ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής

Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής

Δ. Αλιμήσης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Αλιμήσης Δ. (2023). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 273–282. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5872

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 25/02/2026 14:03:34

Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής

Δ. Αλιμήσης

Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ)
alimisis@otenet.gr

Περίληψη

Η εργασία αυτή προτείνει μια μεθοδολογία βασισμένη σε σχέδια εργασίας (projects) για την εισαγωγή και αξιοποίηση των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας είναι ο εποικοδομητισμός και ιδιαιτέρως οι ιδέες του κατασκευαστικού εποικοδομητισμού. Βασικό εργαλείο για την υποστήριξη των προτεινόμενων εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής αποτελεί το σύστημα *LegoMindstorms NXT* που προσφέρει ποικιλία δομικών στοιχείων για μηχανικές κατασκευές και ένα εύχρηστο γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού μέσω του οποίου γίνεται η απόδοση συμπεριφορών στις μηχανικές κατασκευές. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι καθοριστικός για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της ρομποτικής τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία. Γι' αυτό και προτείνεται ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών, το οποίο ακολουθεί την ίδια φιλοσοφία εκπαίδευσης και διδακτική μεθοδολογία που προτείνεται στους εκπαιδευτικούς να εφαρμόσουν στις σχολικές τάξεις. Τρεις πρώτες εφαρμογές του προγράμματος έχουν έχει ήδη υλοποιηθεί σε πιλοτικό στάδιο και είναι υπό αξιολόγηση.

Λέξεις κλειδιά: *ρομποτική στην εκπαίδευση, LegoMindstorms*

Abstract

This paper suggests a methodology based on projects for the introduction and use of programmable robotic constructions in secondary school education. The theoretical background of the methodology is constructivism and especially the ideas of constructionism. The system *LegoMindstorms NXT* is the basic tool used to support the suggested educational activities of robotics. The system offers a variety of structural elements to be used for mechanical constructions and a functional graphical programming environment, through which behaviours are assigned to the mechanical constructions. The role of the teacher is crucial for the effective integration and use of robotics technology in education. That's why a training course for teachers is proposed that follows the same educational philosophy and methodology of didactics expected from teachers to implement in their school classes. Three first implementations of the course have already been realised at a pilot stage and are under evaluation.

Keywords: *robotics in education, LegoMindstorms*.

1. Εισαγωγή

Μέχρι σήμερα η εκπαιδευτική ρομποτική έχει αξιοποιηθεί κυρίως στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Την τελευταία δεκαετία σημειώνονται αρκετές προσπάθειες σε διεθνές επίπεδο για την εισαγωγή της ρομποτικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση κυρίως στις Φυσικές Επιστήμες και την Τεχνολογία καθώς και στην ελληνική εκπαίδευση (Alimisis, Karatrantou & Tachos, 2005; Καγκάνη κ. ά., 2005; Satratzemi et al., 2005; Καρατράντου, Τάχος & Αλιμήσης, 2005; Δημητρίου & Χατζηκρανιώτης, 2003; Κυνηγός & Φράγκου, 2000; Μαργαρίτης κ.ά., 2000). Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής συνίσταται στη δυνατότητα που προσφέρει στους μαθητές, να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (π.χ. ένα μοντέλο αυτοκινήτου) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Ωστόσο, ενώ ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία, ελάχιστες προσπάθειες επιμόρφωσης εκπαιδευτικών έχουν καταγραφεί (π.χ. Bers et al., 2002).

2. Το έργο TERECoP

Το έργο *TERECoP (Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods,* 2006-2009, http://www.terecop.eu) αποσκοπεί στην ανάπτυξη προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών με στόχο να τους καταστήσει ικανούς να ενσωματώσουν τη χρήση δραστηριοτήτων ρομποτικής στη διδακτική τους μεθοδολογία σαν εποικοδομητικό εργαλείο μάθησης ικανό να υποστηρίξει την κατασκευή της γνώσης από το μαθητή, τη μάθηση μέσω της πράξης, τη μάθηση με ενεργό εξερεύνηση και την αύξηση των κινήτρων μάθησης του μαθητή στις Φυσικές επιστήμες και την Τεχνολογία.

