

# Δυνατότητα Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στα Σχολεία<sup>(\*)</sup>

Σ. Αναγνωστάκης, Α. Μαργετουσάκη, Π. Γ. Μιχαηλίδης

Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης  
<sup>1</sup>sanagn@edc.uoc.gr, <sup>2</sup>amarge@edc.uoc.gr, <sup>3</sup>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.*

## Περίληψη

Θεωρητικές εργασίες και δοκιμαστικές εφαρμογές υποδεικνύουν πως η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα σημαντικό μέσο μάθησης και ανάπτυξης γνωστικών και άλλων δεξιοτήτων και δεξιοτεχνιών στο σχολείο. Στην εργασία αυτή εξετάζεται η δυνατότητα εισαγωγής στο σχολείο ως εκπαιδευτικό περιβάλλον ενός εργαστηρίου εκπαιδευτικής ρομποτικής, πχ όπως σχεδιάστηκε και, σε κάποιο βαθμό χρησιμοποιείται, το εκπαιδευτικό περιβάλλον της LOGO. Παρουσιάζεται μια καινοτομική διδακτική προσέγγιση για τους εκπαιδευτικούς, με σκοπό την απόκτηση βασικών δεξιοτήτων για διδασκαλία στο σχολείο. Η προσέγγιση αυτή δοκιμάστηκε στα πλαίσια ενός προπτυχιακού μαθήματος εργαστηρίου εκπαιδευτικής ρομποτικής στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Κρήτης. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως η εισαγωγή του εργαστηρίου εκπαιδευτικής ρομποτικής στα σχολεία και της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης είναι εφικτή.

**Λέξεις κλειδιά:** *Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, Robolab*

## Abstract

Theoretical work and test applications suggest that educational robotics constitutes an important means of learning and development of cognitive and other skills and dexterities in the school. In this work we examine the feasibility of introducing to schools a laboratory of educational robotics as an educational environment as e.g. the LOGO educational environment was designed and to some extent is used. We present an innovative teaching approach for the education of teachers, aiming at the acquisition of basic skills for school teaching. This approach was tested within the context of an undergraduate course of laboratory of educational robotics in the Department for Primary Education of The University Crete. The results show that a laboratory of educational robotics in the schools of primary education also is feasible.

**Keywords:** *Laboratory of Educational Robotics, Primary education, Robolab*

## 1. Εισαγωγή

Στις σύγχρονες, συνεχώς αναπτυσσόμενες και βασιζόμενες στην Τεχνολογία κοινωνίες, η μάθηση στις νέες τεχνολογίες αποτελεί προτεραιότητα. 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 ολική ψηφιακή γνώση (βλέπε π.χ. δράσεις και προγράμματα στην ιστοσελίδα [http://ec.europa.eu/education/index\\_en.html](http://ec.europa.eu/education/index_en.html)). Ομοίως, η ΟΥΝΕΣΚΟ ([www.unesco.org](http://www.unesco.org)) υποστηρίζει την εκπαίδευση στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία ενώ θεωρεί τον Επιστημονικό και Τεχνολογικό Αλφαριθμητισμό ως ‘δικαίωμα στη δημοκρατία’. Λόγω των ραγδαίων εξελίξεων στην Επιστήμη και στην Τεχνολογία η κατά Vygotsky κοινωνική μάθηση δεν μπορεί να συνεισφέρει στον Επιστημονικό και Τεχνολογικό αλφαριθμητισμό, η επίτευξη του οποίου μπορεί να επιδιωχτεί μόνο μέσω εκπαίδευσης και ιδιαίτερα μέσω της απευθυνόμενης σε όλους τους πολίτες υποχρεωτικής εκπαίδευσης. Στα πλαίσια αυτά, η υποχρεωτική εκπαίδευση, της οποίας βασικός σκοπός είναι η ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων και η ομαλή κοινωνική ενσωμάτωση, επιφορτίζεται και με την απόκτηση επιστημονικών και τεχνολογικών γνώσεων, δεξιοτήτων και συμπεριφορών για ενσωμάτωση στην επερχόμενη κοινωνία γνώσης. Είναι προφανές πως για την επίτευξη αυτών δεν επαρκεί η απλή διδασκαλία, η οποία εστιάζεται κυρίως σε δηλωτική γνώση αλλά απαιτείται γενικότερος επαναπροσδιορισμός της λειτουργίας του εκπαιδευτικού συστήματος προκειμένου να διαμορφωθεί το καταλληλότερο πλαίσιο μάθησης, πχ με την αναζήτηση νέου εκπαιδευτικού περιβάλλοντος. Το εργαστήριο εκπαιδευτικής ρομποτικής, το οποίο βασίζεται στον κονστρουξιονισμό (Papert, 1980), φαίνεται ότι μπορεί να αποτελέσει κατάλληλο εκπαιδευτικό περιβάλλον (Bers, Ponte, Juelich, Viera, and Schenker, 2002; Costa & Fernandes, 2004) στο οποίο ο χρήστης (μαθητής) είναι σε θέση να συνθέσει και να καθοδηγήσει ένα ρομπότ με τη βοήθεια μιας απλής οπτικής γλώσσας προγραμματισμού. Το ‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’:

- Προσφέρει ένα περιβάλλον για δοκιμές και αναζήτηση από τους μαθητές και τον (συν)εκπαιδευόμενο δάσκαλο κατάλληλο για την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων. Στην πραγματικότητα μπορούν να θεωρηθούν ως εξέλιξη του περιβάλλοντος LOGO<sup>®</sup> που εισήχθη στην αρχή της δεκαετίας του ‘70 από τον Papert (Papert, 1980; Logo Foundation).
- Αποτελεί καλό παράδειγμα σύγχρονης τεχνολογίας υποστηρίζοντας επίσης την ανάπτυξη δεξιοτεχνιών 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.
- Προωθεί τη συνεργατική μάθηση μέσω της ανάθεσης κοινών εργασιών σε ομάδες μαθητών.

