



Συνεδρία 13 : Εφαρμογές των Τ.Π.Ε στην διδασκαλία της Φυσικής II

Σχόλια από τη Διδασκαλία του Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Σίμος Αναγνωστάκης, Π. Γ. Μιχαηλίδης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης, sanagn@edc.uoc.gr

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

Περίληψη

Η ευημερία των σύγχρονων βασιζόμενων στη γνώση κοινωνιών σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την αποτελεσματική εκπαίδευση, ιδιαίτερα σε θέματα Επιστήμης και Τεχνολογίας. Το Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής έχει προταθεί ως σχετικά κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον. Για αρκετά χρόνια διδάσκουμε εκπαιδευτική ρομποτική σε εκπαιδευτικούς υπηρετούντες ή μελλοντικούς, καθώς και σε μαθητές σχολείων. Βασικά συμπεράσματα από τις διδασκαλίες αυτές έχουν ήδη δημοσιευτεί. Εδώ παρουσιάζονται μη συστηματικές παρατηρήσεις σχετικά με τεχνικά θέματα της διδασκαλίας, συμπεριφορά εκπαιδευόμενων στην τάξη κλπ.

Abstract.

The welfare of modern 'knowledge based societies' depends largely on an effective education, especially in the areas of Science and Technology. The Laboratory of Educational Robotics has been proposed as an appropriate teaching environment. Educational Robotics has been taught for many years to in-service and pre-service school teachers and students in primary and secondary schools. Main results from these teachings have already been published. Here we present non-structured observations related to aspects such as technical issues, behaviour of trainees in class, etc.

Εισαγωγή

Η ευημερία των σύγχρονων βασιζόμενων στη γνώση κοινωνιών σε μεγάλο βαθμό εξαρτάται από την αποτελεσματική εκπαίδευση, ιδιαίτερα σε θέματα Επιστήμης και Τεχνολογίας. Για αρκετά χρόνια διδάσκουμε Εκπαιδευτική Ρομποτική, που θεωρείται ως σχετικά κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον, σε εκπαιδευτικούς (υπηρετούντες ή μελλοντικούς), σε φοιτητές και σπουδαστές και σε μαθητές σχολείων της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Ο σκοπός των μαθημάτων αυτών περιλαμβάνει:

1. γνώση βασικών εννοιών των ρομπότ,
2. εξοικείωση με τον προγραμματισμό των ρομπότ,
3. κατανόηση δυνατοτήτων και ορίων των ρομπότ,
4. χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εκπαιδευτικού περιβάλλοντος, όμοιου αλλά ισχυρότερου της LOGO®, της οποίας αποτελεί μετεξέλιξη
5. ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος,
6. ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοδύναμης μάθησης,

Τα δυο τελευταία είναι αναγκαία καθόσον οι εξελίξεις στον τομέα είναι ραγδαίες και οι εκπαιδευτικοί (υπηρετούντες και μέλλοντες) θα πρέπει να είναι ικανοί να διατηρούν τα επαγγελματικά τους προσόντα και να προσαρμόζονται στις αναμενόμενες αλλαγές κατά τη διάρκεια της επαγγελματικής τους σταδιοδρομίας. Για την υλοποίηση του χρησιμοποιούμε διδακτικές προσεγγίσεις που αναπτύσσονται από επίλυση προβλήματος (problem based learning) σε υλοποίηση έργου (project based learning) ενώ η διερώτηση (inquiry based learning) χρησιμοποιείται κυρίως στην εκσφαλμάτωση του προγραμματισμού των ρομπότ (στην εργασία αυτή χρησιμοποιούμε τους ακόλουθους απλοποιημένους ορισμούς εργασίας: στη μάθηση με επίλυση προβλήματος οι εκπαιδευόμενοι αποκτούν γνώσεις μέσω της προσπάθειας τους να λύσουν προβλήματα ή να απαντήσουν σε (ανοικτού τύπου) ερωτήσεις που παρουσιάζει ο



διδάσκων, στη διερώτηση απαιτείται, επιπλέον από τους εκπαιδευόμενους να σχεδιάσουν διαδικασίες περαιτέρω ελέγχου ορθότητας των απαντήσεων τους ενώ στη μέθοδο έργου οι προβληματισμοί αποτελούν συστατικά ενός σύνθετου έργου, πχ κατασκευή, πραγματεία, μελέτη, ...) από την ανάλυση του οποίου προκύπτουν (βλέπε αναλυτικά στα Boud & Felletti 1998, Buck Institute for Education 2003, McDermott et al. 2000). Στο περίγραμμα ύλης των μαθημάτων αυτών περιλαμβάνονται:

