

# Χρησιμοποιώντας τα Lego Mindstorms NXT για τη διδασκαλία του Προγραμματισμού σε ένα διαθεματικό πλαίσιο: μία πιλοτική μελέτη

Ελένη Ελευθεριώτη<sup>1</sup>, Ανθή Καρατράντου<sup>2</sup>, Χρήστος Παναγιωτακόπουλος<sup>2</sup>  
[eleni\\_elefther@hotmail.com](mailto:eleni_elefther@hotmail.com), [a.karatrantou@eap.gr](mailto:a.karatrantou@eap.gr), [cpanag@upatras.gr](mailto:cpanag@upatras.gr)

<sup>1</sup> ΑΣΠΑΙΤΕ, Παράρτημα Πάτρας

<sup>2</sup> Πανεπιστήμιο Πατρών

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί αρκετές μελέτες που αφορούν τη χρήση των Lego Mindstorms στην εκπαίδευση με θετικό απολογισμό από μαθησιακής άποψης. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μία πιλοτική προσπάθεια αξιοποίησης του εκπαιδευτικού πακέτου ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms NXT στη διδασκαλία του προγραμματισμού σε ένα διαθεματικό πλαίσιο. Η εκπαιδευτική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε σε ένα ΕΠΑ.Λ. της Πάτρας με τη συμμετοχή μαθητών Α' τάξης του Τεχνολογικού τομέα και του τομέα Υψηλών. Οι μαθητές συνεργάστηκαν για να σχεδιάσουν, κατασκευάσουν και κυρίως να προγραμματίσουν ένα όχημα έτσι ώστε, αυτό κατά την κίνησή του να ανταποκρίνεται σε φωτεινούς σηματοδότες (φανάρια) μιμούμενο όσο καλύτερα γίνεται την πραγματικότητα. Η παρατήρηση της εργασίας και η αξιολόγηση των ενεργειών των μαθητών έδειξαν ότι η συγκεκριμένη εκπαιδευτική δραστηριότητα τους βοήθησε να κατανοήσουν τη λειτουργία βασικών δομών προγραμματισμού αλλά και εννοιών φυσικής και τεχνολογίας μέσα από την ανταλλαγή σκέψεων, γνώσεων και ιδεών σε ένα ευχάριστο και διαθεματικό περιβάλλον οικοδόμησης της γνώσης.

**Λέξεις κλειδιά:** προγραμματισμός, αλγόριθμος, Lego Mindstorms, διαθεματικότητα

## Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί αρκετές μελέτες που αφορούν τη χρήση των Lego Mindstorms (LM) από μαθητές (Cliburn, 2006). Οι μελέτες εστιάζουν συνήθως, στη δημιουργία κατάλληλων προϋποθέσεων ώστε να δημιουργηθούν κανόνες που θα οδηγήσουν το μαθητή να κατανοήσει έννοιες και φαινόμενα. Ο απολογισμός τέτοιων μελετών είναι θετικός για το μαθητή και τον εκπαιδευτικό. Το περιβάλλον των LM, είναι ένα περιβάλλον πλούσιο σε υλικά, το οποίο διέπεται από τις Θεωρίες Οικοδόμησης της Γνώσης, σύμφωνα με τις οποίες οι μαθητές δε μαθαίνουν απλώς γεγονότα, εξισώσεις και τεχνικές αλλά μαθαίνουν να σκέπτονται με κριτικό και συστηματικό τρόπο για να λύσουν ένα πρόβλημα (Papert, 1993). Οι Noss & Hoyles (1996) μέσα από αυτή τη θεώρηση υποστήριξαν ότι το παιδί έχει μεγαλύτερο κίνητρο για να μάθει, όταν εξερευνεί τον κόσμο που το περιβάλλει με ένα φυσικό τρόπο. Επίσης, ο Dewey (1997) θεωρεί ότι η εκπαίδευση των παιδιών πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις τους για έρευνα, κατασκευή, έκφραση και επικοινωνία.