Σε προηγούμενες εργασίες έχουν παρουσιαστεί ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη ενός προπτυχιακού μαθήματος με τίτλο ‘Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής’ με βασικό σκοπό την εξοικείωση με την έννοια και τις λειτουργίες των ρομπότ, την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων και την εξοικείωση με τη σύγχρονη τεχνολογία (Anagnostakis & Michaelides, 2006) καθώς επίσης και τα αποτελέσματα από μια δοκιμαστική διδασκαλία ως εξαμηνιαίο προπτυχιακό μάθημα (Anagnostakis & Michaelides, 2007). Πέρα από την ύπαρξη υποδομής, κρίσιμοι παράγοντες για τη

δημιουργία ενός εκπαιδευτικού περιβάλλοντος και την αποτελεσματική του χρήση αποτελούν: α/οι γνώσεις του εκπαιδευτικού για το εκπαιδευτικό περιβάλλον, β/η ικανότητα του εκπαιδευτικού να χρησιμοποιεί το εκπαιδευτικό περιβάλλον, και γ/η αποδοχή του από (και/ή η καταλληλότητα του) για τους μαθητές. Στην εργασία αυτή εξετάζονται οι παράγοντες αυτοί και ειδικότερα:

- Μπορεί ο εκπαιδευτικός να διδάξει το αντικείμενο και να καλύψει τα κενά κατάρτισης που έχει, είτε μόνος του, είτε με μικρή βοήθεια επιμόρφωσης;
- Μπορούν οι μαθητές να παρακολουθήσουν ένα τέτοιο μάθημα με τρόπο συμβατό με τους σκοπούς του σχολείου, ιδιαίτερα του σχολείου της υποχρεωτικής εκπαίδευσης (ανάπτυξη γνωστικών και άλλων δεξιοτήτων και δεξιοτεχνιών για την ομαλή ένταξή τους ως πολιτών μιας δημοκρατικής κοινωνίας);

Σημειώνεται πως οι υπηρετούντες στα σχολεία εκπαιδευτικοί δεν έχουν σχεδόν στην ολότητά τους, αντίστοιχη κατάρτιση ενώ, συγχρόνως, το αντικείμενο εξελίσσεται συνεχώς. Κατά συνέπεια, απαιτείται συνεχής επιμόρφωση, η οποία θα πρέπει να είναι σε μεγάλη κλίμακα, χωρίς να αποσταθεροποιεί την ομαλή λειτουργία του σχολείου και με διδακτική προσέγγιση που να είναι άμεσα χρησιμοποιήσιμη στο σχολείο (πολυμορφική διδασκαλία (Μιχαηλίδης, 1998).

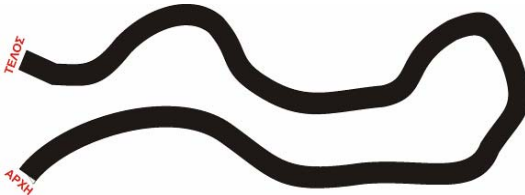
## 2. Μεθοδολογία

Για τη διερεύνηση των ανωτέρω ερωτημάτων χρησιμοποιήθηκε η διδασκαλία, κατά το χειμερινό εξάμηνο 2007, του προπτυχιακού μαθήματος 'Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής' ως εξής:

- Το δείγμα αποτελούν 35 εκπαιδευόμενοι, 7 φοιτητές και 28 φοιτήτριες του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης που παρακολούθησαν το μάθημα 'Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής' (Anagnostakis & Michaelides, 2007). Ως εξοπλισμός χρησιμοποιήθηκε και στις δυο ομάδες τα Lego Mindstorms<sup>®</sup> (<http://mindstorms.lego.com/>). Η εγκατάσταση του λογισμικού για τον προγραμματισμό των ρομπότ έγινε σε Η/Υ Mac, στους οποίους οι εκπαιδευόμενοι δεν έχουν μεγάλη εμπειρία και οι οποίοι ήταν φορητοί προκειμένου το όλο σύστημα να μπορεί να μεταφερθεί εύκολα εκτός Εργαστηρίου του Τμήματος σε Σχολεία. Ο προγραμματισμός των ρομπότ έγινε χρησιμοποιώντας λογισμικό οπτικού προγραμματισμού κατά το οποίο ο χρήστης σύρει και τοποθετεί στη σειρά που θεωρεί σωστή τα εικονίδια τα οποία παριστάνουν τις λειτουργίες που επιθυμεί να κάνει κάθε φορά το ρομπότ.
- Αρχικά, αναλύθηκαν από κοινού σε όλους τους εκπαιδευόμενους το πλαίσιο και οι γενικοί σκοποί του μαθήματος (Anagnostakis & Michaelides, 2006). Στη συνέχεια, σε κάθε τμήμα εφαρμόστηκε μια διαφορετική διδακτική προσέγγιση. Η διδασκαλία ήταν σε εβδομαδιαία τρίωρα στο εργαστήριο.
- Μετά, οι εκπαιδευόμενοι χωρίστηκαν σε δύο τμήματα (μελέτης και ελέγχου), στα οποία σχηματίστηκαν, με πρωτοβουλία των ιδίων, ομάδες 2-4 ατόμων. Το πρώτο τμήμα αποτελούνταν από 5 ομάδες των τριών και 1 ομάδα των τεσσάρων, ενώ το δεύτερο τμήμα αποτελούνταν από 4 ομάδες των τριών και 2 των δύο ατόμων. Η ένταξη των