Συντονιστής του έργου είναι η Ανώτατη Σχολή Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης - ΑΣΠΑΙΤΕ (Παιδαγωγικό Τμήμα). Στο συγκεκριμένο έργο συνεργάζονται άλλα 7 Ευρωπαϊκά εκπαιδευτικά ιδρύματα:

- Institut Universitaire de Formation des Maîtres d'Aix-Marseille (Γαλλία),
- University of Padova, Department of Information Engineering (Ιταλία),
- University of Piteşti (Ρουμανία),
- Charles University Prague, Faculty of Education (Τσεχία),
- Public University of Navarre (Ισπανία),
- IT+Robotics (Ιταλία),
- Town Museum of Rovereto (Ιταλία).

Η σύμπραξη αυτή εργάζεται για το σχεδιασμό μεθοδολογίας μάθησης βασισμένης στη ρομποτική, για την ανάπτυξη ρομποτικών δραστηριοτήτων και εκπαιδευτικών υλικών και τελικά για το σχεδιασμό, την υλοποίηση και αξιολόγηση προγραμμάτων εκπαίδευσης εκπαιδευτικών. Οι ομάδες στις οποίες απευθύνεται περιλαμβάνουν τους

εκπαιδευτικούς της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (κυρίως αυτούς των Φυσικών επιστημών, της Πληροφορικής και της Τεχνολογίας), εκπαιδευτές εκπαιδευτικών και ερευνητές στο χώρο αυτό.

3. Το θεωρητικό και μεθοδολογικό πλαίσιο

3.1 Η θεωρία

Η αξιοποίηση των τεχνολογικών εργαλείων για την ενίσχυση της διδασκαλίας και τη μάθησης προϋποθέτει τη χρήση της στη σχολική τάξη σύμφωνα με διδακτικές μεθόδους και αρχές που υπαγορεύονται από τις σύγχρονες θεωρίες μάθησης. Το έργο *TERECoP* εμπνέεται από τη θεωρία της κατασκευής (**constructivism**) της γνώσης (Piaget 1974) και εστιάζει στην «κατασκευαστική» χρήση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας (**constructionism**) ως εργαλείου εποικοδομητικής μάθησης (Papert 1991). Η εποικοδομητική (constructivist) αντίληψη για το φαινόμενο της μάθησης υποστηρίζει ότι το μαθησιακό περιβάλλον θα πρέπει να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες σε διαδικασίες επίλυσης ανοιχτών προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο, να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία, να υποστηρίζει την κοινωνική αλληλεπίδραση. Επιπλέον ο "κατασκευαστικός" εποικοδομητισμός (constructionism) υποστηρίζει ότι οι μαθητευόμενοι οικοδομούν πιο αποτελεσματικά τη γνώση όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους είτε αυτά είναι κάστρα από άμμο, είτε κατασκευές LEGO και προγράμματα υπολογιστών (Papert, 1991).

3.2 Η διδακτική μεθοδολογία

Η σχεδίαση δραστηριοτήτων με ρομποτικές κατασκευές συνδέεται με την εκπλήρωση ενός έργου με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος. Σε ένα τέτοιο μαθησιακό περιβάλλον, η μάθηση καθοδηγείται από το προς επίλυση πρόβλημα. Προκειμένου να εμπλέξουμε τους μαθητές σε δραστηριότητες σχεδίασης και κατασκευής πραγματικών αντικειμένων, δηλαδή ρομποτικών κατασκευών που έχουν νόημα για τους ίδιους και τους γύρω τους, θα πρέπει να επινοήσουμε δραστηριότητες που θα προτρέπουν τους μαθητές να κατασκευάσουν αλλά συγχρόνως να τους ενθαρρύνουμε και να τους υποστηρίξουμε κατάλληλα ώστε να πειραματιστούν και να διερευνήσουν ιδέες που διέπουν τις κατασκευές τους (Resnick & Silverman, 2005).