1. Εξοικείωση με τα υλικά που χρησιμοποιούνται (Lego® Mindstorms®) – οι εκπαιδευόμενοι παρακινούνται να πειραματιστούν με (απλές) κατασκευές και προγραμματισμό είτε με τις οδηγίες είτε δικής τους επινοήσης. Η φάση αυτή ολοκληρώνεται με την κατασκευή ρομπότ που επιτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες αύξουσας πολυπλοκότητας. Κατά τον προγραμματισμό ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να περιγράψουν το τι περιμένουν ότι θα κάνει το ρομπότ που κατασκεύασαν, να το δοκιμάσουν ως προς την ορθότητα και, αν υπάρχει 'λάθος' να σχεδιάσουν διαδικασία διόρθωσης.
2. Επιλογή μεταξύ των: α/σχεδιασμός και κατασκευή ενός ρομπότ για να συμμετάσχουν σε διαγωνισμό, ή β/σχεδιασμός και υλοποίηση σχετικές διδασκαλίας σε σχολική τάξη.
3. Σχεδιασμός σε αδρομερή τουλάχιστον μορφή και υλοποίηση (εφόσον είναι εφικτό από άποψη χρόνου και υλικών) τμήματος 'έξυπνου σπιτιού (smart house)' ή άλλης σύνθετης ρομποτικής εφαρμογής πχ γραμμή παραγωγής, εξυπηρετητή σειράς, αποθήκη υλικών, ως εξάσκηση σε δραστηριότητα αυτομάθησης.

Σε όλα τα στάδια οι εκπαιδευόμενοι παρακινούνται να συνδυάζουν και να χρησιμοποιούν συναφείς με το συγκεκριμένο έργο τους γνώσεις από άλλα αντικείμενα, κυρίως από τη Φυσική και τα Μαθηματικά αντί να προσπαθούν δοκιμάζοντας απλά διαφορετικές τιμές παραμέτρων.

Τα κυριότερα συμπεράσματα από τις διδασκαλίες αυτές που αφορούν στο εφικτό του σκοπού και επιμέρους στόχων, την επιλογή του περιγράμματος ύλης, την επίδοση των εκπαιδευομένων τη δυνατότητα χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στο σχολείο κλπ έχουν ήδη παρουσιαστεί στα Anagnostakis & Michaelides 2006, Anagnostakis & Michaelides 2007, Αναγνωστάκης κα 2008, Μαργετουσάκη κα 2008 ενώ θέματα που σχετίζονται με την ανάπτυξη δεξιοτήτων αυτοδύναμης μάθησης έχουν παρουσιαστεί στο Michaelides, P. G. 2012. Στην παρούσα εργασία, μετά από μια συνοπτική περιγραφή, του τρόπου οργάνωσης και υλοποίησης των μαθημάτων, παρουσιάζονται μη-δομημένες παρατηρήσεις σχετικά με τεχνικά θέματα της διδασκαλίας, συμπεριφορά εκπαιδευομένων στην τάξη κλπ.

Συνοπτική περιγραφή των μαθημάτων.

Οργάνωση. Το μάθημα περιλαμβάνεται ως υποχρεωτικής επιλογής (εργαστηριακό) σεμινάριο της περιοχής 'Πληροφορική στην Εκπαίδευση' του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης. Διδάσκεται τουλάχιστον μια φορά κάθε έτος σε φοιτητές – φοιτήτριες του 5ου και πάνω εξαμήνου, οι οποίοι, κατά κανόνα, έχουν παρακολουθήσει τα βασικά μαθήματα στις Θετικές επιστήμες και στη Μεθοδολογία της Διδασκαλίας ενώ οι περισσότεροι είναι εξοικειωμένοι ή έχουν βασικό αλφαριθμητισμό σε θέματα Πληροφορικής. Για την παρακολούθηση των μαθημάτων δεν τίθεται προαπαιτούμενα. Ως υλικά χρησιμοποιούνται τα LEGO® Mindstorms® (<http://mindstorms.lego.com/>) επειδή η αγορά τους είναι, γενικά, πιο συμφέρουσα οικονομικά και από άποψη υποστήριξης έχουν πληθώρα εργαλείων και διδακτικών σεναρίων ενώ είναι και οικεία στους περισσότερους εκπαιδευόμενους ως παιχνίδια. Σημειώνεται πως ο σχεδιασμός τους έγινε από τον Seymour Papert του M.I.T., γνωστού από την εισαγωγή του κονστρουξιονισμού (constructionism) και του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και γλώσσας προγραμματισμού LOGO® των οποίων το μετεξέλιξη αποτελεί το LEGO® Mindstorms®. Για τον προγραμματισμό χρησιμοποιείται η εικονιστική γλώσσα LEGO® MINDSTORMS® Education NXT σε PCs Windows® ή Macs με OSX® συνήθως φορητά προκειμένου να είναι ευκολότερη η μεταφορά σε σχολεία.