εκπαιδευομένων σε κάθε τμήμα έγινε χωρίς να γνωρίζουν αν επρόκειτο για το τμήμα ελέγχου ή για το τμήμα μελέτης.

- Στο ένα τμήμα (τμήμα ελέγχου) η διδασκαλία έγινε όπως και κατά το προηγούμενο εξάμηνο (Anagnostakis & Michaelides, 2007). Στο τμήμα αυτό η διδασκαλία βασιζόταν σε πακέτο οδηγιών για να δουλέψουν, στο οποίο συμπληρώνοντας τις ασκήσεις διαβαθμισμένης δυσκολίας που καθόριζαν οι διδάσκοντες, οι εκπαιδευόμενοι προχωρούσαν τόσο στην κατασκευή, όσο και στον προγραμματισμό. Ο διαγωνισμός περιελάμβανε την κατασκευή ρομπότ που να γράφει σε χαρτί μια συγκεκριμένη λέξη και κριτήρια επιτυχίας ήταν η ταχύτητα εγγραφής (μικρότερος χρόνος) σε συνδυασμό με την ποιότητα των γραμμάτων.
- Στο άλλο τμήμα (τμήμα μελέτης) οι εκπαιδευόμενοι λειτούργησαν πιο αυτόνομα. Κάθε ομάδα έπρεπε να καθορίσει μόνη της (ή με βοήθεια, αν χρειάζονταν από τους διδάσκοντες) τα βήματα που θα έπρεπε να ακολουθήσει σε κάθε εβδομαδιαίο τρίωρο. Στα βήματα αυτά συμπεριλαμβανόταν η εγκατάσταση του λογισμικού προγραμματισμού των ρομπότ και η διερεύνηση της λειτουργίας του καθώς και η κατασκευή ενός ρομπότ ακολουθώντας τις οδηγίες των εγχειριδίων. Ο τρόπος λειτουργίας των ομάδων καθορίστηκε σε μεγάλο βαθμό από τα μέλη της κάθε ομάδας και περιγράφεται σε άλλη εργασία (Μαργετουσάκη, Αναγνωστάκης και Μιχαηλίδης, 2008). Όλες οι ομάδες είχαν ως κατασκευή στο πρώτο μέρος του μαθήματος τη συναρμολόγηση και προγραμματισμό ενός ρομπότ – οχήματος που θα μπορεί να παραμένει στο δρόμο παρακάμπτοντας τυχόν εμπόδια (Εικόνα 1). Στο τμήμα αυτό, το δεύτερο μέρος του μαθήματος, αντί για διαγωνισμό και κατασκευή ρομπότ, αποτελείτο από τη σχεδίαση, οργάνωση, υλοποίηση και αποτίμηση μιας διδασκαλίας σε σχολείο (Ε' ή Στ' τάξη) με σκοπό τη γνωριμία των μαθητών με βασικές έννοιες, κατασκευές και λειτουργίες των ρομπότ.



**Εικόνα 1.** Δείγμα διαδρομής που θα πρέπει να ακολουθήσει το όχημα – ρομπότ, που κατασκεύασαν στο δεύτερο τμήμα, παρακάμπτοντας τυχόν εμπόδια της διαδρομής.

- Κάθε εβδομάδα όλοι οι εκπαιδευόμενοι, και των δύο τμημάτων, συμπλήρωναν ημερολόγιο εργασιών και όμοια ερωτηματολόγια συναφή με το διδακτικό – μαθησιακό περιεχόμενο κάθε εβδομαδιαίου εργαστηρίου. Η διδασκαλία έγινε από τους συγγραφείς της εργασίας, ένας από τους οποίους καθόλη τη διάρκεια του μαθήματος κρατούσε σημειώσεις σχετικά με τη παρατηρούμενη λειτουργία κάθε ομάδας. Στο τέλος του εξαμήνου, οι εκπαιδευόμενοι και των δύο τμημάτων συμπλήρωσαν το ίδιο ερωτηματολόγιο, το οποίο είχε δοθεί και κατά προηγούμενο εξάμηνο (Anagnostakis & Michaelides, 2007). Έγινε επίσης μια κοινή συνάντηση των εκπαιδευομένων και των δύο τμημάτων με τους διδάσκοντες όπου οι εκπαιδευόμενοι ανέφεραν τις εμπειρίες τους και σχόλια για την όλη λειτουργία του μαθήματος.

### 3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται η απόκριση στα ανώνυμα ερωτηματολόγια στο τέλος του μαθήματος. Σημειώνεται πως το τμήμα μελέτης αποτελούνταν αποκλειστικά από

κορίτσια. Αν και το θεωρούμε συμπτωματικό επειδή από προηγούμενη εργασία δεν προέκυψε διαφοροποίηση προτίμησης ως προς το φύλο είναι κάτι που σημειώνεται. Στο σύνολο των εκπαιδευομένων που επέλεξαν το μάθημα η αναλογία των κοριτσιών είναι 74% ενώ στον φοιτητικό πληθυσμό του τμήματος η αναλογία περίπου 80%. Σημειώνεται πως οι εκπαιδευόμενοι επέλεξαν το τμήμα με βάση την ημέρα που γίνονταν το εβδομαδιαίο εργαστήριο σε συνδυασμό με τις άλλες υποχρεώσεις τους και χωρίς να γνωρίζουν αν επρόκειτο για το τμήμα ελέγχου ή για το τμήμα μελέτης.

**Πίνακας 1.** Απόκριση στα ερωτηματολόγια.

|                      | Συμμετέχοντες   |          | Απάντησαν σε ερωτηματολόγια |          |
|----------------------|-----------------|----------|-----------------------------|----------|
|                      | σύνολο τμήματος | κορίτσια | συνολικά                    | κορίτσια |
| <b>Τμήμα ελέγχου</b> | <b>16</b>       | 7        | <b>14</b>                   | 8        |
| <b>Τμήμα μελέτης</b> | <b>19</b>       | 19       | <b>14</b>                   | 14       |
| <b>σύνολο</b>        | <b>35</b>       | 26       | <b>28</b>                   | 22       |

Οι απαντήσεις στα ερωτηματολόγια παρουσιάζονται συνοπτικά στα επόμενα.

**3.1 Γράψτε συνοπτικά τις εντυπώσεις σας από το μάθημα:** Όλοι αποκόμισαν πολύ θετική γνώμη για το μάθημα αν και αρκετοί, ιδιαίτερα από το τμήμα μελέτης, το θεωρούν ‘δύσκολο γιατί ήθελε πολύ σκέψη αλλά άξιζε τον κόπο’. Ενδεικτικές εκφράσεις που χρησιμοποιούν: *δημιουργικό, πρωτότυπο, διαφορετικό από τα άλλα μαθήματα, στην αρχή βαρετό αλλά μετά ζετρελάθηκα, ...*

**3.2 Τι νομίζετε πώς θα θυμάστε από αυτό το μάθημα μετά από 5 χρόνια;** Στο τμήμα μελέτης όλοι οι εκπαιδευόμενοι αναφέρουν τη διδασκαλία που πραγματοποίησαν. Στο τμήμα ελέγχου αναφέρουν το ρομπότ που σχεδίασαν και κατασκεύασαν μόνοι τους για τον διαγωνισμό. Και στα δύο τμήματα αναφέρουν τη συνεργασία, και τις προσπάθειες να κάνουν το ρομπότ να δουλέψει.

**3.3. Αναφέρατε μέχρι δύο από τα καλύτερα χαρακτηριστικά του μαθήματος.** Όλοι οι εκπαιδευόμενοι αναφέρονται στη δημιουργικότητα (στο τμήμα μελέτης τονίζεται κάπως περισσότερο). Αναφέρονται επίσης: η ικανοποίηση από την κατασκευή (8 φορές), η κατασκευή (3 φορές), οι νέες εμπειρίες – ενδεικτικές εκφράσεις: *ήταν φοβερή εμπειρία, γνώρισα τον εαυτό μου σε μία νέα πτυχή-* (6 φορές) η απαίτηση για φαντασία και εφευρετικότητα (5 φορές), η συνεργασία (6 φορές).

**3.4. Αναφέρατε τα χειρότερα χαρακτηριστικά του μαθήματος.** Όλοι σχεδόν οι εκπαιδευόμενοι θεωρούν το μάθημα απαιτητικό ή δύσκολο (*‘ήταν αναγκαίο να έρθουμε και άλλη φορά για να ολοκληρώσουμε την εργασία μας’*). Η συνεχής αξιολόγηση και το ημερολόγιο εργασιών (~1 στους 2).

**3.5. Η καθοδήγηση από τους διδάσκοντες ήταν καλή;** 27 Ναι, 1 Όχι (από το τμήμα ελέγχου).

**3.6. Αναφέρατε μέχρι δύο από τα καλύτερα χαρακτηριστικά της καθοδήγησης.** Οι βοηθητικές παρατηρήσεις και σχόλια (λέξεις κλειδιά κατά την έκφρασή τους) ή η βοήθεια μέσω προβληματισμών (όλοι σχεδόν). Ενδεικτικά: *‘οι διδάσκοντες μας καθοδηγούσαν, μας συμβούλευαν, μας παρότρυναν, μας άφηναν περιθώριο να βάλουμε το μυαλό μας να δουλέψει και να αναπτύξουμε τη δημιουργικότητά μας, και την αδιάλειπτη καθοδήγηση (‘ρωτούσαμε ότι θέλαμε χωρίς ενδοιασμό και οι διδάσκοντες ήταν κοντά μας’)*.

**3.7. Αναφέρατε τα χειρότερα χαρακτηριστικά της καθοδήγησης.** Μη ενθάρρυνση (5 φορές), πολλά άτομα (7 φορές), οργάνωση (3 τμήμα ελέγχου), τίποτα (4 φορές), ελλιπής καθοδήγηση ή αποθάρρυνση (3 τμήμα ελέγχου). Στα υπόλοιπα 10 ερωτηματολόγια η ερώτηση δεν απαντήθηκε.

**3.8. Υπήρχε συνεργασία στην ομάδα σας;** Ναι 25, Όχι 3 (από το τμήμα μελέτης).

**3.9. Αναφέρατε μέχρι δύο από τα καλύτερα χαρακτηριστικά στη λειτουργία της ομάδας σας;** Η συνεργατικότητα (11 τμήμα μελέτης, 9 τμήμα ελέγχου), η κατανομή αρμοδιοτήτων (3 τμήμα ελέγχου), η μη κατανομή αρμοδιοτήτων (3 τμήμα μελέτης και 2 τμήμα ελέγχου) ενώ ένα ερωτηματολόγιο από τμήμα μελέτης ήταν χωρίς απάντηση.

**3.10. Αναφέρατε τα χειρότερα χαρακτηριστικά στη λειτουργία της ομάδας σας.** Κανένα (4 τμήμα μελέτης, 5 τμήμα ελέγχου), μη συνεργασία (6 τμήμα μελέτης, 1 τμήμα ελέγχου), διαφωνίες (4 τμήμα μελέτης, 1 τμήμα ελέγχου), σύγχυση ρόλων και άνιση συμμετοχή (1 τμήμα ελέγχου).

**3.11. Τι έλειπε από το μάθημα;** Δεν απάντησαν (1 τμήμα μελέτης, 5 τμήμα ελέγχου), τίποτα (3 φορές από κάθε τμήμα), ελληνικά εγχειρίδια και βίντεο (2 φορές από κάθε τμήμα), διάλειμμα και φαγητό (7 τμήμα μελέτης), περισσότερη βοήθεια (1 τμήμα μελέτης, 2 τμήμα ελέγχου), περισσότεροι Η/Υ, χρόνος, διδασκαλία σε σχολείο (ανά 1 φορά από το τμήμα ελέγχου).

**3.12. Τι ήταν παραπάνω στο μάθημα;** Η παρατήρηση και οι εβδομαδιαίες αναφορές (8 τμήμα μελέτης και 6 τμήμα ελέγχου), τίποτα – δεν απάντησαν (6 τμήμα μελέτης και 5 τμήμα ελέγχου), ο προγραμματισμός (των ρομπότ) (3 τμήμα ελέγχου).

**3.13. Ποια θέματα νομίζετε ότι χρειαζόταν να καλύψει το μάθημα τα οποία δεν κάλυψε;** Δεν απάντησαν (5 τμήμα μελέτης, 7 τμήμα ελέγχου), τίποτα (6 τμήμα μελέτης, 3 τμήμα ελέγχου), θεωρία (1 τμήμα μελέτης), διδασκαλία σε σχολείο (1 τμήμα ελέγχου), προγραμματισμός των ρομπότ (2 τμήμα ελέγχου), μελέτη άλλων περιπτώσεων ρομπότ (2 τμήμα μελέτης, 1 τμήμα ελέγχου).

**3.14. Θα συνιστούσατε σε συμφοιτητές – συμφοιτήτριές σας να πάρουνε αυτό το μάθημα;** Ναι 28 φορές, Όχι 0 φορές.

**3.15. Θα παίρνατε άλλο παρόμοιο μάθημα;** Ναι 26, Όχι 2 (τμήμα μελέτης).

**3.16. Νομίζετε πως θα μπορούσατε να διδάξετε παρόμοιο μάθημα στο σχολείο;** Ναι 23, Όχι 5 (2 τμήμα μελέτης, 3 τμήμα ελέγχου).

**3.17. Τεκμηριώστε την απάντησή σας στην προηγούμενη ερώτηση.** Όχι, επειδή δεν γνωρίζω καλά το αντικείμενο που είναι δύσκολο. Ναι, επειδή το έκανα (τμήμα μελέτης). Ναι, επειδή γνωρίζω το αντικείμενο (τμήμα ελέγχου). Απαιτούνται όμως υλικά και υποδομές.

**3.18. Συμπληρώστε άλλα σχόλια σχετικά με το μάθημα, αν έχετε.** Δεν απάντησαν 20 (9 τμήμα μελέτης, 11 τμήμα ελέγχου). Δεν έχω σχόλια (1 τμήμα μελέτης), διαφορετικό και πρωτότυπο (2 τμήμα μελέτης), έχω απορία: από όλα αυτά τα ερωτηματολόγια, βγάζετε στατιστικά και ποσοστά!! (1 τμήμα μελέτης), πολλές ερωτήσεις πάντως, οι φωτογραφίες θα μπορούσαν να λείπουν (1 τμήμα μελέτης), το πιο ενδιαφέρον σεμινάριο που έχω πάρει (1 τμήμα ελέγχου), δεν περίμενα να μου αρέσει τόσο πολύ στο τέλος (1 τμήμα ελέγχου), αυτό που θα μου μείνει θα είναι τα συναισθήματα που ένιωσα. ΧΑΡΑ, ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ, ΕΚΠΑΛΗΞΗ, ΕΝΘΟΥΣΙΑΣΜΟΣ, ΑΠΟΓΟΗΤΕΥΣΗ (1 τμήμα ελέγχου).

