ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής

Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης

Σ. Ατματζίδου, Η. Μαρκέλης, Σ. Δημητριάδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η., & Δημητριάδης Σ. (2023). Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης . *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 263–272. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5871

Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης

Σ. Ατματζίδου[1], Η. Μαρκέλης[2], Σ. Δημητριάδης[3]

[1]1ο ΕΠΑ.Λ. Κοζάνης & Μεταπτυχιακό Πληροφορικής, Α.Π.Θ.
atmatzid@csd.auth.gr
[2]Ελληνικό Κολλέγιο Θεσσαλονίκης & Μεταπτυχιακό Πληροφορικής, Α.Π.Θ.
markelis@csd.auth.gr
[3]Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
sdemetri@csd.auth.gr

Περίληψη

Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται μια διδακτική προσέγγιση η οποία συνδυάζει τη μάθηση με το παιχνίδι (edutainment) για την υποστήριξη μαθητών πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού. Ο αρχικός μας σκοπός είναι η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης των LM ρομπότ (τύπου Lego Mindstorms) ως εργαλείων εκμάθησης επίλυσης προβλημάτων. Δευτερεύων στόχος είναι η δημιουργία ολοκληρωμένου εκπαιδευτικού υλικού, το οποίο θα είναι διαθέσιμο προς χρήση για την διδασκαλία του προγραμματισμού με την χρήση των ρομπότ. Σχετικές έρευνες δεν δίνουν μία σαφή εικόνα σε ό,τι αφορά τα οφέλη αυτής της εναλλακτικής μεθόδου διδασκαλίας του προγραμματισμού. Παρόλα αυτά, αρκετές αναφέρουν ότι τα ρομπότ βοήθησαν σημαντικά. Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν τα ρομπότ για την εισαγωγή των μαθητών σε θέματα προγραμματισμού, μέσα από μια διδακτική προσέγγιση με συνεργατικό και παιγνιώδη χαρακτήρα, που τονίζει το στοιχείο του ανταγωνισμού των ομάδων.

Λέξεις κλειδιά: *LEGO mindstorms, ψυχαγωγική εκπαίδευση, ανταγωνισμός,*

Abstract

In this work we present a didactic approach that combines learning and entertainment (edutainment) to introduce students of elementary and secondary education to basic concepts of programming. Our main objective is to investigate the effectiveness of using LM robots (of the Lego Mindstorms type) as tools for learning and problem solving. A secondary objective is to develop learning material for introducing students to the concepts of programming through the use of robots. Relevant studies do not converge as regards any specific benefits emerging from this alternative method for learning programming. However, many of them report that using robots has been proven very helpful. In this work we present an effort to use the LM robots for introducing students of elementary and higher secondary schools to issues of programming. Our approach comprises collaborative and entertaining features and emphasizes the element of competition between the student groups.

Keywords: *LEGO mindstorms, edutainment, learning through play, competition*

1. Εισαγωγή

Τα εκπαιδευτικά ρομπότ της εταιρίας Lego (Lego Mindstorms, στη συνέχεια "LM", http://mindstorms.lego.com/) έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά για την εισαγωγή αρχάριων μαθητών στην εκμάθηση του προγραμματισμού (Hussain, Lindh, & Shukur, 2006; LEGO Dacta A/S, 1999; Dagdilelis, Sartatzemi, & Kagani, 2005; Beisser, 2006). Η φιλοσοφία σχεδίασης του εκπαιδευτικού υλικού της Lego στηρίζεται στην άποψη ότι το παιδί πρέπει από μόνο του να οικοδομεί τη γνώση και ειδικότερα στην άποψη ότι η μάθηση επέρχεται μέσα από το παιχνίδι (*"learning through play"*) (Hussain at al., 2006; LEGO Dacta A/S, 1999). Η θεωρητική αυτή άποψη έχει τις ρίζες της στην προσέγγιση του εποικοδομισμού (Papert, 1980) σύμφωνα με την οποία η μάθηση μέσω του παιχνιδιού συμβάλλει στην οικοδόμηση νέας γνώσης η οποία βασίζεται στην ήδη υπάρχουσα γνώση των μαθητών. Τα παιδιά ασχολούμενα με αντικείμενα που έχουν νόημα γι΄ αυτά, αναπτύσσουν κίνητρα (Jarvinen & Hiltunen, 2000) και παράλληλα δρουν ως πραγματικοί επιστήμονες και εφευρέτες έχοντας αμεσότερη επαφή με τις έννοιες του γνωστικού αντικειμένου. Στόχος της χρήσης των LM επομένως είναι η ενσωμάτωση του παιχνιδιού στην εκπαιδευτική διαδικασία, δίνοντας τη δυνατότητα στον μαθητή να διασκεδάσει και να χρησιμοποιήσει την φαντασία του.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια προσπάθεια να χρησιμοποιηθούν τα LM για την εισαγωγή μαθητών Δημοτικού – Λυκείου σε θέματα προγραμματισμού, μέσα από μια διδακτική προσέγγιση με συνεργατικό και παιγνιώδη χαρακτήρα, η οποία αναδεικνύει το στοιχείο του ανταγωνισμού μεταξύ των ομάδων. Συγκεκριμένα, μελετάται σε πιο βαθμό η χρήση των LM σε μια δραστηριότητα παιχνιδιού μπορεί α) να ενισχύσει το ενδιαφέρον των μαθητών για να ενασχοληθούν δημιουργικά, ευχάριστα και αποτελεσματικά με τον προγραμματισμό και β) να τους βοηθήσει να μεταφέρουν γνώσεις προγραμματισμού από το περιβάλλον των LM σε περισσότερο τυπικά περιβάλλοντα προγραμματισμού (π.χ. Visual Basic).

