

# Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2014)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής



**Μια πρόταση για τη διδασκαλία του μαθήματος Εφαρμογές Πληροφορικής με χρήση των Lego Mindstorms και του Scratch Enchanting**

Σταμάτιος Παπαδάκης, Βασίλειος Ορφανάκης

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπαδάκης Σ., & Ορφανάκης Β. (2022). Μια πρόταση για τη διδασκαλία του μαθήματος Εφαρμογές Πληροφορικής με χρήση των Lego Mindstorms και του Scratch Enchanting. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 031-039. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4371>

# Μια πρόταση για τη διδασκαλία του μαθήματος Εφαρμογές Πληροφορικής με χρήση των Lego Mindstorms και του Scratch Enchanting

Παπαδάκης Σταμάτιος<sup>1</sup>, Ορφανάκης Βασίλειος<sup>2</sup>  
strpadakis@gmail.com, vorfan@gmail.com

<sup>1</sup> Υπ. Διδάκτορας, Καθηγητής πληροφορικής, επιμορφωτής Β' επιπέδου

<sup>2</sup> Υπεύθυνος ΚΕ.ΠΛΗ.ΝΕ.Τ. Λασιθίου, επιμορφωτής Β' επιπέδου

## Περίληψη

Ο προγραμματισμός δε συνιστά μόνο γνωστικό αντικείμενο αλλά και εκπαιδευτικό εργαλείο για την ανάπτυξη νοητικών δεξιοτήτων. Αρκετές έρευνες δείχνουν ότι ο προγραμματισμός αποτελεί, για την πλειονότητα των μαθητών, μια ελάχιστη ελκυστική δραστηριότητα. Η διδασκαλία και εκμάθησή του παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες, που οφείλονται κυρίως στην κλασική προσέγγιση διδασκαλίας, που συνίσταται στη χρήση μιας γλώσσας γενικού σκοπού, ενός επαγγελματικού περιβάλλοντος προγραμματισμού και στην επίλυση προβλημάτων τα οποία είναι ασύμβατα με τις πραγματικές διδακτικές ανάγκες των μαθητών. Η ρομποτική εξασφαλίζει ένα νέο τρόπο προσέγγισης της Πληροφορικής που μπορεί να εξάψει το ενδιαφέρον των μικρών μαθητών. Τα εκπαιδευτικά ρομπότ της εταιρείας Lego έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά για την εισαγωγή αρχάριων μαθητών στην εκμάθηση του προγραμματισμού. Στην εργασία αυτή προτείνεται μια εναλλακτική προσέγγιση της διδασκαλίας των βασικών αρχών του προγραμματισμού, η οποία βασίζεται στη χρήση του πακέτου ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms και της γλώσσας προγραμματισμού Scratch Enchanting, στα πλαίσια διδασκαλίας του μαθήματος «Εφαρμογές Πληροφορικής» της Α' Γενικού Λυκείου.

**Λέξεις κλειδιά:** Lego Mindstorms, Enchanting Scratch, Εφαρμογές Πληροφορικής Α' Λυκείου

## Εισαγωγή

Η μάθηση απαιτεί την ενεργό και εποικοδομητική συμμετοχή του μαθητή. Η πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς είναι να δημιουργήσουν ενδιαφέροντα και απαιτητικά περιβάλλοντα μάθησης στα οποία ενθαρρύνεται η ενεργή συμμετοχή των μαθητών (Vosniadou, 2001). Όσον αφορά στη διδασκαλία του προγραμματισμού, αρκετές έρευνες δείχνουν ότι ο προγραμματισμός αποτελεί, για την πλειονότητα των μαθητών, μια ελάχιστη ελκυστική δραστηριότητα (Ελευθεριώτη, Καρατράντου & Παναγιωτακόπουλος, 2010). Τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού είναι πολλές φορές απογοητευτικά τόσο για τους μαθητές όσο και για τους καθηγητές (Καγκάνη, Δαγδιλέλης, Σατρατζέμη & Ευαγγελίδης, 2005). Οι Ξυνόγαλος, Σατρατζέμη & Δαγδιλέλης (2000) επισημαίνουν ότι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που έχει διαπιστωθεί ότι αποτελεί πηγή δυσκολιών για την εκμάθηση του προγραμματισμού έγκειται στο γεγονός ότι η κλασική προσέγγιση διδασκαλίας είναι ασύμβατη με τις πραγματικές διδακτικές ανάγκες των μαθητών. Με τον όρο κλασική προσέγγιση διδασκαλίας εννοούμε τη διδασκαλία που συνίσταται στη χρήση μιας γλώσσας γενικού σκοπού, ενός επαγγελματικού περιβάλλοντος προγραμματισμού και στην επίλυση μη ελκυστικών προβλημάτων όπως της επεξεργασίας αριθμών και συμβόλων ή της εμφάνισης αποτελεσμάτων (Ατματζίδου, Μαρκέλης & Δημητριάδης, 2008). Με τη χρήση μιας γλώσσας γενικού σκοπού οι σπουδαστές επικεντρώνουν την προσοχή τους περισσότερο στην εκμάθηση της γλώσσας, παρά στην επίλυση προβλημάτων (Καγκάνη κ.α., 2005).

Οι παραπάνω διαπιστώσεις αποτέλεσαν το κίνητρο για την αναζήτηση νέων μεθόδων διδασκαλίας για τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού, με σκοπό να εξαλειφθούν τα προβλήματα που παρουσιάζει η παραδοσιακή μέθοδος (Νικολός, Καρατράντου & Παναγιωτακόπουλος, 2008). Ωστόσο, η απάντηση στο ερώτημα ποια προγραμματιστικά μοντέλα και ποιες γλώσσες προγραμματισμού πρέπει να χρησιμοποιούμε στο σχολείο, δεν είναι καθόλου προφανής. Οι Τσοβόλας & Κόμης (2005) προτείνουν τη Logo για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση, ενώ για τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση προτείνουν τον οπτικό προγραμματισμό (π.χ. Robolab) και σε μεγαλύτερες ηλικίες τις κλασικές γλώσσες (π.χ. C, Java). Οι Καρατράντου, Τάχος & Αλιμήσης (2005) προτείνουν τη χρήση εναλλακτικών προσεγγίσεων οι οποίες περιλαμβάνουν τη Logo, μικρόκοσμους και μικρογλώσσες, καθώς και αξιοποίηση των ρομποτικών πακέτων Lego Mindstorms. Άλλοι ερευνητές προτείνουν τη χρήση οπτικών γλωσσών προγραμματισμού με πλακίδια (blocks), καθώς η ανάπτυξη προγραμμάτων με την χρήση εικονο-εντολών απαλλάσσει τους μαθητές από την εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού και την απομνημόνευση των συντακτικών της κανόνων (Καγκάνη κ.α., 2005; Παπαδάκης, Καλογιαννάκης & Ζαράνης, 2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική εξασφαλίζει ένα νέο τρόπο προσέγγισης της Πληροφορικής που μπορεί να εξάψει το ενδιαφέρον των μικρών μαθητών, καθώς έρχονται σε επαφή με σημαντικές έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών παρέχοντας τα κίνητρα για μάθηση βασισμένη στην κατασκευή αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους (Ατματζίδου κ.α., 2008). Βασικό εργαλείο της είναι το προγραμματιζόμενο ρομπότ, οντότητα προικισμένη με αυτονομία, ικανή να εκπληρώσει συγκεκριμένες εκ των προτέρων ενέργειες μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον (Φράγκου & Παπανικολάου, 2010). Οι Καγκάνη κ.α. (2005) σχολιάζουν ότι η προσέγγιση της διδασκαλίας του προγραμματισμού με τα Lego Mindstorms, ενδεχόμενα να συμβάλει στην εξάλειψη των αδυναμιών που συνεπάγεται η παραδοσιακή μέθοδος και να δημιουργήσει τις κατάλληλες συνθήκες μάθησης, ώστε να γίνει αποτελεσματικότερη η διδασκαλία.

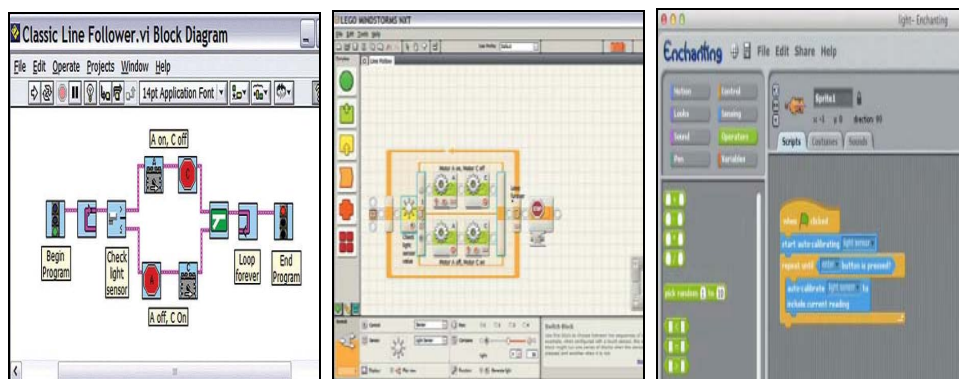
### **Η εκπαιδευτική ρομποτική, τα Lego Mindstorms & το Enchanting Scratch**

Η εκπαιδευτική δυναμική της ρομποτικής συνίσταται στη δυνατότητα που προσφέρει στους μαθητές να συνθέσουν μια μηχανική οντότητα (π.χ. ένα μοντέλο αυτοκινήτου) και να την κατευθύνουν με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος (ΠΕΚΑΠ, 2010). Από την άποψη αυτή, η εκπαιδευτική ρομποτική συνδέεται ισχυρά με την επίλυση προβλήματος ενώ μπορεί επίσης να προωθήσει τη συνεργατική μάθηση μέσω της ανάθεσης κοινών εργασιών σε ομάδες μαθητών (Αναγνωστάκης & Μακράκης, 2010). Εφαρμογές της εκπαιδευτικής ρομποτικής με μαθητές και εκπαιδευτικούς έδειξαν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη του τεχνολογικού εγγραμματισμού και της επίλυσης προβλημάτων. Η αξιοποίηση της ρομποτικής σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό δημιουργεί ένα εντελώς νέο περιβάλλον εργασίας για τους μαθητές. Ειδικότερα, επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και πραγματικού αντικειμένου, υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση, ο εκπαιδευτικός διαθέτει περισσότερο χρόνο για κάθε μαθητή, υλοποιείται ένα είδος εξατομικευμένης μάθησης, υπάρχει πειραματισμός και ενεργός συμμετοχή από τους μαθητές, αναπτύσσεται η κριτική σκέψη, ενώ ο μαθητής απαλλάσσεται από την εκμάθηση και απομνημόνευση συντακτικών κανόνων μιας γλώσσας προγραμματισμού (Χαρίσης & Μικρόπουλος, 2008). Σε προηγμένες χώρες, εδώ και μια δεκαετία, η ρομποτική χρησιμοποιείται ως εκπαιδευτικό εργαλείο για τη διδασκαλία της επιστήμης των υπολογιστών και την ενίσχυση της συνεργασίας και της διαθεματικότητας (ΠΕΚΑΠ, 2010). Παρόλα αυτά, στην χώρα μας η διδασκαλία της ρομποτικής και η χρήση των εφαρμογών της στην εκπαίδευση περιορίζεται κυρίως σε

συγκεκριμένα μαθήματα τμημάτων πανεπιστημίων, ενώ στην πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση δεν υπάρχει καμία οργανωμένη προσπάθεια από πλευράς Πολιτείας (Αλιμήσης, 2008).

Τα Lego Mindstorms πρωτοεμφανίστηκαν το 1998 και ανήκουν στην κατηγορία των λεγόμενων «kit 3ης γενιάς» (<http://www.legomindstorms.com>). Πρόκειται για ένα σύνθετο προϊόν που συνδυάζει προγραμματιζόμενα «τούβλα» με ηλεκτρικές μηχανές, αισθητήρες, απλά τούβλα, και τεχνικά κομμάτια όπως άξονες, ακτίνες, και υδραυλικά μέρη, κατάλληλα για να χτίσει ο χρήστης διάφορα ρομπότ και άλλα αυτοματοποιημένα συστήματα (Παπαλεωνίδας, 2009). Τα ρομπότ με τη χρήση κατάλληλων προγραμματιστικών περιβαλλόντων μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να εκτελούν μία σειρά ενεργειών και να αντιδρούν σε ερεθίσματα που δέχονται οι αισθητήρες τους (Ελευθεριώτη κ.ά., 2010). Τα τελευταία χρόνια έχουν δημοσιευτεί αρκετές μελέτες που αφορούν τη χρήση των Lego Mindstorms από μαθητές, καθώς στο εξωτερικό έχουν χρησιμοποιηθεί συστηματικά για την εισαγωγή αρχάριων στην εκμάθηση του προγραμματισμού σε ποικίλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα. Ο απολογισμός τέτοιων μελετών είναι θετικός για το μαθητή και τον εκπαιδευτικό (Καγκάνη κ.ά., 2005) με τα θετικά στοιχεία από τη χρήση των Lego Mindstorms να καθίστανται φανερά κυρίως σε διδασκαλίες (με μορφή projects) που έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια. Οι Φράγκου & Παπανικολάου (2010) αναφέρουν ότι ως εκπαιδευτικά εργαλεία τα εκπαιδευτικά ρομπότ της εταιρίας Lego έχουν παρομοιαστεί με τα χαρακτηριστικά ενός δωματίου που έχει «χαμηλό δάπεδο, ψηλό ταβάνι και είναι ευρύχωρο» («low floor, high ceiling and wide walls»). Είναι δηλαδή εργαλεία τα οποία εύκολα γίνονται προσιτά σε αρχάριους, είναι όμως εμπλουτισμένα με πολλές δυνατότητες τις οποίες μπορεί να χρησιμοποιήσει και ένας ειδικός, αλλά κυρίως είναι κατάλληλα για την υλοποίηση ποικίλων ιδεών (Resnick & Silverman, 2005 όπ. αναφ. στο Φράγκου & Παπανικολάου, 2010).

Το Enchanting Scratch (<http://enchanted.robotclub.ab.ca>) είναι ένα δωρεάν λογισμικό ανοικτού κώδικα το οποίο χρησιμοποιείται ως εναλλακτικό του Robolab ή του NXT-G που είναι και το βασικό περιβάλλον προγραμματισμού για τα Lego Mindstorms. Είναι εξελληνισμένο σε σχέση με το NXT-G και το Robolab, τα οποία είναι στα Αγγλικά. Η χρήση του είναι πολύ εύκολη καθώς είναι μια παραλλαγή του Scratch, στο οποίο οι μαθητές έχουν ήδη εξοικειωθεί από το Δημοτικό Σχολείο και το Γυμνάσιο. Το Enchanting Scratch έχει μια διαισθητική διεπαφή «σύρε και άφησε» (drag & drop) και ένα γραφικό προγραμματιστικό περιβάλλον, το οποίο καθιστά την εφαρμογή προσιτή για έναν αρχάριο, αλλά και εξίσου δυναμική για έναν εξειδικευμένο χρήστη. Το περιβάλλον ενθαρρύνει την εστίαση στο προς επίλυση πρόβλημα και δεν προκαλεί γνωστική υπερφόρτωση, ενώ η αμφίδρομη σχέση φυσικής κατασκευής και προγράμματος ελέγχου γίνεται εύκολα αντιληπτή. Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η διαφορά στη σύνταξη ενός τυπικού προγράμματος (Line Follower) στις γλώσσες προγραμματισμού Robolab, NXT-G & Scratch Enchanting.



Σχήμα 1. Διαφορά σύνταξης προγράμματος σε Robolab, NXT-G & Scratch Enchanting

Κάθε πλακίδιο προγραμματισμού περιλαμβάνει τις οδηγίες που το NXT μπορεί να ερμηνεύσει με ένα ιδιαίτερα ευέλικτο τρόπο. Για παράδειγμα, για τη μέτρηση της φωτεινότητας με έναν αισθητήρα χρώματος, ο αισθητήρας ρυθμίζεται μία φορά, ονοματίζεται, και στη συνέχεια γίνεται αναφορά σε αυτόν με το όνομα του, αντί συνεχώς να προσδιορίζεται σε ποια θύρα είναι συνδεδεμένος και τι τιμή έχει. Το ρομπότ δέχεται εντολές για το πόσο μακριά θα μετακινηθεί με μονάδες οικείες στα παιδιά, όπως εκατοστά ή ίντσες, ή πόσο να περιστραφεί το πλαίσιο εκφρασμένο σε μοίρες, αντί ο μαθητής να «λέει» στους κινητήρες να περιστραφούν συγκεκριμένο αριθμό μοιρών που έχουν προ-υπολογιστεί. Αν κάποιος θέλει να τρέξει το πρόγραμμα σε ένα διαφορετικό ρομπότ, όπου οι τροχοί έχουν διαφορετική διάταξη, και έχουν έναν αισθητήρα φωτός αντί ενός αισθητήρα χρώματος, γίνεται αλλαγή μόνο σε ένα πλακίδιο, αφήνοντας το υπόλοιπο του προγράμματος αμετάβλητο. Εύκολη είναι επίσης και η διαχείριση των δεδομένων που προέρχονται από τους αισθητήρες ενώ υπάρχει η δυνατότητα για τη δημιουργία διαδικασιών, τη χρήση λιστών, αναδρομής και του αντικειμενοστραφούς σχεδιασμού.

### Πρόγραμμα Σπουδών Πληροφορικής Α' Λυκείου

Σύμφωνα με την εγκύκλιο 139610/Γ2, 01-10-2013 του Υ.ΠΑΙ.Θ. με τίτλο «Οδηγίες για τη διδασκαλία μαθημάτων του Γενικού και του Εσπερινού Γενικού Λυκείου», στην Α' Γενικού Λυκείου υπάρχει το μάθημα επιλογής με τίτλο «Εφαρμογές Πληροφορικής». Το εν λόγω μάθημα έχει εκτός των άλλων γενικό σκοπό: την επέκταση της γενικής πληροφορικής παιδείας των μαθητών με έμφαση στην ανάπτυξη ικανοτήτων και δεξιοτήτων στη χρήση και αξιοποίηση των υπολογιστικών και δικτυακών τεχνολογιών ως εργαλείων μάθησης, σκέψης, έκφρασης επικοινωνίας και συνεργασίας. Ειδικότερα στην ενότητα με τίτλο «Διερευνώ - Δημιουργώ - Ανακαλύπτω» προβλέπεται να διατεθούν 26 διδακτικές ώρες σε συνθετικές εργασίες με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού και προγραμματιστικά περιβάλλοντα. Όσον αφορά τη διδακτική προσέγγιση που καλείται να ακολουθήσει ο εκπαιδευτικός, προτείνεται να εντάξει, σε όλες τις ενότητες, συνθετικές εργασίες που θα εκπονηθούν από τους μαθητές, τόσο ατομικά όσο και ομαδοσυνεργατικά. Ο εκπαιδευτικός αξιοποιώντας τη μέθοδο project θα πρέπει να καθοδηγεί τους μαθητές και να δίνει ιδιαίτερη προσοχή στα στάδια της διερεύνησης θέματος, του προγραμματισμού δραστηριοτήτων, της υλοποίησης και της αξιολόγησης του αποτελέσματος.

## Πρόταση διδασκαλίας

Οι Τσοβόλας & Κόμης (2008) αναφέρουν ότι η ενασχόληση με τη ρομποτική ενέχει δύο ειδών δραστηριότητες: μια κατασκευαστική και μια προγραμματιστική. Στο πλαίσιο της εφαρμογής των μαθημάτων επικεντρώσαμε την προσοχή μας στην εκμάθηση των αρχών του προγραμματισμού και όχι στην ανάπτυξη κατασκευαστικών ικανοτήτων (Καρατράντου κ.ά., 2005). Για το λόγο αυτό, το φυσικό μοντέλο Lego (το αυτοκίνητο) δόθηκε έτοιμο στους μαθητές ώστε να προχωρήσουν κατευθείαν στον προγραμματισμό της συμπεριφοράς του. Επιπρόσθετα, η διδασκαλία του προγραμματισμού στα πλαίσια της προσέγγισής μας επικεντρώνεται κυρίως στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και ανάπτυξης αλγορίθμων και όχι στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού (Καγκάνη κ.ά., 2005). Λαμβάνοντας υπόψη το εκπαιδευτικό υλικό της επιμόρφωσης Β' επιπέδου για τα τμήματα ενός διδακτικού σεναρίου (ΕΑΠΥ, 2011) φροντίσαμε κάθε μάθημα που σχεδιάσαμε να περιέχει σχέδιο μαθήματος, δραστηριότητες υλοποίησης καθώς και αξιολόγηση μαθητή και σεναρίου. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται μια προτεινόμενη κατανομή των 26 ωρών της ενότητας «Διερευνώ - Δημιουργώ - Ανακαλύπτω».

**Πίνακας 1. Συνοπτικό πρόγραμμα κατανομής ωρών διδασκαλίας**

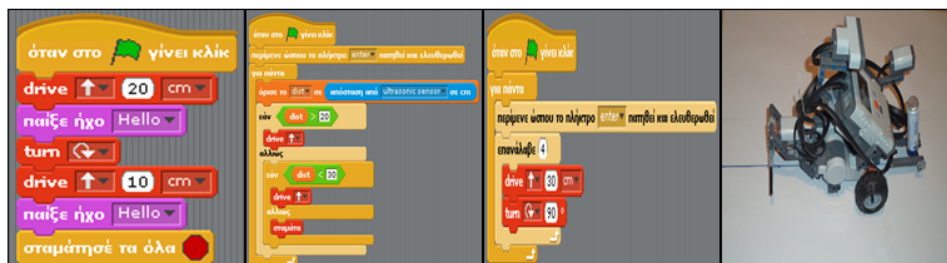
Περιγραφή	Ωρες
Εισαγωγή στη Ρομποτική (είδη ρομπότ, αισθητήρες κ.α.)	2
Γνωριμία με τα LEGO NXT	2
Γνωριμία με το προγραμματιστικό περιβάλλον Enchanting	1
Επικοινωνία Enchanting - NXT (firmware update, δοκιμαστική χρήση)	1
Προγραμματισμός με το Enchanting (προγραμματιστικές δομές, μεταβλητές κ.α.)	12
Εργασία	4
Παρουσίαση εργασιών	2

Για την κατανόηση της λειτουργίας των αισθητήρων χρησιμοποιείται η διδακτική προσέγγιση της «Διερεύνησης». Η «Διερεύνηση» είναι μια καλά δομημένη εργαστηριακή δραστηριότητα στην οποία ο μαθητής καλείται να μελετήσει ένα μικρό πρόγραμμα, να απαντήσει σε ερωτήσεις σχετικές με τη λειτουργία του, να προβλέψει τη συμπεριφορά του και τα αποτελέσματα που θα προκύψουν και τέλος να εκτελέσει το πρόγραμμα και να συγκρίνει τα πραγματικά αποτελέσματα με τις αρχικές του προβλέψεις (Κοντόση, 2011). Στους μαθητές μοιράζονται κάρτες όπως αυτές του σχήματος 2.



**Σχήμα 2. Κάρτες εκμάθησης αισθητήρων αφής, υπερήχων και ήχου**  
(Πηγή: <http://enchanting.robotclub.ab.ca>)

Σε κάθε κάρτα αναφέρεται η συνδεσμολογία για το συγκεκριμένο αισθητήρα, πώς γίνεται η αρχικοποίησή του και ένα μικρό πρόγραμμα για το πώς θα χρησιμοποιηθεί. Τέλος, υπάρχουν οδηγίες για την εκτέλεση του προγράμματος και πρόσθετες δραστηριότητες για την επέκταση της δραστηριότητας. Οι μαθητές δουλεύουν σε ομάδες και ο εκπαιδευτικός δρα βοηθητικά μόνο αν οι ίδιοι δεν μπορούν να κατανοήσουν τα λάθη τους. Για τις δραστηριότητες που αφορούν το προγραμματιστικό μέρος προτείνεται η διδακτική τεχνική του «Μαύρου Κουτιού». Η διδακτική προσέγγιση του «Μαύρου Κουτιού» προτείνει οι μαθητές να εξοικειωθούν αρχικά με τις νέες έννοιες κατά την εκπόνηση δραστηριοτήτων στο εργαστήριο συμμετέχοντας σε μία συζήτηση που να εστιάζει στα λειτουργικά χαρακτηριστικά των εννοιών (Παπαδάκης & Ορφανάκης, 2013). Σε κάθε δραστηριότητα οι μαθητές συζητούν τις απαντήσεις/προβληματισμούς τους και αποσαφηνίζουν τυχόν απορίες τους, είτε μεταξύ τους ή και με το διδάσκοντα. Πιο συγκεκριμένα, για τη δομή ακολουθίας δίνεται έτοιμο το πρόγραμμα που φαίνεται στο σχήμα 3(α) και ζητείται από τους μαθητές να το εκτελέσουν και να παρατηρήσουν τη συμπεριφορά του ρομπότ, που στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα προχωρήσει για 30 εκατοστά, θα παίξει τον ηχογραφημένο ήχο «Hello», θα στρίψει, θα προχωρήσει για 20 εκατοστά, θα ξαναπιάξει τον ίδιο ήχο και θα σταματήσει. Στη συνέχεια απαντούν σε ερωτήσεις που έχουν να κάνουν σχέση με την εντολή *drive*, *turn*, τον ήχο «Hello», αν έχουν τη δυνατότητα ηχογράφησης κ.ά. Επίσης, η βηματική εκτέλεση των εντολών από το ρομπότ είναι μια ρεαλιστική απεικόνιση της δομής ακολουθίας. Στο σχήμα 3(β) παρουσιάζεται ένα παράδειγμα της δομής επιλογής, όπου εισάγεται και η έννοια της μεταβλητής για να μετράει την απόσταση του ρομπότ από ένα εμπόδιο. Τέλος, στο σχήμα 3(γ) παρουσιάζεται ένα παράδειγμα για τη δομή επανάληψης, με την εκτέλεση του οποίου οι μαθητές θα δουν το ρομπότ να κινείται πάνω σε ένα τετράγωνο. Αφού οι μαθητές πειραματιστούν με το συγκεκριμένο κώδικα, π.χ. αλλάζοντας το μέγεθος της πλευράς του τετραγώνου ή προσπαθώντας να κινήσουν το ρομπότ πάνω σε ένα εξάγωνο, τους ζητείται να τροποποιήσουν κατάλληλα το ρομπότ ώστε να ζωγραφίζει στο πάτωμα (πάνω σε μια λευκή επιφάνεια) το αντίστοιχο σχήμα. Με μια μικρή προσθήκη ενός μαρκαδόρου στο NXT, όπως φαίνεται στο σχήμα 3(δ), οι μαθητές αποκτούν μια καλύτερη αντίληψη των γεωμετρικών σχημάτων, αφού πλέον βλέπουν το ρομπότ όχι μόνο να κινείται πάνω σε ένα τετράγωνο, εξάγωνο κ.λπ., αλλά να το σχεδιάζει κιόλας.



(α) Δομή ακολουθίας (β) Δομή επιλογής (γ) Δομή επανάληψης (δ) Επέκταση

Σχήμα 3. Κώδικες αλγοριθμικών δομών

Στο σχήμα 4 παρουσιάζουμε 2 ενδεικτικά φύλλα εργασίας τα οποία εισάγουν τους μαθητές στη λειτουργία των αισθητήρων και των κινητήρων του Lego Mindstorms, μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος Scratch Enchanting.

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 1**  
Δραστηριότητα

Σε αυτή τη δραστηριότητα, το ρομπότ θα οδηγήσει σε ένα χώρο στάθμευσης που ορίζεται από ένα τοίχωμα και δύο αντικείμενα (εάν δεν υπάρχει διαθέσιμος τοίχος, μπορεί να προσομοιωθεί χρησιμοποιώντας ένα μεγάλο κομμάτι ή άλλο ψηλό αντικείμενο). Ο χώρος στάθμευσης είναι 25-30 cm πλάτος. Όπως φαίνεται στην εικόνα το ρομπότ θα:

- περιμένει μέχρι να δει ένα λαμπρό φως
- αρχίζει να κινείται μέχρι να φτάσει "κοντά" στον τοίχο
- κάνει μια στροφή 90 μοιρών προς τα δεξιά, και
- προχωράει μέχρι το ρομπότ ακούσει ένα δυνατό θόρυβο («ΣΤΟΠ!»)
- σταματάει κάθε κίνηση.

ΕΠΙΛΕΞΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΦΩΤΟΣ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΥΠΕΡΉΧΩΝ

ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΗΧΟΥ

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Να γίνει χρήση των παραπάνω αισθητήρων και των κινητήρων του LEGO Mindstorm NXT

**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 2**  
Δραστηριότητα

Παρακολουθήστε τη συμπεριφορά του ρομπότ στο παρακάτω βίντεο:  
<http://www.youtube.com/watch?v=OYFM/QoNbs>  
και προσπαθήστε να ολοκληρώσετε κάτι αντίστοιχο με βάση τις παρακάτω οδηγίες:

Το ρομπότ θα πρέπει να:

- περιμένει μέχρι να ακουστεί ένας δυνατός ήχος
- αρχίζει να κινείται προς τα εμπρός μέχρι να φτάσει σε απόσταση 10cm από το εμπόδιο
- στη συνέχεια θα απομακρύνεται προς τα πίσω μέχρι η απόσταση να γίνει 30cm
- όταν η απόστασή του είναι 30cm ακριβώς σταματάει
- όταν η απόσταση είναι μεγαλύτερη από 30cm θα προχωράει μπροστά

ΥΠΕΡΉΧΩΝ

ΗΧΟΣ

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Να γίνει χρήση των παραπάνω αισθητήρων και των κινητήρων του LEGO Mindstorm NXT

Σχήμα 4. Φύλλα εργασίας για την εκμάθηση των αισθητήρων αφής, υπερήχων και ήχου

### Σύνοψη

Η διδασκαλία της ρομποτικής είναι κατάλληλη για μαθητές ανεξάρτητα από την ηλικία και το υπόβαθρό τους και αποτελεί έναν τρόπο ενθάρρυνσης της μάθησης. Τα Lego Mindstorms είναι μια χαμηλού κόστους λύση ενώ πολλοί μαθητές έχουν εξοικειωθεί με τα Lego από μικρές ηλικίες (Χαρίσης & Μικρόπουλος, 2008). Οι χρήστες στο περιβάλλον προγραμματισμού Enchanting, που τους είναι ήδη οικείο λόγω πρότερης ενασχόλησης με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch, μαθαίνουν να προγραμματίζουν μέσω οπτικών εντολών, χρησιμοποιώντας μια «σύρε και άσε» τεχνική για να δημιουργήσουν προγράμματα και δε χρειάζεται να έχουν γνώσεις πάνω στο υλικό. Τα προσδοκώμενα οφέλη για τους εκπαιδευτικούς είναι ο εμπλουτισμός των διδακτικών επιλογών τους με τα εργαλεία τόσο του προγραμματισμού όσο και της ρομποτικής, καθώς υπάρχουν έρευνες που αναφέρουν ότι τα ρομπότ βοήθησαν σημαντικά στη μετάδοση γνώσης βασικών εννοιών προγραμματισμού (Νικολός κ.α., 2011). Η ανάπτυξη του τεχνολογικού εγγραμματισμού είναι ένα ακόμη όφελος της χρήσης των τεχνολογιών ρομποτικής, αφού οι μαθητές κατανοούν καλύτερα τον τρόπο λειτουργίας των συσκευών αυτοματισμού που υπάρχουν στο περιβάλλον τους, όταν οι ίδιοι έχουν προγραμματίσει και έχουν προσομοιώσει αντίστοιχες καταστάσεις στο σχολικό εργαστήριο (Αναγνωστάκης & Μακράκης, 2010).

Στην τρέχουσα σχολική χρονιά υλοποιούμε πιλοτικά, ενταγμένη σε πρόγραμμα Αγωγής Σταδιοδρομίας, τη μέθοδο διδασκαλίας που περιγράφουμε σε μαθητές της Α΄ τάξης ενός μικρού επαρχιακού Λυκείου της Κρήτης. Οι μαθητές μέχρι στιγμής (Ιανουάριος 2014) παρουσιάζουν αυξημένα κίνητρα για μάθηση ενώ συμμετέχουν όλοι στις δραστηριότητες. Όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της μεθόδου, τα προσωρινά δεδομένα μας φαίνεται να συμβαδίζουν με την έρευνα των Καγκάνη κ.ά. (2005), καθώς φαίνεται οι μαθητές να αποκτούν σχετικά γρήγορα τις επιθυμητές γνώσεις και να μπορούν να διαχειριστούν τα



ρομπότ με σχετική ευκολία. Σημαντικό δε είναι ότι δεν παρατηρήθηκε καμία διαφορά στο ενδιαφέρον συμμετοχής και στην επίδοση μεταξύ αγοριών και κοριτσιών.

Τα παραπάνω δεδομένα μάς οδηγούν στην αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του οπτικού προγραμματισμού μέσω των Lego Mindstorms και του Scratch Enchanting για τη διδασκαλία του προγραμματισμού και την κατανόηση βασικών προγραμματιστικών δομών, όπως ελέγχου και επανάληψης που από ότι δείχνουν τα εμπειρικά δεδομένα παρουσιάζονται ιδιαίτερες δυσκολίες από μαθητές και φοιτητές.

## Αναφορές

- Vosniadou, S. (2001). How children learn. IAE Educational Practices Series, 7. Ανακτήθηκε 10 Ιανουαρίου 2014 από <http://www.ibe.unesco.org/publications/EducationalPracticesSeriesPdf/prac07e.pdf>
- Αλιμήσης, Δ. (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Αναγνωστάκης, Σ., & Μακράκης, Β. (2010). Η Εκπαιδευτική Ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης τεχνολογικού γραμματισμού και περιβαλλοντικής βιωσιμότητας: Μια έρευνα δράση σε μαθητές Δημοτικού. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 7<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010.
- Ατματζίδου, Σ., Μαρκέλης, Η., & Δημητριάδης, Σ. (2008). Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- ΕΑΙΤΥ (2011). *Επιμορφωτικό υλικό για την εκπαίδευση των επιμορφωτών στα Πανεπιστημιακά Κέντρα Επιμόρφωσης*. Πάτρα: ΕΑΙΤΥ.
- Ελευθεριώτη, Ε., Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χρ. (2010). Χρησιμοποιώντας τα Lego Mindstorms NXT για τη διδασκαλία του Προγραμματισμού σε ένα διαθεματικό πλαίσιο: μια πιλοτική μελέτη. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 7<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 23-26 Σεπτεμβρίου 2010.
- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., & Ευαγγελίδης, Γ. (2005). Μια Μελέτη Περιπτώσεων της Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005.
- Καρατράντου, Α., Τάχος, Ν., & Αλιμήσης, Δ. (2005). Εισαγωγή σε Βασικές Αρχές και Δομές Προγραμματισμού με τις Ρομποτικές Κατασκευές LEGO Mindstorms. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005.
- Κοντόση, Κ. (2011). Διδακτική Προσέγγιση της Επαναληπτικής Διαδικασίας While...Do της Pascal. *Πρακτικά 5<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής, «Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση - Ο ρόλος του καθηγητή Πληροφορικής στο νέο σχολείο»*, Ιωάννινα, 1-3 Απριλίου 2011.
- Νικολός, Δ., Καρατράντου, Α., & Παναγιωτακόπουλος, Χ. (2008). Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Νικολός, Δ., Μισιρλή, Α., Δαβράζος, Γ., Μπακόπουλος, Ν., & Κόμης, Β. (2011). Εξοικείωση με τη γλώσσα προγραμματισμού Scratch και το ρομποτικό πακέτο Lego WeDo. *Πρακτικά 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνεδρίου, «Ενταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, Πάτρα, 28-30 Απριλίου 2011.
- Ευνόγαλος Σ., Σατρατζέμη Μ. & Δαγδιλέλης Β. (2000). Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές προσεγγίσεις και διδακτικά εργαλεία. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2<sup>ο</sup> Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή για τις «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 115-124, Πάτρα.
- Παπαδάκης, Στ., & Ορφανάκης, Β. (2013). Μια πρόταση διδασκαλίας στο μάθημα Έφαρμογές Λογισμικού με τη χρήση του App Inventor. *Πρακτικά 5<sup>th</sup> Conference on Informatics in Education «Η*

- Πληροφορική στην εκπαίδευση», Τμήμα Πληροφορικής Πανεπιστημίου Πειραιώς, Πειραιάς, 11-13 Οκτωβρίου 2013.
- Παπαδάκης, Στ., Καλογιαννάκης, Μ., & Ζαράνης, Ν. (2013). Δημιουργώντας εφαρμογές για έξυπνες φορητές συσκευές με το App Inventor. *Πρακτικά 7<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Καθηγητών Πληροφορικής «Η Πληροφορική στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. Προκλήσεις & Προοπτικές»*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 12-14 Απριλίου 2013.
- Παπαλεωνίδας, Α. (2009). Υποστήριξη Διδασκαλίας Μαθημάτων Πληροφορικής υποβοηθούμενη από την πλατφόρμα LEGO Mindstorms. 3<sup>η</sup> Πανελλήνια Δημεριδα Καθηγητών Πληροφορικής, Αλεξανδρούπολη.
- ΠΕΚΑΠ (2010). Η εκπαιδευτική ρομποτική στο Δημοτικό σχολείο. Ανακτήθηκε 10 Ιανουαρίου 2014 από [http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/education/docs/pekap\\_edurobotic.pdf](http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/education/docs/pekap_edurobotic.pdf)
- Τσοβόλας, Σπ., & Κόμης, Β. (2005). Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBO-LAB. Στο Α. Τζιμογιάννης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Κόρινθος, 7-9 Οκτωβρίου 2005.
- Τσοβόλας, Σπ., & Κόμης, Β. (2008). Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.
- Φράγκου, Σ. & Παπανικολάου, Κ. (2010). Εκπαιδευτική αξιοποίηση συστημάτων ρομποτικής. Στο Γρηγοριάδου Μ. (επιμ) *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*, Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών, ΕΚΠΑ, Αθήνα, 9-11 Απριλίου 2010.
- Χαρίσης, Χ. & Τ. Α. Μικρόπουλος (2008). Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές. Στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 4<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής»*, Πάτρα: Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών.