

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

Τόμ. 1 (2012)

6ο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής



Διδακτική της Πληροφορικής με εφαρμογές  
Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, βασισμένης στην  
Εποικοδομητική θεωρία

Γ. Κυριακού, Ν. Φαχαντίδης

## Βιβλιογραφική αναφορά:

Κυριακού Γ., & Φαχαντίδης Ν. (2022). Διδακτική της Πληροφορικής με εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, βασισμένης στην Εποικοδομητική θεωρία. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4554>

# Διδακτική της Πληροφορικής με εφαρμογές Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, βασισμένης στην Εποικοδομητική Θεωρία

Γ. Κυριακού<sup>1</sup>, Ν. Φαχαντίδης<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Εκπαιδευτικός Δ/θμιας Εκπ/σης ΠΕ19

kyrgeo@sch.gr

<sup>2</sup> Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας

nfaxanti@uowm.gr

## Περίληψη

Τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού είναι πολλές φορές απογοητευτικά τόσο για τους μαθητές, όσο και για τους καθηγητές, γεγονός το οποίο οφείλεται σε μία σειρά από δυσκολίες κατά την εκμάθηση του προγραμματισμού. Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών έχουν προταθεί πάρα πολλές εναλλακτικές λύσεις. Μια διαφορετική προσέγγιση είναι αυτή που αξιοποιεί την εκπαιδευτική ρομποτική σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν και τα εκπαιδευτικά ρομπότ της εταιρίας Lego. Στην ερευνητική αυτή εργασία παρουσιάζεται μία προσπάθεια χρήσης του πακέτου ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms for Schools με σκοπό την εκμάθηση βασικών αρχών προγραμματισμού (και ειδικότερα των δομών επιλογής και επανάληψης) σε μια βασισμένη σε σχέδιο εργασίας (project-based), προσέγγιση επίλυσης προβλημάτων, υιοθετώντας ως έναυσμα μάθησης το παιχνίδι. Πρόκειται για μία πειραματική διδασκαλία για την υλοποίηση της οποίας έγινε μία ανάλογη προσπάθεια δημιουργίας κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού. Το συμπέρασμα που προκύπτει από την εργασία αυτή είναι ότι οι ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms, με την προϋπόθεση της κατάλληλης παιδαγωγικής πλαisiώσης, μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη διδασκαλία του προγραμματισμού.

**Λέξεις κλειδιά:** *δομές προγραμματισμού, κατασκευαστικός εποικοδομισμός, εκπαιδευτική ρομποτική, Lego Mindstorms.*

## Abstract

The introductory lessons on programming can sometimes be particularly frustrating not only for students but for their teachers / professors as well; a fact which has its roots on a series of difficulties one may encounter during the learning process of programming. Many alternatives have been proposed in order for these difficulties to be faced. A different approach is the one which reclaims robotics in education when combined with visual programming. The educational robotic packages of the Lego company can be listed in this category. An effort of how the package of Lego Mindstorms for School can be used aiming to the acquisition of basic programming (especially of the structures of choice and repetition) in a project-based approach, giving a significant role to playing, will be presented in this research. It is about an experimental teaching procedure that required a proportional amount of effort to create the appropriate educational material. The conclusion of this research is that the package of Lego Mindstorms, with the appropriate didactical support could contribute essentially to the lessons of programming.

**Keywords:** programming structures, *constructionism*, *robotics* in education, *Lego Mindstorms*.

## **1. Εισαγωγή**

Ως έναυσμα για την εργασία αυτήν, υπήρξε η προσωπική παρατήρηση για τα προβλήματα που παρουσιάζονται, κατά τη διδασκαλία του μαθήματος του προγραμματισμού στην Γ΄ τάξη του Γυμνασίου, και ιδιαίτερα οι δυσκολίες που συναντάνε οι μαθητές κατά την εκπαιδευτική διαδικασία της απόκτηση των γνώσεων και των δεξιοτήτων όσον αφορά στον προγραμματισμό.

Στόχος του μαθήματος της Πληροφορικής για την εισαγωγή στον προγραμματισμό, όπως περιγράφεται στο Αναλυτικό Πρόγραμμα Σπουδών είναι : η απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων όσον αφορά στην κατανόηση ενός προβλήματος, το σχεδιασμό αλγορίθμων, την εκμάθηση των τεχνικών προγραμματισμού, την υλοποίηση και τον έλεγχο του προγράμματος. Τόσο από προσωπική εμπειρία αλλά και από βιβλιογραφικές έρευνες (Καγκάνης Κ, Δαγδιλέλης Β., Σατρατζέμη Μ. & Ευαγγελίδης Γ., 2005) προκύπτει ότι τα εισαγωγικά μαθήματα προγραμματισμού είναι πολλές φορές απογοητευτικά, τόσο για τους μαθητές όσο και για τον ίδιο τον καθηγητή.

## **2. Δυσκολίες κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού και αντιμετώπιση τους**

Οι παράγοντες στους οποίους έχει διαπιστωθεί ότι οφείλονται οι δυσκολίες των μαθητών κατά την εκμάθηση του προγραμματισμού είναι :

- a) Η παραδοσιακή προσέγγιση της διδασκαλίας των αρχών του προγραμματισμού: οι μαθητές διδάσκονται μια γλώσσα γενικού σκοπού (Pascal, Basic, C κλπ) σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον προγραμματισμού, το οποίο είναι προσανατολισμένο στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, που περιλαμβάνει την επεξεργασία μιας σειράς αριθμών και συμβόλων, γεγονός που απέχει από τις πραγματικές διδακτικές ανάγκες των μαθητών (Ξυνόγαλος κ.α., 2000).
- b) Οι αναπαραστάσεις που απαιτείται να οικοδομήσουν οι μαθητές κατά την διάρκεια επίλυσης ενός προβλήματος προγραμματισμού (Κόμης, 2005α). Στα προγραμματιστικά περιβάλλοντα στα οποία δεν παρέχεται η δυνατότητα προγραμματισμού με οπτικό τρόπο οι μαθητές κατανοούν δύσκολα τον τρόπο με τον οποίο εκτελείται ένα πρόγραμμα και τη διαδικασία με την οποία συντελείται η είσοδος και η έξοδος των δεδομένων.
- c) Τα προβλήματα που καλούνται να επιλύσουν οι μαθητές είναι ξένα με τα προβλήματα που έχουν βιώσει στην καθημερινότητα τους (Δαγδιλέλης, 1986).

Ως συνέπεια των παραπάνω, οι μαθητές δίνουν περισσότερη βαρύτητα στην εκμάθηση της ίδιας της γλώσσας, παρά στη μεθοδολογία για την επίλυση προβλημάτων (Δαγδιλέλης, 1986).

