ePublishing

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2008)

4ο Συνέδριο Διδακτική Πληροφορικής

Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού

Δ. Νικολός, Α. Καρατράντου, Χ. Παναγιωτακόπουλος

Βιβλιογραφική αναφορά:

Νικολός Δ., Καρατράντου Α., & Παναγιωτακόπουλος Χ. (2023). Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 221–230. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5867

Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού

Δ. Νικολός[1], Α. Καρατράντου[1], Χ. Παναγιωτακόπουλος[2]

[1]Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. – Παράρτημα Πάτρας, [2]Π.Τ.Δ.Ε. – Πανεπιστήμιο Πατρών,
dnikolos@upatras.gr, a.karatrantou@eap.gr, cpanag@upatras.gr

Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία πιλοτική προσπάθεια για την κατανόηση βασικών αρχών, εννοιών και δομών προγραμματισμού από μαθητές Γυμνασίου με την αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού MicroWorlds EX Robotics για τον προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών LEGO. Η βασισμένη σε σχέδιο εργασίας (project) εκπαιδευτική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε σε ένα Γυμνάσιο της Πάτρας με τη συμμετοχή 6 μαθητών της Γ' τάξης. Οι μαθητές είχαν ως έργο τους να προγραμματίσουν μια ρομποτική κατασκευή με τουβλάκια και αισθητήρες Lego, χρησιμοποιώντας δομές ελέγχου και επανάληψης. Με τη βοήθεια φύλλων εργασίας κλήθηκαν να αναλύσουν το πρόβλημα, να σχεδιάσουν έναν αλγόριθμο για την επίλυσή του, να υλοποιήσουν τον αλγόριθμο και να ελέγξουν τα προγράμματα που κάθε φορά επινοούσαν. Η παρατήρηση της εργασίας και η αξιολόγηση των ενεργειών των μαθητών έδειξαν ότι η εκπαιδευτική δραστηριότητα τους βοήθησε να κατανοήσουν τη λειτουργία των βασικών δομών προγραμματισμού. Τους βοήθησε επίσης, να συνεργαστούν, να ανταλλάξουν εμπειρίες και να αποκτήσουν δεξιότητες μέσα σε ένα πλαίσιο οικοδόμησης της γνώσης.
Λέξεις κλειδιά: MicroWorlds EX Robotics, Lego Mindstorms, προγραμματισμός.

Abstract

In this paper a pilot attempt is presented for the understanding of basic programming principles, concepts and structures from high school students, using the educational software Microworlds EX Robotics for the programming of Lego robotic constructions. The educational activity was project-based and the sample consisted of six high school students from a school in Patras. The students had to program the behavior of a Lego robotic construction with bricks and sensors, using control and repeat structures. Using the worksheets, they had to analyze the problem given, to design an algorithm in order to solve the problem, to construct programs and finally, to test these regarding to their correctness.

The observation of students' work and the evaluation of their activities showed that this educational procedure, enabled students to use basic programming concepts and to comprehend the basic programming structures. Students were also enabled, to cooperate, to exchange ideas and to obtain skills in a constructivist framework.
Keywords: MicroWorlds EX Robotics, Lego Mindstorms, programming.

1. Εισαγωγή

Σύμφωνα με τον Papert, ο προγραμματισμός μπορεί να αποτελέσει εκπαιδευτικό

εργαλείο για την καλλιέργεια και ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων σε όλους τους μαθητές και δίνει τα κίνητρα για ένα δομημένο τρόπο σκέψης και αντιμετώπισης προβλημάτων σε όλα σχεδόν τα γνωστικά αντικείμενα (Papert, 1980). Ο τυπικός τρόπος διδασκαλίας του προγραμματισμού συνίσταται στην χρήση μιας επαγγελματικής γλώσσας προγραμματισμού και ενός κατάλληλου περιβάλλοντος για την υλοποίηση προγραμμάτων με αριθμούς και σύμβολα (Ξυνόγαλος κ.ά., 2000). Αυτός ο τρόπος διδασκαλίας όμως χαρακτηρίζεται από προβλήματα (Brusilovsky et al., 1999), αφού οι επαγγελματικές γλώσσες προγραμματισμού περιλαμβάνουν πολλές εντολές που μαζί με τις συντακτικές λεπτομέρειες που απαιτούνται σχηματίζεται ένας μεγάλος όγκος πληροφορίας που πρέπει να αφομοιωθεί από τους μαθητές, αναγκάζοντάς τους συχνά, να ασχολούνται περισσότερο με τις τεχνικές λεπτομέρειες μιας γλώσσας προγραμματισμού παρά με την χρήση βασικών αρχών προγραμματισμού. Ο μαθητής δύσκολα κατανοεί τον τρόπο με τον οποίο εκτελείται ένα πρόγραμμα και αποκτά μια ελλιπή κατανόηση της μορφής εισόδου-εξόδου, αφού τα περισσότερα περιβάλλοντα προγραμματισμού δεν περιλαμβάνουν κάποιον οπτικό τρόπο αναπαράστασης της λειτουργίας του προγράμματος.