Οι δραστηριότητες μπορούν να πάρουν τη μορφή συνθετικών εργασιών που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις (Brown, Collins & Duguid, 1989). Είναι ιδιαίτερα σημαντικό τα προτεινόμενα προβλήματα να είναι ανοιχτά και να επιτρέπουν στους μαθητές να εργαστούν με το δικό τους ιδιαίτερο στυλ και με τον τρόπο που αυτοί επιθυμούν. Οι συνθετικές εργασίες θα εμπλέκουν ενεργά τους μαθητές στη

μαθησιακή διαδικασία δίνοντάς τους μιαν αίσθηση ελέγχου και ευθύνης της μάθησής τους, θα ενθαρρύνουν τη δημιουργική επίλυση προβλημάτων, θα είναι κατά το δυνατόν διαθεματικές συνδυάζοντας έννοιες από διαφορετικές, γνωστικές περιοχές (τεχνολογία, τέχνη, περιβάλλον, κοινωνία, μαθηματικά, φυσικές επιστήμες), θα είναι ανοιχτές και ημιδομημένες ώστε οι μαθητές να έχουν ευκαιρίες συμμετοχής στην τελική διαμόρφωση των δραστηριοτήτων και τέλος θα παρέχουν ευκαιρίες για αναστοχασμό και συνεργασία στα πλαίσια της ομάδας.

Η διαμόρφωση ενός πλαισίου σχεδίασης δραστηριοτήτων και εφαρμογής τους, περιλαμβάνει και τον ορισμό σταδίων τα οποία ενθαρρύνουν συγκεκριμένες διεργασίες όπως εμπλοκή, πειραματισμός, διερεύνηση, δημιουργία, παρουσίαση/αξιολόγηση.

Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές προτείνεται να οργανωθεί σε μια σειρά από ξεχωριστά αλλά αλληλοσυνδεόμενα στάδια. Τα στάδια εργασίας δεν θα πρέπει να κατανοηθούν ως «σειριακά» γεγονότα αλλά ως φάσεις μιας ενιαίας εργασίας που μπορούν να επαναλαμβάνονται με κυκλικό τρόπο ή/και να επικαλύπτονται. Ως τέτοια θα μπορούσαμε να διακρίνουμε:

Στάδιο εμπλοκής: διατυπώνεται μια πρώτη εκδοχή του προβλήματος και οι μαθητές μέσα από ελεύθερο διάλογο εμπλέκονται στον προσδιορισμό του.

Στάδιο πειραματισμού: οι μαθητές πειραματίζονται με προγραμματιζόμενες απλές μηχανικές δομές (γρανάζια, τροχαλίες, άξονες κλπ.), κινητήρες, αισθητήρες και εξοικειώνονται με το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν με στόχο την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών καθώς και των δυνατοτήτων που αυτές έχουν. το λογισμικό.

Στάδιο διερεύνησης: Οι μαθητές επαναπροσδιορίζουν το πρόβλημα και τα ερωτήματα που διατύπωσαν στο πρώτο στάδιο μέσα από την εμπειρία που απέκτησαν μετά την εξοικείωση με το βασικό υλικό και αναλαμβάνουν την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων εργαζόμενοι σε ομάδες.

Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας: Οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και υλικά (προγράμματα) τα οποία παρουσιάστηκαν στην τάξη σε μία τελική μορφή που απαντά στο αρχικό πρόβλημα. Σε αυτό το στάδιο οι μαθητές αυτοοργανώνονται και καταγράφουν την πορεία της δουλειάς τους σε ημερολόγια ή σε φύλλα παρακολούθησης. Η κάθε ομάδα εργάζεται για τη σύνθεση μιας ενιαίας λύσης.

Στάδιο Αξιολόγησης: τα τελικά προϊόντα των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται. Οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν κριτικά την δουλειά τους, να εκφέρουν απόψεις και να συγκρίνουν με βάση τα κριτήρια που έχουν θέσει.