Διδασκαλία. Το μάθημα στο προπτυχιακό τμήμα γινόταν σε τρία εργαστηριακά μαθήματα για τουλάχιστον 13 εβδομάδες ενώ στο εντατικό Comenius seminar καθημερινά 9:00 – 19:00 (με ενδιάμεση διακοπή για μεσημεριανό) για 8 με 10 ημέρες. Οι εκπαιδευόμενοι είχαν επίσης τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν το εργαστήριο επιπλέον ώρες κάτι που έκαναν αρκετά συχνά είτε για να ολοκληρώσουν τα έργα που είχαν αναλάβει είτε για περαιτέρω μελέτη και άσκηση. Τα πρώτα δυο με τρία μαθήματα περιλαμβάνουν εισαγωγή σε έννοιες σχετικές με τα ρομπότ, εξοικείωση με το υλικό (επεξεργαστής, δομικά συστατικά, αισθητήρες ...), με τον προγραμματισμό των ρομπότ (εστιασμένο στο εικονιστικό πρόγραμμα Robolab® με αναφορές ή/και επίδειξη σε άλλες δυνατές γλώσσες) και με ενδεικτικές αναφορές σε χρήσεις ή δυνατές χρήσεις ρομπότ στην τάξη, στην παραγωγή, στην καθημερινή ζωή. Στο στάδιο αυτό της διδασκαλίας, οι διδάσκοντες έθεταν έργα αυξανόμενης πολυπλοκότητας προς υλοποίηση. Στις επόμενες εβδομάδες ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να κατασκευάσουν ρομπότ για εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών. Στο στάδιο αυτό αναφέρεται μόνο η συγκεκριμένη λειτουργία που επιζητείται ενώ η υλοποίηση αφήνεται στην επινοητικότητα των εκπαιδευόμενων. Κύριος γνωστικός στόχος εδώ είναι η εξοικείωση με τις ιδιαιτερότητες του ‘real time’ προγραμματισμού και της ανταπόκρισης σε γεγονότα (πχ αλλαγή σε ενδείξεις ενός ή περισσότερων αισθητήρων). Στο στάδιο αυτό επίσης οι εκπαιδευόμενοι αρχίζουν την επιλογή και σχεδίαση της στρατηγικής τους είτε για να διδάξουν σε σχολείο είτε για να συμμετάσχουν σε διαγωνισμό ρομποτικής, έργα που πρέπει να ολοκληρωθούν στις επόμενα τρία με τέσσερα μαθήματα. Το υπόλοιπο διάστημα αφιερώνεται σε αναστοχασμό και πιθανή βελτίωση όσων έκαναν ενώ συγχρόνως μελετούν και παρουσιάζουν στο τέλος του μαθήματος δυνατές εφαρμογές ρομπότ (πχ ‘έξυπνη κατοικία’, ενσωμάτωση σε διδασκαλία, ...) ως άσκηση για αυτοδύναμη μάθηση. Στο τέλος πραγματοποιείται μια συνολική αποτίμηση του μαθήματος. Σε όλα τα στάδια (με ιδιαίτερη έμφαση στα αρχικά στάδια) ζητείται από τους εκπαιδευόμενους να επανεξετάσουν και να βελτιώσουν το αποτέλεσμα τους. Σε όλη τη διάρκεια του μαθήματος οι εκπαιδευόμενοι πρέπει να τηρούν ηλεκτρονικό ημερολόγιο όπου, μετά το πέρας κάθε διδασκαλίας, αναγράφουν συνοπτικά σχόλια ως προς τις ενέργειες τους, τη συνεργασία μεταξύ τους στην ομάδα, τον τρόπο διδασκαλίας, πιθανά προβλήματα. Η απαίτηση αυτή, αν και θεωρείται ‘αγγραμεία’ από τους περισσότερους εκπαιδευόμενους φαίνεται απαραίτητη για την έγκαιρη υλοποίηση του μαθήματος.

Διαφοροποιήσεις. Στα προηγούμενα πλαίσια γίνονται κάθε φορά κατάλληλες διαφοροποιήσεις για την παρατήρηση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών όπως η επίδραση λεπτομερειακής ή γενικής καθοδήγησης, η αποτελεσματικότητα διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων, η επίδραση προηγούμενων γνώσεων προγραμματισμού ή τεχνολογίας, Το μάθημα διδάσκεται επίσης, ως εντατικό επιμορφωτικό μάθημα σε υπηρετούντες εκπαιδευτικούς από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Comenius seminar) και από την Ελλάδα ενώ τμήματα του διδάσκονται ως σύντομα επιμορφωτικά σεμινάρια σε υπηρετούντες εκπαιδευτικούς και ως μαθήματα ευαισθητοποίησης – αλφαριθμητισμού σε μαθητές σχολείων.

Παρατηρήσεις. Οι προηγούμενες ρυθμίσεις ως προς τα προαπαιτούμενα για την παρακολούθηση του μαθήματος και ως προς τον τρόπο διδασκαλίας πλησιάζουν κατά το δυνατόν την κατάσταση του εκπαιδευτικού δυναμικού στα σχολεία. Η καθοδήγηση που χρησιμοποιείται με τη μορφή μέντορα όπου, πέρα από τη γνώση επιδιώκεται επίσης και η ανάπτυξη αυτοεκτίμησης και αυτοσυναισθήματος (Powell, 1997). Η διδασκαλία έγινε από τους συγγραφείς της εργασίας αυτής ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε και εξωτερικός παρατηρητής. Μετά από κάθε διδασκαλία ακολουθεί αποτίμηση του μαθήματος, η οποία στηρίζεται στη βαθμολογία που πέτυχαν οι εκπαιδευόμενοι, στις παρατηρήσεις από τους διδάσκοντες, σε (ανώνυμα) ερωτηματολόγια που συμπληρώνουν οι εκπαιδευόμενοι και σε ανοιχτή συζήτηση μεταξύ διδασκόντων και εκπαιδευομένων. Οι αποτιμήσεις αυτές παρουσιάζουν όμοια χαρακτηριστικά, τα οποία αναφέρονται στα επόμενα.