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί εργαλεία που βοηθούν τους μαθητές να ξεπεράσουν τα παραπάνω προβλήματα. Τα εργαλεία αυτά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους (Powers et. al., 2006). Τέτοιες κατηγορίες είναι τα *αφηγηματικά εργαλεία* (π.χ. λογισμικό Alice) (Moscal et al., 2004) με τα οποία προγραμματίζεται η αφήγηση μιας ιστορίας, τα *εργαλεία οπτικού προγραμματισμού* με τα οποία ο μαθητής προγραμματίζει μέσω ενός περιβάλλοντος με ενέργειες τύπου «σέρνω και αφήνω» (drag and drop) (Goldman, 2004), τα *εργαλεία παραγωγής διαγραμμάτων ροής* (π.χ. Iconic Programmer) (Chen & Morris, 2005) στα οποία ο χρήστης προγραμματίζει συνδέοντας τα στοιχεία του προγράμματος ώστε να αναπαρασταθεί η σειρά των υπολογισμών, τα *εργαλεία με χρήση γλώσσας πολλαπλών επιπέδων* (π.χ. Robolab) (Portsmore, 1999) με τα οποία ο χρήστης μπορεί να προγραμματίσει σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με τις γνώσεις του και το είδος της εφαρμογής και τέλος, τα *εργαλεία προγραμματισμού πολυμορφικής εξόδου αποτελεσμάτων*, με τα οποία η εκτέλεση του προγράμματος έχει ως αποτέλεσμα την έξοδο όχι μόνο κειμένου αλλά και άλλης μορφής πληροφορία (MicroWorlds Pro) ή τον προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών (Lego Mindstorms) (Cliburn, 2006). Πολλά εργαλεία έχουν χαρακτηριστικά που ανήκουν σε περισσότερες από μια από τις παραπάνω κατηγορίες.

Στο νέο βιβλίο πληροφορικής της Γ' Γυμνασίου υιοθετείται μια προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού διαφορετική της παραδοσιακής, η οποία δίνει έμφαση στους μικρόκοσμους. Συγκεκριμένα, αξιοποιείται το λογισμικό MicroWorlds Pro, το οποίο χρησιμοποιεί την γλώσσα προγραμματισμού Logo και την επεκτείνει με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι εύκολη η δημιουργία εργασιών με πολυμέσα.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία πιλοτική προσπάθεια αξιοποίησης του εκπαιδευτικού λογισμικού MicroWorlds EX Robotics για τον προγραμματισμό

ρομποτικών κατασκευών LEGO στα πλαίσια εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων για την κατανόηση βασικών αρχών, εννοιών και δομών προγραμματισμού από μαθητές Γυμνασίου. Η βασισμένη σε σχέδιο εργασίας (project) εκπαιδευτική δραστηριότητα ενέπλεξε τους μαθητές σε μία προσπάθεια προγραμματισμού μιας ρομποτικής κατασκευής με τουβλάκια και αισθητήρες, με τη χρήση δομών ελέγχου και επανάληψης.

2. Θεωρητικό πλαίσιο

Τα τελευταία χρόνια αποδίδεται ιδιαίτερη προσοχή στις βασισμένες στον Η/Υ δραστηριότητες μοντελοποίησης κατασκευών για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η έρευνα στη διδακτική των επιστημών και της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη δημιουργία τεχνολογιών ελέγχου βασισμένων στον Η/Υ που επιτρέπουν την ανάπτυξη δραστηριοτήτων μοντελοποίησης στο σχολείο. Όπως επισημαίνεται από σχετικές έρευνες η τεχνολογία ελέγχου παρουσιάζει ευρύτερο ενδιαφέρον παιδαγωγικής αξιοποίησης (Κυνηγός & Φράγκου, 2000) αφού αξιοποιεί πρακτικά τη βασική Πιαζετιανή θέση ότι τα παιδιά κατανοούν καλύτερα όταν έχουν την ευκαιρία να εκφραστούν μέσω της προσωπικής ανακάλυψης και δημιουργίας (Piaget, 1974). Η σειρά LEGO Mindstorms έχει χρησιμοποιηθεί σε αρκετές περιπτώσεις στη διδασκαλία της τεχνολογίας και των φυσικών επιστημών από την πρωτοβάθμια ως την πανεπιστημιακή εκπαίδευση για την υποστήριξη της «κατασκευαστικής» (constructionist) μάθησης (Resnick et al., 1996; Portsmore, 1999; Καρατράντου κ.ά., 2006; Alimisis et al., 2005; Alimisis et al., 2007) αλλά και στη διδασκαλία βασικών αρχών προγραμματισμού και εισαγωγικών εννοιών της επιστήμης των υπολογιστών (Lawhead et al., 2002; Fagin & Merkle, 2003; Καρατράντου κ.ά., 2005; Καγκάνη κ.ά., 2005). Τα πακέτα LEGO Mindstorms μπορούν να προσφέρουν πολλά σε μια λογική διδασκαλίας του προγραμματισμού όχι με την έννοια του 'υπολογισμού' αλλά με την έννοια της 'αλληλεπίδρασης', όπου τα δεδομένα δεν είναι 'τιμές' (values) αλλά 'οντότητες που θα παρατηρηθούν' και τα αποτελέσματα δεν είναι 'νέες τιμές' αλλά 'ενέργειες μέσα σε μια δυναμική διαδικασία'. Μια τέτοια λογική υλοποιείται σε ένα αντικειμενοστραφές πλαίσιο όπου ο δεσμός ανάμεσα στη συμπεριφορά του φυσικού αντικειμένου (της ρομποτικής κατασκευής) και στο πρόγραμμα του μαθητή είναι ισχυρός και άμεσα παρατηρήσιμος (Lawhead et al., 2002).

