

# Αξιοποίηση των Lego Mindstorms NXT στην διδασκαλία του Προγραμματισμού: Η έννοια της μεταβλητής.

Γ. Παπαδανέλλης<sup>1</sup>, Α. Καρατράντου<sup>1</sup>, Χ. Παναγιωτακόπουλος<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε. Παράρτημα ΠΑΤΡΑΣ  
georgepapadanelis@gmail.com, a.karatrantou@eap.gr

<sup>2</sup>Π.Τ.Δ.Ε., Πανεπιστημίου Πατρών  
cpanag@upatras.gr

## Περίληψη

Η κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής στον προγραμματισμό, συνιστά ένα ιδιαίτερο πρόβλημα, το οποίο αναδεικνύεται από πολλές έρευνες που έχουν γίνει, με τη διάκριση ανάμεσα στην έννοια της μεταβλητής στα Μαθηματικά και στην Πληροφορική να είναι δύσκολη για τους μαθητές. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται και συζητούνται τα αποτελέσματα αξιοποίησης του πακέτου LEGO Mindstorms NXT στην διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής στον προγραμματισμό. Στην εκπαιδευτική δραστηριότητα συμμετείχαν 25 μαθητές της Α΄ τάξης Λυκείου σε σχολείο της Πάτρας. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες για να προγραμματίσουν ένα όχημα LEGO έτσι ώστε αυτό κατά την κίνησή του να αναγνωρίζει και να μετρά μαύρες γραμμές που συναντά και να χρησιμοποιεί στη συνέχεια, τον αριθμό των γραμμών που μέτρησε για κάποια άλλη εργασία. Η ανάλυση των δεδομένων από την εργασία των μαθητών έδωσε θετικά στοιχεία τόσο για τον τρόπο που προσέγγισαν και χρησιμοποίησαν την έννοια της μεταβλητής όσο και για τον τρόπο συνεργασίας μεταξύ τους.

**Λέξεις Κλειδιά:** Εκπαιδευτική Ρομποτική, Διδακτική Προγραμματισμού, η έννοια της Μεταβλητής

## Abstract

Understanding the concept of variables in programming is a particular problem, on which as it emerges from research studies, the distinction between the concept of variable in Mathematics and Computer Science is difficult for many students. In this paper we present and discuss the results of the use of LEGO Mindstorms NXT in an attempt to teach the concept of variables in programming. Twenty five (25) students took part in an educational activity that took place in a Lyceum of Patras. Students worked in groups to program a LEGO vehicle in order to recognize and count black lines placed on a track while the vehicle was moving on it, and after this to use the number of the black lines countered for another activity. The analysis of the data showed positive evidence on the way students approached the concept of variable and used it as well as on their behavior in teamwork.

**Keywords:** Educational Robotics, Teaching Programming, the concept of variable

## 1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια δημοσιεύονται συνεχώς έρευνες και μελέτες πάνω στην αξιοποίηση του εκπαιδευτικού πακέτου LEGO Mindstorms NTX για την διδασκαλία διαφόρων γνωστικών αντικειμένων σε μαθητές διαφόρων ηλικιών και επιπέδων εκπαίδευσης, αξιοποιώντας σε μεγάλο βαθμό τη δυνατότητα αξιοποίησης διαθεματικών δραστηριοτήτων με τα εργαλεία που το πακέτο προσφέρει (Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2011). Το περιβάλλον των Lego Mindstorms, είναι ένα περιβάλλον πλούσιο σε υλικά, το οποίο διέπεται από τις θεωρίες οικοδόμησης της γνώσης (Papert, 1993), σύμφωνα με τις οποίες το παιδί έχει μεγαλύτερο κίνητρο να μάθει, όταν εξερευνεί τον κόσμο που το περιβάλλει με ένα φυσικό τρόπο καθώς η εκπαίδευση των παιδιών πρέπει να στηρίζεται στις φυσικές παρορμήσεις τους για έρευνα, κατασκευή, έκφραση και επικοινωνία (Dewey, 1997).