Σχολιασμός



Σε όλες τις τάξεις οι εκπαιδευόμενοι επιτυγχάνουν σχετικά υψηλή βαθμολογία, ένδειξη επίτευξης των στόχων του γνωστικού τομέα. Δεν βρέθηκε σημαντική διαφορά στην επίδοση μεταξύ αγοριών και κοριτσιών πέρα μιας μικρής τάσης των κοριτσιών να ολοκληρώνουν τα έργα τους κάπως πιο σύντομα. Αν και το μάθημα δεν είναι υποχρεωτικό και οι φοιτητές – φοιτήτριες έχουν και άλλες εναλλακτικές επιλογές, η διαρροή είναι σχεδόν μηδενική παρόλο που οι εκπαιδευόμενοι το θεωρούν ‘μάθημα που απαιτεί κόπο’. Τη μηδενική αυτή διαρροή τη θεωρούμε ως ένδειξη διατήρησης ζωηρού ενδιαφέροντος κάτι που υποστηρίζεται και από απαντήσεις στα ερωτηματολόγια. Αν και όλοι σχεδόν οι εκπαιδευόμενοι θεωρούν το μάθημα πολύ απαιτητικό αποκομίζουν επίσης μια πολύ θετική γνώμη και αναφέρουν πως θα έπαιρναν παρόμοιο μάθημα και πως θα το συνιστούσαν και στους συναδέλφους τους. Θεωρούμε πως αυτό αποτελεί ένδειξη ενεργού συμμετοχής των εκπαιδευομένων στη μαθησιακή διαδικασία. Οι εκπαιδευόμενοι σε όλα τα επίπεδα (προπτυχιακοί φοιτητές – φοιτήτριες, υπηρετούντες εκπαιδευτικοί, μαθητές σχολείων, ...) φαίνεται να ανταποκρίνονται, γενικά, με επιτυχία στις απαιτήσεις του μαθήματος παρόλο που δεν απαιτούνται προηγούμενες γνώσεις προγραμματισμού Η/Υ ή τεχνολογίας.

Οι παρατηρήσεις για τις δυσκολίες στη διδασκαλία ορισμένων θεμάτων του περιγράμματος ύλης περιλαμβάνουν:

- Η όποια εμπειρία των φοιτητών σε προγραμματισμό είναι στα πλαίσια του γραμμικού προγραμματισμού που διδάσκεται στα σχολεία ενώ ο προγραμματισμός των ρομπότ προβλέπει αντιδράσεις σε γεγονότα, όπως πχ οι αλλαγές στις ενδείξεις ενός ή περισσότερων αισθητήρων ή η πάροδος χρόνου. Φαίνεται πως οι εκπαιδευόμενοι έχουν δυσκολία να συνειδητοποιήσουν τη διαφορά ιδιαίτερα όσοι έχουν τεχνολογικό υπόβαθρο από τα αντίστοιχα μαθήματα του σχολείου. Βρήκαμε πως ο πιο αποτελεσματικός τρόπος αντιμετώπισης του είναι η ανάθεση ενός σχετικού εξειδικευμένου έργου και η καθοδήγηση με μορφή μέντορα ώστε να οδηγηθούν στην λύση του.
- Όμοια αντιμετώπιση εφαρμόζεται και προκειμένου να συνειδητοποιηθεί η διαφορά χρονικής κλίμακας μεταξύ χρονισμού του επεξεργαστή και ανθρώπινης συμπεριφοράς. Για παράδειγμα, η ανάθεση του έργου ‘αναμονή του αυτοκινήτου-ρομπότ για άκουσμα ήχου, ξεκίνημα των κινητήρων, και σταμάτημα στο άκουσμα δεύτερου ήχου’ δημιουργεί εκπλήξεις καθόσον το ρομπότ φαίνεται να μην αντιδρά, αν και ο προγραμματισμός του είναι ‘περίμενε μέχρι η ένδειξη στον αισθητήρα ήχου να είναι πάνω από πχ 60, βάλε μπροστά τους κινητήρες και σταμάτησε τους όταν η ένδειξη του αισθητήρα ήχου είναι πάνω από 60’. Οι εκπαιδευόμενοι συμπεραίνουν πως το ‘πρόγραμμα τους δεν λειτουργεί’ και μόνο όταν με την καθοδήγηση, εντοπίσουν πως ‘δεύτερος ήχος’ σημαίνει πως η ένδειξη του αισθητήρα ήχου αποκτά μια μεγάλη τιμή (πρώτος ήχος) μετά πρέπει να πέσει σε μικρή τιμή και όταν ξαναδείξει μεγάλη τιμή τότε είναι ‘δεύτερος ήχος’. Διαφορετικά με την ταχύτητα χρονισμού του επεξεργαστή του ρομπότ μόλις ξεκινήσουν οι κινητήρες θα σταματήσουν ‘αμέσως καθόσον ο αισθητήρας ήχου έχει ακόμα μεγάλη ένδειξη λόγω της μεγάλης (σε σχέση με τον χρονισμό του επεξεργαστή) διάρκειας του ήχου, ακόμα και για απότομο χτύπημα.
- Η σύγκριση των ομοιοτήτων και διαφορών μεταξύ των εντολών ‘αναμονή να συμβεί ένα γεγονός (wait until ...)’ και ‘επανάληψη μέχρις ότου (loop until ...)’ κατανοείται καλύτερα με υλοποίηση έργων ειδικών για τέτοιες εντολές, κάτι που παρουσιάζεται συχνά όταν απαιτείται η παρακολούθηση περισσότερο από έναν αισθητήρων, συνθηκών ή καταστάσεων. Αυτές οι ασκήσεις προωθούν την ανάπτυξη δεξιοτήτων λογικής και δημιουργικής (ίσως και πλάγιας - lateral) σκέψης.
- Ως προς τη διδασκαλία της εκπαιδευτικής ρομποτικής με την επιλεγείσα προσέγγιση αναφέρουμε επίσης τις εξής επιμέρους παρατηρήσεις, κυρίως από τις αποτιμήσεις που αφορούν διδασκαλία στο προπτυχιακό επίπεδο (όμοιες παρατηρήσεις υπάρχουν και από τα άλλα επίπεδα).