#### 4. Σχολιασμός

Οι εκπαιδευόμενοι παρακολούθησαν το μάθημα χωρίς καμία διαρροή, κάτι αξιοσημείωτο καθόσον σε άλλα όμοια μαθήματα, όταν άρχιζε η πρακτική εργασία (κατασκευές, μετρήσεις, έρευνα πεδίου,...) παρατηρείται μεγάλη διαρροή, ως και 50%, αν και όσοι παρέμεναν επετύγχαναν υψηλή βαθμολογία, στο ανώτερο 25% (Μιχαηλίδης, 1998; Μαργιητουσάκη & Μιχαηλίδης, 2004). Η ίδια υψηλή βαθμολογία επετεύχθη και τώρα. Γενικότερα, οι απαντήσεις στο ερωτηματολόγιο, όπως εκτίθενται στα 3.1 – 3.18 είναι όμοιες με τις απαντήσεις που δόθηκαν και κατά την προηγούμενη (όμοια με το τμήμα ελέγχου) διδασκαλία (Anagnostakis & Michaelides, 2007). Μεταξύ των εκπαιδευομένων του τμήματος μελέτης και του τμήματος ελέγχου, δεν φαίνεται να υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση ως προς τις εντυπώσεις τους σχετικά με το μάθημα εκτός από μια διαφαινόμενη τάση στο τμήμα μελέτης να χρησιμοποιούν πιο έντονες θετικές εκφράσεις ως προς το μάθημα.

Από τις παρατηρήσεις των διδασκόντων, τις αναφορές, τα ημερολόγια εργασιών και τα ημερολόγια των εκπαιδευομένων καθώς και τη συζήτηση που ακολούθησε στο τέλος του μαθήματος προκύπτει πως:

- Οι εκπαιδευόμενοι στο τμήμα ελέγχου έδειξαν να αναπτύσσουν δεξιότητες κατασκευής νωρίτερα από τους εκπαιδευόμενους στο τμήμα μελέτης (από την 3 – 4 εβδομαδιαία άσκηση έναντι της 5ης – 6ης εβδομάδας στο τμήμα μελέτης).
- Οι εκπαιδευόμενοι στο τμήμα μελέτης εστιάζονται, στις απαντήσεις τους, περισσότερο από τους εκπαιδευόμενους στο τμήμα ελέγχου στο χαρακτηριστικό της επίλυσης

προβληματικών καταστάσεων, το οποίο και τονίζουν περισσότερο τόσο ως θετικό στοιχείο του μαθήματος όσο και ως μειονέκτημα.

- Στο τμήμα μελέτης, η συνεργασία μεταξύ των μελών κάθε ομάδας φαίνεται να είναι σε πιο ισότιμη βάση και χωρίς ιδιαίτερα έντονη κατανομή ρόλων (συναρμολογητές – προγραμματιστές) (Μαργιευτουσάκη, Αναγνωστάκης & Μιχαηλίδης, 2008).
- Η διδασκαλία που πραγματοποίησαν οι ομάδες του τμήματος μελέτης στα σχολεία, κατά την αναφορά που έκαναν και τις παρατηρήσεις των διδασκόντων, μπορεί να θεωρηθεί πως κάλυψε τον βασικό σκοπό της γνωριμίας των μαθητών με βασικές έννοιες και αρχές λειτουργίας των ρομπότ.
- Η διδακτική προσέγγιση που ακολούθησαν οι εκπαιδευόμενοι αντέγραφε, σε μεγάλο βαθμό τα βήματα που ακολούθησαν οι ίδιοι. Η διδασκαλία κράτησε ένα διδακτικό δίωρο (μία ώρα σε ένα τμήμα). Ως εκ τούτου, και όταν έθεταν προβληματισμούς σχετικά με την κατασκευή – συναρμολόγηση ή με τον προγραμματισμό, προχωρούσαν, μετά από ένα σχετικό σύντομο χρόνο που οι μαθητές προσπαθούσαν οι ίδιοι, και στην αντίστοιχη επίλυση. Στα περισσότερα θέματα, περιέγραφαν απλά τι και γιατί το κάνουν.
- Ως προς τον προγραμματισμό, σε αρκετές περιπτώσεις το κάλυψαν προετοιμάζοντας κάρτα με τα βασικά εικονίδια εντολών της γλώσσας οπτικού προγραμματισμού, τα οποία οι μαθητές τοποθετούσαν στη σειρά που νόμιζαν σωστή. Με τον τρόπο αυτό είχαν μια αισθητοποίηση του προγράμματος που κατασκεύαζαν ενώ μπορούσαν να κάνουν και εκσφαλμάτωση πιο γρήγορα.