Το πακέτο LEGO Mindstorms NTX έχει χρησιμοποιηθεί για την διδασκαλία εννοιών πληροφορικής με θετικά καταρχήν αποτελέσματα (Karatrantou & Panagiotakopoulos, 2011). Ο προγραμματισμός αποτελεί ένα εκπαιδευτικό εργαλείο καλλιέργειας και ανάπτυξης νοητικών δεξιοτήτων στους μαθητές, καθώς αποτελεί τη βάση της ανάπτυξης ενός δομημένου τρόπου σκέψης και αντιμετώπισης προβλημάτων σε όλα σχεδόν τα γνωστικά αντικείμενα (Papert, 1980). Ο προγραμματισμός με τα Lego Mindstorms δεν απαιτεί τη χρήση συμβόλων, αριθμών, εντολών και συντακτικών λεπτομερειών, που αποτελούν τα συνηθισμένα προβλήματα των τυπικών γλωσσών προγραμματισμού, γεγονός που τον κάνει προσιτό σε μαθητές κάθε ηλικίας (Brusilovsky et al., 1999).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία προσπάθεια καταγραφής και συζήτησης των αποτελεσμάτων από την αξιοποίηση του πακέτου Lego NXT στην διδασκαλία της έννοιας της μεταβλητής στον Προγραμματισμό, σε μαθητές Α΄ τάξης Λυκείου, σε Γενικό Λύκειο της Πάτρας.

## **2. Θεωρητικό Πλαίσιο**

Η διδασκαλία του Προγραμματισμού αποτελεί μια δύσκολη και ταυτόχρονα ελκυστική εργασία ιδιαίτερα όταν αφορά σε άτομα περιορισμένης εμπειρίας στους υπολογιστές, όπως είναι οι μαθητές. Στη χώρα μας η διδασκαλία του Προγραμματισμού Η/Υ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση εισάγεται το 1985 στα Τεχνικά Επαγγελματικά Λύκεια (Τ.Ε.Λ.) και στα Ενιαία Πολυκλαδικά Λύκεια (Ε.Π.Λ.) με την μορφή, κυρίως, της εκμάθησης γλωσσών προγραμματισμού (Basic, Paschal, και Cobol). Το 1992 εισάγεται ο προγραμματισμός της γλώσσας LOGO στο Γυμνάσιο στα πλαίσια του μαθήματος Πληροφορική – Τεχνολογία. Αργότερα το 1998 με τις μεταρρυθμίσεις που γίνονται για το Ενιαίο Λύκειο ο προγραμματισμός επεκτείνεται τόσο στο μάθημα της Πληροφορικής, όσο και στο μάθημα ‘Ανάπτυξη Εφαρμογών σε Προγραμματιστικό Περιβάλλον’, στο οποίο γίνεται μία πιο ενδεδειγμένη αναφορά σε έννοιες του προγραμματισμού καθώς οι μαθητές μαθαίνουν να προγραμματίζουν σε ψευδογλώσσα (Τζιμογιάννης, 2002).

Μέχρι σήμερα, προσεγγίζοντας την εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού επιτυγχάνεται, οι μαθητές να περιορίζονται στην αποστήθιση εντολών ή διαδικασιών με αποτέλεσμα να συναντούν δυσκολίες στην επίλυση παρόμοιων προβλημάτων χρησιμοποιώντας διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού. Στη χώρα μας, η Διδακτική της Πληροφορικής και ειδικότερα του Προγραμματισμού Η/Υ βρίσκεται στη φάση της οργάνωσης. Η εκπαιδευτική έρευνα σχετικά με τη διδασκαλία του μαθήματος είναι αποσπασματική και υποτυπώδης. Η καταγραφή των αντιλήψεων και των δυσκολιών που συναντούν οι μαθητές στην ανάπτυξη προγραμμάτων έχει ιδιαίτερη παιδαγωγική αξία, καθώς μπορεί να αξιοποιηθεί τόσο για τη βελτίωση της διδακτικής πράξης όσο και για τη διαμόρφωση νέων αναλυτικών προγραμμάτων και βιβλίων (Τζιμογιάννης, 2002).

Η σημασία του Προγραμματισμού Η/Υ ως γνωστική δραστηριότητα, η συνεισφορά του στην ανάπτυξη δομημένης σκέψης και η επίδραση του στην καλλιέργεια πνευματικών δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου έχει τεθεί για πρώτη φορά από τον Papert (1980) και έχει αποδειχθεί από διάφορες έρευνες. Για τους λόγους αυτούς η διδακτική προσέγγιση του Προγραμματισμού Η/Υ στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση θα πρέπει να βασίζεται στην διδασκαλία μεθοδολογιών επίλυσης προβλημάτων και όχι στην εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού. Στην προσέγγιση αυτή ο εκπαιδευτικός καθίσταται καθοδηγητής των μαθησιακών δραστηριοτήτων των μαθητών. Στις μέρες μας η διδακτική του προγραμματισμού εξακολουθεί να παραμένει ένας τομέας αδόμητος, που δημιουργεί προβλήματα τόσο στους εκπαιδευτικούς που καλούνται να διδάξουν το αντικείμενο, όσο και στους μαθητές οι οποίοι έρχονται σε επαφή με πρωτόγνωρες έννοιες και λογικές. Μέσα από μία σειρά προβλημάτων που παρατηρούνται από την σκοπιά του μαθητή, τόσο στην κατανόηση όσο και στην αντίληψη διαφόρων εννοιών, αναδεικνύεται η δυσκολία κατανόησης της έννοιας της *μεταβλητής* (Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000).

Η έννοια της μεταβλητής συναντάται από τα πρώτα βήματα της προγραμματιστικής δραστηριότητας. Η κοινή αντίληψη των μαθητών για την μεταβλητή βασίζεται στην αναλογία του κουτιού ( το 'περιέχον'), γεγονός που εισάγει διάφορες παρανοήσεις στη λειτουργία της. Μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις διαφορετικούς τύπους εκχώρησης τιμής σε μεταβλητή, οι οποίοι παρουσιάζουν διαφορετικού επιπέδου διδακτικά προβλήματα: *εκχώρηση σταθερής τιμής, εκχώρηση τιμής μετά από υπολογισμό, αντικατάσταση και συσσώρευση (μετρητής, αθροιστής, πολλαπλασιαστής)*. Τα βασικά διδακτικά προβλήματα που εμφανίζονται κατά την διδασκαλία και τη μάθηση της έννοιας της μεταβλητής σχετίζονται με την *ανάθεση τιμής, τον τύπο της μεταβλητής, τις ειδικές κατηγορίες μεταβλητών* που χρησιμοποιούνται από τον προγραμματιστή (Du Boulay, 1989; Τζιμογιάννης & Κόμης, 2000). Ένα σημαντικό διδακτικό πρόβλημα, που εμφανίζεται κυρίως στους αρχάριους προγραμματιστές είναι ότι ξεχνούν πολύ συχνά τις απαραίτητες αποδόσεις *αρχικών τιμών* στις μεταβλητές. Για την αντιμετώπιση των διαφόρων προβλημάτων που παρουσιάζονται κατά την κατανόηση και την χρήση της έννοιας της μεταβλητής απαιτούνται

κατάλληλες διδακτικές παρεμβάσεις, οι οποίες θα επιτρέπουν στους μαθητές να επιλύουν προβλήματα που τους υποχρεώνουν να συγκρούονται με γνωστές ή υποτιθέμενες δυσκολίες και γνωστικά εμπόδια.

### **3. Μεθοδολογία**

Η εκπαιδευτική δραστηριότητα πραγματοποιήθηκε στο 3<sup>ο</sup> Ενιαίο Λύκειο Πάτρας και συγκεκριμένα στην Α΄ τάξη. Η δραστηριότητα έλαβε χώρα στα πλαίσια του μαθήματος 'Εφαρμογές Υπολογιστών' και συμμετείχαν εικοσιπέντε (25) μαθητές οι οποίοι χωρίστηκαν σε πέντε (5) ομάδες των πέντε (5) ατόμων, τυχαία αλλά σε μια προσπάθεια ίσης αναλογίας σε αγόρια και κορίτσια. Οι περισσότεροι μαθητές είχαν διδαχθεί τα εισαγωγικά μαθήματα του Προγραμματισμού στην Γ΄ Γυμνασίου με χρήση γλώσσας προγραμματισμού (LOGO, MicroWorlds Pro), ενώ όλοι οι μαθητές είχαν αρκετά καλές γνώσεις πάνω στην χρήση των υπολογιστών. Ωστόσο, κανένας δεν είχε διδαχθεί την έννοια της μεταβλητής. Οι μαθητές δούλεψαν πάνω στις επιμέρους δραστηριότητες σε δυο συναντήσεις συνολικής διάρκειας πέντε (5) ωρών.

Στο πρώτο δίωρο πραγματοποιήθηκε η εξοικείωση των μαθητών με τα υλικά του πακέτου LEGO Minstorgms και του λογισμικού NXT-G Programming ver. 2.0. Στη δεύτερη τρίωρη συνάντηση οι μαθητές εργάστηκαν στην κύρια εκπαιδευτική δραστηριότητα. Η εργασία των μαθητών σε κάθε συνάντηση βασίστηκε πάνω σε ειδικά διαμορφωμένα φύλλα εργασίας. Στα φύλλα εργασίας υπήρχε η περιγραφή της κάθε δραστηριότητας και χώρος στον οποίο οι μαθητές σημείωναν όλες τις σκέψεις και τις προσπάθειες που έκαναν μέχρι να καταλήξουν στην επίλυση του προβλήματος κάθε φορά.

Για την συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις μέθοδοι: *α.* παρατήρηση από δύο εκπαιδευτικούς και προσωπικές σημειώσεις, *β.* ηχογράφηση των συζητήσεων των ομάδων των μαθητών, *γ.* συμπλήρωση φύλλου αξιολόγησης με δυο ανοικτού τύπου ερωτήσεις στο γνωστικό αντικείμενο και *δ.* σύντομη ημιδομημένη συνέντευξη, ανά ομάδα μαθητών μετά το τέλος της δραστηριότητας. Κατά την συνέντευξη οι μαθητές ερωτήθηκαν σχετικά με τις γνώσεις τους στη χρήση του υπολογιστή αλλά και σε θέματα προγραμματισμού, για την γνώμη και το ενδιαφέρον τους σχετικά με τις δραστηριότητες που υλοποίησαν και για τις δυσκολίες που συνάντησαν κατά την διάρκεια της εργασίας τους. Οι εκπαιδευτικοί σε όλη την διάρκεια των επιμέρους δραστηριοτήτων παρατηρούσαν και επενέβαιναν με διακριτικό και συμβουλευτικό τρόπο όταν οι μαθητές χρειάζονταν βοήθεια.

#### **3.1 Η εκπαιδευτική δραστηριότητα**

Η εργασία των μαθητών, όπως ήδη αναφέρθηκε, αποτελούταν από δύο επιμέρους εκπαιδευτικές δραστηριότητες, μία για την εξοικείωση των μαθητών με το υλικό και

το λογισμικό των LEGO Mindstorms και μία (η κύρια δραστηριότητα) που στόχευε στην κατανόηση και χρήση της έννοιας της μεταβλητής.

Κατά την πρώτη εκπαιδευτική δραστηριότητα η οποία πραγματοποιήθηκε στο πρώτο δίωρο οι μαθητές, άρχισαν με την αναγνώριση των αντικειμένων και στοιχείων του πακέτου LEGO και στην συνέχεια ασχολήθηκαν με την κατασκευή του ρομπότ-οχήματος ενώ παράλληλα κατανοούσαν τις διάφορες λειτουργίες του προγραμματίζοντας το, με το λογισμικό LEGO NXT-G. Τοποθετώντας κατάλληλα, κινητήρες και αισθητήρες προγραμματίζουν το όχημα ώστε αυτό να αλληλοεπιδρά με το περιβάλλον κατά την υλοποίηση ενεργειών που τα επτά (7) απλά φύλλα εργασίας ζητούσαν.

Κατά την διάρκεια της δεύτερης τριώρης συνάντησης πραγματοποιήθηκε η κύρια δραστηριότητα για την εισαγωγή της έννοιας της μεταβλητής. Στους μαθητές διανεμήθηκαν τρία (3) φύλλα εργασίας σε καθένα από τα οποία παρουσιαζόταν ένα πρόβλημα, για την επίλυση του οποίου έπρεπε να γίνει χρήση μεταβλητής. Στο κέντρο της αίθουσας είχε τοποθετηθεί μία πίστα από λευκό χαρτόνι (μία λωρίδα λευκού χαρτιού). Πάνω στην λευκή λωρίδα τοποθετήθηκαν στην αρχή μία μαύρη γραμμή και στην συνέχεια πολλές μαύρες γραμμές σε τυχαία σημεία. Σκοπός των μαθητών αρχικά ήταν να προγραμματίσουν το όχημα ώστε να μπορεί να αναγνωρίζει μία μαύρη γραμμή καθώς κινείται πάνω στη λευκή πίστα (1<sup>ο</sup> φύλλο εργασίας) και στη συνέχεια να μπορεί να μετρά τις μαύρες γραμμές που συναντά όταν κινείται πάνω στη πίστα για έξι (6) δευτερόλεπτα (2<sup>ο</sup> φύλλο εργασίας). Το 3<sup>ο</sup> φύλλο εργασίας ζητούσε τον προγραμματισμό του οχήματος ώστε αυτό, με το τέλος των έξι δευτερολέπτων, να κινείται με ταχύτητα ίση με τον αριθμό των γραμμών που έχει μετρήσει.



**Εικόνα 6:** Αριστερά η πίστα με τοποθετημένη την μία μαύρη γραμμή. – Δεξιά οι μαθητές πειραματίζονται με το όχημα στην λευκή πίστα με τοποθετημένες πολλές μαύρες γραμμές σε τυχαία σημεία.

Στους μαθητές δόθηκε κατασκευασμένο το όχημα στην βασική του μορφή για λόγους οικονομίας χρόνου. Κάθε φορά οι μαθητές έπρεπε να συμπληρώσουν την κατασκευή με κατάλληλα LEGO στοιχεία και αισθητήρες για να υλοποιήσουν τα φύλλα εργασίας.

Κατά την εργασία των μαθητών στη 2<sup>η</sup> συνάντηση όπου έπρεπε να προγραμματίσουν το όχημα ώστε να αναγνωρίζει μαύρες γραμμές που ήταν τοποθετημένες στην άσπρη πίστα και να τις μετρά, αναδείχθηκαν οι δυσκολίες των μαθητών με την κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής και τη χρήση της.

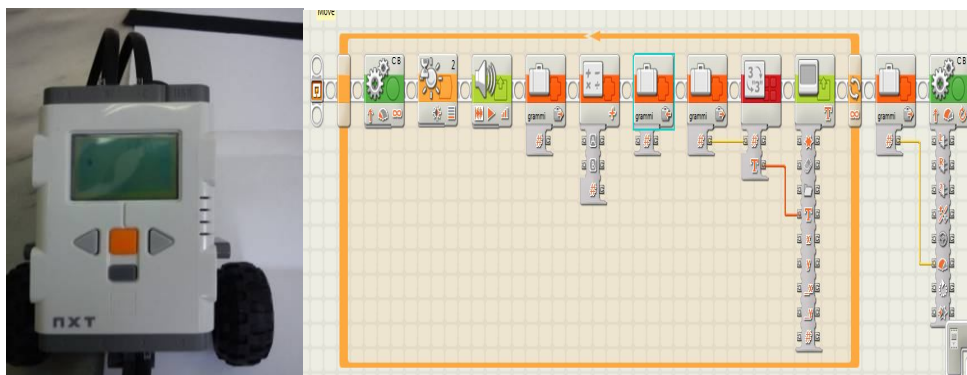
Μετά από αρκετές αποτυχημένες προσπάθειες, μέσα από τις οποίες αναδείχθηκαν πολλές ενδιαφέρουσες σκέψεις των παιδιών, οι εκπαιδευτικοί συζήτησαν με την κάθε ομάδα, σχετικά την χρήση μιας ειδικής έννοιας που θα μπορεί να αποθηκεύει στη 'μνήμη' του υπολογιστή κάθε φορά τον αριθμό των μαύρων γραμμών που συναντά το όχημα και να αυξάνει αυτό τον αριθμό κατά ένα (1) κάθε φορά που συναντά νέα μαύρη γραμμή.

Η συζήτηση για την έννοια της μεταβλητής έγινε με τη βοήθεια παραδειγμάτων σε αναλογία με τον τρόπο που 'μετρά' ο άνθρωπος, ο οποίος 'βλέπει την 1<sup>η</sup> μαύρη γραμμή, κρατά στην μνήμη του ότι μετρησε 1 γραμμή, στη συνέχεια βλέπει τη 2<sup>η</sup> μαύρη γραμμή, προσθέτει το 1 στον αριθμό που έχει στην μνήμη του, ο οποίος γίνεται 2 και ούτω κάθε εξής'. Έγινε επίδειξη για τον τρόπο δημιουργίας και χρήσης μιας νέας μεταβλητής στο περιβάλλον του λογισμικού NXT-G και οι μαθητές άρχισαν γρήγορα να τροποποιούν κατάλληλα το πρόγραμμά τους για να λύσουν το πρόβλημα που τους είχε τεθεί.

Σημαντικό είναι ότι όλες οι ομάδες άρχισαν γρήγορα να ανακαλύπτουν τις ιδιότητες των μεταβλητών μέσα από το λογισμικό και να πειραματίζονται και με άλλες λειτουργίες του λογισμικού, οι οποίες με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών, βοήθησαν στην καλύτερη αξιοποίηση της έννοιας της μεταβλητής (*εμφάνιση του αριθμού των γραμμών που έχουν μετρηθεί στην οθόνη του οχήματος, αναπαραγωγή ήχου στην αναγνώριση της κάθε γραμμής, κα.*)

Στην συνέχεια οι μαθητές έπρεπε να συνδέσουν την μεταβλητή με την ιδιότητα της ταχύτητας του οχήματος τους ώστε να κατανοήσουν καλύτερα την χρήση τις τιμής μιας μεταβλητής.

Σημαντικό είναι να σημειωθεί πως όλες οι ομάδες κατάφεραν να προγραμματίσουν σωστά το όχημά τους, ενώ υπήρχαν ομάδες οι οποίες συνέχισαν και δημιούργησαν πιο σύνθετα προγράμματα όπως για παράδειγμα να πολλαπλασιάσουν την τιμή της μεταβλητής πριν την συνδέσουν με την ταχύτητα του οχήματος, ώστε αυτό να κινείται πιο γρήγορα.



*Εικόνα 7: Αριστερά το ρομπότ με ένδειξη στην οθόνη τιμής μεταβλητής - Δεξιά ένα από τα προγράμματα για την επίλυση του προβλήματος.*

#### 4. Ευρήματα - Συζήτηση

Από την παρατήρηση των ενεργειών των μαθητών, την ανάλυση των ηχογραφημένων συζητήσεών τους και την μελέτη των συμπληρωμένων φύλλων εργασίας διαπιστώθηκαν τα ακόλουθα:

Κατά την διάρκεια των δραστηριοτήτων όλοι οι μαθητές συνεργάζονταν μεταξύ τους και παρατηρήθηκε μία μέτρια κινητικότητα στην αναζήτηση βοήθειας, με έμφαση στην ανταγωνιστικότητα μεταξύ των ομάδων που είχε σαν αποτέλεσμα την καλύτερη και γρηγορότερη επίτευξη των λύσεων στα προβλήματα που δόθηκαν. Οι μαθητές χωρίς να έχουν προηγούμενη εμπειρία με το πακέτο LEGO και το λογισμικό NTX-G άρχισαν γρήγορα και με ευκολία να ανακαλύπτουν τα στοιχεία του και να χρησιμοποιούν εργαλεία και εντολές που δεν είχαν αναφερθεί από τους εκπαιδευτικούς. Μεταξύ των ομάδων δεν παρουσιάστηκε καμία αταξία παρά μόνο δημιουργία υποομάδων, κυρίως μεταξύ αγοριών και κοριτσιών, με τα αγόρια να αναλαμβάνουν το κατασκευαστικό και προγραμματιστικό μέρος της δραστηριότητας κάθε φορά και τα κορίτσια να εμπλέκονται στο στάδιο του σχεδιασμού των λύσεων, στο προγραμματιστικό τμήμα της δραστηριότητας, στην καταγραφή σημειώσεων και στην συμπλήρωση των φύλλων εργασίας. Σε κάθε ομάδα παρατηρήθηκε απόδοση ρόλων στα μέλη της και εμφάνιση ηγετικών φυσιογνωμιών.

Από την ημιδομημένη συνέντευξη με την κάθε ομάδα διαπιστώθηκε πως όλοι οι μαθητές θεώρησαν εύκολες τις αρχικές δραστηριότητες και δεν αντιμετώπισαν κανένα πρόβλημα με την εξοικείωση τους με το πακέτο LEGO Mindstorms. Ωστόσο όλοι οι μαθητές δυσκολεύτηκαν με τα φύλλα εργασίας της 2<sup>ης</sup> συνάντησης και χαρακτήρισαν το πρόβλημα με την χρήση της μεταβλητής αρκετά πολύπλοκο. Όλες οι ομάδες βρήκαν τις δραστηριότητες ενδιαφέρουσες ενώ στις ερωτήσεις σχετικά με το αν θεωρούν πως έμαθαν κάτι καινούργιο, απάντησαν πως χρησιμοποίησαν την

έννοια της μεταβλητής και έμαθαν γενικά πώς να προγραμματίζουν τον Η/Υ ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλουν να έχουν.

Με την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων διανεμήθηκε στους μαθητές φύλλο αξιολόγησης το οποίο αποτελούνταν από δύο ερωτήσεις:

Η πρώτη ερώτηση ήταν «*Τι είναι η μεταβλητή;*». Στο πίνακα 1 παρατηρούμε πως το 60% των απαντήσεων των μαθητών, περιέχει την λέξη ‘χώρος’ (χώρος στον Η/Υ, χώρος μνήμης, χώρος που έχει όνομα, χώρος χωρίς προσδιορισμό) γεγονός που είναι πολύ ενθαρρυντικό για την κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής. Αρκετοί μαθητές (40%) απαντούν ότι μεταβλητή είναι ένα πρόγραμμα ή μία εφαρμογή, ή ένα εικονίδιο που όμως αποθηκεύει τιμές, αριθμούς ή γραμμές. Βλέπουμε ότι και σε αυτές τις απαντήσεις διαφαίνεται μία κατανόηση για το ‘τι κάνει’ μια μεταβλητή αλλά φαίνεται να είναι αρκετά συγκεχυμένο το ‘τι είναι’ μία μεταβλητή.

Χαρακτηριστικό είναι πως στις περισσότερες απαντήσεις τους οι μαθητές προσπαθώντας να απαντήσουν στην ερώτηση *τι είναι η μεταβλητή*, προσπαθούν να δώσουν μία εννοιολογική διάστασή της, προσπαθούν όμως ταυτόχρονα να προσδιορίσουν και ποια είναι η χρήση της. Το 42% των μαθητών αναφέρει πως η μεταβλητή χρησιμοποιείται για αποθήκευση (αριθμού, γραμμών, χώρου). Το 40% των μαθητών απαντά πως η μεταβλητή χρησιμοποιείται για αριθμητικές πράξεις και ένα μικρό ποσοστό (8%) απαντά πως η μεταβλητή χρησιμοποιείται για μετατροπή μορφής, επηρεαζόμενοι από την συγκεκριμένη δραστηριότητα όπου ο αριθμός των γραμμών που μετρήθηκαν μετατράπηκε σε κείμενο για να φανεί στην οθόνη του Lego οχήματος.

**Πίνακας 1:** Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση: ‘*Τι είναι η μεταβλητή;*’

Αριθμός φύλλων αξιολόγησης: 25				
	Απαντήσεις	Πλήθος Απαντήσεων	Ποσοστό (%)	
Έννοια	Πρόγραμμα	5	12	
	Εφαρμογή	2	12	
	Εικονίδιο	3	16	
	Χώρος	Χωρίς προσδιορισμό	8	20
		Η/Υ	2	4
		Μνήμης	3	20
		Που έχει όνομα	2	16
Χρήση	Αποθήκευση	Αριθμού	5	28
		Γραμμών	2	12
	Χώρου		2	8
		Αριθμητική πράξη	10	40
	Μετατροπή μορφής	2	8	



Η δεύτερη ερώτηση ήταν «*Πώς χρησιμοποιήσαμε την μεταβλητή σήμερα;*». Ένα μεγάλο ποσοστό των μαθητών (32%) (Πίνακας 2) απαντά ότι χρησιμοποιήθηκε η μεταβλητή για να μπορέσει το Lego όχημα να μετρήσει τις μαύρες γραμμές, ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό των μαθητών (56%) απαντά ότι χρησιμοποιήθηκε για να μετρούν να αποθηκεύουν των αριθμό των γραμμών.

Ένα μικρό ποσοστό (8%) απαντά ότι η μεταβλητή χρησιμοποιήθηκε για την μετατροπή του αριθμού σε κείμενο, επηρεαζόμενοι από την συγκεκριμένη δραστηριότητα όπου ο αριθμός των γραμμών που μετρήθηκαν μετατράπηκε σε κείμενο για να φανεί στην οθόνη του Lego οχήματος. Ένα ποσοστό 16% απαντά πως η μεταβλητή προσθέτει τον αριθμό της γραμμής. Ένα μόλις άτομο αναφέρει πως η μεταβλητή αποθηκεύει την τιμή του φωτός που μέτρησε ο αισθητήρας φωτός.

Στις απαντήσεις των μαθητών παρατηρούμε πως αρκετοί απαντούν συνδυαστικά, περιλαμβάνοντας στις απαντήσεις τους και την έννοια της μέτρησης των γραμμών και την έννοια της αποθήκευσης, της πρόσθεσης γραμμών ή της μετατροπής από μία μορφή σε άλλη.

**Πίνακας 2:** Απαντήσεις των μαθητών στην ερώτηση: ‘*Πως χρησιμοποιήσαμε την μεταβλητή σήμερα;*’

Αριθμός φύλλων αξιολόγησης: 25		
Απαντήσεις	Πλήθος απαντήσεων	Ποσοστό (%)
Αποθήκευση αριθμού μαύρων γραμμών	12	56
Μετατροπή από αριθμό σε κείμενο	5	8
Προσθέτει τον αριθμό της γραμμής	3	16
Μετράει της γραμμές	8	32
Αποθηκεύει την τιμή του φωτός	2	4

## 5. Συμπεράσματα

Συμπερασματικά, όπως προκύπτει από τα στοιχεία που συλλέξαμε και αναλύσαμε, θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε πως οι μαθητές έμειναν πολύ ικανοποιημένοι από την εμπλοκή τους με την δραστηριότητα, με το ενδιαφέρον και την ανταγωνιστικότητα να κυριαρχούν αμείωτα μέχρι το τέλος των δραστηριοτήτων.

Η συγκεκριμένη σειρά δραστηριοτήτων είχε ως στόχο να ερευνήσει, κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να κατανοήσουν και να χρησιμοποιήσουν την έννοια της μεταβλητής με τη βοήθεια των ρομποτικών κατασκευών. Από την έρευνα που διενεργήθηκε και τις απαντήσεις που λάβαμε μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι ένα μεγάλο ποσοστό μαθητών, μετά το τέλος των δραστηριοτήτων, φαίνεται να αντιλαμβάνονται την έννοια της μεταβλητής. Η πλειοψηφία των μαθητών φαίνεται να αντιλαμβάνεται ότι η μεταβλητή αποθηκεύει τιμές στην μνήμη του υπολογιστή που μπορούν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες άλλες ενέργειες και εντολές.

Όλοι οι μαθητές βρήκαν εύκολες τις πρώτες δραστηριότητες, δήλωσαν όμως πως δυσκολεύτηκαν στην δραστηριότητα με την χρήση της μεταβλητής.

Γενικά τόσο στη χρήση του πακέτου LEGO όσο και του λογισμικού δεν αντιμετώπισαν μεγάλες δυσκολίες καθώς αμέσως προσαρμόστηκαν με εντυπωσιακά αποτελέσματα στον προγραμματισμό. Οι μαθητές βρήκαν πολύ ενδιαφέρουσα την χρήση του πακέτου στην διαδικασία μάθησης, μία εμπειρία πρωτόγνωρη όπως απάντησαν, που τους βοήθησε στην κατανόηση της έννοιας της μεταβλητής, στη χρήση της καθώς και στον προγραμματισμό γενικότερα, αφού έβλεπαν αμέσως σε πραγματικές συνθήκες τα αποτελέσματα των προγραμμάτων τους.

Μελλοντική έρευνα στο πεδίο θα συμπεριλαμβάνει τη διερεύνηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές μπορούν να αντιλαμβάνονται και να χειρίζονται κάθε τύπο μεταβλητής, ώστε να αναδυθούν διαφορετικές διδακτικές προσεγγίσεις για την κατανόησή της έννοιας της μεταβλητής και των τύπων της.

## **Βιβλιογραφία**

- 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.
- Dewey, J. (1997). Experience and Education. Touchstone Edition. New York: Simon and Schuster, *Workshop Proceedings of SIMPAR*, Venice (Italy).
- Du Boulay, B. (1989). Some Difficulties of Learning to Program, in Soloway, E. & Spohrer, J. (Edited by), *Studying the Novice Programmer*, Lawrence Erlbaum Associates, pp. 283-314.
- Karatrantou, A. & Panagiotakopoulos C. (2011). Educational robotics and teaching introductory programming within an interdisciplinary framework. In A. Jimoyiannis (ed.), *Research on e-Learning and ICT in Education* (pp. 195-208). DOI 10.1007/978-1-4614-1083-6\_15, Springer Science+Business Media, LLC 2011.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York: Basic Books.
- Τζιμογιάννης Α. (2002), Η οριοθέτηση του διδακτικού συμβολαίου στην Πληροφορική. Μια διερεύνηση στο πλαίσιο του Ενιαίου Λυκείου, στο Π. Μιχαηλίδης (επιμ.), *Πρακτικά 3ου Πανελλήνιου Συνεδρίου 'Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Εφαρμογή των Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση'*, Ρέθυμνο (υπό έκδοση).
- Τζιμογιάννης Α. & Κόμης Β. (2000). Η έννοια της μεταβλητής στον προγραμματισμό: δυσκολίες και παρανοήσεις μαθητών του Ενιαίου Λυκείου, στο Β. Κόμης (επιμ.), *Πρακτικά 2ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Οι Τεχνολογίες της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην Εκπαίδευση»*, 103-114.