- Πολλοί εκπαιδευόμενοι χρησιμοποιούν το εργαστήριο και πέραν των ωρών του μαθήματος, κάποιοι για να ολοκληρώσουν τα έργα που δεν πρόλαβαν, οι περισσότεροι για περαιτέρω μελέτη και δοκιμές.
- Όλοι οι εκπαιδευόμενοι αναφέρουν πως θα θυμούνται πάντα τα έργα που υλοποίησαν, τον διαγωνισμό που συμμετείχαν ή τη διδασκαλία που πραγματοποίησαν (σημείο 2 παραπάνω. Επίσης πως θα θυμούνται τη συνεργασία και τις προσπάθειες τους να ολοκληρώσουν τα έργα που τους ανετέθησαν.
- Στην ερώτηση τι αισθάνονταν κατά τη διάρκεια του μαθήματος οι εκφράσεις που χρησιμοποιούν είναι: 'ενθουσιασμός - χαρά (όταν τα κατάφεραν)', 'απογοήτευση (όταν η λύση τους δεν περπατούσε)', 'έκπληξη - αμηχανία (με τον προβληματισμό που αντιμετώπιζαν)', 'δημιουργία', Σχετικές είναι και οι απαντήσεις στην ερώτηση 'ξεκίνησα βαρετά αλλά ξετρελάθηκα', 'θα θυμάμαι πάντα τις προσπάθειες να βρούμε άκρη (να λύσουμε τους προβληματισμούς)', 'μου άρεσε η ομαδική δουλειά', 'μου άρεσε που δίδαξα με αυτόν τον τρόπο - τα παιδιά ενδιαφέρονταν συνέχεια (από εκπαιδευόμενους που έκαναν παρεμβάσεις σε σχολεία)', Ενδεικτικό επίσης είναι και το σχόλιο από ήδη υπηρετούντα και παλαιό εκπαιδευόμενο εκπαιδευτικό 'δεν θυμάμαι τι ακριβώς κάναμε αλλά θυμάμαι και χρησιμοποιώ στην τάξη μου τον τρόπο διδασκαλίας.
- Όλοι οι εκπαιδευόμενοι αναφέρουν το μάθημα ως πολύ απαιτητικό, όμως απασχολούνται εθελοντικά και με επιπλέον προαιρετικές σχετικές δραστηριότητες, πχ μετάφραση των οδηγιών στα ελληνικά, οργάνωση σχετικών εκδηλώσεων, συμμετοχή σε πανελλήνιο διαγωνισμό,
- Κάποιοι σκοποί του μαθήματος, πχ οι 5 και 6 παραπάνω, η ανάπτυξη αυτοεκτίμησης και αυτοσυναισθήματος, προωθούνται έμμεσα από τον τρόπο διδασκαλίας και από τις (εσωτερικές) συζητήσεις στην ομάδα. Θεωρούμε πως η προσέγγιση αυτή δημιουργεί πιο μακροπρόθεσμα αποτελέσματα καθώς δημιουργεί στάσεις που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους εκπαιδευόμενους κατά την επαγγελματική τους σταδιοδρομία αντιμετωπίζοντας την έλλειψη μάθηση μέσω της αλληλεπίδρασης με την κοινωνία (πλαίσιο Vygotski) καθώς και την ανεπαρκή ή δαπανηρή διαθέσιμη διαδικασία επιμόρφωσης. Εξετάσαμε τις παραμέτρους αυτές (Αναγνωστάκης κα 2008, Μαργετουσάκη κα 2008) διδάσκοντας συγχρόνως δυο όμοιες ομάδες. Στην ομάδα Α η ανάθεση έργων (project based learning) σχεδόν αμέσως (πχ 'ανοίξτε τα κουτιά με το υλικό και αρχίστε να δουλεύετε') ενώ στην ομάδα Β υπήρχε μια λεπτομερειακή καθοδήγηση στην αρχή (εξοικείωση με το υλικό και τον προγραμματισμό των ρομπότ και βασικές τεχνικές). Παρατηρήσαμε πως:
- Στην ομάδα Β οι εκπαιδευόμενοι κατασκεύασαν λειτουργικά ρομπότ πιο νωρίς από την ομάδα Α, αν και στο τέλος δεν υπήρχε διαφορά στις σχετικές δεξιότητες και δεξιότητες.
- Στην ομάδα Α οι εκπαιδευόμενοι φαίνεται να έχουν κατανοήσει περισσότερο το αντικείμενο (ολοκληρώνουν σύνθετα έργα πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ποικιλία στρατηγικών υλοποίησης) και αναφέρουν πιο θετική γνώμη για το μάθημα και τις επιμέρους παραμέτρους του.
- Όλοι οι εκπαιδευόμενοι αναφέρουν πως η πρόκληση να 'τελειώσουν' το έργο τους ανέβασε το αυτοσυναισθήμα του και τους άρεσε με αυτούς της ομάδας Α να είναι περισσότερο ενθουσιώδεις.
- Σε όλες τις ομάδες υπήρχε ικανοποιητική συνεργασία με διάφορες μορφές. Υπήρχε όμως μια τάση στις ομάδες Α τα μέλη να λειτουργούν ισότιμα χωρίς εξειδίκευση ρόλων ενώ στις ομάδες Β η τάση ήταν να λειτουργούν με ρόλους ('αρχηγός', κατασκευαστής' προγραμματιστή', ...).