Ένα ιδιαίτερο κεφάλαιο στο σύνολο των προβλημάτων που προκύπτουν κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού έχει να κάνει με τις δυσκολίες στην διδασκαλία των δομών επιλογής και επανάληψης όπως αναφέρεται και στην έρευνα των Τζιμογιάννη, Α. & Γεωργίου Β., (1999). Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών στη διδασκαλία του προγραμματισμού έχουν κατά καιρούς προταθεί μία σειρά από εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας (Χαρίσης Χ. & Μικρόπουλος Τ.Α. 2008) Μια διαφορετική προσέγγιση είναι αυτή που αξιοποιεί την εκπαιδευτική ρομποτική σε συνδυασμό με τον οπτικό προγραμματισμό. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει και το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικής Lego Mindstorms RCX for Schools.

Η χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί να βελτιώσει τις δεξιότητες συνεργασίας, την αυτοπεποίθηση, τη δημιουργικότητα, τα κίνητρα των παιδιών και τις δεξιότητες χειρισμού του υπολογιστή (Palumbo & Palumbo, 1993; Wagner, 1998). Πρόκειται για μια εναλλακτική προσέγγιση διδασκαλίας του προγραμματισμού, η οποία στηρίζεται στη χρήση φυσικών μηχανικών μοντέλων, με τα οποία οι μαθητές προσανατολίζονται ως πρώτο βήμα στην κατασκευή ενός ρομποτικού μηχανισμού και μετά από κατάλληλο σχεδιασμό και αρκετούς πειραματισμούς οδηγούνται στην επίλυση πραγματικών προβλημάτων.

Συμπερασματικά όπως διαπιστώνεται από την μελέτη περίπτωσης των Καγκάνη Κ., Δαγδιλέλη Β., Σατρατζέμη Μ. και Ευαγγελίδη Γ. (2005), με τα φυσικά μηχανικά μοντέλα όπως αυτό της Lego:

- a) πετυχαίνεται υψηλός βαθμός αλληλεπίδρασης μεταξύ υπολογιστή και πραγματικού αντικειμένου,
- b) υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση,
- c) υπάρχει πειραματισμός και ενεργός συμμετοχή από τους μαθητές,
- d) αναπτύσσεται η κριτική σκέψη,
- e) καλλιεργείται η δημιουργική σκέψη η διορατικότητα και η πρωτοτυπία,
- f) υπάρχει άμεση εμπειρία και ο μαθητής απαλλάσσεται από την εκμάθηση και απομνημόνευση συντακτικών κανόνων μιας γλώσσας προγραμματισμού και
- g) υλοποιείται ένα είδος εξατομικευμένης μάθησης αφού ο εκπαιδευτικός διαθέτει περισσότερο χρόνο για κάθε μαθητή και ο κάθε μαθητής εργάζεται με το δικό του ρυθμό μάθησης.

Η διδασκαλία του προγραμματισμού στα πλαίσια της προσέγγισης αυτής είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική καθώς επικεντρώνεται στην ανάπτυξη ικανοτήτων επίλυσης προβλημάτων και σχεδίασης αλγορίθμων και όχι στην εκμάθηση της γλώσσας προγραμματισμού (Ξυνόγαλος κ.α. 2000, Lawhead et al 2002).

### **3. Περιγραφή εκπαιδευτικού υλικού και πλεονεκτήματα χρήσης του**

Στο πλαίσιο της εργασίας αυτής για τη διδασκαλία του προγραμματισμού με τη χρήση εκπαιδευτικής ρομποτικής επιλέχθηκε το πακέτο Lego Mindstorms RCX for Schools. Ως προγραμματιστικό περιβάλλον χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Robolab που συνοδεύει το πακέτο αυτό.

Το πακέτο Lego Mindstorms αποτελεί ένα ευέλικτο μέσο δημιουργικής μάθησης που παρέχει ευκαιρίες για σχεδιασμό και κατασκευές σε μικρό χρονικό διάστημα και με μικρό προϋπολογισμό. Περιλαμβάνει ένα σύνολο από δομικά στοιχεία (τουβλάκια, γρανάζια, τροχούς, κ.α.), αισθητήρες, κινητήρες και άλλα εξαρτήματα με τα οποία μπορεί κανείς να κατασκευάσει φυσικά μοντέλα. Τα εξαρτήματα αυτά προσαρμόζονται πάνω σε ένα τουβλάκι της LEGO μεγαλύτερων διαστάσεων, στο οποίο είναι ενσωματωμένος ο επεξεργαστής RCX.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του πακέτου Lego Mindstorms for Schools είναι :

- a) λόγω των δυνατοτήτων του RCX να ελέγχει κινητήρες ή φώτα και να συγκεντρώνει δεδομένα με τη βοήθεια αισθητήρων, παιδιά και ενήλικες μπορούν εύκολα να δημιουργήσουν κατασκευές που κινούνται, σκέφτονται, και αντιδρούν (Portsmore 1999).
- b) πολλοί μαθητές έχουν εξοικειωθεί με τα τουβλάκια της Lego από μικρές ηλικίες (Ringwood et al., 2005) και αποτελούν μια χαμηλού κόστους λύση (Hirst et al., 2002).
- c) οι μαθητές αντιμετωπίζουν τα Lego περισσότερο ως παιχνίδι, παρά ως εργαλεία μάθησης καθώς η πλειοψηφία τους έχει «παιξει» με αυτά. Η πτυχή - παιχνίδι, αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα θετικού κινήτρου και παρότρυνσης στην εκπαίδευση (Κόμης, 2005b).
- d) με το πακέτο ρομποτικής της Lego ενισχύονται οι βασικοί στόχοι της διδασκαλίας του προγραμματισμού (Lawhead et al., 2003).

Το λογισμικό Robolab παρέχει ένα απλό γραφικό περιβάλλον για τον προγραμματισμό "συμπεριφορών" των ρομποτικών κατασκευών της Lego που επιτρέπει στο χρήστη να προγραμματίσει χρησιμοποιώντας εικονίδια που αναπαριστούν όλους τους τύπους δεδομένων και τις βασικές εντολές και δομές.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση του λογισμικού Robolab είναι :

- a) η διδασκαλία του προγραμματισμού δεν ακολουθεί το τυπικό μοντέλο διδασκαλίας αλλά μια κατασκευαστική προσέγγιση (Τσοβόλας & Αντωνίου, 2005).
- b) το περιβάλλον αυτό είναι σχεδιασμένο για παιδιά, απαιτεί μόνο βασικές γνώσεις χρήσης Η/Υ και δεν προϋποθέτει γνώσεις αρχών προγραμματισμού (Κασκάλης κ.α., 2001).

#### **4. Θεωρητικό πλαίσιο και διδακτική μεθοδολογία**

Η εργασία αυτή για την επίτευξη των επιθυμητών διδακτικών στόχων στηρίζεται στην θεωρία του εποικοδομισμού (constructivism) της γνώσης του Piaget (1974) και ακολουθεί την εποικοδομιστική κατασκευαστική (constructionist) προσέγγιση της μάθησης σύμφωνα με τις αρχές που διατυπώθηκαν από τον Papert (1991). Η θεωρία του εποικοδομισμού, υποστηρίζει ότι η μάθηση δεν συνίσταται στη συσσώρευση πληροφοριών ή στην ανακάλυψη μιας εξωτερικής πραγματικότητας αλλά στην οργάνωση των εσωτερικών αντιλήψεων και εμπειριών του ατόμου. Οι μαθητές οικοδομούν καινούργιες έννοιες και ιδέες με βάση τις προϋπάρχουσες γνώσεις τους και μέσω της ενεργητικής συμμετοχής και εμπλοκής τους σε δραστηριότητες αυθεντικού τύπου (Piaget, 1974).