Στη συνέχεια του άρθρου παρουσιάζεται αρχικά το θεωρητικό πλαίσιο της εκπαιδευτικής αυτής προσέγγισης και γίνεται μία σύντομη αναφορά στο ρομπότ LM (στο υλικό και στο λογισμικό από τα οποία αυτό συνοδεύεται). Ακολουθεί η παρουσίαση της σχεδίασης των μαθημάτων-προπονήσεων με χρήση των LM και τέλος παρουσιάζεται μία σύντομη περιγραφή της υλοποίησης των μαθημάτων και τα πρώτα ερευνητικά αποτελέσματα.

2. Τα ρομπότ Lego Mindstorms & ψυχαγωγική εκπαίδευση (edutainment)

2.1 Lego Mindstorms

Τα LM είναι ένα σχετικά καινούργιο προϊόν (πρωτοεμφανίστηκαν το 1998) της Lego το οποίο ανήκει στην κατηγορία των λεγόμενων «kit 3ης γενιάς»

(http://mindstorms.lego.com/). Πρόκειται για εύκολα προγραμματιζόμενα ρομπότ με αισθητήρες τα οποία περιλαμβάνουν μία μεγάλη ποικιλία από τουβλάκια, κινητήρες, αισθητήρες και άλλα εξαρτήματα με τα οποία μπορεί κανείς να κτίσει φυσικά μοντέλα. Τα ρομπότ με την χρήση κατάλληλων περιβαλλόντων ανάπτυξης προγραμμάτων μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να εκτελούν μία σειρά ενεργειών και να αντιδρούν σε ερεθίσματα που δέχονται οι αισθητήρες τους.

Η χρήση των ρομπότ για την εισαγωγή σε θέματα προγραμματισμού εκτιμάται ότι μπορεί να είναι θετική, αφού μπορεί να βοηθήσει - μεταξύ άλλων - στην κατανόηση μιας ακριβούς και λογικής γλώσσας εντολών (Κόμης, 2004) Τα LM χρησιμοποιούνται ως ένα μέσο διδασκαλίας μεθόδων επίλυσης προβλημάτων, αποτελώντας μία ευχάριστη και ενδιαφέρουσα ενασχόληση παρέχοντας παράλληλα, μία απλή και διδακτική διεπαφή. Οι μαθητές τα αντιμετωπίζουν περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης καθώς η πλειοψηφία τους έχει «παίξει» με αυτά. Η πτυχή - παιγνίδι, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου και παρότρυνσης στην εκπαίδευση (Κόμης, 2005b).

Έρευνες που εστιάζουν στη χρήση των ρομπότ για την εκμάθηση εννοιών προγραμματισμού δεν βοηθούν στο να εξαχθεί άμεσα μία σαφής εικόνα σε ότι αφορά τα μαθησιακά οφέλη (Daniel & Cliburn, 2006; McNally et al., 2006). Επιπλέον όπως αναφέρεται, η χρήση των ρομπότ περιορίζει την διδασκαλία προχωρημένων εννοιών προγραμματισμού όπως αυτή του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού (McNally et al., 2006). Υπάρχουν όμως έρευνες που αναφέρουν ότι τα ρομπότ βοήθησαν σημαντικά στην μετάδοση γνώσης βασικών εννοιών προγραμματισμού (π.χ. Καρατράντου, Τάχος, & Αλιμήσης, 2005; Beisser, 2006). Σε έρευνα που έγινε με μαθητές γυμνασίου – λυκείου καταγράφηκαν θετικά αποτελέσματα σε ότι αφορά το ενδιαφέρον των μαθητών κατά την διάρκεια των μαθημάτων καθώς και στην επίτευξη των εκπαιδευτικών στόχων που είχαν τεθεί (Dagdilelis et al., 2005).