3.3 Τα τεχνολογικά εργαλεία

Η ιδέα των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών ξεκίνησε με τη χελώνα της Logo από τα τέλη της δεκαετίας του ’60. Οι χελώνες αυτές συνδέονταν με τον υπολογιστή με ένα καλώδιο και μπορούσαν να κινούνται στο πάτωμα ανάλογα με τις εντολές που λάμβαναν. Σήμερα ποικιλία δομικών στοιχείων και ηλεκτρονικών εξαρτημάτων χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση ρομποτικών κατασκευών, ενώ η ανάγκη της αυτονομίας των κατασκευών από τον υπολογιστή οδήγησε στη χρήση προγραμματιζόμενων κύβων με ενσωματωμένους μικροεπεξεργαστές. Το σύστημα LEGO Mindstorms NXT (http://www.legomindstorms.com) προσφέρει ένα ευφυές ελεγχόμενο από υπολογιστή «τούβλο» LEGO, που αποτελεί τον εγκέφαλο του εκπαιδευτικού ρομπότ του LEGO MINDSTORMS, διαδραστικούς κινητήρες, ηχητικούς, υπερηχητικούς και άλλους αισθητήρες, καθώς και μια μεγάλη συλλογή υλικών κατασκευής («τουβλάκια», γρανάζια, τροχαλίες, άξονες κ.λ.π.) που δομούνται γύρω ή πάνω στον μικροεπεξεργαστή.

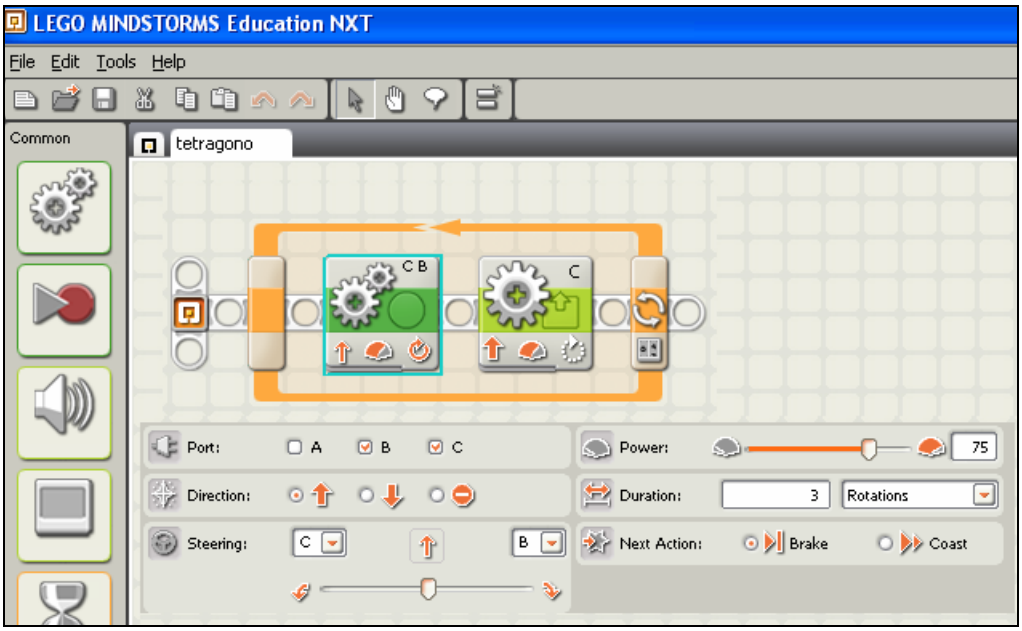
Προσφέρει επίσης ένα απλό γραφικό περιβάλλον προγραμματισμού (http://mindstorms.lego.com/Overview/NXT_Software.aspx), που δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας προγραμματιζόμενων «συμπεριφορών» για τις μηχανικές κατασκευές. Οι προγραμματιζόμενες «συμπεριφορές» μεταβιβάζονται από τον Η.Υ. στη μηχανική κατασκευή μέσω σύνδεσης USB ή Bluetooth μεταξύ του Η.Υ. και του μικροεπεξεργαστή των μηχανικών κατασκευών.

Το εκπαιδευτικό λογισμικό LEGO MINDSTORMS Education NXT βασίζεται στη χρήση εικονιδίων και είναι μια εκπαιδευτική έκδοση του επαγγελματικού λογισμικού LabVIEW του National Instruments, λογισμικό που χρησιμοποιούν παγκοσμίως επιστήμονες και μηχανικοί, προκειμένου να σχεδιάσουν, να ελέγξουν και να δοκιμάσουν προϊόντα και συστήματα.

Το λογισμικό έχει μια διαισθητική διεπαφή “σύρε και άφησε” (drag and drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη. Οι παλέτες προγραμματισμού προσφέρουν όλα τα blocks προγραμματισμού που απαιτούνται για να δημιουργηθούν τα προγράμματα. Κάθε block προγραμματισμού περιλαμβάνει τις οδηγίες που το NXT μπορεί να ερμηνεύσει. Ένα πρόγραμμα δημιουργείται με συνδυασμό διαφορετικών blocks.

Τα διαθέσιμα εικονίδια-blocks περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων block κίνησης (κάνουν τα ρομπότ να κινούνται), block αναμονής (κάνουν το ρομπότ να περιμένει για την ενεργοποίηση των αισθητήρων του ή για τη λήξη ενός οριζόμενου χρονικού διαστήματος), block επανάληψης (Loop) (το ρομπότ επαναλαμβάνει την ίδια συμπεριφορά όσες φορές ορίσουμε ή μέχρι να ενεργοποιηθεί κάποιος αισθητήρας), block επιλογής (Switch block) (επιτρέπουν στο ρομπότ να παίρνει τις δικές του αποφάσεις). Η πλήρης παλέτα εικονιδίων περιλαμβάνει blocks δράσης που

επιτρέπουν τον έλεγχο διάφορων εξωτερικών συσκευών (διαδραστικού κινητήρα, ήχων, λαμπτήρων κ.ά.)



Εικόνα 3: *ενδεικτικό πρόγραμμα με επανάληψη (loop) για την κίνηση του ρομπότ σε τετράγωνο*

Τα blocks ροής επιτρέπουν τη δημιουργία σύνθετων συμπεριφορών. Περιλαμβάνουν τον έλεγχο για την επανάληψη, την αναμονή και τις συνθήκες μεταβλητών, για τη διακοπή συμπεριφοράς ή τον καθορισμό μιας λογικής σειράς σε ένα πρόγραμμα και τη λήψη αποφάσεων για τον προγραμματισμό αντιδράσεων σε καθορισμένες τιμές των αισθητήρων.

Τέλος το πρόγραμμα προσφέρει «Τα δικά μου blocks» (My Blocks) με τα οποία ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει ένα δικό του πρόγραμμα ως ένα μοναδικό block, που μπορεί να το ξαναχρησιμοποιήσει σε άλλο πρόγραμμα. Κάθε block προγραμματισμού έχει έναν πίνακα διαμόρφωσης, μέσω του οποίου μπορούν ναγίνονται ρυθμίσεις και επιλέγονται παράμετροι που επιτρέπουν τον έλεγχο της συμπεριφοράς του block (π.χ. αλλάζοντας την ισχύ στο block κίνησης μπορούμε να κάνουμε το ρομπότ να κινηθεί ταχύτερα).

4. Προς ένα πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών

Κατά τον πρώτο χρόνο του έργου αναπτύχθηκε ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών, το οποίο βασίζεται στις αρχές του εποικοδομητισμού (constructivism) και του

"κατασκευαστικού" εποικοδομητισμού (constructionism) και υιοθετεί την προσέγγιση της μάθησης με βάση συνθετικές εργασίες (project-based learning) για την οργάνωση της δράσης των μαθητών στην τάξη. Το συγκεκριμένο πλαίσιο αποτέλεσε τη βάση σχεδίασης και εφαρμογής διαθεματικών δραστηριοτήτων για τη σχολική τάξη και εκπαίδευσης εκπαιδευτικών στην εκπαιδευτική αξιοποίηση των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών.

Το πρόγραμμα εκπαίδευσης εκπαιδευτικών περιλαμβάνει τις ακόλουθες φάσεις:

Εισαγωγικές δραστηριότητες που ακολουθούν τις αρχές της εκπαίδευσης ενηλίκων και περιλαμβάνουν την αλληλογνωριμία εκπαιδευομένων και εκπαιδευτή, τη διαμόρφωση «διδακτικού συμβολαίου» και την κινητοποίηση του ενδιαφέροντος των εκπαιδευομένων.