- Η συνεργασία και η ολοκλήρωση των έργων ήτανε πιο αποτελεσματική όταν τα μέλη της ομάδας ενστερνίζονταν το έργο. Αυτό μας οδήγησε να διαπραγματευόμαστε με την κάθε ομάδα ώστε να επιλέγουν τα μέλη της ομάδας το συγκεκριμένο κάθε φορά έργο μεταξύ εναλλακτικών ισοδυνάμων (για λόγους ελέγχου υπήρχε και ανάθεση έργου από τους διδάσκοντες).
- Περίπου οι μισοί από τους εκπαιδευόμενους αναφέρουν ως αρνητικό χαρακτηριστικό του μαθήματος τη 'γραφειοκρατία' να συμπληρώνουν το ημερολόγιο με τις δραστηριότητες τους κάτι, όμως που είναι απαραίτητο για τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε.

Η πλειοψηφία των εκπαιδευομένων θεωρούν πως είναι σε θέση να διδάξουν κάτι παρόμοιο στο σχολείο ή να χρησιμοποιήσουν την εκπαιδευτική ρομποτική στη διδασκαλία τους επικαλούμενοι τη διδακτική προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε και την οποία σκοπεύουν να χρησιμοποιήσουν και οι ίδιοι. Είναι χαρακτηριστικό επίσης πως όλες οι αρνητικές απαντήσεις ως προς την ικανότητα τους να χρησιμοποιήσουν την εκπαιδευτική ρομποτική στο σχολείο αποδίδονται στην (εκτιμώμενη) έλλειψη υλικών στο σχολείο ή στην 'ακαμψία' του αναλυτικού προγράμματος κλπ δηλαδή σε λόγους άσχετους με τις ικανότητες τους.

Από τις διδασκαλίες που έγιναν (στην πλειονότητα τους από προπτυχιακούς φοιτητές – φοιτήτριες) σε σχολεία σημειώνουμε:

- Η διδακτική προσέγγιση των φοιτητών – φοιτητριών ακολούθησε το πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε κατά τη διδασκαλία του μαθήματος στους ίδιους αν και, λόγω περιορισμών χρόνου, δεν άφηναν πάντοτε αρκετό χρόνο για σκέψη και περισυλλογή στους μαθητές – μαθήτριες..
- Υπήρξε εφευρετικότητα στο θέμα του προγραμματισμού των ρομπότ. Αντί οι μαθητές να χρησιμοποιήσουν αμέσως τον Η/Υ, κατασκεύασαν κάρτες με τις αντίστοιχες εντολές του εικονιστικού περιβάλλοντος προγραμματισμού τις οποίες οι μαθητές τοποθετούσαν με τη σειρά που νόμιζαν, μελετούσαν σχολίαζαν, 'δοκίμαζαν' και διόρθωναν το αποτέλεσμα και μετά το μετέφεραν στον Η/Υ και το κατέβαζαν στο αυτοκίνητο-ρομπότ. Η δοκιμή γινόταν με έναν μαθητή να ακολουθεί τις εντολές του προγράμματος που είχαν σχηματίσει. Η τεχνική αυτή αποδείχτηκε πολύ αποτελεσματική ως προς την διαχείριση του χρόνου και την κατανόηση εννοιών προγραμματισμού του ρομπότ.
- Με μια εξαίρεση, που αναφέρεται πιο κάτω, σε όλες τις διδασκαλίες:
- Οι μαθητές έδειξαν ζωηρό ενδιαφέρον (για 2 και 3 ώρες!) και ζητούσαν επανάληψη σε πιο προχωρημένο επίπεδο..
- Αν και υπήρχε από την αρχή οργάνωση σε ομάδες, οι μαθητές μετακινούνταν συνεχώς στους διάφορους τόπους εργασίες (θρανία, πάγκοι) αναλαμβάνοντας κάθε φορά διαφορετικό ρόλο στην κατασκευή και προγραμματισμό των ρομπότ. Όταν ολοκλήρωναν ένα έργο πηγαίνανε στις άλλες ομάδες να το επιδείξουν και να 'τους βοηθήσουν'.
- Οι μαθητές αναλάμβαναν κάθε ρόλο (αρχηγού, κατασκευαστή, προγραμματιστή, ...) αδιακρίτως και ανάλογα με την δυναμική της ομάδας, κάθε φορά.
- Οι μαθητές έδειξαν μεγάλη δημιουργικότητα στην υπόδειξη δυνατών ρομποτικών εφαρμογών και τρόπων υλοποίησης των.
- Οι μαθητές απόκτησαν βασικές έννοιες των ρομπότ, της λειτουργίας τους, και ενδεικτικών εφαρμογών τους όπως έδειξαν οι αποτιμήσεις που ακολουθούσαν κάθε διδασκαλία.
- Σε ένα σχολείο υπήρξε ασυμμετρία μεταξύ της κατασκευής του ρομπότ και του προγραμματισμού του με τους μαθητές να απορροφούνται στον προγραμματισμό και τους Η/Υ. αυτό αποδίδεται στο ότι στο σχολείο αυτό οι μαθητές ήταν στην πλειοψηφία τους μετανάστες από τις πρώην ανατολικοευρωπαϊκές χώρες και δεν είχαν εμπειρίες από παιχνίδια τύπου Lego® ενώ οι Η/Υ τους ήταν πιο οικείοι και εντυπωσιακοί (Mac® Book).