Με επιμέρους εξαιρέσεις σε μια διδασκαλία για τις οποίες αναφερόμαστε ιδιαίτερα, από όλες τις άλλες διδασκαλίες στα σχολεία προέκυψε πως:

- Οι μαθητές έδειξαν ζωηρό ενδιαφέρον, που έμεινε αμείωτο μέχρι το τέλος για το μάθημα. Η πλειοψηφία τους ζήτησε να επαναληφθεί ώστε να προχωρήσουν περισσότερο από την απλή επίδειξη.
- Οι μαθητές στις περισσότερες περιπτώσεις, δεν μπορούσαν να εστιαστούν για πολλή ώρα, στην ομάδα που είχαν τοποθετηθεί και την εργασία που είχαν να κάνουν αλλά μετακινούνταν μεταξύ των ομάδων και μεταξύ συναρμολόγησης και ‘προγραμματισμού’ χωρίς, οι περισσότεροι, να περιμένουν την ολοκλήρωση της εργασίας. Αυτό είναι αναμενόμενο για την ηλικία των μαθητών, γιατί και οι έμπειροι στη πρακτική και διδακτική του σχολείου εκπαιδευτικοί οργανώνουν τη διδασκαλία τους σε ενότητες μικρού χρόνου (5 – 10 λεπτών καθεμιά).
- Οι μαθητές, με την εξαίρεση που αναφέρεται πιο κάτω, έδειξαν ενδιαφέρον να ασχοληθούν εξίσου τόσο με τη συναρμολόγηση όσο και με τον προγραμματισμό των ρομπότ. Έδειξαν επίσης μεγάλη πρωτοτυπία υποδεικνύοντας περιπτώσεις που θα μπορούσε να (ήθελαν να) κατασκευαστεί ρομπότ.
- Σε μια διδασκαλία παρατηρήθηκε πως οι μαθητές αδυνατούσαν και έχασαν το ενδιαφέρον τους για τη συναρμολόγηση – κατασκευή του ρομπότ και επικεντρώθηκαν στον ‘όμορφο αισθητικά’ Η/Υ (φορητός Mac) που ήταν εγκατεστημένο το λογισμικό προγραμματισμού χωρίς όμως να εστιάζονται σ’ αυτό όπως επεδίωκε η διδασκαλία. Σύμφωνα με την αναφορά των εκπαιδευόμενων που έκαναν τη διδασκαλία, το σχολείο θεωρείται υποβαθμισμένο ενώ είχε ελλείψεις σε εξοπλισμό, Ο-Α μέσα και οι χώροι του έδιναν αίσθηση εγκατάλειψης. Η πλειονότητα των μαθητών στο σχολείο αυτό ήταν παιδιά μεταναστών από χώρες της πρώην Ανατολικής Ευρώπης, τα οποία δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία σε παιχνίδια τύπου Lego<sup>®</sup> ενώ ο Η/Υ τους φαινόταν πιο γνώριμος.



- Από τις ενδεικτικές αποτιμήσεις που έγιναν φαίνεται πως οι μαθητές, σε μεγάλο ποσοστό γνώρισαν τις βασικές έννοιες και αρχές λειτουργίας των ρομπότ και χαρακτηριστικές περιπτώσεις εφαρμογών.

Στις απόψεις των εκπαιδευομένων σχετικά με το μάθημα φαίνεται μια αντίφαση. Ενώ όλοι θεωρούν ότι το μάθημα 'άξιζε τον κόπο' και θα το συνιστούσαν στους συμφοιτητές τους, θεωρούν ως χειρότερα χαρακτηριστικά του τις εβδομαδιαίες αναφορές και τον κόπο που απαιτεί (αν και ένα ποσοστό, επικαλυπτόμενο με το προηγούμενο, θεωρεί το τελευταίο και ως ένα από τα καλύτερα χαρακτηριστικά του). Η παρατήρηση είναι υπό διερεύνηση. Μπορεί να σημαίνει ότι ο φόρτος εργασίας των εκπαιδευομένων για το μάθημα αυτό είναι υψηλός. Εντούτοις, δεν παρατηρήσαμε οποιαδήποτε ομάδα στο εργαστήριο για περισσότερο από τρεις ώρες παραπάνω από τις τρεις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας. Δεχόμενοι πως 1-2 ώρες κατιδίαν μελέτη ανά ώρα διδασκαλίας είναι ένας αποδεκτός φόρτος για μάθημα σε Πανεπιστήμιο η παρατήρηση των σπουδαστών μπορεί απλά να σημάνει ότι γίνεται σύγκριση με άλλα μαθήματα τα οποία θεωρούν ως πιο εύκολα ή το ότι επειδή ο εξοπλισμός παρέμενε στο εργαστήριο δεν είναι δυνατή η μελέτη κατοίκων. Άλλη πιθανή ερμηνεία ίσως αποτελεί το γεγονός πως η δομή του μαθήματος απαιτεί την έγκαιρη, σε εβδομαδιαία βάση, προετοιμασία και δεν μπορεί να αφεθεί συνολικά για την περίοδο των εξετάσεων. Προς το τελευταίο συνηγορεί και η δυσφορία των εκπαιδευομένων για τις εβδομαδιαίες αναφορές που πρέπει να υποβάλλουν, οι οποίες, όμως, ως μέσο τήρησης του απαραίτητου για τη συγκεκριμένη διδακτική προσέγγιση ημερολογίου εργασιών, είναι απαραίτητες.

Σε γενικές γραμμές η διδακτική προσέγγιση 'αυτοδιδασκαλίας' του τμήματος μελέτης κάλυψε τους σκοπούς (εξοικείωση με την έννοια και τις λειτουργίες των ρομπότ, την ανάπτυξη σύνθετων γνωστικών δεξιοτήτων και την εξοικείωση με τη σύγχρονη τεχνολογία) του μαθήματος εξίσου καλά (ή και καλύτερα) με την πιο παραδοσιακή προσέγγιση του τμήματος ελέγχου ενώ επιπλέον βοήθησε στην υλοποίηση διδασκαλίας στο σχολείο.

## 5. Επίλογος

Όταν άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι Η/Υ στα σχολεία υπήρχε μεγάλος σκεπτικισμός και πολλές αντιδράσεις. Αντί για συστηματική ολοκληρωμένη μελέτη αξιοποίησής τους για την επίτευξη του σκοπού της υποχρεωτικής εκπαίδευσης, η όλη συζήτηση περιορίστηκε, κατά κανόνα, σε έκφραση προσωπικών απόψεων, αποσπασματικές εμπειρικές μελέτες για επιμέρους θέματα ενώ η εισαγωγή τους περιορίστηκε σε τεχνικές γνώσεις ως ένα επιπλέον αντικείμενο του σχολικού προγράμματος αντί να διαμορφώνεται σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον κατάλληλο για τον σκοπό της εκάστοτε σχολικής βαθμίδα.

Σήμερα, καταναλογίαν, υπάρχει το Εργαστήριο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, του οποίου η εισαγωγή στα σχολεία, ιδιαίτερα στα σχολεία της υποχρεωτικής

εκπαίδευσης, είναι, με κατάλληλη συστηματική προετοιμασία, εφικτή ως εκπαιδευτικό περιβάλλον ή έστω ως δραστηριότητα ανάπτυξης πρακτικών κατασκευαστικών δεξιοτεχνιών και δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος.

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστούμε όλες τις φοιτήτριες και τους φοιτητές που παρακολούθησαν το μάθημα για την συνεργασία τους, την υπομονή τους, την επιμονή τους και κυρίως για τον ενθουσιασμό τους στην διάρκεια του εργαστηρίου. Τα ονόματα τους είναι: Μαρία, Ιωάννα, Παναγιώτα, Ουρανία, Μαρία, Ελένη, Κατερίνα, Μαρία, Αναστασία, Αγγελική, Ευαγγελία, Σοφία, Ευαγγελία, Ελένη, Σελήνη, Αρχοντούλα, Ειρήνη, Ελένη, Βασιλική, Μαρία, Θωμαΐς, Αργυρώ, Ιωάννα, Μαρία, Κωνσταντίνος, Κωνσταντίνα, Χριστίνα, Ιλιάς-Κωνσταντίνα, Μιχαήλ, Αρίστος, Γεωργία, Στέλιος, Αθανάσιος, Χρήστος, Ηλίας

## **Βιβλιογραφία**

- Anagnostakis, S. & Michaelides, G.P. (2006). 'Laboratory of Educational Robotics' - An undergraduate course for Primary Education Teacher - Students. In HSci 2006 - 3rd International Conference on Hands-on Science, (pp. 329-335), Braga, Portugal.
- Anagnostakis, S. & Michaelides, G.P. (2007). 'Results from an Undergraduate Test Teaching Course on Robotics to Primary Education Teacher - Students', in HSci-2007 4th International Conference on Hands-on Science, (pp. 3-9), Azores, Ponta Delgada, Portugal.
- Bers, U.M., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., and Schenker, J.(2002). *Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education*. In Information Technology in Childhood Education Annual. (pp. 123-145).
- Costa M., Fernandes, J.F.(2004). "Growing up with robots". In Hsci-2004 – CoLoS. Summer School, Ljubljana.
- Logo Foundation στο <http://el.media.mit.edu/logo-foundation/index.html>, βλέπε ακόμη και <http://www.papert.org/>, και <http://www.connectedfamily.com/main.html>.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. NY, New York: Basic Books.
- Μαργετουσάκη, Α., Αναγνωστάκης, Σ., Μιχαηλίδης, Γ.Π. (2008). 'Άτυπη μάθηση σε περιβάλλον εκπαιδευτικής ρομποτικής', στο 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο 'Διδακτική της Πληροφορικής', Πάτρα.
- Μαργετουσάκη, Α., Μιχαηλίδης, Γ.Π. (2004). *Ένα σεμινάριο για την Πληροφορική στο Σχολείο*. Πολίτης Π. (επιμ), Πρακτικά 2ης Διημερίδας "Διδακτική της Πληροφορικής", Βόλος.
- Μιχαηλίδης, Γ.Π. (1998) 'Πολυμορφικές Ασκήσεις Φυσικής', στο 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογής Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση, (σσ. 399-405). Θεσσαλονίκη.