Η ρομποτική σαν γνωστικό αντικείμενο: οι εκπαιδευόμενοι εισάγονται στον προβληματισμό «γιατί ρομποτική στην εκπαίδευση;» συζητώντας σε μικρές ομάδες των 4-5 ατόμων επιλεγμένο άρθρο (Tsang, 2004), το οποίο έχει δοθεί προς μελέτη μέσω της ηλεκτρονικής τάξης από την έναρξη του προγράμματος. Γίνεται μια πρώτη εισαγωγή στο σύστημα Lego Mindstorms, εξερεύνηση του υλικού και του λογισμικού από τους εκπαιδευόμενους. Οι εκπαιδευόμενοι μέσω ομαδικών εργαστηριακών ασκήσεων κατασκευάζουν τα δικά τους απλά ρομπότ αξιοποιώντας το λογισμικό LEGO Digital Designer (http://ldd.lego.com/), απλά προγράμματα καθοδήγησης των ρομπότ μέσω του λογισμικού Lego Education NXT (http://www.legoeducation.com) και μαθαίνουν να αξιοποιούν αισθητήρες ήχου, φωτός, υπερήχων και αφής. Πειραματίζονται με τη γραμμική κίνηση και την περιστροφή του ρομπότ και την αντίδρασή του σε ερεθίσματα που λαμβάνει μέσω των αισθητήρων του από το περιβάλλον. Εξερευνούν τις ιδιότητες του κινητήρα: π.χ. ποια είναι η σχέση της ταχύτητας του αυτοκινήτου – ρομπότ με την ισχύ του κινητήρα; Πώς προσδιορίζεται η απόσταση που διανύει το ρομπότ από τις στροφές του κινητήρα; Πώς μπορούμε να κάνουμε το αυτοκίνητο ρομπότ να στρίβει σε προκαθορισμένη γωνία π.χ. 90 μοιρών;

Εισαγωγή του θεωρητικού πλαισίου: η φάση αυτή ξεκινάει με καταιγισμό ιδεών (brainstorming)με βάση το ερώτημα: πώς η χρήση της τεχνολογίας στη σχολική τάξη θα μπορούσε να αλλάξει το παραδοσιακό δασκαλοκεντρικό μοντέλο μετάδοσης της γνώσης; Στη συνέχεια οι εκπαιδευόμενοι εργάζονται σε ομάδες των 4-5 ατόμων και συζητούν επιλεγμένα άρθρα τα οποία έχουν δοθεί προς μελέτη μέσω της ηλεκτρονικής τάξης από την έναρξη του προγράμματος για τη μάθηση με ψηφιακές τεχνολογίες, για τον εποικοδομητισμό (constructivism) και τη θεωρία κατασκευής της γνώσης (constructionism) (Ackermann, 2001), για τη βασισμένη σε σχέδια εργασίας μάθηση (project-based learning) (Carbonaro, Rex & Chambers, 2004). Οι συζητήσεις συνεχίζονται μέσω της ηλεκτρονικής τάξης.

Η ρομποτική σαν εργαλείο μάθησης: οι εκπαιδευόμενοι εφαρμόζουν στην πράξη τη βασισμένη σε σχέδιο εργασίας μάθηση (project-based learning) υλοποιώντας ένα

πραγματικό project που έχει ως θέμα το συγκοινωνιακό πρόβλημα της πόλης και την επινόηση ενός «έξυπνου» λεωφορείου που κινείται χωρίς οδηγό και εξυπηρετεί τις ανάγκες συγκοινωνίας στην πόλη. Έτσι οι εκπαιδευόμενοι εμπλέκονται στη διαδικασία κατασκευής και προγραμματισμού ενός ρομπότ αξιοποιώντας το πακέτο κατασκευών Lego Mindstorms NXT και το λογισμικό Lego Education NXT. Η εργασία των εκπαιδευομένων ακολουθεί την ίδια μεθοδολογία των 5 σταδίων που προτείνεται να εφαρμοστεί στη σχολική τάξη και έχει ήδη περιγραφεί παραπάνω. Οι εκπαιδευόμενοι καλούνται στη συνέχεια να εφαρμόσουν τη μεθοδολογία για να σχεδιάσουν ένα νέο δικό τους project, να το παρουσιάσουν στην ολομέλεια της τάξης και να το συζητήσουν με τους άλλους εκπαιδευόμενους και τον εκπαιδευτή. Τα projects των εκπαιδευομένων δημοσιεύονται και στην ηλεκτρονική τάξη και ο διάλογος συνεχίζεται εκεί.

5. Οι πρώτες πιλοτικές εφαρμογές

Τρεις πιλοτικές εφαρμογές του προγράμματος εκπαίδευσης εκπαιδευτικών έχουν ήδη ολοκληρωθεί (Φεβρουάριος 2008) από τους αντίστοιχους εταίρους σε Ιταλία (με 20 εκπαιδευόμενους), Γαλλία (με 15 εκπαιδευόμενους) και Ρουμανία (με 15 εκπαιδευόμενους) και η αξιολόγησή τους είναι ήδη σε εξέλιξη. Η αξιολόγηση του εκπαιδευτικού προγράμματος έγινε με παρατήρηση και καταγραφή της εργασίας των εκπαιδευομένων στη διάρκεια του προγράμματος, συνεντεύξεις και συμπλήρωση δομημένου ερωτηματολογίου στη λήξη του προγράμματος.

Τα δεδομένα της αξιολόγησης που προέκυψαν από κάθε ένα εθνικό εκπαιδευτικό πρόγραμμα κοινοποιούνται και στους άλλους εταίρους και ήδη βρίσκονται υπό συζήτηση. Μερικά πρώτα ευρήματα που αναδείχθηκαν ήδη από την αξιολόγηση των πρώτων αυτών πιλοτικών εφαρμογών υποδεικνύουν ότι οι εκπαιδευτικοί:

- αναγνωρίζουν ως ενδιαφέρον και λειτουργικό το προτεινόμενο θεωρητικό πλαίσιο εφαρμογής των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής
- θεωρούν τις προτεινόμενες μαθησιακές δραστηριότητες ως μια ενδιαφέρουσα διαθεματική πρακτική προσέγγιση για τη διδασκαλία μαθημάτων τεχνολογίας και επιστημών κατάλληλη για να δώσει ερεθίσματα στους μαθητές και να κινητοποιήσει το ενδιαφέρον τους για την επιστήμη και την τεχνολογία
- εκφράζουν το σκεπτικισμό τους για την εφαρμογή των δραστηριοτήτων σε παραδοσιακές σχολικές τάξεις για πρακτικούς κυρίως λόγους που αφορούν στη διαχείριση των ομάδων εργασίας των μαθητών και εκπαιδευτικών τεχνικών, όπως π.χ. ο προτεινόμενος «καταιγισμός ιδεών», ιδιαιτέρως στην περίπτωση πολυπληθών τάξεων.
- τονίζουν ότι οι προτεινόμενες δραστηριότητες απαιτούν περισσότερο διδακτικό χρόνο από αυτόν που συνήθως προβλέπουν τα σχολικά ωρολόγια προγράμματα

- θεωρούν αναγκαίο να υπάρξουν αλλαγές των ανελαστικών δομών του αναλυτικού προγράμματος, τέτοιες που να ευνοούν τις εκπαιδευτικές καινοτομίες και τα μακράς διάρκειας σχέδια εργασίας (projects) προκειμένου να καταστεί εφικτή η εισαγωγή της ρομποτικής στις σχολικές τάξεις.

Στους εκπαιδευτικούς που συμμετείχαν στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα προτάθηκε (και σε κάποιες περιπτώσεις αυτό έγινε δεκτό) να εφαρμόσουν στη σχολική τους τάξη τις ίδιες δραστηριότητες στις οποίες εκπαιδεύτηκαν, να τις αξιολογήσουν και να κοινοποιήσουν τις εμπειρίες τους και τα αποτελέσματα της αξιολόγησης στους εκπαιδευτές τους.

Η εμπειρία που προέκυψε από την εφαρμογή και αξιολόγηση των προγραμμάτων αυτών συζητείται ήδη μεταξύ των εταίρων και αναμένεται να οδηγήσει σε αναθεωρήσεις και επανασχεδιασμό του εκπαιδευτικού προγράμματος και των εκπαιδευτικών υλικών. Το αναθεωρημένο πρόγραμμα θα δοκιμαστεί εκ νέου στην πράξη με 3 νέα εκπαιδευτικά προγράμματα που θα υλοποιηθούν στο εαρινό εξάμηνο του 2008 σε Ελλάδα, Τσεχία και Ισπανία. Η τελική αξιολόγηση των προγραμμάτων αυτών στις έξι συμμετέχουσες Ευρωπαϊκές χώρες αναμένεται να παράσχει τα αναγκαία ερευνητικά δεδομένα που θα υποστηρίξουν την εμπειρική μελέτη της αποτελεσματικότητάς τους και θα επιτρέψουν τη συγγραφή μιας τεκμηριωμένης πρότασης για την ένταξη των προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών στην εκπαίδευση των εκπαιδευτικών και στη σχολική τάξη.

Ευχαριστίες

Η εργασία αυτή στηρίχθηκε στο έργο που έχει πραγματοποιηθεί στα πλαίσια του project TERECoP με την οικονομική υποστήριξη του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Socrates/Comenius/Action 2.1, Agreement No 128959-CP-1-2006-1-GR-COMENIUS - C21 2006 – 2518 / 001 – 001 SO2. Στο θεωρητικό και μεθοδολογικό πλαίσιο εκπαίδευσης εκπαιδευτικών που παρουσιάστηκε σε αυτή την εργασία αναγνωρίζεται η ιδιαίτερη συμβολή των Παπανικολάου Κ. και Φράγκου Σ. συνεργατών στο έργο TERECoP.

Βιβλιογραφία

Ackermann E., (2001) Piaget's constructivism, Papert's constructionism: What's the difference? *Future of Learning Group Publication*, ανακτήθηκε 2/1/2008 από http://learning.media.mit.edu/content/publications/EA.Piaget%20_%20Papert.pdf

Alimisis, D., Karatrantou, A., Tachos, N. (2005), Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion, *Eurologo 2005, Digital Tools for Lifelong Learning, Proceedings*, Warsaw, Poland, 76-86.

Bers, M, Ponte,I, Juelich, K, Viera, A, Schenker, J (2002), Teachers as Designers: Integrating Robotics in Early Childhood Education, *Information*

Technology in Childhood Education, AACE 123-145, ανακτήθηκε 2/1/2008 από http://integratingengineering.org/stem/research/item1_earlychildhood_designcourse_BersITCE.pdf

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989), Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.

Carbonaro, M., Rex, M., Chambers, J. (2004), Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, Vol. 6, No 1, ανακτήθηκε 2/1/2008 από http://imej.wfu.edu/articles/2004/1/02/printver.asp

Papert, S. (1991) Situating Constructionism. In *S.Papert and I.Harel (eds.) Constructionism, Norwood*, NJ, Ablex Publishing Corporation.

Piaget, J. (1974), *To Understand Is To Invent.* N.Y.: Basic Books.

Resnick, M. and Silverman, B. (2005), Some Reflections on Designing Construction Kits for Kids. *Proceedings of Interaction Design and Children conference,* Boulder, CO, ανακτήθηκε 2/1/2008 από http://llk.media.mit.edu/papers/IDC-2005.pdf

Satratzemi, M., Dagdilelis, V., Kagani, K., (2005). Teaching Porgramming with robots: A case Study on Greek Secondary Education, P. Bozanis, E.N. Houstis, (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, 3746, 502-512.

Tsang, C. (2004). Constructivist Learning Using Simulation and Programming Environments. *MIE2002H Readings in Industrial Engineering I.* ανακτήθηκε 2/1/2008 από http://anarch.ie.utoronto.ca/publications/mie2002-readingcourse.pdf

Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια μελέτη περίπτωσης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms, *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής", Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005, Πρακτικά σε CD-ROM.*

Καρατράντου Α., Τάχος Ν., Αλιμήσης Δ. (2005). Εισαγωγή σε βασικές αρχές και δομές προγραμματισμού με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms, *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο "Διδακτική της Πληροφορικής", Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005, Πρακτικά σε CD-ROM.*

Κυνηγός, Χ. και Φράγκου, Σ. (2000), Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη, Στο: *Β.Ι. Κόμης (επιμ.): Πρακτικά του 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή "Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση"*, Πάτρα, 83-91.

Μαργαρίτης, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ,, Συκοπετρίτης, Α., (2000), Μεταβάλλοντας το εκπαιδευτικό πανόραμα: η περίπτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, *Πρακτικά του Συνεδρίου Τεχνολογία και Κοινωνία των Πληροφοριών*, Αθήνα, 232-241.