Στην εργασία αυτή, υιοθετώντας την άποψη πως βάση της εκπαίδευσης είναι η φυσική τάση του παιδιού για έρευνα (εξερεύνηση καταστάσεων), για επικοινωνία (χρήση της γλώσσας), για κατασκευή (πραγμάτων) και για έκφραση (συναισθημάτων και ιδεών) (Dewey, 1997), επιχειρήθηκε η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού πακέτου ρομποτικών κατασκευών LEGO Mindstorms και του εκπαιδευτικού λογισμικού MicroWorlds EX Robotics, προκειμένου να ερευνηθεί αν και κατά πόσο μαθητές Γυμνασίου με τη χρήση του μπορούν να κατανοήσουν βασικές αρχές προγραμματισμού, όπως οι δομές ελέγχου και επανάληψης και να εργαστούν με αυτές.

3. Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της μελέτης χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms 'Τεχνολογικές Επινοήσεις'. Το πακέτο αποτελεί ένα ευέλικτο μέσο για σχεδιασμό και κατασκευές σε περιορισμένο χρόνο και με μικρό κόστος. Προσφέρει «οικοδομικά» υλικά (τουβλάκια, γρανάζια, τροχούς, τροχαλίες κ.ά.), αισθητήρες για τη μετάδοση δεδομένων στον Η/Υ και εξωτερικές συσκευές (κινητήρες, λαμπτήρες κ.ά.). Η προγραμματιζόμενη μονάδα RCX (τούβλο RCX) μπορεί να αποθηκεύει προγράμματα στη μνήμη ενός μικροεπεξεργαστή που μεταδίδονται από τον Η/Υ του χρήστη μέσω θύρας υπερύθρων και να τα εκτελεί σε πλήρη αυτονομία από τον Η/Υ από τον οποίο μεταδόθηκε το πρόγραμμα. Το περιβάλλον που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών είναι το MicroWorlds EX Robotics (της εταιρίας LCSI), το οποίο χρησιμοποιεί την γλώσσα προγραμματισμού Logo και την επεκτείνει με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η δημιουργία εργασιών με πολυμεσικό χαρακτήρα, αλλά και ο προγραμματισμός του ρομπότ Criket και του μικροεπεξεργαστή Lego RCX Brick της Lego. Έτσι, η διδασκαλία του προγραμματισμού δεν ακολουθεί το τυπικό μοντέλο διδασκαλίας αλλά μια κατασκευαστική προσέγγιση (Τσοβόλας & Αντωνίου, 2005).

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο 16ο Γυμνάσιο Πάτρας. Η πιλοτική ομάδα αποτελούνταν από έξι (6) τυχαία επιλεγμένους μαθητές της τρίτης τάξης (3 αγόρια και 3 κορίτσια), οι οποίοι χωρίστηκαν επίσης τυχαία σε 2 ομάδες των τριών. Όλοι τους είχαν διδαχθεί θέματα προγραμματισμού στο σχολείο τους και συγκεκριμένα θέματα αλγορίθμων καθώς και τη δομή: If <συνθήκη> then <εντολές> και If <συνθήκη> then <εντολές> else <εντολές>

