μέρους όπου ο σπουδαστής πρέπει επίσης να πάρει πρωτοβουλίες. Αυτές οι αξιώσεις απαιτούν υψηλό βαθμό αυτό-πειθαρχίας, κάτι που δεν παρατηρείται σε όλους τους μαθητές.
- Η συνεχής διαμορφωτική αξιολόγηση του μαθήματος είναι απαραίτητη.

Σημειώσεις και αναφορές

- [1] βλέπε π.χ. δράσεις και προγράμματα στο ιστοσελίδα http://ec.europa.eu/education/index_en.html
- [2] www.unesco.org.
- [3] Στη Δημοκρατία οι πολίτες, ενεργώντας εξ ιδίων και όχι ως οπαδοί ενός ‘χαρισματικού ηγέτη’ (όπως τα πρόβατα υπό τον βοσκό), συμμετέχουν ενεργά στη λήψη αποφάσεων. Με δεδομένο πως οι αποφάσεις εξαρτώνται όλο και περισσότερο από τις εξελίξεις της επιστήμης και της τεχνολογίας, συμμετοχή ενεργού πολίτη σημαίνει πως αυτός (αυτή) όχι μόνο πρέπει να είναι εναλλάβητος επιστημονικά και τεχνολογικά αλλά και ότι αυτός (αυτή) θα πρέπει να έχει τις γνωστικές δεξιότητες που επιτρέπουν συμπεράσματα με ελλιπή γνώση, π.χ. για ζητήματα για τα οποία δεν είναι ειδικός (ειδική). Η κατασκευή μοντέλων αναπτύσσει τέτοιες δεξιότητες και (θα έπρεπε να) αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της διδασκαλίας των επιστημών ιδιαίτερα των Φυσικών επιστημών. Στο πλαίσιο αυτό η αποτελεσματική εκπαίδευση στην Επιστήμη και στη Τεχνολογία μπορεί να θεωρηθεί ως "δημοκρατικό δικαίωμα", ένα δικαίωμα στη δημοκρατία. Διαφορετικά, η επιστήμη θα συγχέεται με τη θρησκεία όπως στα σκοτεινά χρόνια του Μεσαίωνα ή σε κάποιες περιοχές (παραδείγματος χάριν οι σύγχρονες ΗΠΑ-δείτε <http://www.ncseweb.org/> (επίσκεψη στις 22 Ιουνίου 2006) όπου η εκπαίδευση στην Επιστήμη, ειδικά η θεωρία της εξέλιξης, έγινε ένα νομικό θέμα αντίπαλο με το θρησκευτικό δόγμα).
- [4] Γ. Μιχαηλίδης, *Εκπαίδευση του Δασκάλου της Πληροφορικής στο Δημοτικό*, 5^η Πανελλήνιο συνέδριο με διεθνή συμμετοχή στη Διδακτική των Μαθηματικών και της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 12-14 Οκτωβρίου 2001.
- [5] βλέπε π.χ. ‘Advances in Research on Teaching’, Vol. 2 1991 ‘Teacher’s Knowledge of Subject Matter as it relates to their Teaching Practice’, edited by Jere Brophy, JAI Press Inc.
- [6]  Σε προηγούμενη μελέτη, ο Γιάννης, μαθητής στο Γυμνάσιο, περιέγραψε τον καλό δάσκαλο ως αυτόν που ξέρει και μπορεί να διδάξει το μάθημα, απαντά στις ερωτήσεις ακόμα και την επόμενη φορά, δεν λέει ανοησίες, μαθαίνει με τους μαθητές και δεν προσποιείται ότι τα ξέρει όλα με λίγα λόγια κάνει τα παιδιά να μαθαίνουν.

