

# Διδασκαλία των δομών επιλογής και επανάληψης με εργαλείο την εκπαιδευτική ρομποτική: μια μελέτη περίπτωσης

Α. Στούμπου<sup>1</sup>, Ν. Δέτσικας<sup>2</sup>, Δ. Αλιμήσης<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Πάτρα, amalia.stoumpou@gmail.com

<sup>2</sup> Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Πάτρα, detsikas@gmail.com

<sup>3</sup> Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε., Πάτρα, alimisis@otenet.gr

## Περίληψη

Η διδασκαλία του προγραμματισμού σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συνιστά ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον έργο, που έχει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, δυσκολίες και διαφορές με τα άλλα γνωστικά αντικείμενα του προγράμματος σπουδών. Η εκπαιδευτική έρευνα έχει οδηγήσει σε εποικοδομητικές διδακτικές προσεγγίσεις στις οποίες γίνεται χρήση καινοτόμων τεχνολογιών, όπως η εκπαιδευτική ρομποτική. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται μια περιπτώσιολογική μελέτη η οποία διεξήχθη στα πλαίσια του μαθήματος της Πληροφορικής με μαθητές Γυμνασίου. Αφορά τη διδασκαλία των δομών επιλογής και επανάληψης με χρήση του πακέτου εκπαιδευτικής ρομποτικής Lego Mindstorms.

**Λέξεις κλειδιά:** προγραμματισμός, εκπαιδευτική ρομποτική, δομές επιλογής και επανάληψης.

## 1. Η ρομποτική στην εκπαίδευση

Η εκπαιδευτική ρομποτική, εμπνευσμένη από την θεωρία της κατασκευής της γνώσης, (Piaget, 1974), επικεντρώνει το ενδιαφέρον της στην εποικοδομητική χρήση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας ως εκπαιδευτικό εργαλείο (Papert, 1992). Σύμφωνα με την εποικοδομητική θεωρία, η διαδικασία της μάθησης θα πρέπει να περιλαμβάνει αυθεντικές εκπαιδευτικές δραστηριότητες σχετικές με την επίλυση πραγματικών προβλημάτων και να ενθαρρύνει μια ισχυρή προσωπική συμμετοχή των εκπαιδευομένων καθώς και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Οι μαθητευόμενοι οικοδομούν πιο αποτελεσματικά την γνώση όταν συμμετέχουν σε δραστηριότητες κατά τις οποίες σχεδιάζουν και υλοποιούν πραγματικά ή ψηφιακά αντικείμενα, είτε αυτά είναι κάστρα στην άμμο είτε μηχανές Lego και προγράμματα υπολογιστών (Papert, 1992).

Κατά τις ρομποτικές δραστηριότητες δίνεται η δυνατότητα στους μαθητές να σχεδιάσουν και να κατασκευάσουν, μεταξύ άλλων, το πρόγραμμα που υλοποιεί την συμπεριφορά του ρομπότ ώστε να πραγματοποιεί τις επιθυμητές κινήσεις και αντιδράσεις. Το πρόγραμμα συνήθως γράφεται σε έναν υπολογιστή χρησιμοποιώντας το κατάλληλο προγραμματιστικό περιβάλλον. Κατά την διαδικασία του σχεδιασμού,

---

Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Χ. Παναγιωτακόπουλος, Φ. Παρασκευά, Π. Πιντέλας, Π. Πολίτης, Σ. Ρετάλης, Δ. Σάμψων, Ν. Φαχαντίδης, Α. Χαλκίδης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Ένταξη των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία» της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης ΤΠΕ στην Εκπαίδευση (ΕΤΠΕ), Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς, 10-12 Μαΐου 2013

της κατασκευής και του προγραμματισμού, οι μαθητές μαθαίνουν και εφαρμόζουν σημαντικές αρχές των μαθηματικών, των φυσικών επιστημών και της επιστήμης των υπολογιστών (Druin & Hendler, 2000; Martin, 1996; McCartney, 1996).