2.2 Ψυχαγωγική εκπαίδευση (edutainment)

Με τον όρο «ψυχαγωγική εκπαίδευση» (edutainment) εννοούμε τη διδακτική προσέγγιση η οποία συνδυάζει τη μάθηση με το παιχνίδι. Η γενική ιδέα του edutainment σχετίζεται σχεδόν με κάθε παιχνίδι εκπαιδευτικού χαρακτήρα και στόχος της είναι να μετατρέψει την εκπαίδευση σε μία διασκεδαστική δραστηριότητα, καθώς είναι γνωστό πως η μάθηση επιτυγχάνεται ευκολότερα, ταχύτερα και ουσιαστικότερα όταν συνδυάζεται με το παιχνίδι (Lund & Nielsen, 2002). Πρόκειται για δραστηριότητες, μέσα από τις οποίες ο μαθητής αλληλεπιδρά με τον Η/Υ ή με κάποιο τεχνούργημα όπως τα ρομπότ, με στόχο να κερδίσει ένα βραβείο ή να δημιουργήσει κάτι το οποίο θα του προσφέρει μια ηθική ικανοποίηση. Η εμπειρία αυτή τον βοηθά να αναπτύξει νέες γνώσεις και να εμπεδώσει βιωματικά τις έννοιες που διδάσκεται στους διάφορους τομείς.

Τα τελευταία χρόνια αρκετοί ερευνητές μελετούν τα αποτελέσματα της χρήσης των LM στην εκπαίδευση, υιοθετώντας την ιδέα των υποστηρικτών της κατασκευαστικής προσέγγισης και της ψυχαγωγικής εκπαίδευσης (Dagdilelis et al., 2005; Asada et al., 2000). Έρευνες σχετικά με την υιοθέτηση της ψυχαγωγικής μεθόδου εκπαίδευσης έχουν δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα (Chandana et al., 2000; Lund et al., 2002). Οι Chandana, Hafner και Bongard (2000) ισχυρίζονται πως οι μαθητές όχι μόνο έμαθαν να κατανοούν τις έννοιες του μαθήματος αλλά πολύ σημαντικότερα, τις ενσωμάτωσαν μέσα στις δικές τους γνωστικές διαδικασίες ως εργαλεία και κατασκευαστικά υλικά τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν μελλοντικά. Μάλιστα οι ερευνητές αναφέρουν πως ο μόνος αρνητικός παράγοντας στην διδασκαλία των μαθημάτων, σύμφωνα με τα λεγόμενα των μαθητών, είναι ότι «έπρεπε να διαρκούσαν περισσότερο».

Μία από τις δυσκολίες που αντιμετωπίζει ο μαθητής όταν πραγματεύεται ένα πρόβλημα το οποίο καλείται να λύσει σε προγραμματιστικό περιβάλλον, είναι οι αναπαραστάσεις που απαιτείται να οικοδομήσει κατά την διάρκεια της επίλυσής του (Κόμης, 2005a). Ιδιαίτερη σημασία για αυτόν έχει η κατανόηση των λειτουργιών που εκτελεί ο υπολογιστής για την επεξεργασία των δεδομένων του προβλήματος (Κόμης, 2005b). Επιπλέον, σημαντική είναι η δημιουργία των απαραίτητων νοητικών μοντέλων, ιδιαίτερα κατά τη χρήση προγραμματιστικών περιβαλλόντων όπου απαιτείται μεταφορά από ‘αντικείμενα του κόσμου’ σε ‘πληροφορικά αντικείμενα’ (Green et al., 1990). Όμως τα συνήθη προβλήματα εισαγωγής σε θέματα προγραμματισμού δεν προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών γιατί αφορούν την επεξεργασία αριθμών και συμβόλων (Ξυνόγαλος, 2003). Προτείνουμε ότι δυσκολίες όπως οι παραπάνω μπορούν να ξεπερασθούν με μία κατάλληλη προσέγγιση, υιοθετώντας το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης.

Ένα σημαντικό στοιχείο στο πλαίσιο του παιχνιδιού είναι φυσικά ο ανταγωνισμός μεταξύ ατόμων ή ομάδων. Η πλειοψηφία των σχετικών ερευνών προτείνει την συνεργατική και όχι την «ανταγωνιστική» μάθηση (Σολομωνίδου, 2002). Εντούτοις υπάρχει έρευνα που αναλύει τις επιπτώσεις του ανταγωνισμού στη διδακτική θεμάτων πληροφορικής και τονίζει πως τέτοιου είδους συνθήκες μπορούν να προωθήσουν τη μάθηση εφόσον ο εκπαιδευτικός διαχειριστεί τον ανταγωνισμό αποδοτικά, δηλαδή, τον μετατρέψει σε ένα ισχυρό κίνητρο ενασχόλησης των παιδιών με το αντικείμενο της ρομποτικής και του προγραμματισμού (Marlow, 2001). Ειδικότερα, οι μαθητές που συμμετείχαν σε αυτήν κατάφεραν να βελτιώσουν σε σημαντικό βαθμό τις επιδόσεις τους στη βαθμολογία (Noguez, Huesca, & Sucar, 2007).