Από την άλλη πλευρά, ο προγραμματισμός αποτελεί ένα εκπαιδευτικό εργαλείο καλλιέργειας και ανάπτυξης νοητικών δεξιοτήτων στους μαθητές. Αποτελεί τη βάση της ανάπτυξης ενός δομημένου τρόπου σκέψης και αντιμετώπισης προβλημάτων σε όλα σχεδόν τα γνωστικά αντικείμενα (Papert, 1980). Ο προγραμματισμός με τα LM δε θυμίζει σε τίποτα

αυτόν που χρησιμοποιείται με τις παραδοσιακές γλώσσες προγραμματισμού. Δεν απαιτεί τη χρήση συμβόλων, αριθμών, εντολών, συντακτικών λεπτομερειών, απομνημόνευσης τεχνικών λεπτομερειών και απομνημόνευσης μεγάλης έκτασης πληροφορίας που αποτελούν τα συνηθισμένα προβλήματα των τυπικών γλωσσών προγραμματισμού (Brusilovsky et al., 1999). Με τα LM ο μαθητής μπορεί εύκολα «σέρνοντας και αφήνοντας», μέσα σε ένα περιβάλλον οπτικού προγραμματισμού και πολυμορφικής εξόδου αποτελεσμάτων να δημιουργήσει το «πρόγραμμά» του, δηλαδή μια αλληλουχία εικόνων που επιβάλλουν στην κατασκευή του να έχει τη συμπεριφορά που αυτός επιθυμεί (Cliburn, 2006). Δε χρειάζεται να θυμάται καμιά εντολή. Πρέπει μόνο να θέτει σε ορθή σειρά τις εικόνες που θα καθορίσουν τον τρόπο κίνησης της κατασκευής του και τον τρόπο αντίδρασης με βάση τα σήματα που λαμβάνουν οι αισθητήρες που ενδεχομένως έχει προσθέσει σ' αυτή.

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μια πιλοτική προσπάθεια αξιοποίησης του πακέτου ρομποτικών κατασκευών LM NXT στη διδασκαλία βασικών αρχών και δομών προγραμματισμού βασισμένη σε προσέγγιση με διαθεματικό σχέδιο εργασίας, όπου η κατανόηση και πρακτική αξιοποίηση εννοιών φυσικής και τεχνολογίας είναι πολύ σημαντική. Σύμφωνα με αυτή, μαθητές από την Α' τάξη ενός ΕΠΑ.Λ. της Πάτρας συνεργάστηκαν για να σχεδιάσουν, κατασκευάσουν και κυρίως να προγραμματίσουν ένα όχημα έτσι ώστε, αυτό κατά την κίνησή του να ανταποκρίνεται σε φωτεινούς σηματοδότες (φανάρια) μμυούμενο όσο καλύτερα γίνεται την πραγματικότητα.

### Θεωρητικό Πλαίσιο

Η γνωστική αξία του προγραμματισμού έχει επισημανθεί ήδη από τις αρχές τις δεκαετίας του '80, αφού αυτός θεωρείται ένα αποτελεσματικό μέσο για τη διδασκαλία βασικών εννοιών που βρίσκουν εφαρμογή στα Μαθηματικά, στη Φυσική και στη Λογική (Papert, 1980; Howe et al., 1989) και τη μεταφορά δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων σε άλλα γνωστικά πεδία (Ennis, 1994; Pirolli & Recker, 1994). Ταυτόχρονα, ο προγραμματισμός προϋποθέτει τη χρήση αλγορίθμων. Η ικανότητα των μαθητών να κατανοούν έναν αλγόριθμο εξαρτάται από τη δυνατότητα τους να κατασκευάζουν ένα σύστημα αναπαράστασης όπως είναι ο «ψευδοκώδικας». Από τη στιγμή που οι μαθητές μπορούν να εκφράσουν τις σκέψεις τους σε ένα σύστημα αναπαράστασης έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν συγκεκριμένη - πραγματική, διαισθητική και συμβολική γνώση (Noss et al., 1997). Ας μη ξεχνάμε, ότι η ικανότητα καθενός να συνθέτει έναν «ψευδοκώδικα» για την έκφραση ενός αλγορίθμου είναι εξαιρετικά σημαντική ακόμα και για απλές, τυπικές και καθημερινές δραστηριότητες (Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2008).

Οι μαθητές όμως, αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην κατανόηση εννοιών και δομών προγραμματισμού (Τζιμογιάννης, 2002) και μόλις τα τελευταία χρόνια έρευνες αρχίζουν να λαμβάνουν υπόψη τους σύνθετους παράγοντες (γνωστικούς, παιδαγωγικούς και κοινωνικούς) που παρεμβαίνουν στη μάθηση κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Χαρακτηριστικό είναι πως πολλοί μαθητές, ακόμη και φοιτητές, δεν μπορούν να γράψουν ολοκληρωμένα και λογικά ορθά προγράμματα ακόμη και μετά από πολλά μαθήματα στον προγραμματισμό. Στη χώρα μας έχουν αναφερθεί προβλήματα σχετικά με τις παρανοήσεις μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στον προγραμματισμό, όπως είναι η εφαρμογή της δομής επιλογής για την επίλυση απλών προβλημάτων (Τζιμογιάννης & Κόμης, 1999). Αρκετές έρευνες δείχνουν ότι ο προγραμματισμός αποτελεί, για την πλειονότητα των μαθητών, μια ελάχιστα ελκυστική δραστηριότητα. Οι μαθητές δείχνουν μεγάλο ενδιαφέρον για το διαδίκτυο, για λογισμικά γενικής χρήσης και, κυρίως, για τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Από τη σκοπιά του εκπαιδευτικού, η διδασκαλία του προγραμματισμού αποτελεί μια δύσκολη αλλά ταυτόχρονα ενδιαφέρουσα εργασία, ιδιαίτερα όταν αφορά σε μαθητές της

δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Συχνά όμως, διατυπώνονται απόψεις που θέτουν υπό αμφισβήτηση την παιδαγωγική αξία της, ιδιαίτερα για τους μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η αντίληψη αυτή φαίνεται να είναι έντονη και σε εκπαιδευτικούς της Πληροφορικής (Γζιμογιάννης, 2002).

Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται έντονο ενδιαφέρον για το σχεδιασμό δραστηριοτήτων διδασκαλίας προγραμματισμού στηριγμένων στη διερευνητική μάθηση (Ramadhan, 2000; Kolikant & Pollack, 2004) και στη συνεργατική μάθηση (Γρηγοριάδου κ.α., 2004). Οι Williams & Kessler (2000) αναφέρουν ότι η συνεργασία μεταξύ των μαθητών αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στη μάθηση του προγραμματισμού. Οι προσεγγίσεις αυτές δίνουν έμφαση στον παιδαγωγικό σχεδιασμό της διδασκαλίας του προγραμματισμού και στη μετατόπιση από το συντακτικό στην καλλιέργεια δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (αναλυτική σκέψη, αφαιρετική σκέψη, μοντελοποίηση λύσεων). Σε αυτή τη λογική αξιοποιούνται σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού εκπαιδευτικά περιβάλλοντα (π.χ. MicroWolds Pro, RoboLab) και 'μικρόγλωσσες' (π.χ. Logo, Karel, BlueJ).

Στη χώρα μας, το Ε.Π.Π.Σ. (ΥΠΔΒΜΘ, 1998), αντιμετωπίζει τον προγραμματισμό ως γνωστική δραστηριότητα με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου. Ωστόσο, οι μαθητές των ΕΠΑ.Λ. που δεν θα ακολουθήσουν τομέα Πληροφορικής δεν έρχονται καθόλου σε επαφή με τις αρχές αλγορίθμων και προγραμματισμού. Διδάσκονται ουσιαστικά μόνο τη χρήση λογισμικών γενικής χρήσης και βασικές εφαρμογές διαδικτύου, στερούμενοι των βασικών πλεονεκτημάτων των αρχών αυτών στη μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων τη στιγμή που στην πλειοψηφία των μαθημάτων τους απαιτείται μια τέτοια αντιμετώπιση. Παράλληλα, σειρές μαθημάτων που διδάσκονται στα ΕΠΑ.Λ., απαιτούν το συνδυασμό εννοιών από διάφορες θεματικές περιοχές γεγονός που εισαγάγει υψηλό βαθμό δυσκολίας, αν εξετάσουμε τα γνωστικά κενά που πολλοί μαθητές έχουν από τα προηγούμενα σχολικά έτη.

### Μεθοδολογία

Για τις ανάγκες της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικών κατασκευών LM NXT . 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 συσκευές εξόδου (κινητήρες, λαμπτήρες κ.ά.). Το περιβάλλον που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των ρομποτικών κατασκευών είναι το εκπαιδευτικό λογισμικό LEGO ® MINDSTORMS ® NXT που βασίζεται στη χρήση εικονιδίων και είναι μια εκπαιδευτική έκδοση του επαγγελματικού λογισμικού LabVIEW του National Instruments. 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.

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο 3<sup>ο</sup> ΕΠΑ.Λ. Πάτρας, στα πλαίσια του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής» της Α' τάξης. Στην δραστηριότητα συμμετείχαν 6 μαθητές, (3 Τεχνολογικού τομέα και 3 τομέα Υπηρεσιών, 4 αγόρια και 2 κορίτσια), οι οποίοι χωρίστηκαν επίσης τυχαία σε 2 ομάδες των τριών. Οι τρεις από αυτούς είχαν διδαχθεί κάποια εισαγωγικά μαθήματα στον προγραμματισμό στην Γ' Γυμνασίου και οι υπόλοιποι καθόλου.