Οι μαθητές είχαν ασχοληθεί με την αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας ψευδοκώδικα, όχι όμως με τη δομή επανάληψης και δεν είχαν προγραμματίσει πάλι χρησιμοποιώντας κάποια γλώσσα προγραμματισμού. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας οι μαθητές δούλεψαν συνολικά σε 2 δίωρες συναντήσεις βασιζόμενοι σε 5 ειδικά διαμορφωμένα φύλλα εργασίας. Σε όλες τις φάσεις της δραστηριότητας δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση ώστε κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων ελέγχου των ρομποτικών κατασκευών οι μαθητές να ολοκληρώνουν τον κύκλο ανάπτυξης του προγράμματος (ανάλυση του προβλήματος, σχεδιασμός αλγορίθμου για την επίλυση του προβλήματος, υλοποίηση του αλγορίθμου, έλεγχος του προγράμματος) ενώ τη συνάντηση έκλεινε μία συζήτηση για τις έννοιες και τις δομές προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν. Σε κάθε περίπτωση τους ζητήθηκε να καταγράψουν ή να σχεδιάσουν τον τρόπο με τον οποίο σκέφτονται να υλοποιήσουν το πρόγραμμα (τον αλγόριθμο) και στη συνέχεια να αρχίσουν την υλοποίηση του προγράμματος. Ο έλεγχος του προγράμματος έγινε μέσα από διαδικασίες δοκιμής και απόρριψης.

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκαν τρεις μέθοδοι

παρακολούθησης της εργασίας των μαθητών: α. παρακολούθηση από τους δυο ερευνητές και προσωπικές σημειώσεις, β. ηχογράφηση των συζητήσεων των ομάδων των μαθητών γ. σύντομο ερωτηματολόγιο μετά το τέλος της δραστηριότητας. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε 10 ερωτήσεις (8 πολλαπλής επιλογής και 2 ανοικτού τύπου). Αυτές αφορούσαν τις γνώσεις των μαθητών για το χειρισμό Η/Υ, τη γνώμη τους για το λογισμικό MicroWorlds EX Robotics και τον προγραμματισμό με αυτό, αλλά και τη γνώμη τους για τη δραστηριότητα με την οποία ασχολήθηκαν. Δύο ερευνητές παρακολουθούσαν με προσοχή τον καταιγισμό ιδεών, τις συζητήσεις, τις δραστηριότητες και τις αντιδράσεις των μαθητών. Κρατούσαν σημειώσεις και επενέβαιναν όταν οι μαθητές χρειάζονταν βοήθεια. Ο ρόλος τους ήταν συμβουλευτικός παρά καθοδηγητικός. Οι δραστηριότητες ηχογραφήθηκαν ώστε όλη η ερευνητική ομάδα να μπορεί εκ των υστέρων να αναλύσει τον τρόπο σκέψης και εργασίας των μαθητών.

3.1. Η Εκπαιδευτική δραστηριότητα

Η εργασία των μαθητών αποτελούνταν από δυο επιμέρους εκπαιδευτικές δραστηριότητες, κατά τη διάρκεια των οποίων το ενδιαφέρον και τα κίνητρα των μαθητών ολοένα και αυξάνονταν. Υπήρξαν συζητήσεις, επιχειρήματα, συμφωνίες, διαφωνίες, με σκοπό να ολοκληρωθούν οι εκάστοτε δραστηριότητες.

Η πρώτη δραστηριότητα υλοποιήθηκε στην πρώτη δίωρη συνάντηση, κατά η διάρκεια της οποίας οι ερευνητές αρχικά παρουσίασαν σύντομα τον υλικό εξοπλισμό του πακέτου Lego Mindstorms και το περιβάλλον του λογισμικού Microworlds EX Robotics. Οι μαθητές εργαζόμενοι με το πρώτο φύλλο εργασίας (‘Γνωριμία με τα Lego Mindstorms’) ήρθαν σε επαφή με ‘έξυπνα’ στοιχεία εξόδου κινητήρες και λάμπες και πειραματίστηκαν με τις εντολές του λογισμικού που ελέγχουν τη λειτουργία τους. Στη συνέχεια, τους δόθηκε ένα ήδη κατασκευασμένο αυτοκίνητο, για λόγους οικονομίας χρόνου και τους ζητήθηκε να αναγνωρίσουν τα στοιχεία που αυτό περιέχει. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές επιθυμούσαν να κατασκευάσουν το αυτοκίνητο ή έστω να τροποποιήσουν τη μορφή του. Για το λόγο αυτό εξέφρασαν πολλές ιδέες χωρίς να παρακινηθούν από την ερευνητική ομάδα. Το δεύτερο φύλλο εργασίας (‘Κάντε το αυτοκινητάκι να κινηθεί!!!’) προέτρεπε τους μαθητές να προγραμματίσουν το αυτοκίνητο προσδίδοντάς του διάφορες συμπεριφορές αρχικά σύμφωνα με το φύλλο εργασίας και στη συνέχεια δικής τους επιλογής. Το αποτέλεσμα κάθε εντολής ήταν άμεσα αντιληπτό αφού η καθεμία μεταδιδόταν στο τούβλο RCX με τη βοήθεια του πομπού υπερύθρων, γεγονός όμως που απαιτούσε τη συνεχή οπτική επαφή μεταξύ αυτοκινήτου και πομπού. Σύντομα τους δημιουργήθηκε η ανάγκη ανεξαρτητοποίησης του αυτοκινήτου από τον υπολογιστή για να μπορεί να εκτελεί σύνθετες συμπεριφορές. Έτσι δόθηκε η ευκαιρία στους ερευνητές να τους μιλήσουν για τις διαδικασίες και τη δημιουργία προγραμμάτων. Σύμφωνα με το πρόγραμμα *crasycar το αυτοκίνητο προχωρά για 5’’ με τα φώτα αναμμένα, επιταχύνει για 5’’, σταματά με τα φώτα σβηστά για 5’’ και ξαναξεκινά* ή σύμφωνα με το

πρόγραμμα *moveit το αυτοκίνητο προχωρά με το πράσινο μπροστινό φως αναμμένο για 10'' και στη συνέχεια κινείται προς τα πίσω με το πίσω κόκκινο φως αναμμένο για 5''*. Κάθε φορά οι δυο ομάδες περιέγραφαν λεκτικά τη συμπεριφορά του αυτοκινήτου πριν το προγραμματίσουν. Ακολούθησε η αναγνώριση των έξυπνων στοιχείων εισόδου δηλαδή των αισθητήρων φωτός, θερμοκρασίας, αφής και ο πειραματισμός με τη λειτουργία τους για να κατανοήσουν οι μαθητές 'τι' και 'πως' αυτοί 'μετρούν'.

Εικόνα 1: *Αριστερά - οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες. Δεξιά - Το αυτοκινητάκι και ο φωτεινός σηματοδότης*

Η δεύτερη δραστηριότητα, η οποία ήταν περισσότερο σύνθετη, υλοποιήθηκε στη δεύτερη δίωρη συνάντηση και κατά τη διάρκειά της οι μαθητές αφού εφοδιάστηκαν με έντυπη λίστα που περιείχε τις απαραίτητες εντολές, δούλεψαν με τα επόμενα τρία φύλλα εργασίας. Αρχικά τους τέθηκε το κυρίως πρόβλημα που είναι ο προγραμματισμός του αυτοκινήτου ώστε να συμπεριφέρεται κατάλληλα στο κόκκινο ή/και πράσινο φανάρι ενός φωτεινού σηματοδότη. Η κατασκευή του φωτεινού σηματοδότη τους δόθηκε επίσης έτοιμη για λόγους οικονομίας χρόνου. Ακολούθησε καταιγισμός ιδεών και συζήτηση για το εξάρτημα με το οποίο θα πρέπει το αμάξι να είναι εφοδιασμένο ώστε να 'αντιλαμβάνεται' το χρώμα του φωτεινού σηματοδότη: *'θα πρέπει να έχουμε αισθητήρες', 'θέλουμε αισθητήρα χρώματος', 'η κόκκινη και η πράσινη λάμπα θα έχουν διαφορετική ένταση φωτός', 'ναι, αλλά το περιβάλλον μπορεί να επηρεάζει…'*. Αφού η συζήτηση κατέληξε στον απαραίτητο αισθητήρα φωτός στο μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου, το φύλλο εργασίας 3 ('Κάντε το αυτοκινητάκι να βλέπει!!!') τους προέτρεψε να καταγράψουν την τιμή που αυτός 'μετράει' όταν βρίσκεται εμπρός από την αναμμένη κόκκινη λάμπα, τη αναμμένη πράσινη λάμπα και στο φυσικό περιβάλλον, ώστε να αντιληφθούν τις διαφορές στις μετρήσεις. Οι μαθητές έτσι, αντιστοίχισαν τις ζώνες των αριθμητικών τιμών που μετρούσαν με το 'πράσινο' και το 'κόκκινο' του φωτεινού σηματοδότη. Το τέταρτο φύλλο εργασίας ('Το αυτοκινητάκι και οι φωτεινοί σηματοδότες (1)') θεωρώντας πως το αυτοκίνητο είναι σταματημένο στο κόκκινο φανάρι ζητούσε από τους μαθητές να το προγραμματίσουν ώστε να αρχίσει να κινείται όταν το φανάρι γίνει πράσινο. Η συζήτηση 'άναψε' αμέσως και γρήγορα οι μαθητές αναγνώρισαν τη χρησιμότητα της εντολής *waituntil [συνθήκη]* την οποία μετέφρασαν ως *περίμενε έως ότου*: *'θα κάνουμε waituntil green', ' αφου δεν καταλαβαίνει το green καταλαβαίνει νούμερα', ' το κόκκινο είναι γύρω στα 470', 'το πράσινο στο 390-400', 'θα βάλουμε waituntil*