- [7] Krystallia Halkia, 'Difficulties in Transforming the Knowledge of Science into School Knowledge', pp. 76-82, of Vol. II of the proceedings of the University of Cyprus, '1st IOSTE Symposium in Southern Europe – Science and Technology Education: Preparing Future Citizens', Paralimni-Cyprus 29/4-2/5 2001.
- [8] Για την περίπτωση των Μαθηματικών βλέπε: Deborah Loewenberg Ball, 'Research on Teaching mathematics: Making Subject-Matter Knowledge part of the equation', in 'Advances in Research on Teaching', Vol. 2 • 1991 'Teacher's Knowledge of Subject Matter as it relates to their Teaching Practice', edited by Jere Brophy, JAI Press Inc. (pp 3-).
- [9] Η πολυμορφική διδασκαλία στην Επιστήμη και στη Τεχνολογία περιλαμβάνει μια κοινή ψυχοκινητική δραστηριότητα (π.χ. κατασκευές, μετρήσεις, πειραματισμός...), η οποία στη συνέχεια επεξεργάζεται (διαμορφώνεται) ανάλογα με το επίπεδο εκπαίδευσης, τις προηγούμενες γνώσεις και τη διανοητική ανάπτυξη των μαθητών. Μοιάζει με την πολυεπίπεδη διδασκαλία (δηλ. διδασκαλία που επιδιώκει περισσότερους από έναν τομείς και επίπεδα εκμάθησης). Η ανάγκη για πολυμορφική διδασκαλία προκύπτει συνήθως στην κατάρτιση των δασκάλων στα μαθήματα που πρόκειται να διδάξουν στο σχολείο όπου συνεπιδιώκεται η απαίτηση διδασκαλίας σε προηγμένο επίπεδο για τους δασκάλους και η διδασκαλία σε ένα επίπεδο πιο προσιτό για τους μαθητές. Βλέπε περισσότερα 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.
- [10] Π. Γ. Μιχαηλίδης, 'Εισαγωγή στη Πληροφορική: Ένα μάθημα για φοιτητές και φοιτήτριες Παιδαγωγικών Τμημάτων'. Πρακτικά συνεδρίου για τη Διδακτική των Μαθηματικών και την Πληροφορική στην Εκπαίδευση, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Ιωάννινα 20-24 Οκτωβρίου 1993. Περιγράφει ένα μάθημα εισαγωγής της πληροφορικής στην εκπαίδευση.
- [11] Athanasia Margetousaki, P. G. Michaelides, 'Affordable and Efficient Science Teacher In-Service Training', paper presented at the HSci 2006 - 3rd International Conference on Hands-on Science, 4th - 9th September, 2006, Braga, Portugal, proceedings published by University of Minho.
- [12] Tsigris M. The didactics of Science through polymorphic self-made experimental apparatus of quantitative determinations. An alternative proposal for the teaching of Natural Sciences, 2nd International Conference, Hands-on Science: Science in a Changing Education, July 13-16 2005, The University of Crete.
- [13] Ρομπότ σημαίνει οποιαδήποτε (μηχανική) συσκευή προγραμματισμένη να εκτελεί συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως π.χ. να μετακινεί ή να ελέγχει άλλες συσκευές, να αντιδρά σε αλλαγές του περιβάλλοντός, κλπ και μπορεί να θεωρηθεί ως εξέλιξη των αυτοματισμών. Τα ρομπότ μπορεί να ελέγχονται από άνθρωπο (για παράδειγμα τα διαστημικά οχήματα που χρησιμοποιούνται στην εξερεύνηση της γης ή του διαστήματος και στη χειρουργική) ή να ελέγχονται από κατάλληλα προγραμματισμένους υπολογιστές που είναι εξωτερικοί ή ενσωματωμένοι στα ρομπότ. Αν και η συνηθισμένη αντίληψη για τα ρομπότ αναφέρεται σε ανθρωπόμορφες κατασκευές (προγενέστερος όρος που χρησιμοποιήθηκε, ανδροειδή), τα ρομπότ μπορούν να έχουν οποιαδήποτε μορφή ανάλογη με το έργο για το οποίο κατασκευάστηκαν. Η λέξη ρομπότ (προέρχεται από το robotovat που σημαίνει εργάζομαι, υπηρετώ/εξυπηρετώ) εμφανίστηκε για πρώτη φορά στο θεατρικό έργο RUR (Rossum's Universal Robots) του Τσέχου Karel Čapek το 1920, και περιέγραφε ανθρωπόμορφα πλάσματα να υπακούουν έναν αφέντη. Σήμερα (τα ρομπότ) είναι πολύ δημοφιλή στα διηγήματα (επιστημονικής) φαντασίας.
- [14] Δ.Εμίρης – Δ.Κουλουριώτης, 'Ρομποτική', 2^η έκδοση, ΣΕΔΚΑ-4Μ Τεκδοτική, Αθήνα 20043.
- [15] Δημητρίου Α., Χατζηκρανιώτης Ε., 'Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης ικανοτήτων για την επίλυση προβλημάτων: Εξάσκηση με το περιβάλλον LEGODACTA', 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο των εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ, Σύρος, Μάιος 2003.
- [16] Η γλώσσα και το περιβάλλον προγραμματισμού LOGO σχετίζεται με το κονστρουκτιβιστικό εκπαιδευτικό πλαίσιο και έχουν σχεδιαστεί να υποστηρίξουν την κονστρουκτιβιστική μάθηση (<http://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html>).
- [17] Ο Seymour Papert, ομότιμος καθηγητής στο MIT, είναι μαθηματικός και ένας από τους πρωτοπόρους της τεχνητής νοημοσύνης. Γεννήθηκε και σπούδασε στη Νότια Αφρική, όπου συμμετείχε ενεργά στο κίνημα εναντίον του apartheid και συνέχισε ερευνητικά στο

πανεπιστήμιο του Κέμπριτζ. Συνεργάστηκε με Jean Piaget στο πανεπιστήμιο της Γενεύης από το 1958-1963. Ο Papert είναι ο επινοητής της γλώσσας LOGO, πρώτης σημαντικής απόπειρας να έχουν τα παιδιά έλεγχο των νέων τεχνολογιών. Είναι ο συγγραφέας του Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas (1980), από όπου πήραν το όνομα τους τα LEGO™ Mindstorms (ο Papert είναι στη συμβουλευτική επιτροπή), βλέπε σχετικά στα <http://www.papert.org/>, <http://papert.www.media.mit.edu/people/papert/>, <http://www.connectedfamily.com/main.html>).

[18] <http://www.lego.com/education>

[19] Τσοβόλας Σ., Κόμης Β., Διδασκαλία Βασικών Εννοιών Προγραμματισμού σε οπτικό περιβάλλον ROBOLAB , 3^ο Συνέδριο: Διδακτική της Πληροφορικής, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005

[20] στον κονστρουξιονισμό "δίνεις στα παιδιά κατάλληλες εργασίες να κάνουν ώστε να μπορούν να μάθουν κάνοντας με τρόπο πολύ καλύτερο από ότι μπορούσαν πριν (Papert, S. (1980). Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. NY, New York: Basic Books). Είναι μια φυσική επέκταση του κονστρουκτιβισμού και υπογραμμίζει την πτυχή της πρακτικής εξάσκησης. Ο Papert ανακαλύπτει τους τρόπους που επιτρέπουν στα παιδιά να χρησιμοποιήσουν ενεργά τις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.

[21] Costa M., Fernandes J.F., "Growing up with robots", Hsci2004 – CoLoS. Summer School, Ljubljana, Julie 2004.

[22] βλέπε επίσης τις σχετικές δραστηριότητες στο δίκτυο Hands-on Science <http://www.hsci.info/>.