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας οι μαθητές δούλεψαν συνολικά σε 2 δίωρες συναντήσεις βασισμένοι σε ειδικά διαμορφωμένο φύλλο εργασίας, σύμφωνα με το οποίο κλήθηκαν να σχεδιάσουν, κατασκευάσουν και κυρίως να προγραμματίσουν ένα όχημα έτσι ώστε, αυτό κατά την κίνησή του να ανταποκρίνεται σε φωτεινούς σηματοδότες (φανάρια)

μιμούμενο όσο καλύτερα γίνεται την πραγματικότητα. Σε όλες τις φάσεις της δραστηριότητας δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση ώστε κατά την ανάπτυξη των προγραμμάτων ελέγχου της ρομποτικής κατασκευής (οχήματος) 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) και τους ζητήθηκε να καταγράφουν κάθε φορά τον αλγόριθμο που σκέφτονταν (με τη μορφή ψευδοκώδικα) πριν αρχίσουν την υλοποίηση του προγράμματος. Ο έλεγχος του προγράμματος έγινε μέσα από μια διαδικασία δοκιμής και απόρριψης.

Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας χρησιμοποιήθηκαν τρεις μέθοδοι λήψης δεδομένων από την εργασία των μαθητών: α) παρακολούθηση από δυο εκπαιδευτικούς-ερευνητές και προσωπικές σημειώσεις, β) ηχογράφηση των συζητήσεων των ομάδων των μαθητών, γ) σύντομη ομαδική ημιδομημένη συνέντευξη μετά το τέλος της δραστηριότητας. Η συνέντευξη περιλάμβανε ερωτήσεις που αφορούσαν τις γνώσεις των μαθητών για το χειρισμό Η/Υ, τη γνώμη τους για το λογισμικό που χρησιμοποίησαν και τον προγραμματισμό με αυτό, τη γνώμη τους για τη δραστηριότητα με την οποία ασχολήθηκαν, για το αν έμαθαν κάτι νέο και την όποια αξία θεωρούν ότι αυτό έχει. Οι δύο εκπαιδευτικοί-ερευνητές που συμμετείχαν στη δραστηριότητα, παρακολουθούσαν με προσοχή τον καταγισμό 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. Από τις σημειώσεις και τις ηχογραφήσεις των δύο συναντήσεων αναλήθηκε μετά ο τρόπος σκέψης και εργασίας των μαθητών.

### **Παρουσίαση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας**

Η εργασία των μαθητών αποτελούνταν από δυο επιμέρους εκπαιδευτικές δραστηριότητες: (α) την εξοικείωση με το υλικό και το λογισμικό και (β) την κύρια δραστηριότητα.

#### ***Εξοικείωση με το υλικό και το λογισμικό***

Η πρώτη δραστηριότητα υλοποιήθηκε στη πρώτη δίωρη συνάντηση, κατά τη διάρκεια της οποίας οι ερευνητές αρχικά παρουσίασαν σύντομα τον υλικό εξοπλισμό του πακέτου LM NXT και το περιβάλλον του λογισμικού που το συνοδεύει. Οι ερευνητές προμήθευσαν τους μαθητές με ένα ήδη κατασκευασμένο όχημα το οποίο περιελάμβανε μόνο βασικά δομικά στοιχεία, για λόγους οικονομίας χρόνου. Οι μαθητές τροποποιώντας την κατασκευή, συνδέοντας αισθητήρες (αφής, απόστασης, φωτός, χρώματος, ήχου) και συσκευές εξόδου (λάμπες), πειραματίστηκαν με την λειτουργία τους και τον προγραμματισμό της, έτσι ώστε να κατανοήσουν τον τρόπο χρήσης του εκπαιδευτικού πακέτου.

#### ***Κύρια εκπαιδευτική δραστηριότητα***

Η δεύτερη, δηλαδή η κύρια δραστηριότητα, υλοποιήθηκε στη δεύτερη δίωρη συνάντηση και οι μαθητές εργάστηκαν πάνω στο πρόβλημα που τους θέσαμε με Φύλλο Εργασίας. Το πρόβλημα αφορούσε στη συμπλήρωση του οχήματος με εξαρτήματα που θα του επέτρεπαν να αναγνωρίζει το χρώμα φωτεινού σηματοδότη (οδικό φανάρι) και στο προγραμματισμό του ώστε να συμπεριφέρεται κατάλληλα, δηλ. να συνεχίσει να κινείται όταν το φανάρι είναι πράσινο, να σταματά όταν το φανάρι είναι κόκκινο και να αρχίζει πάλι να κινείται όταν το φανάρι γίνει πάλι πράσινο. Η συμπεριφορά αυτή να επαναλαμβάνεται όσες φορές το όχημα συναντήσει φανάρι. Η κατασκευή των φωτεινών σηματοδοτών (3 σηματοδότες, κατασκευές με LED) τους δόθηκε επίσης έτοιμη, για λόγους οικονομίας χρόνου. Ζητήθηκε από τους μαθητές κατά τη διάρκεια της εργασίας τους να περιγράψουν σε απλή γλώσσα το

πρόγραμμα που σκέφτονταν να φτιάξουν (ψευδοκώδικας), το εξάρτημα που προσέθεταν στο όχημα και το λόγο που το έκαναν καθώς και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν.

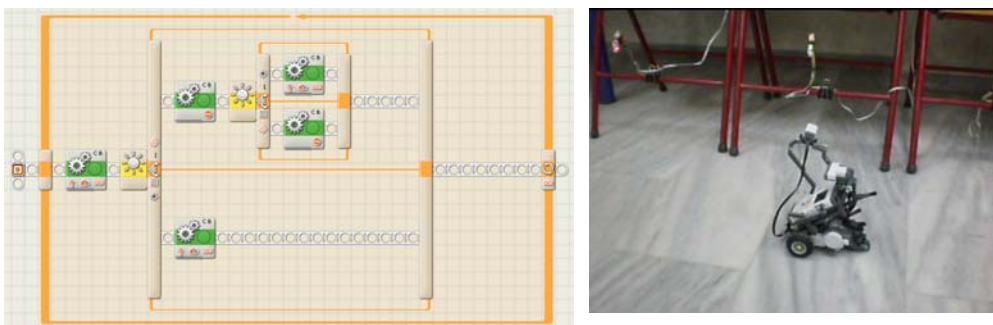
Οι μαθητές βρήκαν πολύ ενδιαφέρον το ζητούμενο θέμα και άρχισαν να εργάζονται με ενθουσιασμό. Ο προβληματισμός άρχισε με το εξάρτημα με το οποίο θα πρέπει να αμείβει να είναι εφοδιασμένο, ώστε να 'αντιλαμβάνεται' το χρώμα του φωτεινού σηματοδότη: *'θα πρέπει να έχουμε αισθητήρες', 'φυσικά τον αισθητήρα χρώματος για να ξεχωρίζει το κόκκινο και το πράσινο'*. Μετά την αρχική επιλογή του αισθητήρα χρώματος σημαντικό ήταν να εντοπιστεί η κατάλληλη θέση τόσο του αισθητήρα πάνω στο όχημα, όσο και η θέση των φαναριών σε σχέση με το όχημα ώστε ο αισθητήρας να μπορεί να αντιληφθεί σωστά το χρώμα του φαναριού. Έγιναν πολλές προσπάθειες με διάφορες σχετικές θέσεις αισθητήρα και φαναριών οι οποίες όμως δεν έδωσαν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Έδωσαν όμως την ευκαιρία στους εκπαιδευτικούς-ερευνητές να συζητήσουν με τους μαθητές για το τι είναι χρώμα, πώς αυτό γίνεται αντιληπτό, τι μετράει ο αισθητήρας χρώματος και πώς ξεχωρίζει τα χρώματα. Τελικά, η διαπίστωση ήταν ότι ο αισθητήρας χρώματος δεν είναι κατάλληλος να αντιληφθεί το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται από τα LED, αφού αυτός μπορεί να αντιληφθεί μόνο το χρώμα ματ επιφανειών που βρίσκονται σε πολύ κοντινή απόσταση από αυτόν, εκμεταλλευόμενος το ανακλώμενο από την επιφάνεια φως που ο ίδιος της στέλνει.

Στη συνέχεια οι μαθητές των δυο ομάδων στράφηκαν στον αισθητήρα φωτός: *'η κόκκινη και η πράσινη λάμπα θα έχουν διαφορετική λάμψη', 'ο αισθητήρας φωτός καταλαβαίνει διαφορετική φωτεινότητα', 'το πράσινο έχει άλλη φωτεινότητα από το κόκκινο', 'ναι αλλά μεγαλύτερη ή μικρότερη;', 'να μετρήσουμε...να δούμε...'*, *'ναι, αλλά το περιβάλλον μπορεί να επηρεάζει...'*. Ο αισθητήρας τοποθετήθηκε σε διάφορες θέσεις πάνω στο όχημα και σε σχέση με τα φανάρια για να καταλήξουν και οι δυο ομάδες πως ο αισθητήρας μπορεί να μετρήσει και να διαχωρίσει καλύτερα το κόκκινο από το πράσινο όταν *'κοιτάζει'* κατευθείαν το φανάρι. Και εδώ οι ερευνητές εκμεταλλεύτηκαν την ευκαιρία να συζητήσουν για το τι είναι φως, τι είναι ένταση φωτός, πώς τη μετράμε και τι είναι κλίμακα του γκρι.

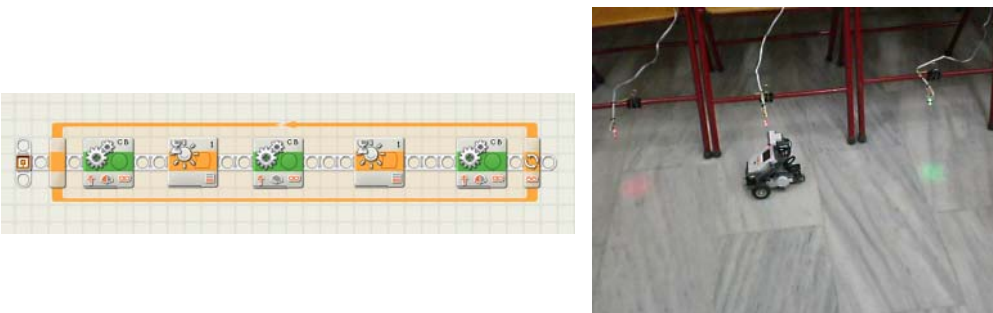
Οι δυο ομάδες προχώρησαν η κάθε μια στην τελική μορφή του οχήματος και της θέσης των 3 φαναριών, έτσι ώστε να μιμηθούν την πραγματικότητα. Οι λύσεις τους αποτελούσαν εφαρμογή της ίδιας βασικής ιδέας με μικρές διαφορές στην εφαρμογή της. Όταν άρχισαν οι προσπάθειες για τον προγραμματισμό της ολοκληρωμένης κατασκευής για κάθε ομάδα, οι ερευνητές παρατήρησαν πως τους *'ψευδοκώδικες'*, που οι μαθητές κατέγραφαν εμφανίστηκαν δυο τάσεις. Η μία ομάδα χρησιμοποιούσε την έκφραση *'... προχώρα έως ότου δεις κόκκινο'* ενώ η άλλη *'... προχώρα και αν δεις κόκκινο τότε σταμάτα'*.



Σχήμα 1. Στιγμιότυπα από τις προσπάθειες των μαθητών



Σχήμα 2. Το πρόγραμμα και η κατασκευή της 1<sup>ης</sup> ομάδας



Σχήμα 3. Το πρόγραμμα και η κατασκευή της 2<sup>ης</sup> ομάδας

Οι ερευνητές αποφάσισαν να ενθαρρύνουν αυτές τις τάσεις με αποτέλεσμα η μία ομάδα να φτιάξει τα προγράμματα της αξιοποιώντας την δομή επανάληψης *επανάλαβε <εντολές> μέχρι <συνθήκη>* και η άλλη με αξιοποιώντας την δομή *ελέγχου εάν <συνθήκη> τότε <εντολές>*. Ακριβώς επειδή το όχημα θα έπρεπε να συμπεριφέρεται κατάλληλα όχι μόνο στο πρώτο φανάρι αλλά και σε επόμενα (τουλάχιστον δυο φανάρια ακόμη αλλά και περισσότερα) μια ακόμη δομή επανάληψης προστέθηκε στο πρόγραμμα των ομάδων: *επανάλαβε ... φορές* (άπειρες στην περίπτωση αυτή).

Οι δυο ομάδες παρουσίασαν το έργο τους η μία στην άλλη (Σχήματα 2 και 3). Μετά την παρουσίαση ακολούθησε συζήτηση για τις βασικές αρχές προγραμματισμού (*κύκλος προγράμματος: ανάλυση του προβλήματος, σχεδιασμός αλγορίθμου για την επίλυση του προβλήματος, υλοποίηση του αλγορίθμου, έλεγχος του προγράμματος*) και έννοιες του προγραμματισμού (*δομή ακολουθίας, δομή ελέγχου, δομές επανάληψης*). Στη συνέχεια έλαβε χώρα μία ομαδική συνέντευξη μέσα από την οποία οι ερευνητές προσπάθησαν να αντλήσουν διάφορες πληροφορίες για το προφίλ τους αλλά και τις εντυπώσεις για την εκπαιδευτική δραστηριότητα, στην οποία έλαβαν μέρος.