- Σε μια μελέτη περίπτωσης η διδασκαλία έγινε από φοιτήτριες στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας σε μαθητές Γυμνασίου απομονωμένου ορεινού χωριού (Καλαμαρά 2009, Στάικου 2009, Στούμπου 2009). Στο σχολείο αυτό οι μαθητές είχαν χάσει το ενδιαφέρον τους για τα μαθήματα από τα οποία δεν προσδοκούσαν τίποτα χρήσιμο σε αυτούς, μεγάλος αριθμός μαθητών είχε αναπτύξει έντονα παραβατική συμπεριφορά ενώ ένα σημαντικό ποσοστό θεωρείτο ότι είχε μαθησιακές δυσκολίες και προβλήματα εστίασης προσοχής. Οι μαθητές αυτοί, μετά από ένα αρχικό στάδιο αδιαφορίας, καχυποψίας και ‘δουλέματος’ διαπιστώσανε πως το αντικείμενο μπορούσε να τους είναι χρήσιμο σε μελλοντικές τους ασχολίες, (κυρίως σταβλισμένη ή μη κτηνοτροφία), άρχισαν να δείχνουν αυξανόμενο ενδιαφέρον και όλοι τους συμμετείχαν ενεργά στα μαθήματα (τρεις διδακτικές παρεμβάσεις 3-4 διδακτικές ώρες καθεμιά). Έδειξαν επίσης πραγματική εφευρετικότητα στην κατασκευή ανθεκτικών ρομπότ παραβλέποντας συνειδητά τις οδηγίες κατασκευής. Το ενδιαφέρον τους για το σχολείο επανήλθε, επισκέφτηκαν το Πανεπιστήμιο διερευνώντας διάφορες δραστηριότητες. Οι περισσότεροι τότε μαθητές, ενήλικες πλέον διατηρούν φιλικές επαφές με τους τότε διδάσκοντες. Όμοιες παρατηρήσεις υπήρξαν και από σχολείο άλλης απομονωμένης περιοχής κατά τη διάρκεια απλής διδακτικής παρέμβασης.
- Στις πρώτες διδασκαλίες, εκπαιδευόμενοι συμμετείχαν εθελοντικά και μόνοι τους σε Πανελλήνιο διαγωνισμό ρομποτικής (Athens Digital Week) αποσπώντας διάκριση, εξωτερική ένδειξη επίτευξης γνωστικών τουλάχιστον στόχων του μαθήματος.

5. Σύνοψη

Η Εκπαιδευτικής Ρομποτικής προτείνεται σαν ένα επιτυχημένο εργαλείο, προσέχοντας την παράμετρο του χρόνου (λειτουργεί περά από τα στενά όρια της διδακτικής ώρας), την επιλογή των διδακτικών σεναρίων (αναθέσεις κοινών εργασιών, διαγωνισμοί).

Για τον σχεδιασμό αντίστοιχων μαθημάτων (ή δραστηριοτήτων) θα συμβουλευάμε ως προς τα χαρακτηριστικά κάθε τρόπου διδασκαλίας : 1)με την συντονισμένη καθοδήγηση οι μαθητές αποκτούν γρήγορα εμπειρία γνώσεων κατασκευής και προγραμματισμού των ρομπότ, ενώ 2) με την αυτενέργεια φαίνεται να κατανοούν καλύτερα τις έννοιες και αρχές.

Για την δημιουργία ομάδων: 1)τα 2 άτομα ανά ομάδα φαίνεται να λειτουργούν συνεργατικά, 2) με 3 άτομα οι συζητήσεις παίρνουν περισσότερο χρόνο, που είναι γενικά χρήσιμο ως προς την κατανόηση όμως σε κάποιες περιπτώσεις οδηγεί σε αποσυντονισμό της ομαδικής εργασίας (καθένας επιμένει στην άποψη του), ενώ 3) για ομάδες με πάνω από 3 άτομα τα προβλήματα υπερτερούν.

Συνοπτικά, θεωρούμε πως η εκπαιδευτική ρομποτική, η οποία αποτελεί μετεξέλιξη του περιβάλλοντος LOGO[®], επιβάλλεται να εισαχθεί στην εκπαίδευση, ιδιαίτερα στην υποχρεωτική εκπαίδευση, αρχικά ως αντικείμενο για ευαισθητοποίηση – αλφαριθμητισμό σε θέματα επιστήμης και τεχνολογίας ώστε μετέπειτα να χρησιμοποιηθεί ως εκπαιδευτικό περιβάλλον για ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων και τεχνικών δεξιοτεχνιών. Οι προηγούμενες παρατηρήσεις μας αν και αδόμητες υποδεικνύουν πως αυτό είναι εφικτό και αν συνδυαστεί με κατάλληλες διδακτικές προσεγγίσεις προωθεί τις ανθρωπιστικές αξίες της ανάπτυξης προσώπων με κριτική και δημιουργική σκέψη (... *To come to a more fundamental cleavage; there can be no agreement between those who regard education as a means of instilling certain definite beliefs, and those who think that it should produce the power of independent judgment. Where such issues are relevant, it would be idle to shirk them... ..* Russell, B (1926).

6. Ευχαριστίες

Ευχαριστούμε την κ. Α. Μαργετουσάκη για τη συνολική βοήθεια της και παρατηρήσεις της κατά τη διδασκαλία. Η εργασία αυτή έγινε με μερική οικονομική υποστήριξη από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή (έργο “Pri-Sci-Net” σύμβαση 266647, <http://www.prisci.net/>). Οι απόψεις εδώ



εκφράζουν μόνο τους συγγραφείς. Τόσο η Ευρωπαϊκή Επιτροπή όσο και οι συνεργάτες του έργου δεν φέρουν καμιά ευθύνη για την όποια χρήση γίνει όσων αναγράφονται εδώ.

Βιβλιογραφία

Αναγνωστάκης, Σ., Μαργετουσάκη, Α., Μιχαηλίδης, Π. Γ. (2008). Δυνατότητα Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στα Σχολεία, 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 28-30 Μαρτίου 2008 πρακτικά σελ. 243-252 (επιμέλεια πρακτικών Βασίλης Κόμης) <http://www.ecedu.upatras.gr/didinfo/>.

Καλαμαρά, Θωμαΐς (2009). Η εκπαιδευτική ρομποτική στο σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης στο Γυμνάσιο της Κράνας, πτυχιακή εργασία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2009.

Μαργετουσάκη, Α., Αναγνωστάκης, Σ., Μιχαηλίδης, Π. Γ. (2008). Άτυπη μάθηση σε περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής 4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 28-30 Μαρτίου 2008 πρακτικά σελ. 253-262 (επιμέλεια πρακτικών Βασίλης Κόμης) <http://www.ecedu.upatras.gr/didinfo/>.

Στάικου, Κωνσταντίνα (2009). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική στο σχολείο: η δυνατότητα αυτοεπιμόρφωσης του εκπαιδευτικού, πτυχιακή εργασία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2009.

Στούμπου, Χριστίνα (2009). Η εκπαιδευτική ρομποτική στο σχολείο, πτυχιακή εργασία στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο 2009.

Anagnostakis, Simos and Michaelides P. G. (2006). Laboratory of Educational Robotics' - An undergraduate course for Primary Education Teacher - Students, proceedings pp. 329-335, HSci 2006 - 3rd International Conference on Hands-on Science, 4th - 9th September, 2006, Braga, Portugal, proceedings published by University of Minho. (<http://www.hsci.info/hsci2006/index.html>).

Anagnostakis, Simos and Michaelides P. G. (2007). Results from an undergraduate test teaching course on Robotics to Primary Education Teacher - Students' 4th International Conference on Hands-on Science, 23 - 27 July 2007, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, Portugal, Proceedings pp. 3-9 <http://www.hsci.info/hsci2007.html>.

Anagnostakis, Simos and Michaelides P. G., (2012). Teaching Educational Robotics for Schools: some retrospective comments, presented at the 9th International Conference on Hands on Science - Hsci2012, 17-21 October 2012, Antalya, Turkey (<http://www.hsci.info>).

Anne Powell, M.S.W. (1997). Academic Tutoring and Mentoring: A Literature Review, California Research Bureau, California State Library, 1997 στην ηλεκτρονική διεύθυνση <http://www.library.ca.gov/crb/97/11/97011.pdf> (επίσκεψη 22 Αυγ. 2012).

Boud, D. & Felletti, G. editors (1998). The challenge of Problem Based Learning. Kogan Page Limited, London.

Buck Institute for Education (2003). Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers.

McDermott Lillian C, Shaffer Peter S and Constantinou C P (2000). Preparing teachers to teach physics and physical science by inquiry. Phys. Educ. 35(6), pp. 411-420

Michaelides, P. G. (2012). Problem Based Learning in Science and Technology teaching in the Department of Primary Teachers Education of the University of Crete, presented at the 9th International Conference on Hands on Science - Hsci2012, 17-21 October 2012, Antalya, Turkey

Powell, M. Anne, (1997). Academic Tutoring and Mentoring: A Literature Review, California Research Bureau, California State Library, 1997 available at <http://www.library.ca.gov/crb/97/11/97011.pdf> (visited Aug. 22, 2012)

Russell, Bertrand, (1926). On Education, Especially in Early Childhood. Bertrand Russell (1872-1980), the third Earl Russell, Mathematician (Logic- see Russell's paradox), one of the greatest philosophers who wrote many of his works in jail where he was imprisoned because of his political activity (peace movements during the era of post WWII cold war).