Έχοντας υπόψη μας τις προηγούμενες έρευνες και αντιμετωπίζοντας τη μάθηση ως μία κοινωνική δραστηριότητα, προτείνουμε πως η προώθηση του «ελεγχόμενου» ανταγωνισμού ανάμεσα σε ομάδες που συμμετέχουν σε «προπονήσεις» με στόχο την επιτυχία σε μία τελική «πρόκληση», μπορεί να αποτελέσει ένα πολλαπλά αποδοτικό εκπαιδευτικό εργαλείο για την εισαγωγή σε θέματα προγραμματισμού. Στη συνέχεια

παρουσιάζουμε τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάσαμε τη ψυχαγωγική εκπαιδευτική δραστηριότητα και τα πρώτα ερευνητικά στοιχεία που καταγράψαμε.

3. Σχεδίαση ψυχαγωγικής εκπαιδευτικής δραστηριότητας για τη διδασκαλία θεμάτων προγραμματισμού

Από προσωπική μας εμπειρία διδάσκοντας μαθήματα βασικών αρχών προγραμματισμού σε Γυμνάσιο και Λύκειο, έχουμε παρατηρήσει ότι οι μαθητές αντιμετωπίζουν προβλήματα στην κατανόηση βασικών εννοιών, όπως οι μεταβλητές, οι συνθήκες, η δομή επανάληψης κ.α., όταν τα προς επίλυση προβλήματα δεν προκαλούν το ενδιαφέρον τους. Η άποψη αυτή υποστηρίζεται από σχετικές μελέτες (Κόμης, 2005a) που ισχυρίζονται ότι η χρήση των ρομπότ μπορεί να δημιουργήσει ένα περιβάλλον στο οποίο το ενδιαφέρον των μαθητών για την επίλυση προβλημάτων θα είναι ιδιαίτερα υψηλό με αποτέλεσμα καλύτερα επίπεδα μάθησης.

Το κύριο πρόβλημα που αντιμετωπίσαμε κατά τη σχεδίαση των μαθημάτων με τα ρομπότ ήταν ο τρόπος με τον οποίο τα παιδιά θα κατανοούσαν καλύτερα τις εντολές των δομών ελέγχου και επανάληψης καθώς και τους τρόπους χρήσης των αισθητήρων μέσα από ένα περιβάλλον προγραμματισμού. Συγκεκριμένα, οι μαθητές έπρεπε να κατανοήσουν τη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στην εκτέλεση εντολών επανάληψης ή ελέγχου και την ύπαρξη συμβάντων (events) (π.χ. εκτέλεση εντολών έως ότου πιεστεί ο αισθητήρας αφής). Επιπλέον, η χρήση αισθητήρων για τον προγραμματισμό ενός ρομπότ ήταν μία πρωτόγνωρη εμπειρία για τους μαθητές, γεγονός που έπρεπε επίσης να αντιμετωπιστεί προκειμένου τα παιδιά να είναι ικανά να ολοκληρώσουν το τελευταίο στάδιο των μαθημάτων.

Έπειτα από έρευνα, σε ότι αφορά τα διαθέσιμα περιβάλλοντα ανάπτυξης προγραμμάτων για τον εγκέφαλο RCX, ανακαλύψαμε πως υπάρχουν διαθέσιμες πολλές γλώσσες τις οποίες θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ως εργαλείο διδασκαλίας. Κάθε μία από αυτές εξυπηρετεί διαφορετικό διδακτικό σκοπό (Hirst et al., 2003). Στην εργασία αυτή επιλέχθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον (SDK) που συνοδεύει το Robotics Invention System 2.0 (RIS). Το περιβάλλον αυτό είναι σχεδιασμένο για παιδιά, απαιτεί μόνο βασικές γνώσεις χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή και δεν προϋποθέτει γνώσεις αρχών προγραμματισμού (Kaskalis et al., 2001). Επιπλέον, ο τρόπος αναπαράστασης των εντολών ενός προγράμματος στο περιβάλλον του RIS είναι πολύ κοντά στη λογική των διαγραμμάτων ροής.