### Συζήτηση και γενικές διαπιστώσεις

Από την παρατήρηση της εργασίας των μαθητών κατά τη διάρκεια της διεξαγωγής των επιμέρους δραστηριοτήτων και μελετώντας προσεκτικά την ηχογράφιση και τις σημειώσεις των ερευνητών, διαπιστώθηκε ότι υπήρξε μια ιδιαίτερη 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 τροποποίηση του οχήματος και στην επαλήθευση του κατά πόσο το πρόγραμμα που κατασκεύαζαν λειτουργούσε έτσι όπως ανέμεναν. Τα κορίτσια έδειξαν να προσανατολίζονται περισσότερο στη συγγραφή του ψευδοκώδικα και της οργάνωσης των ενεργειών της δραστηριότητας. Δεν διαπιστώθηκε κάποιο πρόβλημα σε σχέση με την αναγνώριση στοιχείων του προγραμματιστικού περιβάλλοντος που έπρεπε να χρησιμοποιηθούν. Στα σημεία που οι μαθητές έδειχναν να δυσκολεύονται στη διαχείριση των στοιχείων αυτών παρενέβησαν οι ερευνητές και βοήθησαν, αφού η δραστηριότητα στόχευε στην κατανόηση της λειτουργίας των δομών προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν και όχι στο πώς αυτές υλοποιούνται στα διάφορα προγραμματιστικά εργαλεία. Κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας 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 στις ερωτήσεις της συνέντευξης, διαπιστώθηκε ότι όλοι οι μαθητές ήταν κάτοχοι Η/Υ, 3 είχαν παρακολουθήσει μαθήματα χειρισμού 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), το διαδίκτυο και παιχνίδια ψυχαγωγίας. Το προγραμματιστικό περιβάλλον φάνηκε εύκολο στη χρήση σε όλους τους μαθητές, όπως και ο προγραμματισμός του οχήματος. Όλοι τους βρήκαν πολύ ενδιαφέρουσα την εργασία τους με τα LM και δήλωσαν πως έμαθαν πράγματα, όπως: *‘... πως περίπου γίνεται ο προγραμματισμός’, ‘... τι είναι αλγόριθμος και σε τι χρησιμεύει’, ‘... να βάζω μια λογική σειρά και να σκέφτομαι όλες τις εκδοχές’, ‘... να προγραμματίζω’, ‘... τι είναι αισθητήρας και πως μετρά’, ‘... τι είναι χρώμα’, ‘... τι είναι φως και πως το μετράμε’, ‘... πως μπορούμε να προγραμματίσουμε πράγματα να γίνονται αυτόματα’, κ.λπ.*

Σε σχέση με το πρόβλημα που τους τέθηκε, οι μαθητές κατάφεραν να το αναλύσουν σε επιμέρους τμήματα και να πειραματιστούν με λύσεις των υποπροβλημάτων αυτών. Κατάφεραν να σχεδιάσουν τον τρόπο λύσης τους και στη συνέχεια να αναπτύξουν το πρόγραμμα κάθε φορά, να εντοπίζουν τα προβλήματα που προέκυπταν και να βρίσκουν λύσεις. 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 ενθάρρυνε τον πειραματισμό και τους έδινε τη δυνατότητα να βλέπουν άμεσα το αποτέλεσμα της εκτέλεσης του προγράμματός τους. Μέσα από διαδικασίες δοκιμής και απόρριψης, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αυτενεργήσουν, να αποκτήσουν εμπειρία και να επωφεληθούν τελικά από τα λάθη τους.

### **Επίλογος - Συμπεράσματα**

Οι μαθητές που συμμετείχαν στη μελέτη φάνηκαν πολύ ικανοποιημένοι με το όχημα ρομπότ, απόλαυσαν την εργασία με αυτό, εξέφρασαν την επιθυμία τους να μάθουν περισσότερα για τη συγκεκριμένη τεχνολογία και η πλειονότητά τους έκρινε ότι είναι περισσότερο ή εξίσου αποτελεσματική από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται συνήθως, για τη διδασκαλία. Μέσα από την εμπλοκή τους αυτή, φαίνεται ότι κατανόησαν έννοιες των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας μέσα από προοπτικές προγραμματισμού εργαζόμενοι σε ένα διαθεματικό αυθεντικό περιβάλλον. Τα ευρήματα από την αξιοποίηση στην πράξη των εννοιών αυτών είναι σίγουρα θετικά, αλλά η μικρή διάρκεια του πειράματος δημιουργεί ορισμένα ζητήματα: Κατά πόσον τα συναισθήματα και οι συμπεριφορές των μαθητών θα ήταν ίδια αν είχαν χρησιμοποιήσει την εν λόγω τεχνολογία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα; Η μεγαλύτερη εξοικείωση με αυτό θα μπορούσε να