Τα ρομπότ, καθώς είναι τα ίδια προγραμματιζόμενα αντικείμενα, μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα για την διδασκαλία του προγραμματισμού. Οι (Lawhead, et al., 2003) υποστηρίζουν τα πλεονεκτήματα από την χρήση ρομπότ (Lego Mindstorms) στη διδασκαλία αντικειμενοστραφών γλωσσών προγραμματισμού και παρουσιάζουν παραδείγματα ασκήσεων. Επίσης, ο (Barnes, 2002) μελέτησε τη χρήση μοντέλων ελεγχόμενων από υπολογιστή για τη διδασκαλία της γλώσσας Java. Μια πιλοτική προσπάθεια αξιοποίησης του εκπαιδευτικού πακέτου ρομποτικών κατασκευών LEGO Mindstorms στη κατανόηση βασικών αρχών, εννοιών και δομών προγραμματισμού, παρουσιάζουν οι (Καρατράντου, Τάχος, & Αλιμήσης, 2005). Οι (Βουνάτσος & Μέγα, 2011), ακολουθώντας την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο TERECop Project ([www.terecop.eu](http://www.terecop.eu)), σχεδίασαν και πρότειναν μια εκπαιδευτική δραστηριότητα που περιλάμβανε τον σχεδιασμό και κατασκευή ενός καταπέλτη με τη χρήση των Lego Mindstorms. Το «Εύκολο Παρκάρισμα» των (Χάρος & Τρακαντζίδης, 2009), μια ακόμη από τις δραστηριότητες που αναπτύχθηκαν στο πλαίσιο του έργου TERECop είναι μια δραστηριότητα διδασκαλίας δομημένου προγραμματισμού με τη χρήση ρομπότ. Ο (Ξυνόγαλος, 2009) παρουσιάζει μια πρόταση διδασκαλίας προγραμματισμού σε μαθητές Γυμνασίου με τη χρήση του μικρόκοσμου προγραμματισμού Karel. Οι (Moro & Alimisis 2009) σχεδίασαν και προτείνουν μια σειρά από εκπαιδευτικές δραστηριότητες στις οποίες μαθητές προγραμματίζουν ένα ρομποτικό όχημα έτσι ώστε να συμπεριφέρεται σαν μια τυπική χελώνα Logo που θα «ακούει» τις βασικές εντολές της Logo.

## 2. Μελέτη περίπτωσης

### 2.1 Πλαίσιο εφαρμογής

Η διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών σε μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης που έχουν λίγη έως καθόλου πρότερη εμπειρία προγραμματισμού, είναι ένα δύσκολο εγχείρημα που απαιτεί χρήση ειδικά σχεδιασμένων περιβαλλόντων προγραμματισμού, προσαρμοσμένων κάθε φορά στο επίπεδο των μαθητών. Χαρακτηριστικό είναι πως πολλοί μαθητές δεν μπορούν να γράψουν ολοκληρωμένα και λογικώς 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).

Επίσης, αρκετές έρευνες δείχνουν ότι ο προγραμματισμός αποτελεί, για την πλειονότητα των μαθητών, μια ελάχιστα ελκυστική δραστηριότητα. Οι δυσκολίες

αυτές οφείλονται κυρίως στην κλασική προσέγγιση διδασκαλίας, που συνίσταται στη χρήση μιας γλώσσας γενικού σκοπού, ενός επαγγελματικού περιβάλλοντος προγραμματισμού και στην επίλυση προβλημάτων επεξεργασίας αριθμών και συμβόλων που ουσιαστικά είναι ασύμβατη με τις πραγματικές μαθησιακές ανάγκες των μαθητών (Ξυνόγαλος, Σατρατζέμη, και Δαγδιλέλης, 2000). Εναλλακτικές προσεγγίσεις περιλαμβάνουν υπολογιστικά μοντέλα, που προσφέρουν άμεση ανάδραση στους προγραμματιστές τους και ενισχύουν τους βασικούς στόχους της διδασκαλίας του προγραμματισμού όπως την τεκμηρίωση και ανακάλυψη, τη μάθηση νέων συστημάτων συμβόλων, την επικοινωνία μεταξύ μηχανών και τη μάθηση αλγορίθμων (Lawhead, et al., 2003).

Γίνεται σαφές ότι πέρα από τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές των εργαστηρίων της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, θα πρέπει να ενσωματωθούν λιγότερο αφηρημένα εκπαιδευτικά εργαλεία και δραστηριότητες ώστε να εισαγάγουν τους μαθητές στις έννοιες του προγραμματισμού. Στις μέρες μας η διδασκαλία της επιστήμης των υπολογιστών και της πληροφορικής στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση, καλύπτει τις βασικές προγραμματιστικές δομές, όπως τη δομή επιλογής και τη δομή επανάληψης. Παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω δομές μπορούν να διδαχθούν κάνοντας χρήση ποικίλων προγραμματιστικών περιβαλλόντων σε υπολογιστές, η κατανόησή τους μπορεί να γίνει περισσότερο διαισθητική αν για τη διδασκαλία τους επιλεχθούν ρομπότ, όπως π.χ. κινούμενα οχήματα, χάρη στην άμεση ανάδραση που υπάρχει ανάμεσα στον αλγόριθμο και στην υλοποίησή του.

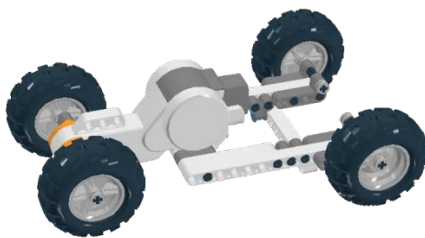
Τις απαιτήσεις που περιγράφηκαν παραπάνω πληρούν τα Lego Mindstorms, που πρωτοεμφανίστηκαν το 1999 και αποτελούν προέκταση του βασικού πακέτου Lego. Το πακέτο συμπληρώνεται με ποικιλία αισθητήρων, κινητήρες και μια προγραμματιζόμενη μονάδα που ονομάζεται 'έξυπνο τούβλο'. Το τούβλο δέχεται είσοδο από τους αισθητήρες και στέλνει εντολές στους κινητήρες, ανάλογα με τη λογική με την οποία προγραμματίστηκε. Η ποικιλία των αισθητήρων (ήχου, φωτός) σε συνδυασμό με τη χρήση πολλών κινητήρων επιτρέπει ενδιαφέρουσες κατασκευές, ενώ παράλληλα δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης ρεαλιστικών σεναρίων, όπως παρκάρισμα ενός οχήματος, ρομπότ με κινούμενα άκρα, κ.α.

Το προγραμματιστικό περιβάλλον των Lego Mindstorms επιτρέπει στους μαθητές να δημιουργήσουν τόσο πολύ απλά όσο και πολύ σύνθετα προγράμματα, χωρίς να γράφουν καθόλου κώδικα. Εντολές, δομές και δηλώσεις έχουν τη μορφή μπλοκ, τα οποία προστίθενται στο εκάστοτε πρόγραμμα με τη μέθοδο 'σύρε και άφησε'. Παράμετροι, όποτε είναι αναγκαίες, επιλέγονται και δίνονται από drop down μενού. Το οπτικό περιβάλλον που προσφέρεται είναι φιλικό στους μαθητές, αφού εξοικειώνονται εύκολα με τα εικονίδια και τη σημασία της κάθε οπτικής εντολής. Ο αναπαραστατικός χαρακτήρας των εντολών βοηθάει τα παιδιά να αναγνωρίζουν τη λειτουργία των εντολών από το εικονίδιό τους.

Η ενσωμάτωση ρομποτικής δραστηριότητας στη διδασκαλία του προγραμματισμού προσφέρει τη δυνατότητα για πειραματισμό, δοκιμή και ενεργό συμμετοχή, καλλιέργεια της κριτικής και δημιουργικής σκέψης και άμεση εμπειρία. Ο μαθητής απαλλάσσεται από την απομνημόνευση συντακτικών κανόνων μιας τυπικής γλώσσας προγραμματισμού (Καγκάνη και συν. 2005).

## 2.2 Η εκπαιδευτική δραστηριότητα

Στην παρούσα ενότητα περιγράφεται μια εκπαιδευτική δραστηριότητα, η οποία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του μαθήματος Πληροφορικής με 21 μαθητές της Γ' Γυμνασίου του 18ου Γυμνασίου Πατρών σε περιβάλλον σχολικού εργαστηρίου. Η δραστηριότητα περιλάμβανε δύο συναντήσεις με τους μαθητές κάθε μια από τις οποίες είχε διάρκεια δύο διδακτικές ώρες). Σκοπός της δραστηριότητας είναι να διδαχθούν οι δομές επιλογής και επανάληψης του προγραμματισμού κάνοντας χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ, τα οποία εκτελώντας απλές ενέργειες, μπορούν να αναπαραστήσουν την λειτουργία των δομών αυτών.



*Εικόνα 1: Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε στην εκπαιδευτική δραστηριότητα*

Τα ρομπότ που χρησιμοποιήθηκαν ήταν απλά οχήματα (Εικόνα 1) με τέσσερις τροχούς, έναν κινητήρα προσαρτημένο στους δύο μπροστινούς τροχούς και έναν αισθητήρα ανίχνευσης εμποδίων (ultrasonic sensor). Το όχημα δεν είχε τη δυνατότητα να στρίβει, κάτι που δεν ήταν αναγκαίο για την παρούσα εργασία. Ο αισθητήρας μετρούσε την απόσταση του αυτοκινήτου από κοντινά αντικείμενα, ενώ μαζί με τον κινητήρα, συνδεόταν με το τούβλο, τη μονάδα επεξεργασίας του ρομπότ. Ο κινητήρας συνδεόταν με μια θύρα εξόδου, ενώ ο αισθητήρας σε μια θύρα εισόδου. Τα οχήματα δεν κατασκευάστηκαν από τους μαθητές, εξαιτίας του περιορισμένου διαθέσιμου χρόνου, αλλά και λόγω του ότι η δραστηριότητα εστίαζε καθαρά στη διδασκαλία προγραμματιστικών εννοιών. Στους μαθητές παρουσιάστηκαν εκτός από το βασικό πακέτο Lego, ο κινητήρας, ο αισθητήρας και το «έξυπνο τούβλο». Επιπλέον, έγινε επίδειξη των βασικών εντολών του «τούβλου» και επεξηγήθηκε η ροή της πληροφορίας από αυτό στον κινητήρα.

Σε ό,τι αφορά το λογισμικό που συνοδεύει τα ρομπότ Lego Mindstorms, οι μαθητές ήρθαν σε επαφή με αυτό μέσα από απλά παραδείγματα που κάνουν χρήση βασικών μπλοκ εντολών αλλά και εντολών που αφορούν την επιλογή και επανάληψη. Με τον

τρόπο αυτό παρουσιάστηκαν τα βασικά βήματα κατασκευής ενός προγράμματος, μεταφόρτωσης αυτού στο τούβλο και εκτέλεσής του. Τα παραδείγματα που υλοποιήθηκαν μπροστά στους μαθητές είναι:

- Κίνηση του οχήματος προς τα εμπρός μέχρις ότου διακρίνει εμπόδιο σε ορισμένη απόσταση.
- Κίνηση του ρομπότ εμπρός και πίσω για ορισμένο χρόνο και ορισμένο αριθμό επαναλήψεων.

Ολοκληρώθηκε έτσι, το πρώτο μέρος της δραστηριότητας, που ήταν ουσιαστικά μια εισαγωγή στον προγραμματισμό ρομποτικών κατασκευών. Αμέσως μετά, ζητήθηκε από τους μαθητές να σκεφτούν και να καταγράψουν σε φύλλο εργασίας ένα δικό τους σενάριο, στο οποίο να χρησιμοποιούν τη δομή επιλογής και τη δομή επανάληψης. Κατόπιν ζητήθηκε να προγραμματίσουν και να εκτελέσουν το σενάριο που επέλεξαν.

Δημιουργήθηκαν 5 ομάδες των 3-4 ατόμων, με την κάθε ομάδα να διαθέτει ένα όχημα και έναν Η/Υ για την δημιουργία και εκτέλεση του προγράμματος. Όταν όλες οι ομάδες ολοκλήρωσαν την εργασία τους, παρουσίασαν προφορικά τα σενάρια που σχεδίασαν αλλά και την εκτέλεσή τους, μπροστά σε όλη την τάξη.

### 2.3 Αποτελέσματα

Οι ομάδες των μαθητών κατέγραψαν σε φύλλο εργασίας, όπως τους ζητήθηκε, τα σενάρια που επιθυμούσαν να αναπαράγει το όχημά τους. Οι μαθητές, κάνοντας χρήση των δομών επιλογής και επανάληψης σχεδίασαν κυρίως παραλλαγές των παραδειγμάτων που τους παρουσιάστηκαν, καθώς δεν είχαν την απαραίτητη εμπειρία ούτε τον χρόνο να σχεδιάσουν πιο πρωτότυπες συμπεριφορές. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις των σεναρίων που επινόησαν είναι οι παρακάτω:

#### Περίπτωση 1

- Αναμονή για 1 δευτερόλεπτο.
- Αέναη (unlimited) κίνηση προς τα εμπρός με ταχύτητα 100%.
- Σε περίπτωση εντοπισμού εμποδίου στα 20 εκατοστά η κίνηση σταματά.
- Κίνηση προς τα πίσω για 2 δευτερόλεπτα με ταχύτητα 75%.
- Επανάληψη των βημάτων 2 και 3, δύο φορές.

#### Περίπτωση 2

- Αναμονή για 1 δευτερόλεπτο
- Κίνηση προς τα εμπρός για 4 δευτερόλεπτα.
- Κίνηση προς τα εμπρός για 2 δευτερόλεπτα.
- Κίνηση προς τα πίσω για 1 δευτερόλεπτο.
- Επανάληψη των βημάτων 3 και 4, δύο φορές.

Με την βοήθεια των εκπαιδευτικών (δύο από τους συγγραφείς), οι περισσότερες ομάδες κατάφεραν με ευκολία να προγραμματίσουν τα οχήματα, ύστερα από κάποιες

ανεπιτυχείς προσπάθειες. Με βάση τις υλοποιήσεις των σεναρίων τους, αλλά και τα σχόλια των ομάδων κατά τη διάρκεια της εργασίας τους, παρατηρήθηκε ότι η δομή επιλογής ήταν αυτή που τους δυσκόλεψε περισσότερο, ενώ κάποιοι απέφυγαν εντελώς τη χρήση της σχεδιάζοντας δραστηριότητες που περιοριζόταν στη χρήση της δομής επανάληψης. Δόθηκαν έτσι, σε ορισμένες ομάδες επιπλέον εξηγήσεις για τη χρήση της δομής επιλογής, ανάλογα με τις ανάγκες τους.

Η δομή της επανάληψης αποδείχθηκε ευκολότερη στην κατανόηση, αν και κάποιοι μαθητές είχαν αρχικά την τάση να μην χρησιμοποιούν το LOOP μπλοκ του προγραμματιστικού περιβάλλοντος, αλλά να επαναλαμβάνουν σειριακά το σύνολο των εντολών του βρόχου όπως φαίνεται στην Εικόνα 2, η οποία δείχνει το πρόγραμμα μιας ομάδας.



*Εικόνα 2: Σειριακή επανάληψη εντολών*

Στο τέλος της δραστηριότητας, οι εκπαιδευτικοί συνέλεξαν τα φύλλα εργασίας και τα προγράμματα των ομάδων. Επιπλέον οι μαθητές συμπλήρωσαν ανώνυμα ερωτηματολόγια στα οποία ερωτήθηκαν για τη δραστηριότητα, τις δυσκολίες που αντιμετώπισαν και στο τι τους βοήθησε να κατανοήσουν τα θέματα που συζητήθηκαν. Οι μαθητές δεν ανέφεραν συγκεκριμένες δυσκολίες που συνάντησαν παρά το γεγονός ότι συμμετείχαν για πρώτη φορά σε μια τέτοιας μορφής δραστηριότητα. Ανέφεραν ωστόσο ότι οι εξηγήσεις που τους δόθηκαν ήταν αρκετές ώστε να μπορέσουν να συμμετάσχουν στην ρομποτική προγραμματιστική δραστηριότητα.

## **2.4 Συμπεράσματα**

Τόσο τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν, όσο και οι παρατηρήσεις μας από τη δράση των μαθητών στην τάξη, επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεσή μας, ότι μια δραστηριότητα ρομποτικής είναι ελκυστική για τους μαθητές και μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχημένα ώστε να κατανοηθούν δύσκολες και αφηρημένες προγραμματιστικές έννοιες.

Η δραστηριότητα έδωσε την ευκαιρία στους μαθητές να πειραματιστούν και να μάθουν απ' τα λάθη τους, αναλύοντας και δοκιμάζοντας κάθε φορά τα σενάρια τους, μέχρι να καταλήξουν στο επιθυμητό γι' αυτούς αποτέλεσμα. Με τον τρόπο αυτό, οδηγήθηκαν σταδιακά σε καλύτερες, αποτελεσματικότερες, πληρέστερες και ακριβέστερες λύσεις. Η βασισμένη στο παιχνίδι μορφή της δραστηριότητας προέτρεψε τους μαθητές να είναι περισσότερο δημιουργικοί, αντιμετωπίζοντας τον προγραμματισμό ως μια ψυχαγωγική και ευχάριστη ενασχόληση, ενισχύοντας σημαντικά τη διάθεσή τους για κατασκευή προγραμμάτων. Η βασισμένη σε σχέδιο εργασίας (project-based) μέθοδος που επιλέχθηκε, οδήγησε σε συνεργασία μεταξύ

των μαθητών, έναν παράγοντα καθοριστικό για τη μάθηση του προγραμματισμού. Η ενασχόλησή τους με τα LEGO Mindstorms τους επέτρεψε να βλέπουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους, γεγονός που βοήθησε να αποκτήσουν περισσότερη εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους, όχι μόνο στις περιπτώσεις που οι αποφάσεις τους ήταν επιτυχημένες, αλλά και στις περιπτώσεις που οι ενέργειές τους ήταν ανεπιτυχείς. Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές, με τις αντιδράσεις τους ύστερα από μια επιτυχημένη προσπάθεια, έδειχναν ενθουσιασμό και προθυμία να επιδείξουν τη δουλειά τους στους συμμαθητές τους, αλλά και να εξηγήσουν σ' αυτούς τον τρόπο που δούλεψαν.

Ο δικός μας ρόλος ως εκπαιδευτικών, ήταν διαφορετικός από τον κλασσικό και παραδοσιακό. Ενεργούσαμε περισσότερο υποστηρικτικά, καθοδηγώντας και ενθαρρύνοντας τους μαθητές στο να βρουν τη λύση μόνοι τους. Επιπλέον είχαμε την ευκαιρία να μελετήσουμε τις δυσκολίες που συναντούσαν καθώς εργάζονταν πάνω στις νέες προγραμματιστικές έννοιες. Είδαμε πώς προτιμούν να δουλεύουν, αλλά και πώς σκέφτονται και νιώθουν. Τέλος, κερδίσαμε εμπειρίες που θα μας φανούν χρήσιμες στο σχεδιασμό μελλοντικών δραστηριοτήτων στην εκπαιδευτική ρομποτική.

Η εργασία αυτή αποτελεί μια περιπτώσιολογική μελέτη μικρού εύρους, και για το λόγο αυτό δεν μπορούν εύκολα να εξαχθούν γενικά συμπεράσματα. Ωστόσο η μελέτη περίπτωσης που παρουσιάστηκε εδώ συνηγορεί στη διαπίστωση, ότι η εκπαιδευτική ρομποτική, σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό, μπορούν να αξιοποιηθούν στην διδασκαλία του προγραμματισμού σε κάθε εκπαιδευτική βαθμίδα και κατ' επέκταση στην αντιμετώπιση των δυσκολιών κατανόησής του από τους μαθητές.

## **Βιβλιογραφία**

- Barnes, D. J. (2002). *Teaching introductory Java through LEGO MINDSTORMS models*. Proceedings of the 33rd SIGCSE technical symposium on Computer science education, ACM.
- Βουνάτσος, Γ., & Μέγα, Α. (2011). The TERECOP methodology and LEGO Mindstorms in secondary education: a case study. *Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος.
- Detsikas, N., & Alimisis, D. (2011). Status and Trends in Educational Robotics Worldwide with Special Consideration of Educational Experiences from Greek Schools. *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives (ISSEP)*, Comenius University, Bratislava, Slovakia.
- Druin, A., & Hendler, J. (2000). *Robots for kids: exploring new technologies for learning experiences*. San Francisco: Morgan Kaufman/Academic Press.

- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., & Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια Μελέτη Περίπτωσης της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Κόρινθος.
- Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2005). Εισαγωγή σε βασικές αρχές και δομές προγραμματισμού με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms. *Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Κόρινθος.
- Lawhead, B. P., Bland, G. C., Barnes, J. D., Duncan, E. M., Goldweber, M., Hollingsworth, G. R., et al. (2003). A Road Map for Teaching Introductory Programming Using LEGO Mindstorms Robots. *ACM SIGCSE Bulletin*, (pp. 191-201), Reno, Nevada, USA.
- Martin, F. (1996). Kids learning engineering science using LEGO and the programmable brick. *Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association*, New York.
- McCartney, R. (1996). Introduction to robotics in computer science and engineering education. *Comput Sci Educ*(7(2)), σσ. 135–137.
- Moro, M., & Alimisis, D. (2009). From the Logo Turtle to the Tiny Robot Turtle: practical and pedagogical issues. *Proceedings of the 5th Pan-Hellenic Conference "ICT in Education, Syros (Greece)*.
- Ξυνόγαλος, Σ. (2009). Πρόταση για τη Διδασκαλία του Προγραμματισμού στο Γυμνάσιο με Χρήση του Ρομπότ Karel. *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος.
- Ξυνόγαλος, Σ., Σατρατζέμη, Μ., & Δαγδιλέλης, Β. (2000). Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία. *Πρακτικά 2ου Συνεδρίου ΕΤΠΕ*, (σσ. 115-124), Πάτρα.
- Papert, S. (1992). *The Children's Machine*. New York.
- Piaget, J. (1974). *To understand is to invent*. New York.
- 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 και Π. Μιχαηλίδης (επιμ.). *Πρακτικά του 4ου Συνεδρίου «Διδακτική των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση»*, Ρέθυμνο.
- Χάρος, Σ., & Τρακαντζίδης, Ι. (2009). Χρήση ρομποτικής στη διδασκαλία δομών προγραμματισμού: «Εύκολο παρκάρισμα». *Πρακτικά 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ*, Σύρος.