Έχοντας υπόψη μας τις κατευθυντήριες οδηγίες της εταιρίας Lego για τον τρόπο εφαρμογής των μαθημάτων (Constructopedia), υλοποιήσαμε μία σειρά μαθημάτων τα οποία ονομάσαμε «προπονήσεις» και μια τελική δραστηριότητα ανάμεσα στις ομάδες την οποία ονομάσαμε «πρόκληση». Οι μαθητές γνώριζαν από την αρχή ότι στη φάση της πρόκλησης θα κληθούν να υλοποιήσουν μια συγκεκριμένη δραστηριότητα, στην οποία νικήτρια θα είναι η ομάδα που θα την ολοκληρώσει με τον καλύτερο τρόπο.

Η «τάξη» αποτελούνταν από δύο ομάδες των τριών μαθητών η κάθε μία. Κατά τη διάρκεια των προπονήσεων οι μαθητές υποστηρίχθηκαν για τη σταδιακή κατανόηση των τεχνικών προγραμματισμού του ρομπότ. Παράλληλα, παροτρύνονταν να πειραματιστούν, να παρατηρήσουν και να καταγράψουν την επίδραση που έχουν οι αλλαγές των τιμών των διαφόρων παραμέτρων του προγράμματος, στη λειτουργία των ρομπότ. Κύριος στόχος ήταν οι μαθητές να εξοικειωθούν με τον προγραμματισμό του ρομπότ έτσι ώστε να προετοιμαστούν κατάλληλα για να υλοποίηση του προγράμματος της πρόκλησης. Επιπλέον, τόσο κατά τη διάρκεια των προπονήσεων αλλά και κατά τη διάρκεια πιθανών διαλειμμάτων, οι συμμετέχοντες συζητούσαν, ανταλλάσσοντας μεταξύ τους απόψεις για πιθανά σενάρια που θα μπορούσαν να υλοποιήσουν οι ομάδες από μόνες τους

Το περιβάλλον μάθησης είχε ως βασικό χαρακτηριστικό του ένα μοντέλο επικοινωνίας που επέτρεπε στους συμμετέχοντες να αλληλεπιδράσουν μέσα σε ελεγχόμενες συνθήκες ανταγωνισμού. Οι εκπαιδευτές καθ' όλη τη διάρκεια των μαθημάτων προσπάθησαν να περάσουν το μήνυμα στα παιδιά πως: α) η ισόποση καταμέριση των εργασιών σε όλα τα μέλη της ομάδας, β) η ταυτόχρονη εργασία για την επίτευξη του στόχου, γ) η καλή επικοινωνία μεταξύ των μελών των ομάδων, δ) η σωστή συμπεριφορά και ε) η τήρηση των κανόνων της ευγενούς άμιλλας είναι στοιχεία που βοηθούν τις ομάδες να επιτύχουν γρηγορότερα και καλύτερα τον στόχο τους (Marlow, 2001). Επιπλέον φρόντισαν να είναι σαφείς οι στόχοι που θα πρέπει να επιτευχθούν μέσα από την τελική ανταγωνιστική δραστηριότητα και να κατανοήσουν οι δύο ομάδες ότι τελικά όλοι θα είναι νικητές, συμμετέχοντας ενεργά στην παραπάνω εκπαιδευτική διαδικασία (Marlow, 2001).

Η γενικότερη δομή των προπονήσεων είχε ως εξής:

1η προπόνηση: Παρουσιάζονται τα ρομπότ LM. Κατόπιν, δημιουργούνται οι ομάδες των μαθητών που θα λάβουν μέρος στη σειρά των μαθημάτων και κάθε μία αποφασίζει για το όνομα της. Γίνεται μία πρώτη επίδειξη της λειτουργίας των δύο ρομπότ που έχουν κατασκευαστεί από τους εκπαιδευτές. Παράλληλα μοιράζονται φυλλάδια στα οποία περιγράφεται: α) η πορεία των μαθημάτων σε βάθος χρόνου, β) το πλάνο κάθε μαθήματος, γ) τα Lego Mindstorms, δ) το περιβάλλον RIS και η εγκυκλοπαίδεια Constructopedia.

2η προπόνηση: Οι εκπαιδευτές τονίζουν στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύοντας την ευγενή άμιλλα μεταξύ των μαθητών. Στη συνέχεια ο εκπαιδευτής αναθέτει στις ομάδες την εργασία της ημέρας και μοιράζει το υποστηρικτικό υλικό, σε ηλεκτρονική ή έντυπη μορφή. Οι μαθητές κατασκευάζουν το δικό τους ρομπότ, ακολουθώντας βηματικές οδηγίες και τέλος εκτελούν τα πρώτα τους προγράμματα (χρήση κινητήρων). Παράλληλα, οι εκπαιδευτές προσεγγίζουν τα προβλήματα που δημιουργούνται ανάμεσα στα μέλη των ομάδων και τα χρησιμοποιούν για να ανατροφοδοτούν την τάξη, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο τη συνεργασία μεταξύ των παιδιών.

3η – 4η προπόνηση: Περιλαμβάνει τη χρήση των βασικών εντολών εισόδου-εξόδου κάνοντας χρήση του αισθητήρα αφής. Γίνεται μία εισαγωγή στις βασικές δομές προγραμματισμού, ακολουθίας και επιλογής. Στην προπόνηση οι μαθητές χρησιμοποιούν έτοιμα block, πειραματίζονται αλλάζοντας τις τιμές διαφόρων παραμέτρων και δημιουργούν νέες ομάδες εντολών.

5η – 6η προπόνηση: Περιλαμβάνει τη χρήση εντολών δομής επανάληψης με τη λειτουργία των αισθητήρων αφής και φωτός. Στην προπόνηση εφαρμόζονται έτοιμα block επανάληψης για την ολοκλήρωση πιο σύνθετων δραστηριοτήτων σε σχέση με αυτές που ολοκληρώθηκαν στις προηγούμενες προπονήσεις. Παράλληλα, παρουσιάζονται νέες προγραμματιστικές έννοιες, όπως για παράδειγμα αυτή του μετρητή. Οι μαθητές έχοντας στη διάθεσή τους την πρότερη εμπειρία των προπονήσεων, στις οποίες έχουν ήδη συμμετάσχει, προσπαθούν να υλοποιήσουν τα προγράμματά τους με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο (ταχύτητα και αποτελεσματικότητα εκτέλεσης). Για την ευκολότερη κατανόηση των εντολών επανάληψης η πρώτη δραστηριότητα υλοποιείται με την βοήθεια των εκπαιδευτών.

Φάση πρόκλησης: Οι εκπαιδευτές παρουσιάζουν την τελική πρόκληση και δίνουν λεπτομερείς οδηγίες στις ομάδες. Οι μαθητές παραλαμβάνουν ένα έντυπο με λεπτομερείς οδηγίες για το σενάριο που πρέπει να υλοποιήσουν αλλά και τον τρόπο βαθμολόγησής τους. Στο έντυπο φαίνεται τόσο η περιγραφή του σεναρίου σε κείμενο όσο και σε σχεδιάγραμμα που αναπαριστά τη διαδρομή που πρέπει να ακολουθήσουν τα ρομπότ.

4. Εφαρμογή και αποτελέσματα

Τα ρομπότ LM χρησιμοποιήθηκαν στα πλαίσια της διδακτικής προσέγγισης που περιγράψαμε στα προηγούμενα, με στόχο την εκμάθηση των βασικών εννοιών του προγραμματισμού σε μαθητές Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης Δημοτικού (ηλικίας 11 – 12 χρονών) και Γ΄ τάξης Επαγγελματικού Λυκείου (ηλικίας 17 – 18 χρονών). Σε κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις σχηματίστηκαν δύο ομάδες των τριών ατόμων.

Η διδακτική εφαρμογή χωρίστηκε σε δύο φάσεις, α) την φάση «προπόνησης» και β) την φάση «πρόκλησης». Η φάση της «προπόνησης» διήρκεσε έξι συνεδρίες και τα παιδιά προετοιμάστηκαν για την τελική δοκιμασία – πρόκληση. Κατά την διάρκεια των προπονήσεων τίθενται στους μαθητές ρεαλιστικά ερωτήματα – προβλήματα, για παράδειγμα: «Αν το ρομπότ συγκρουστεί με ένα εμπόδιο τι πρέπει να κάνει για να συνεχίσει την πορεία του;». Στην φάση της «πρόκλησης», η οποία διήρκεσε δύο συνεδρίες, ανατέθηκε στις ομάδες η τελική δοκιμασία, την οποία έπρεπε να διεκπεραιώσουν στηριζόμενοι στις γνώσεις που αποκόμισαν από την φάση των προπονήσεων. Τέλος, στα δεδομένα που συλλέχθηκαν συμπεριλαμβάνονται φύλλα εργασίας, αποθηκευμένα προγράμματα που υλοποιήθηκαν καθώς και φωτογραφικό υλικό από τις συνεδρίες.

Στην έρευνά μας εφαρμόσαμε μεθοδολογία ποιοτικής μορφής, η οποία είχε ως εξής: Κατά την διάρκεια υλοποίησης της διδακτικής μας προσέγγισης σημειώναμε τα σχόλια και τις παρατηρήσεις των μαθητών και τις προσωπικές μας παρατηρήσεις στο ημερολόγιο δραστηριοτήτων. Μετά την τελική δοκιμασία καταγράψαμε τις σκέψεις και τις απόψεις των μαθητών για την εμπειρία τους μέσα από ημιδομημένες συνεντεύξεις. Τα ερευνητικά δεδομένα αφού συγκεντρώθηκαν, ομαδοποιήθηκαν και εξήχθησαν τα εξής συμπεράσματα:

α) Η ενασχόληση των παιδιών με το ρομπότ LM, μέσα από τη σειρά των μαθημάτων που συμμετείχαν, συνετέλεσε στην εξοικείωση των παιδιών με τις αρχές του δομημένου προγραμματισμού, γεγονός που είχε σημαντικά θετική επίδραση στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους για την επίλυση προβλημάτων. Παρατηρήσαμε ότι κατανόησαν πιο εύκολα προγραμματιστικές έννοιες (π.χ. όπως αυτή του μετρητή, της σημαίας, της επανάληψης κ.α.) τις οποίες κατά την διδασκαλία του μαθήματος του προγραμματισμού (Pascal, Visual Basic) είχαν πρόβλημα να τις αντιληφθούν και τις εφαρμόσουν. Χαρακτηριστική δήλωση μαθητή: *«...καταλαβαίνω καλύτερα μια δομή επανάληψης, όταν είναι να κάνω το ρομπότ να κτυπήσει σε ένα εμπόδιο 3 φορές και να σταματήσει. Έτσι έχει ενδιαφέρον..»*

β) Χρησιμοποιώντας τα ρομπότ οι προγραμματιστικές έννοιες αποκτούν νόημα για τους μαθητές χάρη στην άμεση ανάδραση που υπάρχει ανάμεσα στο αλγόριθμο και την υλοποίησή του.

γ) Τα παιδιά έδειξαν τη διάθεση να «μειώσουν» τον αντίπαλο, συγκεκριμένα σκέφτηκαν με ποιον τρόπο θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά τη λειτουργία του ρομπότ της άλλης ομάδας. Χαρακτηριστική ερώτηση μαθητή: *«... θα μπορούσαμε να στείλουμε λανθασμένη εντολή στο ρομπότ της άλλης ομάδας»;* Στη περίπτωση αυτή, σημαντικός ήταν ο ρόλος του εκπαιδευτή, ο οποίος έπρεπε αρχικά να δώσει τη γνώση του στους μαθητές για το πώς μπορούν να επέμβουν στη λειτουργία του άλλου ρομπότ και παράλληλα, να τονίσει τη σημαντικότητα της ευγενούς άμιλλας, καλλιεργώντας ανάμεσά τους συνεργατική συνείδηση.

δ) Σημαντικές ήταν οι παρατηρήσεις και οι αναφορές των μαθητών κατά την διάρκεια των μαθημάτων προγραμματισμού, που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών τους (εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού Visual Basic). Οι μαθητές κατά τη διδασκαλία νέων εντολών παρατηρήθηκε ότι τις συνέδεαν με αντίστοιχες δραστηριότητες τους στα ρομπότ και αυτό τους βοηθούσε να τις κατανοήσουν καλύτερα και ευκολότερα.

ε) Από συζητήσεις, συνεντεύξεις και σχόλια των παιδιών διαφαίνεται ότι το κίνητρο του ανταγωνισμού ανάμεσα στις δύο ομάδες κατά την τελική πρόκληση ήταν αυτό που κράτησε αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών και βοήθησε να ξεπεραστούν οι όποιες δυσκολίες. Επιπλέον, ενίσχυσε σημαντικά την διάθεση των μαθητών για ενασχόληση με το προγραμματισμό.

στ) Η πτυχή του παιχνιδιού που εμπεριέχουν τα προγραμματιζόμενα ρομπότ προέτρεπε τα παιδιά να είναι περισσότερο δημιουργικά αντιμετωπίζοντας τον

προγραμματισμό του ρομπότ ως μία ψυχαγωγική και ευχάριστη ενασχόληση. Ο ενθουσιασμός των παιδιών είναι εμφανής στα σχόλια τους: «Γιατί δεν τα χρησιμοποιούμε στο μάθημα;» «Θα ήθελα πολύ να έχω ένα στο σπίτι. Πως μπορώ να το αγοράσω;» «Θα μπορούμε να παίζουμε με τα ρομπότ και μετά;»

5. Συμπεράσματα

Στην εργασία αυτή παρουσιάστηκε η εμπειρία μιας εκπαιδευτικής δραστηριότητας με μορφή ανταγωνιστικού παιχνιδιού, με στόχο την εισαγωγή των μαθητών σε θέματα προγραμματισμού. Μέσα από τα μαθήματα-προπονήσεις διαπιστώθηκε ότι η αντιμετώπιση της μάθησης ως ψυχαγωγίας, με τη χρήση των ρομπότ LM, αποτελεί μία ευχάριστη, δημιουργική και αποδοτική μέθοδο διδασκαλίας για την εκμάθηση βασικών εννοιών προγραμματισμού. Τα ερευνητικά στοιχεία της παρούσης εργασίας υποστηρίζουν την άποψη ότι χρήση των LM ρομπότ στα πλαίσια ψυχαγωγικής εκπαίδευσης (με στοιχεία ανταγωνισμού των ομάδων), μπορεί να αποτελέσει ένα ικανοποιητικό εργαλείο για την οικοδόμηση της γνώσης, όσον αφορά την εισαγωγή σε θέματα δομών προγραμματισμού.

Βιβλιογραφία

Asada, M., D'Andrea, R., Birk, A., Kitano, H., & Veloso, M., (2000). Robotics in Edutainment. *Proceedings of the 2000 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, San Francisco, 795-800.

Beisser, S. R. (Jan 2006). An Examination of Gender Differences in Elementary Constructionist Classrooms Using Lego/Logo Instruction. *Computers in the Schools*, 22, 7-19.

Chandana, P., Hafner, V., & Bongard, J. (2000). *Teaching new artificial intelligent using constructionist edutainment robots*.

Dagdilelis, V., Sartatzemi, M. & Kagani, K. (2005). Teaching (with) Robots in Secondary Schools: some new and not-so-new Pedagogical problems. *In ICALT'05 - Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*.

Daniel, C., & Cliburn, D. C. (2006). Experiences with LEGO MINDSTORMS throughout the Undergraduate Computer Science Curriculum. *CA 36th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, San Diego, 1-6.

Green, T., Hoc, J. M., Samurcay, R., & Gilmore, D. (1990), *Psychology of programming*, San Diego: Academic Press.

Hirst, A. J., Johnson, J., Petre, M., Price, B. A., & Richards, M. (2003). *What is the best programming environment/language for teaching robotics using Lego Mindstorms?*. Artif Life Robotics, 7, 124-131.

Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO Training on Pupils' School Performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data. *Educational Technology & Society*, 9(3), 182-194.

Jarvinen, E. & Hiltunen, J. (2000), Automation technology in elementary technology education, *Journal of industrial teacher education*, 37(4), 51-76.

Kaskalis, H. T., Dagdilelis, V., Evangelidis, G., & Margaritis, G. K. (2001). "Implementing Applications on Small Robots for Educational Purposes: Programming the LEGO Mindstorms," *Proceedings of the 5th Hellenic – European Conference on Computer Mathematics & its Applications (HERCMA 2001)*,337–341.

LEGO Dacta A/S. *Study of Educational Impact of the LEGO Dacta Materials - INFOESCUELA – MED.* Retrieved June, 15, 2007 from http://www.lego.com/education/download/infoescuela.pdf

Lund, H. H., & Nielsen, J. (2002). An Edutainment Robotics Survey. In *Proceedings of the Third International Symposium on Human and Artificial Intelligence Systems: The Dynamic Systems Approach for Embodiment and Sociality,* Fukui.

Marlow, E. (2001). *Cooperative Learning versus Competition: Which Is Better?*. U.S Department of Education, Opinion Papers, 1-12.

McNally, M., Goldweber, M., Fgin, B., & Klassner, F. (2006). Do Lego Mindstorms Robots have Future in CS Education?. ACM SIGCSE Bulletin, Volume 38, Issue 1, 61-62.

Noguez J., Huesca L. G., & Sucar E. (2007). *Shared Learning Experiences In A Contest Environment Within A Mobile Robotics Virtual Laboratory*.

Papert S. (1980), *Νοητικές Θύελλες: Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*, Εκδόσεις Οδυσσέας (Ελληνική μετάφραση 1991).

Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., Αλιμήσης, Δ. (2005). Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms. *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*. Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος.

Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*. Αθήνα: Εκδ. Νέες Τεχνολογίες.

Κόμης, Β. (2005a). *Εισαγωγή στη διδακτική της πληροφορικής*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Κόμης, Β. Ι. (2005b). *Παιδαγωγικές Δραστηριότητες με (και για) Υπολογιστές στην Προσχολική και την Πρώτη Σχολική Ηλικία.* Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 2η Έκδοση, Πάτρα.

Σολομωνίδου, Χ. (2002). Συνεργατική Μάθηση με τη Χρήση των ΤΠΕ: Εμπειρίες από Δημ. Σχολεία της Θεσσαλίας. *Πρακτικά 3ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ*, Πανεπιστήμιο Αιγαίου, Ρόδος: Εκδόσεις ΚΑΣΤΑΝΙΩΤΗ.

Ξυνόγαλος, Σ. (2003). Σενάρια διδασκαλίας του προγραμματισμού στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στο Μ. Ιωσηφίδου & Ν. Τζιμόπουλος (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ 'Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη'*, Τόμος Α', 783-795, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.