sensor1 < 450 για να είμαστε μέσα και μετά bon'. Το πρόγραμμα υλοποιήθηκε και εκτελέστηκε με επιτυχία ενώ η παρέμβαση των ερευνητών αφορούσε μόνο τη σύνταξη των εντολών αφού οι μαθητές δεν γνώριζαν καλά το λογισμικό. Δόθηκε η ευκαιρία στους ερευνητές να συζητήσουν με τους μαθητές το ρόλο της δομής: *repeat <εντολές> until <συνθήκη>* την λειτουργία της οποίας προσεγγίζει η εντολή *waituntil [συνθήκη]*. Το πέμπτο φύλλο εργασίας ('Το αυτοκινητάκι και οι φωτεινοί σηματοδότες (2)') θεωρώντας πως το αυτοκίνητο κινείται, ζητούσε από τους μαθητές να το προγραμματίσουν ώστε να σταματήσει όταν το φανάρι γίνει κόκκινο και στη συνέχεια να αρχίσει να κινείται όταν το φανάρι γίνει πράσινο. Ο προβληματισμός εδώ είναι λίγο μεγαλύτερος επειδή οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν πως με την εντολή waituntil [συνθήκη] το αυτοκίνητο 'περιμένει' να ικανοποιηθεί μια συνθήκη ακόμη και αν κινείται *'θα πούμε bon waituntil….', 'waituntil…. sensor1<470', 'θα βάλουμε boff; ...χρειάζεται;', 'αν δε το βάλουμε θα κινείται συνεχώς'*. Ολοκληρώνουν το πρόγραμμα το οποίο εκτελείται τελικά επιτυχώς και στη συνέχεια δοκιμάζουν πιο σύνθετες συμπεριφορές.

Πίνακας 1: *Αριστερά - ενδεικτικό πρόγραμμα για το φύλλο εργασίας 4. Δεξιά - ενδεικτικό πρόγραμμα για το φύλλο εργασίας 5.*

to car	to light
waituntil [sensor1 < 450]	bon
bon	waituntil [sensor1 < 470]
end	boff
	waituntil [sensor1 < 430]
	bon
	end

4. Αποτελέσματα και συζήτηση

Παρατηρώντας την εργασία των μαθητών κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των δραστηριοτήτων και μελετώντας προσεκτικά την ηχογράφηση και τις σημειώσεις των ερευνητών, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον και αφοσίωση για την ολοκλήρωση του ζητούμενου προβλήματος.

Κατά τη διάρκεια υλοποίησης της δραστηριότητας σε καθεμιά από τις δύο ομάδες, οι ρόλοι ανατέθηκαν στα μέλη της από τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Παρατηρήθηκε, ότι τα αγόρια που συμμετείχαν σε κάθε ομάδα έδειξαν αμέσως, περισσότερο ενδιαφέρον στην ανακατασκευή του αυτοκινήτου και στην επαλήθευση του κατά πόσο το πρόγραμμα που κατασκεύαζαν λειτουργούσε έτσι όπως ανέμεναν. Τα κορίτσια έδειξαν (ενδεχομένως και εξ ανάγκης) να προσανατολίζονται περισσότερο στη συγγραφή του ψευδοκώδικα αφού τα αγόρια 'άρπαξαν' το αυτοκίνητο. Η συμπεριφορά αυτή των δύο φύλων φαίνεται να συμβαδίζει με τις απόψεις του Papert για τη δυναμική που αναπτύσσεται κατά την ενασχόληση των παιδιών με την ψηφιακή τεχνολογία (Papert, 2003), σύμφωνα με τη οποία τα κορίτσια δοκιμάζουν όλα τα είδη πραγμάτων ενώ τα αγόρια θέλουν να κάνουν κάτι γρήγορο και δυνατό

και έτσι αρχίζουν αμέσως να κατασκευάζουν.

Δεν διαπιστώθηκε να δημιουργείται πρόβλημα από την αναγνώριση των εντολών που έπρεπε να χρησιμοποιηθούν. Επίσης, το γεγονός ότι οι εντολές ήταν στην αγγλική δεν φάνηκε να επιδρά αρνητικά στη δόμηση του προγράμματος. Το κυριότερο πρόβλημα κατά τον προγραμματισμό, εστιάστηκε στη σύνταξη των εντολών, δηλαδή στη χρήση κενών, αγκυλών κλπ. Στα σημεία αυτά παρενέβησαν και έδωσαν λύση οι ερευνητές, αφού η δραστηριότητα στόχευε στην κατανόηση της λειτουργίας των δομών προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν και όχι στο πώς αυτές συντάσσονται. Σημειώνεται βέβαια, ότι τα βασικά χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων δομών επανάληψης είναι κοινά στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού. Ταυτόχρονα προέκυψαν απορίες και προβληματισμοί που αφορούσαν κι άλλα επιστημονικά πεδία (όπως φυσική, τεχνολογία) που προσέδωσαν στην εκπαιδευτική δραστηριότητα διαθεματικό χαρακτήρα.

Από την ανάλυση των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε μετά το τέλος της διαδικασίας, διαπιστώθηκε ότι όλοι οι μαθητές είχαν Η/Υ στο σπίτι, 3 είχαν παρακολουθήσει μαθήματα εκτός σχολείου, 3 μαθητές θεωρούσαν πως έχουν μέτριες γνώσεις στη χρήση Η/Υ, 2 πάρα πολλές και μόνο 1 λίγες. Όλοι τους είχαν χρησιμοποιήσει λογισμικό γενικής χρήσης (π.χ. Microsoft Office) και παιχνίδια ψυχαγωγίας. Μόνο ένας δήλωσε πως είχε για λίγο εργαστεί στο περιβάλλον της QBasic. Το Microworlds EX Robotics φάνηκε εύκολο στη χρήση σε 5 μαθητές και μέτριο σε 1 μόνο μαθητή. Ο προγραμματισμός του αυτοκινήτου ήταν πολύ εύκολος για 3 μαθητές και μέτριος για τους υπόλοιπους. Όλοι τους βρήκαν πολύ και πάρα πολύ ενδιαφέρουσα την εργασία τους με τα Lego. Σχεδόν όλοι δήλωσαν πως έμαθαν να προγραμματίζουν. Χαρακτηριστικές απαντήσεις που έδωσαν ήταν: '*έμαθα πως περίπου γίνεται ο προγραμματισμός', 'σε τι χρησιμεύουν οι αλγόριθμοι, πως προγραμματίζουν', 'έμαθα να βάζω μια λογική σειρά και να σκέφτομαι όλες τις εκδοχές, έμαθα να προγραμματίζω'*. Το φύλο και η προηγούμενη εμπειρία στη χρήση Η/Υ δεν φάνηκε να επηρέασε τις απαντήσεις τους που αφορούσαν στην ευκολία της χρήσης του λογισμικού, στον προγραμματισμό του αυτοκινήτου και στο ενδιαφέρον που παρουσίασε γι' αυτούς η δραστηριότητα.

Από όλα τα παραπάνω, διαπιστώθηκε ότι στο τέλος της δραστηριότητας οι μαθητές ήταν σε θέση να χρησιμοποιούν με ευχέρεια το λογισμικό MicroWorlds EX Robotics για τον προγραμματισμό του αυτοκινήτου αλλά και των στοιχείων του πακέτου Lego Mindstorms. Μάλιστα, ήταν σε θέση να εξηγούν σε όλες τις περιπτώσεις τι ακριβώς κάνει το πρόγραμμά τους.

Σε σχέση με το πρόβλημα που τους τέθηκε, οι μαθητές κατάφεραν να το αναλύσουν σύμφωνα με τα φύλλα εργασίας, ακολούθως να σχεδιάσουν τον τρόπο λύσης του και στη συνέχεια να αναπτύξουν το πρόγραμμα για την επίλυσή του. Έδειξαν να κατανοούν, έστω και εισαγωγικά, τον τρόπο χρήσης των βασικών δομών του προγράμματος που χρησιμοποιήθηκαν. Σ' αυτό, ίσως βοήθησε το γεγονός ότι το

περιβάλλον εργασίας ενεθάρρυνε τον πειραματισμό και τους έδινε τη δυνατότητα να βλέπουν άμεσα το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του προγράμματός τους. Μέσα από αυτόν τον τρόπο εργασίας, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αυτενεργήσουν, να αποκτήσουν εμπειρία και να επωφεληθούν τελικά από τα λάθη τους.

Συμπερασματικά, η πιλοτική αυτή εφαρμογή έδειξε ότι οι ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms με το λογισμικό MicroWorlds EX Robotics, με την προϋπόθεση της κατάλληλης παιδαγωγικής πλαισίωσης, μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη διδασκαλία προγραμματιστικών δομών. Οι μαθητές στη συγκεκριμένη εκπαιδευτική δραστηριότητα συνεργάστηκαν σε ένα πλούσιο από υλικά περιβάλλον, χρησιμοποίησαν με επιτυχία εισαγωγικές - βασικές δομές προγραμματισμού και γνώρισαν τον προγραμματισμό ως μια διαδικασία αλληλεπίδρασης και όχι μαθηματικών υπολογισμών.

Βιβλιογραφία

Alimisis, D., Karatrantou, A., Tachos, N. (2005) 'Technical school students design and develop robotic gear-based constructions for the transmission of motion', In Gregorczyk G., Walat A., Kranas W., Borowiecki M.. (eds.), Eurologo 2005, Digital Tools for Lifelong Learning, Proceedings, Warsaw: DrukSfera, pp. 76-86.

Dimitris Alimisis, Michele Moro, Javier Arlegui, Alfredo Pina, Stassini Frangou, Kyparissia Papanikolaou, Robotics & Constructivism in Education: the TERECoP project, In Ivan Kalas (ed.), Proceedings of the 11th European Logo Conference, 19 - 24 August 2007, Bratislava, Slovakia, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava, ISBN 978-80-89186-20-4.

Brusilovsky, P., Calabrese E., Hvorecky J., Kouchnirenko A. & Miller P. (1999). Mini-languages: A Way to Learn Programming Principles. *Education and Information Technologies*, 2(1), pp. 65-83.

Chen, S. and Morris, S. (2005). *Iconic programming for flowcharts, java, turing, etc.* In Proceedings of the 10th Annual SIGCSE Conference on innovation and Technology in Computer Science Education. ACM Press, pp. 104-107.

Cliburn, D. (2006). *An Introduction to the Lego Mindstorms.* Proceedings of the 39th Annual Conf. of the Association of Small Computer Users in Education, pp. 25-32.

Dewey, J. (1997). *Experience and Education*. Touchstone Edition. New York: Simon and Schuster.

Fagin, B., and Merkle, L. (2003). *Measuring the effectiveness of robots in teaching computer science.* In Proceeding of the 34th SIGCSE technical symposium on Computer science education, ACM Press, pp. 307-311.

Goldman, K.J. (2004). *A concepts-first introduction to computer science.* In Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. ACM Press, pp. 432-436.

Lawhead, P. B., Duncan, M. E., Bland, C. G.,Goldweber, M., Schep, M., Barnes, D. J. and Hollingsworth, R. G. (2002). *A roadmap for teaching introductory*

programming using lego mondstorms robots. In Working group reports from ITiCSE on Inovation and technology in computer science education, ACM Press, pp. 191-201.

Moscal, B., Lurie, D., Cooper, S. (2004). *Evaluating the effectiveness of a new instructional approach.* In Proceedings of the 35th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education. ACM Press, pp. 75-79.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas.* N.Y.: Basic Books.

Papert, S. (2003). *Why are Schools Afraid of Digital Technology.* Ανακτήθηκε 12/1/2008 από τη διεύθυνση: http://www.elearningeuropa.info/directory/ index.php? page=doc&doc_id=1424&doclng=6.

Piaget, J. (1974), *To understand is to invent*. N.Y.: Basic Books.

Portsmore, M. (1999). ROBOLAB: Intuitive Robotic Programming Software to Support Life Long Learning. *APPLE Learning Technology Review*, pp. 26-39.

Powers, K., Gross, P., Cooper, S., Myles, M., Goldman, K., Proulx, V. & Carlisle, M. (2006). *Tools for Teaching Introductory Programming: What Works?* Proceedings of the 37th SIGCSE technical symposium on Computer science education, pp. 560-561.

Resnick, M., Martin, F., Sargent, R. & Silverman, B. (1996). Programmable Bricks: Toys to think with. *IBM Systems Journal*, 35, 3 & 4, pp. 443 - 452.

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

Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. (2006). *Οι ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης. Πρακτικά* 5ο Πανελλήνιο Συνέδριο *με Διεθνή Συμμετοχή* Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση, Θεσαλλονίκη, 5-8 Οκτωβρίου, σελ. 310-317.

Καρατράντου Α., Τάχος Ν., Αλιμήσης Δ. (2005) *Εισαγωγή σε βασικές αρχές και δομές Προγραμματισμού με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms*, 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο με τίτλο "Διδακτική της Πληροφορικής", Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005, Πρακτικά σε CD-ROM, http://www.etpe.gr/uploads1/paper_s81.

Κυνηγός, Χ και Φράγκου, Σ. (2000). *Πτυχές της παιδαγωγικής αξιοποίησης της Τεχνολογίας Ελέγχου στη σχολική τάξη. Πρακτικά 2ο πανελλήνιο Συνέδριο με Διεθνή Συμμετοχή Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Πάτρα, 13-15 Οκτωβρίου, σελ. 83-91.

Ξυνόγαλος, Σ., Σατρατζέμη, Μ. & Δαγδιδέλης, Β. (2000). *Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Πάτρα, 13-15 Οκτωβρίου, σελ. 115-124.

Τσοβόλας, Σ., Αντωνίου, Α. (2005). *Το ρομπότ και η χελώνα. Πρακτικά 3ο Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ* , Σύρος, 13-15 Μαΐου, σελ. 686-694.