Σύμφωνα με τους Κόμη Β. και Μικρόπουλο Τ. Α. (2001) ένα μαθησιακό περιβάλλον με βάση τις αρχές του εποικοδομισμού θα πρέπει :

- a) να παρέχει αυθεντικές δραστηριότητες ενταγμένες στις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων από τον πραγματικό κόσμο,
- b) να ενθαρρύνει την έκφραση και την προσωπική εμπλοκή στη μαθησιακή διαδικασία,
- c) να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση.

Ιδιαίτερα, ο “κατασκευαστικός” εποικοδομισμός με κύριο εμπνευστή τον Papert, υποστηρίζει ότι οι άνθρωποι οικοδομούν καλύτερα τη γνώση τους όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή (χειρωνακτική και ψηφιακή) πραγματικών αντικειμένων με νόημα για τους ίδιους ή τους άλλους γύρω τους, όπως κάστρα από άμμο, κατασκευές Lego, προγράμματα υπολογιστών, ή μία θεωρία για το σύμπαν (Papert, 1991).

Παράλληλα, στην εργασία αυτή δίνεται μεγάλη βαρύτητα στη άποψη που έχει διατυπωθεί από τον Dewey (1997) για το νέο σχολείο, σύμφωνα με την οποία η εκπαίδευση πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις των παιδιών για έρευνα, κατασκευή, επικοινωνία και έκφραση.

Η μεθοδολογία που ενδείκνυται να ακολουθηθεί στο πλαίσιο της εκπαιδευτικής ρομποτικής κατά τη σχεδίαση δραστηριοτήτων ταυτίζεται με τη μέθοδο διδασκαλίας με στόχο την επίλυση ενός προβλήματος (problem-based learning) αφού πρόκειται για δραστηριότητες στις οποίες εμπλέκεται η δημιουργία και ο κατάλληλος χειρισμός μίας μηχανικής κατασκευής για την εκπλήρωση μιας αποστολής.

Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να πάρουν τη μορφή συνθετικών εργασιών (project-based learning) που θέτουν στους μαθητές προβλήματα τα οποία είναι αυθεντικά, πολυδιάστατα και επιδέχονται περισσότερες από μία λύσεις (Brown, Collins & Duguid, 1989).

Ο ρόλος του εκπαιδευτικού για την αποτελεσματική ένταξη και αξιοποίηση της ρομποτικής τεχνολογίας στην εκπαιδευτική διαδικασία είναι καθοριστικός. Για να υπάρξουν καθοριστικά μαθησιακά αποτελέσματα θα πρέπει η εκπαιδευτική διαδικασία που θα ακολουθηθεί να στοχεύει σε μία μαθητο-κεντρική προσέγγιση, λαμβάνοντας υπ' όψη τα χαρακτηριστικά των μαθητών. Στην προσέγγιση αυτή η διδασκαλία είναι πάντα έμμεση καθώς οι εκπαιδευτικοί επεμβαίνουν μόνο συμβουλευτικά δίνοντας τη δυνατότητα στους μαθητές να δοκιμάσουν την ορθότητα των λύσεων τους.

Η δράση των μαθητών κατά την εκπόνηση μιας εργασίας με προγραμματιζόμενες ρομποτικές κατασκευές οργανώθηκε σύμφωνα με τις υποδείξεις των Παπανικολάου Κ., Φράγκου Στ., Αλιμήση Δ. (Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων TERECoP, 2007) σε μια σειρά από ξεχωριστά αλλά αλληλοσυνδεόμενα στάδια :

- Στάδιο Εμπλοκής : Στο στάδιο αυτό διατυπώνεται το πρόβλημα και οι μαθητές μέσα από μία συζήτηση εμπλέκονται στον προσδιορισμό του.
- Στάδιο Πειραματισμού : οι μαθητές πειραματίζονται με το διαθέσιμο υλικό, για παράδειγμα προγραμματιζόμενες μονάδες, κινητήρες, αισθητήρες και το σχετικό λογισμικό, μέσα από απλά προβλήματα που καλούνται να αντιμετωπίσουν.
- Στάδιο Διερεύνησης : Οι μαθητές καλούνται να προτείνουν λύσεις σε ερωτήματα τα οποία ενδέχεται να έχουν περισσότερες από μία απαντήσεις.
- Στάδιο Σύνθεσης και Δημιουργίας : Οι μαθητές καλούνται να συνθέσουν τα επιμέρους στοιχεία και υλικά (προγράμματα) τα οποία παρουσιάστηκαν στην τάξη σε μία τελική μορφή που απαντά στο αρχικό πρόβλημα.
- Στάδιο Αξιολόγησης : Όλες οι τελικές προτάσεις των ομάδων παρουσιάζονται στην τάξη και αξιολογούνται με βάση τα ερωτήματα/κριτήρια που έχουν θέσει οι μαθητές σε προηγούμενα στάδια (στάδια εμπλοκής, διερεύνησης).

## ***5. Ερευνητικά ερωτήματα και Μεθοδολογία***

### ***5.1. Η Εκπαιδευτική Δραστηριότητα***

Η παρούσα εμπειρική μελέτη περίπτωσης έχει ως στόχο τη διερεύνηση της συμβολής της εκπαιδευτικής ρομποτικής και του οπτικού προγραμματισμού στην αντιμετώπιση των δυσκολιών σε δομές επιλογής και επανάληψης που εμφανίζονται στους αρχάριους μαθητές κατά τη διδασκαλία του προγραμματισμού στην Γ' τάξη του Γυμνασίου.

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο 3ο Γυμνάσιο Φλώρινας, το Μάρτιο του 2009. Σε αυτήν συμμετείχαν 12 μαθητές της Γ' τάξης (5 αγόρια και 7 κορίτσια). Η επιλογή των μαθητών έγινε με τυχαίο τρόπο, με μόνη προϋπόθεση τη σχετική ευχέρεια τους στη

χρήση Η/Υ. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε 4 ομάδες των 3 ατόμων με βάση τη δική τους επιθυμία. Πραγματοποιήθηκαν 5 δίωρες συναντήσεις σε διάστημα δύο εβδομάδων κατά τις οποίες οι μαθητές ακολουθούσαν τις οδηγίες 5 ειδικά διαμορφωμένων φύλλων δραστηριοτήτων. Για τις ανάγκες του εγχειρήματος αυτού χρησιμοποιήθηκε το εκπαιδευτικό πακέτο ρομποτικών κατασκευών Lego Mindstorms RCX for schools.

### **5.2 Ερευνητικά ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα της εργασίας αυτής είναι :

- a) κατά πόσο η αξιοποίηση τη εκπαιδευτικής ρομποτικής σε συνδυασμό με τη δημιουργία κατάλληλου εκπαιδευτικού υλικού (σημειώσεις για το γνωστικό αντικείμενο της ρομποτικής, και φύλλα δραστηριοτήτων, εργασιών και ασκήσεων) μπορούν να δημιουργήσουν το κατάλληλο περιβάλλον ώστε i) να τραβήξουν τη προσοχή και το ενδιαφέρον των μαθητών και ii) να πετύχουν την ενεργητική συμμετοχή και τη συνεργασία τους.
- b) κατά πόσο η διδασκαλία του προγραμματισμού με τη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορεί α) να ενθαρρύνει τους μαθητές ώστε να καταβάλουν δημιουργική προσπάθεια και β) να βοηθήσει στην ενσωμάτωση των δομών ελέγχου και επανάληψης στα προγράμματα των μαθητών με επιτυχία.

### **5.3 Μέθοδος αξιολόγησης**

Η αξιολόγηση της προσπάθειας αυτής έγινε με τους παρακάτω τρόπους :

- a) με παρακολούθηση της εργασίας των μαθητών :
  - i) με συστηματική παρακολούθηση από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό και καταγραφή προσωπικών σημειώσεων,
  - ii) με βιντεοσκόπηση των μαθητών κατά την ενασχόληση τους με το αντικείμενο. Οι συναντήσεις βιντεοσκοπήθηκαν ώστε να μπορεί εκ των υστέρων να γίνει ανάλυση του τρόπου σκέψης και εργασίας των μαθητών.
- b) με αξιολόγηση του παραγόμενου υλικού από τις 4 ομάδες των μαθητών :
  - i) της καταγραφής της πορείας επίλυσης των προβλημάτων
  - ii) των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας για το σπίτι από τους μαθητές μετά από κάθε συνάντηση
  - iii) των προγραμμάτων που δημιούργησαν στο Robolab.
- c) με μελέτη των ερωτηματολογίων αξιολόγησης στα οποία ζητήθηκε από τους μαθητές να απαντήσουν στο τέλος του εγχειρήματος.

### **5.4 Ο ρόλος του εκπαιδευτικού**

Καθ όλη τη διάρκεια της εγχειρήματος καταβλήθηκε μεγάλη προσπάθεια ώστε να παρέχονται τα απαραίτητα κίνητρα και να υπάρχει η κατάλληλη ανατροφοδότηση. Παρακολουθούσαμε με προσοχή τον καταιγισμό ιδεών, τις συζητήσεις, τις ενέργειες και τις αντιδράσεις των μαθητών. Κρατούσαμε

σημειώσεις και επεμβαίναμε μόνο για να θέσουμε προβληματισμούς, και όταν οι μαθητές χρειάζονταν βοήθεια. Ο ρόλος μας ήταν περισσότερο συμβουλευτικός παρά καθοδηγητικός. Επίσης τονίζαμε συνέχεια στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύοντας την ευγενή άμιλλα μεταξύ των μαθητών.

### **5.5 Σχεδίαση σειράς μαθημάτων**

Για την υλοποίηση της δραστηριότητας αυτής χρησιμοποιήθηκε ένα συγκεκριμένο ερπυστριοφόρο όχημα, το tankbot.

Η σειρά των μαθημάτων χωρίστηκε στις παρακάτω ενότητες:

- 1α. Εισαγωγή στη Ρομποτική
- 1β. Γνωριμία με το Πακέτο Lego Mindstorms
- 1γ. Κατασκευή του οχήματος – ρομπότ tankbot
2. Εξοικείωση με το Robolab
3. Επαφή και πρακτική εξάσκηση με τις δυνατότητες του λογισμικού Robolab.
- 4α. Σύνθετη δραστηριότητα αποφυγής εμποδίου με χρήση αισθητήρων αφής
- 4β. Σύνθετη δραστηριότητα ελέγχου κίνησης οχήματος με χρήση αισθητήρων αφής.
5. Σύνθετη δραστηριότητα για την παρακολούθηση μιας γραμμής με χρήση αισθητήρων φωτός

Για κάθε διδακτική ενότητα δημιουργήθηκε το αντίστοιχο διδακτικό υλικό:

- Σχέδιο Μαθήματος
- Αρχείο Παρουσιάσεων PowerPoint
- Φύλλο Δραστηριοτήτων
- Φύλλο Εργασιών

## **6. Διαδικασία και Αποτελέσματα**

### **6.1. Πορεία διδασκαλίας και παρατηρήσεις**

Η βασισμένη σε σχέδιο εργασίας προσπάθεια αυτή, περιελάμβανε τρεις βασικές επιμέρους εκπαιδευτικές δραστηριότητες (φάσεις) :

- a) τη φάση της εξοικείωσης
- b) τη φάση της πρακτικής εφαρμογής και
- c) τη φάση της πρόκλησης

#### **6.1.1 Η φάση της εξοικείωσης**

Η πρώτη φάση υλοποιήθηκε σε δύο συναντήσεις και είχε ως αντικείμενο την εξοικείωση με το πακέτο Lego Mindstorms και το λογισμικό Robolab.

Μόλις ενημερώθηκαν οι μαθητές για το αντικείμενο των δραστηριοτήτων, αμέσως εξέφρασαν την επιθυμία να μάθουν πως μπορούν να προγραμματίσουν μια ρομποτική κατασκευή και έδειξαν μεγάλο ενθουσιασμό και ανυπομονησία. Η διαδικασία προγραμματισμού στο Robolab φάνηκε στους μαθητές ‘πανεύκολη’, ‘παιχνιδάκι’, ‘δεν είχε καμία σχέση με τον προγραμματισμό, όπως το κάνουμε στο μάθημα της Πληροφορικής’. Υπήρξε μια γενική ανακούφιση των μαθητών από το αρχικό σφίξιμο, ‘τους έφυγε το άγχος’ και μία βιασύνη να τους επιτραπεί να πειραματιστούν μόνοι τους. Οι μαθητές ζήτησαν να παραμείνουν και μετά το πέρας της συνάντησης αυτής, όσο κρατούσε το διάλειμμα για το επόμενο μάθημα, και προχώρησαν σε πειραματισμούς προγραμματίζοντας το αυτοκινητάκι.

### **6.1.2 Η φάση της πρακτικής εφαρμογής**

Η δεύτερη φάση της πρακτικής εφαρμογής έλαβε μέρος σε μία συνάντηση και είχε ως αντικείμενο μία πρώτη επαφή με τις δυνατότητες του λογισμικού Robolab και συγκεκριμένα με τις εντολές ελέγχου με τη χρήση αισθητήρων και τις προγραμματιστικές δομές επιλογής και επανάληψης. Συνειδητά δεν έγινε απόπειρα διδασκαλίας των αρχών προγραμματισμού, και οι απαιτούμενες έννοιες (ροή προγράμματος, λογική επιλογή, βρόγχος επανάληψης, κ.λ.π.) καλύφθηκαν με βιωματική προσέγγιση, μέσα από συνδυασμένες δραστηριότητες συζήτησης και πειραματισμού. Στη φάση αυτή χρησιμοποιήθηκε σε μικρότερο βαθμό η καθοδηγούμενη διδασκαλία.

Έχοντας στη διάθεσή τους την πρότερη εμπειρία από τις δραστηριότητες, στις οποίες είχαν ήδη συμμετάσχει, οι μαθητές προσπάθησαν να υλοποιήσουν τα προγράμματά τους με τον βέλτιστο δυνατό τρόπο (ταχύτητα και αποτελεσματικότητα εκτέλεσης) και τα κατάφεραν σε ικανοποιητικό βαθμό αλλά και με αρκετές δυσκολίες. Διαπιστώθηκε ότι χρειαζόταν περισσότερος χρόνος για να κατακτηθεί πιο αβίαστα η αντίστοιχη μάθηση, κάτι όμως που δεν υπήρχε δυνατότητα να συμβεί, αφού είχαμε ήδη εξαντλήσει όλο το περιθώριο του χρόνου που θα μπορούσε να μας δοθεί.

### **6.1.3 Η φάση της πρόκλησης**

Στη τελική φάση της πρόκλησης, οι μαθητές κλήθηκαν να αντιμετωπίσουν μόνοι τους, με όσο το δυνατόν ελάχιστη καθοδήγηση πλέον, δύο σύνθετα προβλήματα προγραμματισμού κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων δίωρων συναντήσεων. Σε αυτή τη φάση ζητήθηκε από τους μαθητές να προσδώσουν στο αυτοκινητάκι tankbot συγκεκριμένες συμπεριφορές με στόχο την επίλυση κάθε φορά ρεαλιστικών προβλημάτων, στα οποία έπρεπε να ανταπεξέλθουν με βάση τις γνώσεις που αποκόμισαν από τις προηγούμενες φάσεις.

Αρχικά γινόταν παρουσίαση των προβλημάτων από τον υπεύθυνο καθηγητή με λεπτομερή περιγραφή των συνθηκών που έπρεπε να λάβουν υπόψη τους οι μαθητές. Ακολουθούσε συζήτηση πάνω στον τρόπο επίλυσης του προβλήματος. Στη συνέχεια

οι μαθητές έχοντας κατανοήσει το πρόβλημα, προχωρούσαν στην ανάλυση του με τη μορφή αλγορίθμου, στην κωδικοποίηση του αλγορίθμου σε πρόγραμμα του Robolab, στην εκτέλεση προγράμματος και στην απαραίτητη διόρθωση (όταν χρειαζόταν). Όλες αυτές τις κινήσεις τους τις κατέγραφαν σε συγκεκριμένο φύλλο σύνθετης δραστηριότητας.

Ως πρώτο πρόβλημα ζητήθηκε από τους μαθητές να προγραμματίσουν το όχημα τους, ώστε να είναι σε θέση να βγει από μία ειδικά διαμορφωμένη σπηλιά. Οι μαθητές στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας, στο οποίο απαιτούνταν η χρήση απλών δομών επιλογής και επανάληψης δεν συνάντησαν καμία ιδιαίτερη δυσκολία. Όταν έφτασαν όμως στο σημείο που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν εμφωλευμένη δομή επιλογής ενώ προχώρησαν με ευκολία στην ανάλυση του προβλήματος και το σχεδιασμό του, δυσκολεύτηκαν στην κωδικοποίηση του, δηλ. στη μεταφορά του αλγορίθμου αυτού σε πρόγραμμα στο περιβάλλον του Robolab. Το γεγονός αυτό κατά την άποψη μας, αποδόθηκε στο ότι τα παιδιά δεν είχαν την απαιτούμενη εμπειρία σε θέματα λογικής μαθηματικής σκέψης και στρατηγικής. Επίσης ο χρόνος που δόθηκε στους μαθητές για εξάσκηση στις προγραμματιστικές δομές δεν ήταν αρκετός ώστε οι μαθητές να αποκτήσουν την απαιτούμενη εμπειρία πάνω στις προγραμματιστικές τεχνικές. Στο σημείο αυτό δημιουργήθηκε από τους μαθητές ένα γενικό κλίμα απογοήτευσης και μία τάση παραίτησης. Η δυναμική παρέμβαση κρίθηκε επιτακτική και έγινε με μία σταδιακή εισαγωγή στα λογικά διαγράμματα μέσα από αριθμό καθημερινών παραδειγμάτων. Το αποτέλεσμα της παρέμβασης αυτής υπήρξε θετικό και μετά από αρκετή βοήθεια ή και καθοδήγηση στην περίπτωση δύο ομάδων, οι ομάδες των μαθητών κατάφεραν να οδηγηθούν στο επιτυχή προγραμματισμό του οχήματος τους, γεγονός που επανέφερε τη καλή τους διάθεση. Το σημαντικότερο στοιχείο που αξίζει εδώ να αναφερθεί, υπήρξε το γεγονός ότι η πλειοψηφία των μαθητών φάνηκε να κατέκτησε την στρατηγική που τους υποδείχτηκε.

Στο δεύτερο πρόβλημα ζητήθηκε από τους μαθητές να προγραμματίσουν το όχημα τους ώστε να είναι σε θέση να ακολουθήσει μία μαύρη γραμμή με αρκετές καμπύλες, η οποία ήταν ζωγραφισμένη σε μία λευκή επιφάνεια από χαρτί. Οι μαθητές στο πρώτο μέρος της δραστηριότητας, στο οποίο απαιτούνταν και πάλι η χρήση απλών δομών επιλογής και επανάληψης, δε δυσκολεύτηκαν καθόλου, όπως και αναμενόταν. Στο επιδιωκόμενο αποτέλεσμα, η μία ομάδα έφτασε χωρίς καθόλου ουσιαστική βοήθεια, δύο ομάδες μετά από μικρή παρέμβαση του υπεύθυνου εκπαιδευτικού ενώ μόνο μία ομάδα μετά από αρκετή βοήθεια. Στην περίπτωση των σύνθετων δομών προγραμματισμού, και πάλι οι μαθητές προχώρησαν με ευκολία στην ανάλυση του προβλήματος και το σχεδιασμό του αλγορίθμου, αλλά αυτή τη φορά οι δύο από τις τέσσερις ομάδες δε δυσκολεύτηκαν ιδιαίτερα στη μεταφορά του αλγορίθμου σε πρόγραμμα στο περιβάλλον του Robolab. Το γεγονός αυτό, κατά την άποψη του υπεύθυνου εκπαιδευτικού, οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι ομάδες αυτές είχαν

οικειοποιηθεί την στρατηγική λογικής και προγραμματισμού που είχαν διδαχθεί κατά την προηγούμενη συνάντηση.

Η πλειοψηφία λοιπόν, των μαθητών φάνηκε να κατέκτησε την στρατηγική του προγραμματισμού που τους υποδείχτηκε. Οι μαθητές μετά από αρκετές δοκιμές και προχωρώντας κάθε φορά στις αναγκαίες αλλαγές στο πρόγραμμα, κατάφεραν να φτάσουν στο επιθυμητό αποτέλεσμα. Όλοι οι μαθητές φάνηκαν αρκετά ή και πολύ ικανοποιημένοι με το αποτέλεσμα τους. Υπήρξε μάλιστα και η περίπτωση μαθητών που έδειξαν πολύ ενθουσιασμένοι για την επιτυχία τους και ξέσπασαν σε ένα αυθόρμητο πανηγυρισμό με ζητωκραυγές. Εντύπωση προκάλεσε και η άνεση με την οποία αντιμετώπισαν οι μαθητές την πρόκληση αυτή, αφού κατά τη διάρκεια των δοκιμών του οχήματος από τις ομάδες των μαθητών, κάποιοι μαθητές δεν δίστασαν να ξαπλώσουν δίπλα στην χάρτινη πίστα για να παρακολουθήσουν τη συμπεριφορά του οχήματος τους από κοντά.

Με το πέρας της δραστηριότητας αυτής οι μαθητές με δικής τους δήλωση έδειξαν ιδιαίτερα ικανοποιημένοι με την επίδοσή τους μιας και ‘τα ρομπότ δεν είναι τόσο δύσκολα όσο φαίνονται’, κάτι που διαφάνηκε και από τα συναισθήματα που εξέφρασαν.

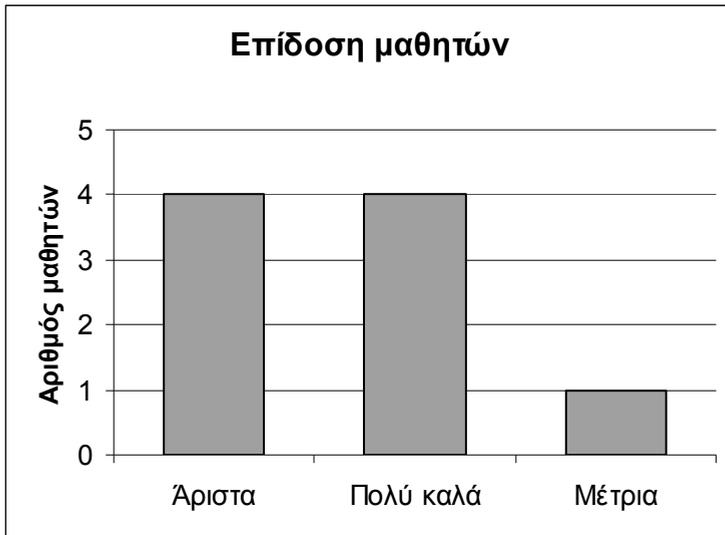
## **6.2 Αποτελέσματα και συζήτηση**

Από τα πρώτα κιόλας μαθήματα και με τη χρήση περιορισμένου αριθμού εντολών, οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αναπτύξουν προγράμματα που έλεγχαν τη συμπεριφορά του αυτοκινήτου και να δουν τα αποτελέσματα των προσπαθειών τους. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό αν σκεφτεί κανείς ότι δεν είναι λίγοι οι μαθητές που απογοητεύονται από τις δυσκολίες που συναντούν στην αρχή και εγκαταλείπουν την προσπάθεια εκμάθησης του προγραμματισμού.

Καταρχήν, φάνηκε ότι οι μαθητές κατανοούν εύκολα τα εικονίδια του προγραμματιστικού περιβάλλοντος που αφορούν βασικές συσκευές εξόδου (μοτέρ ή φωτεινή σήμανση). Ο οπτικός προγραμματισμός φαίνεται να τους διευκολύνει σε αυτό, καθώς και η αντιστοιχία των εικονιδίων με τις συσκευές ή τις λειτουργίες. Οι μαθητές πολύ γρήγορα μπόρεσαν να ελέγξουν τη μηχανική κατασκευή δηλαδή δεν χρειάστηκε να πάρουν πολλές πληροφορίες για το περιβάλλον εργασίας ώστε να δημιουργήσουν απλά προγράμματα. Η βασική προγραμματιστική δομή που κατέκτησαν αμέσως ήταν η δομή της αναμονής. Μαζί με την ακολουθία και την χρήση των δομών επιλογής και επανάληψης, οι μαθητές μπόρεσαν να υλοποιήσουν σενάρια και συμπεριφορές σε μεγάλη ποικιλία.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο φύλλο τελικής αξιολόγησης για τις δομές ελέγχου και επανάληψης στο οποίο κλήθηκαν να απαντήσουν με την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων διαπιστώθηκε, και επαληθεύτηκε για ακόμη μία φορά, ότι οι μαθητές κατέκτησαν τις δομές ελέγχου και επανάληψης σε πολύ ικανοποιητικό

βαθμό. Οι ερωτήσεις τελικής αξιολόγησης στόχευαν στο να διαπιστωθεί αν οι μαθητές ήταν σε θέση να ξεχωρίσουν τους διάφορους τύπους των δομών ελέγχου και επανάληψης, ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα και οι διαφορές του καθένα από αυτούς και ποιος είναι ο καταλληλότερος σε κάθε περίπτωση.



*Σχήμα 1: Επίδοση μαθητών*

Το τεστ αξιολόγησης αυτό το συμπλήρωσαν οι 9 από τους 12 μαθητές. Από αυτούς 4 βαθμολογήθηκαν με άριστα, 4 τα πήγαν πολύ καλά και μόνο ένας δεν τα πήγε και τόσο καλά. Υπήρξε ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον και αφοσίωση για το έργο. Όλοι οι μαθητές ήταν αρχάριοι στον προγραμματισμό και αρχικά αντιμετώπισαν με δυσπιστία την όλη διαδικασία. Στο τέλος της εργασίας όλοι τους ήταν σε θέση να χρησιμοποιούν το Robolab για να προγραμματίσουν τις κατασκευές τους. Έδειξαν να κατανοούν, έστω και εισαγωγικά, τον τρόπο χρήσης των βασικών προγραμματιστικών δομών. Δουλεύοντας σε κάθε δραστηριότητα οι μαθητές είχαν την ευκαιρία να αποκτήσουν εμπειρία αυτενεργώντας, και να επωφεληθούν τελικά από τα λάθη τους.

Με το πέρας των συναντήσεων ζητήθηκε από τους μαθητές να συμπληρώσουν ένα φύλλο τελικής αξιολόγησης για τις εντυπώσεις τους από τις δραστηριότητες στις οποίες έλαβαν μέρος. Από τους 12 μαθητές το ερωτηματολόγιο αυτό, το συμπλήρωσαν οι 9. Στην ερώτηση αν οι δραστηριότητες στις οποίες συμμετείχαν είχαν ενδιαφέρον ή τους φάνηκαν βαρετές, οι 6 από τους 9 απάντησαν ότι τις βρήκαν πολύ ενδιαφέρουσες και οι υπόλοιποι 3 αρκετά ενδιαφέρουσες. Όλοι όμως συμφώνησαν ότι δεν ήταν καθόλου βαρετές. Στην ερώτηση αν πιστεύουν ότι οι δραστηριότητες στις οποίες συμμετείχαν υπήρξαν διασκεδαστικές ή όχι, οι 7 από

τους 9 απάντησαν ότι τις βρήκαν πολύ διασκεδαστικές και οι υπόλοιποι 2 αρκετά διασκεδαστικές. Στην ερώτηση αν θεωρούν ότι κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων στις οποίες συμμετείχαν υπήρχε συνεργασία ανάμεσα στα μέλη της ομάδας τους, οι 8 από τους 9 απάντησαν ότι υπήρξε πολύ καλό πνεύμα συνεργασίας και ένας απάντησε ότι έμεινε αρκετά ευχαριστημένος.

Όλοι οι μαθητές βρήκαν πολύ και πάρα πολύ ενδιαφέρουσα την εργασία τους με τα Lego. Σχεδόν όλοι δήλωσαν πως έμαθαν να προγραμματίζουν. Το σύνολο των μαθητών απαντώντας στο ερωτηματολόγιο για τις εντυπώσεις τους από την όλη εμπειρία έγραψε ότι ‘ήταν πολύ ενδιαφέρουσα και διασκεδαστική εμπειρία, και βαρετή δεν θα την έλεγα καθόλου γιατί ίσα-ίσα ήταν πολύ ωραία αυτά που κάναμε και αυτά που μάθαμε.’. Αξίζει να σημειωθεί το γεγονός ότι αρκετοί μαθητές έδειξαν γοητευμένοι από την πρόκληση στην οποίες συμμετείχαν αφού ‘ήταν αρκετά δύσκολο να προγραμματίσεις το ρομπότ αλλά αν το κατάφερες ήσουν περήφανος για το αποτέλεσμα’

Στη διάρκεια του εγχειρήματος αυτού οι μαθητές συνεργάστηκαν μεταξύ τους ανταλλάσσοντας εμπειρίες και δεξιότητες και δοκιμάζοντας νέους τρόπους μάθησης ενδυναμώνοντας την αυτοπεποίθησή και αυτοεκτίμησή τους. Η μεταξύ τους συνεργασία ανέπτυξε το αίσθημα της συλλογικής σκέψης και το πνεύμα ομαδικότητας. Ταυτόχρονα απέκτησαν καλύτερη άποψη για τις μαθησιακές τους δυνατότητες και η εμπιστοσύνη στον εαυτό τους μεγάλωσε.

Χαρακτηριστικές απαντήσεις που έδωσαν ήταν : ‘το μάθημα ήταν ενδιαφέρον κυρίως γιατί δουλέψαμε σε ομάδες και γιατί ανακαλύπταμε νέα πράγματα’, ‘η συνεργασία με τα παιδιά της ομάδας μου ήταν καταπληκτική. Αν το έκανα μόνος μου πιστεύω δε θα τα κατάφερα τόσο καλά’, ‘το ότι δούλεψα ως μέλος της ομάδας μας ήταν η καλύτερη εμπειρία και δεν θα ήθελα να δουλέψω μόνη μου’, ‘δε θα προτιμούσα να εργαζόμουν μόνη μου γιατί ήταν μία χαρά τα πράγματα’, ‘η συνεργασία που είχα με τα παιδιά ήταν άψογη, ο ένας βοηθούσε τον άλλον και λέγαμε τις ιδέες μας χωρίς να μαλώνουμε’, ‘μου άρεσε που συνεργαστήκαμε πράγμα που δεν το κάνουμε καμία φορά στο σχολείο μας’, ‘ήρθα πιο κοντά με τους συμμαθητές μου’. Η επιτυχία του όλου εγχειρήματος μπορεί να ειπωθεί ότι συνοψίζεται από τη δήλωση μαθητή ο οποίος αναφώνησε ‘πιστεύω πως ξεπέρασα τον εαυτό μου’.

## **7. Συμπεράσματα**

Το πακέτο Lego Mindstorms, πέρα από την προφανή εμπλοκή των παιδιών στις νέες τεχνολογίες, αποτελεί ένα εξαιρετικό πλαίσιο για τη διεξαγωγή συνεργατικής μάθησης αφού η ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων καθιστά αναγκαία τη συνεννόηση και την αλληλοστήριξη των μαθητών. Επιπλέον, προωθεί τη δημιουργικότητα και την ευρηματική τους φαντασία, τόσο στην κατασκευή του προγράμματος όπου αναπτύσσονται κυρίως οι νοητικές δεξιότητες, όσο και στην

κατασκευή του μοντέλου όπου αναπτύσσονται οι χειριστικές δεξιότητές τους. Παράλληλα, αναπτύσσονται και τα κίνητρα για μάθηση, γεγονός που διαφάνηκε από το ότι τα παιδιά έμεναν μέσα αυτοβούλως και στα διαλείμματα.

Τα παιδιά αντιλαμβάνονται έννοιες προγραμματισμού όπως είναι η διδασκαλία των δομών του προγραμματισμού χωρίς να έχουν καμία ουσιαστική γνώση εκ των προτέρων. Άλλωστε το ζητούμενο δεν είναι η διδασκαλία εννοιών προγραμματισμού αλλά η βοήθεια που πρέπει να δοθεί στους μαθητές ώστε να οικοδομήσουν τα απαραίτητα νοητικά πλαίσια για να ασκήσουν προγραμματιστικές δραστηριότητες.

Οι ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms, με την προϋπόθεση της κατάλληλης παιδαγωγικής πλαισίωσης, μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη διδασκαλία του προγραμματισμού.

### **Ευχαριστίες**

Ευχαριστούμε το προσωπικό του 3<sup>ου</sup> Γυμνασίου Φλώρινας και ιδιαίτερα τον διευθυντή του, κ. Φωτιάδη Ιωάννη για τη φιλοξενία και όλες τις διευκολύνσεις που μας παρείχαν αμέριστα.

### **Βιβλιογραφία**

- Papert, S. (1991). *Νοητικές θύελλες-Παιδιά, ηλεκτρονικοί υπολογιστές και δυναμικές ιδέες*, Εκδόσεις Οδυσσέας, Αθήνα.
- Αλιμήσης Δ. Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστήριξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.
- Αναγνωστάκης Σ., Μαργετουσάκη Α., Μιχαηλίδης Π. Γ. Δυνατότητα Εργαστηρίου Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στα Σχολεία. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.
- Ατματζίδου Σ., Μαρκέλης Η., Δημητριάδης Σ. Χρήση των LEGO Mindstorms στο Δημοτικό και Λύκειο: Το παιχνίδι ως έναυσμα μάθησης. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.
- Γρηγοριάδου, Μ., Γόγολου, Α., & Γούλη, Ε. Μαθησιακές Δυσκολίες στις Επαναληπτικές Δομές. *4ο Συνεδρίο ΕΤΠΕ*, Αθήνα, Σεπτέμβριος 2004.
- Δημητρίου Α. και Χατζηκρυνιώτης Ε. Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων για τη λύση προβλήματος: Εφαρμογή με το περιβάλλον LegoDacta. *2ο Συνέδριο Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Σύρος, Μάιος 2003
- Καγκάνη, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., Ευαγγελίδης, Γ. Μια μελέτη περίπτωσης της διδασκαλίας του προγραμματισμού στην Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση με τα LEGO Mindstorms. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.

- Κάππας, Κ., Μαζέρας, Α., Παπαλεωνίδα, Γ., Λαμπροπούλου, Ε., & Ζήβελδης, Α. Εκπαιδευτική και Παιδαγωγική Προσέγγιση της Αλγοριθμικής και του Προγραμματισμού με τις ΤΠΕ και Λογισμικά. *3ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Ρόδος, Σεπτέμβριος 2002.
- Καρατράντου Α., Τάχος Ν., Αλιμήσης Δ. Εισαγωγή σε βασικές αρχές και δομές Προγραμματισμού με τις ρομποτικές κατασκευές LEGO Mindstorms. *3ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.
- Καρατράντου, Α., Παναγιωτακόπουλος, Χ. & Πιερρή, Ε. Οι ρομποτικές κατασκευές Lego Mindstorms στην κατανόηση εννοιών Φυσικής στο Δημοτικό σχολείο: Μια μελέτη περίπτωσης. *5ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2006.
- Κόμης, Β. (2004). *Εισαγωγή στις εκπαιδευτικές εφαρμογές των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών*, Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών Αθήνα.
- Κόμης, Β. (2005). *Εισαγωγή στη Διδακτική της Πληροφορικής*, Εκδόσεις Κλειδάριθμος Αθήνα
- Κόμης, Β. Ι. (2005b). *Παιδαγωγικές Δραστηριότητες με (και για) Υπολογιστές στην Προσχολική και την Πρώτη Σχολική Ηλικία*. Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 2<sup>η</sup> Έκδοση, Πάτρα.
- Κυνηγός, Χ και Φράγκου, Σ. Πτυχές της παιδαγωγικής αξιοποίησης της Τεχνολογίας Ελέγχου στη σχολική τάξη. *2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Πάτρα, Οκτώβριος 2000.
- Κυνηγός, Χ, Γιαννούτσου, Ν., & Φράγκου, Σ. Μετατρέποντας «Μισοψημένους Μικρόκοσμους» σε ηλεκτρονικά παιχνίδια: μια πρόταση για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. *5ο Συνέδριο της ΕΤΠΕ*, Θεσσαλονίκη, Οκτώβριος 2006.
- Κυνηγός, Χ. και Φράγκου, Σ. Παιδαγωγική Αξιοποίηση της Τεχνολογίας Ελέγχου στη Τάξη. *2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Πάτρα, Οκτώβριος 2000.
- Μαργαρίτης, Κ., Δαγδιλέλης, Β., Σατρατζέμη, Μ., Συκοπετρίτης, Α.Μεταβάλλοντας το εκπαιδευτικό πανόραμα: η περίπτωση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, *Συνέδριο Τεχνολογίας και Κοινωνίας των Πληροφοριών*, Αθήνα 2000.
- Ματάνας, Ν., Παπαβασιλείου, Α., & Παπαμήτσιου, Ζ. Τα προβλήματα της διδασκαλίας της Πληροφορικής στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. *2ο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Βόλος, Οκτώβριος 2003.
- Μπέλλου, Ι., & Μικρόπουλος, Α. Τ. Μία Εναλλακτική Πρόταση για την Εισαγωγή στον Προγραμματισμό στο Γυμνάσιο. *3ο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.
- Νικολός Δ., Καρατράντου Α., Παναγιωτακόπουλος Χ. Αξιοποίηση του MicroWorlds EX Robotics για την κατανόηση βασικών δομών προγραμματισμού. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.
- Ευνόγαλος Σ. Εκπαιδευτική Τεχνολογία: Ένας Διδακτικός Μικρόκοσμος για την Εισαγωγή στον Αντικειμενοστραφή Προγραμματισμό, *Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Εφαρμοσμένης Πληροφορικής*, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, 2002
- Ευνόγαλος, Σ., Σατρατζέμη Μ. & Δαγδιλέλης, Β. *Η εισαγωγή στον προγραμματισμό: Διδακτικές Προσεγγίσεις και Εκπαιδευτικά Εργαλεία*. *2ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Πάτρα, Οκτώβριος 2000.

- Παπανικολάου Κυπαρισσία, Φράγκου Στασινή, Αλιμήσης Δημήτρης. Αναπτύσσοντας ένα πλαίσιο σχεδίασης και εφαρμογής δραστηριοτήτων προγραμματιζόμενων ρομποτικών κατασκευών: το έργο TERECOP. *4ο Συνέδριο Σύρου για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Σύρος, Μάιος 2007
- Τζιμογιάννης, Α. & Κόμης, Β. Επίλυση προβλημάτων σε προγραμματιστικό περιβάλλον: η οικοδόμηση της δομής ελέγχου από τους μαθητές του Ενιαίου Λυκείου. *4ο Συνέδριο Διδακτικής των Μαθηματικών & Πληροφορική στην Εκπαίδευση*, Ρέθυμνο 1999.
- Τζιμογιάννης, Α. & Γεωργίου Β. Οι δυσκολίες μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην εφαρμογή της δομής ελέγχου για την ανάπτυξη αλγορίθμων. Μία μελέτη περίπτωσης. *1ο Συνέδριο ΕΤΠΕ*, Ιωάννινα, Μάιος 1999.
- Τζιμογιάννης, Α. Η διδασκαλία του προγραμματισμού στο Ενιαίο Λύκειο: Προς ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο με στόχο την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων. *2ο Συνέδριο για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Σύρος, Μάιος 2003.
- Τζιμογιάννης, Α. Προς ένα Παιδαγωγικό Πλαίσιο Διδασκαλίας του Προγραμματισμού στη Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση. *3ο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.
- Τσοβόλας Σ., Κόμης Β. Προγραμματισμός ρομποτικών κατασκευών: μελέτη περίπτωσης με μαθητές δημοτικού. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.
- Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. Διδασκαλία Βασικών Προγραμματιστικών Εννοιών στο Περιβάλλον Οπτικού Προγραμματισμού ROBOLAB. *3ο Συνέδριο Διδακτικής της Πληροφορικής*, Κόρινθος, Οκτώβριος 2005.
- Τσοβόλας, Σ., Αντωνίου, Α. Το ρομπότ και η χελώνα. *3ο Συνέδριο Σύρου για τις ΤΠΕ στην Εκπαίδευση*, Σύρος, Μάιος 2005.
- Χαρίσης Χ. και Μικρόπουλος Τ. Α. Ρομποτική, Οπτικός Προγραμματισμός και Βασικές Προγραμματιστικές Δομές. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής*, Πάτρα, Μάρτιος 2008.