αντικαταστήσει τον αρχικό ενθουσιασμό με την πλήξη ή με μεγαλύτερη απήχηση;

Αποτελέσματα διαφόρων πιλοτικών ερευνών (π.χ. Νικολός κ.α., 2008; Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2008) δείχνουν ότι η αξιοποίηση του εκπαιδευτικού πακέτου LM στις διάφορες εκδόσεις του αλλά και παρόμοια πακέτα και εργαλεία, μπορούν να αποτελέσουν πολύ καλά εκπαιδευτικά εργαλεία, τα οποία κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις μπορεί να αποδειχθούν πολύτιμοι βοηθοί του εκπαιδευτικού και να δώσουν τη δυνατότητα να γίνουν πράξη οι θεωρίες για την κατασκευή της γνώσης μέσα από έρευνα, δοκιμή και απόρριψη. Για να απαντηθούν περισσότερα και ακόμα πιο κρίσιμα ερωτήματα απαιτείται ευρύτερη έρευνα, μέσα από την οποία θα εξεταστούν οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις της χρήσης ρομποτικών κατασκευών στην τεχνική εκπαίδευση ή στην εκπαίδευση γενικότερα.

## Αναφορές

- 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), 65-83.
- 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.
- Ennis, D. L. (1994). Computing, problem-solving instruction and programming instruction to increase the problem-solving ability of high school students. *Journal of Research on Computing in Education*, 26(4), 489-496.
- Howe, J. A. M., Ross, P. M., Johnson, K. R., Plane, F., & Inglis, R. (1989). Teaching mathematics through programming in the classroom. In E. Soloway & J. C. Spohrer (eds.), *Studying the novice programmer* (pp. 43-55). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Karatrantou, A., Panagiotakopoulos, C. (2008). *Algorithm, pseudo-code and Lego mindstorms programming*. International Conference on Simulation and Programming for Autonomous Robots/Teaching with Robotics: Didactic approaches and experiences. Venice, Italy, November 3-7, 2008.
- Kolikant, Y. B.-D., & Pollack, S. (2004). Establishing computer science professional norms among high-school students, *Computer Science Education*, 14(1), 21-35.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996). *Windows on mathematical meanings: Learning Cultures and Computers*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Noss, R., Healy, L., & Hoyles, C. (1997). The construction of Mathematical meanings: Connecting the visual with the symbolic. *Educational Studies in Mathematics*, 33, 203-233.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1993). *The Children's Machine*. New York: Basic Books.
- Pirolli, P., & Recker, M. (1994). Learning strategies and transfer in the domain of programming. *Cognition & Instruction*, 12(3), 235-275.
- Ramadhan, H. A. (2000). Programming by discovery. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16, 83-93.
- Williams, L., & Kessler, R. (2000). All I rally need to know about pair programming I learned in kindergarten. *Communications of ACM*, 43(5), 108-144.
- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγουλου, Α., Γουλή, Ε., & Σαμαράκου, Μ. (2004). Σχεδιάζοντας «Διερευνητικές + Συνεργατικές» δραστηριότητες σε εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού. Στο Π. Πολίτης (επιμ.), *Πρακτικά 2ης Δημεριδας με Διεθνή Συμμετοχή "Διδακτική της Πληροφορικής"* (σ. 86-96). Βόλος.
- Νικολός, Δ., Κατρανάντου, Α., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2008). Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για τη κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής* (σ. 221-230). Πάτρα.
- Τζιμογιάννης, Α., & Κόμης, Β. (1999). Επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον: η οικοδόμηση της δομής ελέγχου από τους μαθητές του Ενιαίου Λυκείου. Στο Α. Κόλλιας, Α. Μαργετουσάκη & Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση"* (σ. 243-249). Ρέθυμνο.
- Τζιμογιάννης Α. (2002). Η οριοθέτηση του διδακτικού συμβολαίου στην Πληροφορική. Μια διερεύνηση στο πλαίσιο του Ενιαίου Λυκείου. Στο Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου "Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση"* (σ. 635-641). Ρέθυμνο.
- ΥΠΔΒΜΘ, (1998). *Η Πληροφορική στο σχολείο*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα.