

ΜΕΛΕΤΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ ΕΝΟΣ ΡΟΜΠΟΤ: ΠΡΟΣ ΜΙΑ ‘ΑΒΙΑΣΤΗ’ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ

Μαρία Ζαχαράκη, Άννα Χρονάκη και Σπύρος Κούριας

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

zaharaki@sed.uth.gr, chronaki@ece.uth.gr, kourias@ece.uth.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία στοχεύουμε να παρουσιάσουμε μια συλλογική προσπάθεια καταγραφής ενός διδακτικού πειράματος το οποίο επικεντρώνει στη δυναμική των αναδυόμενων μαθηματικών εννοιών που ενσαρκώνει η διαδικασία μελέτης της κίνησης ενός ρομπότ. Τα παιδιά μαζί με τους ενήλικες στο πλαίσιο μιας συνεργατικής προσπάθειας του προγραμματισμού και ελέγχου ενός ρομπότ, η οποία έχει στόχο την εκτέλεση μιας συγκεκριμένης αποστολής, έρχονται, θα λέγαμε, ‘αβίαστα’ σε επαφή με μαθηματικές ιδέες όπως αναπαράσταση, συμβολοποίηση, αλλά και μοντελοποίηση της κίνησης. Στο παρόν κείμενο στοχεύουμε να μιλήσουμε για αυτή την εμπειρία με μια τάξη νηπίων και προνηπίων σε δημόσιο σχολείο της πόλης του Βόλου.

ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Ο Seymour Papert και οι συνεργάτες του στο MIT κατά την δεκαετία των 1960s ανέπτυξαν και προώθησαν τη γλώσσα προγραμματισμού Logo η οποία χρησιμοποιήθηκε στον έλεγχο της κίνησης μιας «χελώνας» με σκοπό να εισάγει μαθηματικές έννοιες της γεωμετρίας και των σχημάτων και η οποία έμελλε να αλλάξει τον τρόπο που σήμερα μιλάμε για την μάθηση των μικρών παιδιών και για τη δυνατότητά τους να εμπλέκονται ενεργά στον προγραμματισμό αξιοποιώντας μαθηματικές ιδέες. Τα τελευταία χρόνια έχοντας στη διάθεσή μας καινοτόμα εργαλεία και περιβάλλοντα όπως ποικίλες εκδοχές της Logo κατάλληλες για μικρά παιδιά και σύγχρονων εκδοχών της όπως η Scratch, περιηγητές εδάφους όπως το Roamer, BeeBot, Probot και περιβάλλοντα τεχνολογίας ελέγχου όπως Lego WeDo, Lego Mindstorms NXT, αλλά και περισσότερο ευέλικτων εργαλείων όπως το Arduino, ανοίγονται ευκαιρίες για την συμμετοχή παιδιών και ενηλίκων σε έργα τα οποία παλαιότερα έμοιαζαν απρόσιτα..

Η ενασχόληση με τα εν λόγω περιβάλλοντα εμπεριέχει μαθησιακές ευκαιρίες σε σχέση με τον προγραμματισμό και τα μαθηματικά καθώς και τα δύο ενσωματώνονται και απαιτούνται για την επίτευξη μιας κατασκευής. Θα πρέπει, ωστόσο, να τονιστεί ότι τόσο στις μικρές ηλικίες όσο και στο πλαίσιο ανοιχτών διαδικασιών όπως είναι μια «κατασκευή», τα μαθηματικά δεν διδάσκονται αλλά στην ουσία αναδύονται ως ανάγκη σε επιμέρους βήματα με στόχο το χειρισμό και τον έλεγχο. Αυτού του είδους η επαφή με τα μαθηματικά μοιάζει ακόμη πιο αναγκαία, αλλά ταυτόχρονα και

προκλητική, για τα μικρά παιδιά καθώς τα περισσότερα δεν διαθέτουν εμπειρίες οι οποίες εύκολα θα χαρακτηρίζονταν ως μαθηματικές με την 'αυστηρή' έννοια του όρου. Η διερεύνηση των προοπτικών της χρήσης προγραμματιζόμενων συσκευών όπως το Roamer, το Bee-Bot και το Lego WeDo και σύνθετων εκπαιδευτικών πακέτων όπως το Lego Mindstorms NXT και το Pico Cricket έχει απασχολήσει την ερευνητική κοινότητα και έχουμε σήμερα στη διάθεσή μας εκπαιδευτικές προτάσεις για σύνδεση με το αναλυτικό πρόγραμμα (Chambers et al, 2007) καθώς επίσης και προτάσεις διδακτικών πειραμάτων όπου περιγράφεται και αναλύεται εκτενώς η σχεδίαση δραστηριοτήτων, η επιδιωκόμενη γνώση προς κατάκτηση και το δυναμικό διδακτικής παρέμβασης εκ μέρους των εκπαιδευτικών (Bers et al, 2002; Comune di Reggio Emilia, 2001; Alimisis et al, 2007).

ΈΝΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΟ ΠΕΙΡΑΜΑ: ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Αποτολμώντας τον πειραματισμό με την μύηση των μικρών παιδιών στο περιβάλλον ενός Lego NXT με σκοπό την απομυθοποίηση του ρομπότ και τη μύηση σε βασικές μαθηματικές και προγραμματιστικές ιδέες, σχεδιάσαμε διδακτική παρέμβαση μαθηματικών οργανωμένη με βάση τη μεθοδολογία του διδακτικού πειράματος (Χρονάκη, 2010). Η διδακτική μας παρέμβαση έδωσε έμφαση στη μετατόπιση των αντιλήψεων των μικρών παιδιών από τη μυθική διάσταση στην οποία τοποθετούσαν τα ρομπότ, δίνοντας τους ανθρώπινα χαρακτηριστικά, σε μια περισσότερο πραγματιστική στην οποία συνειδητοποιούσαν ότι ο έλεγχος ενός ρομπότ έχει σχέση με τον προγραμματισμό.

Οι επιμέρους στόχοι αυτού του διδακτικού πειράματος περιλαμβάνουν: 1) την συστηματική παρατήρηση και αναπαράσταση της κίνησης ενός ρομπότ (λεκτική, κιναισθητική και συμβολική), 2) το σχεδιασμό μιας διαδρομής και τον προγραμματισμό του ρομπότ για την επιτέλεση αυτής της κίνησης, και 3) την επέκταση μιας απλής κίνησης σε διαδρομή και την διόρθωση της με στόχο την ακριβή διαδρομή. Το διδακτικό πείραμα εφαρμόστηκε σε μια τάξη 20 νήπιων με πολύ διαφορετικές δεξιότητες στη χρήση τεχνολογίας, στα μαθηματικά, στην λεπτή κινητικότητα, στη συνεργασία στο πλαίσιο ομάδας και στην ικανότητα για αναστοχαστική σκέψη. Συνολικά εφαρμόστηκαν έξι (6) δραστηριότητες σε διάστημα τεσσάρων ημερών. Χρησιμοποιήθηκε το πακέτο Lego NXT και το λογισμικό Mindstorms.

ΠΩΣ ΚΙΝΕΙΤΑΙ ΕΝΑ ΡΟΜΠΟΤ;-ΑΝΑΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

Η πρώτη δράση με τα παιδιά ξεκίνησε με την παρακολούθηση ενός βίντεο το οποίο λειτούργησε ως κίνητρο για συζήτηση σχετικά με τα ρομπότ, για τη δημιουργία

ιχνογραφημάτων σχετικά με τα ρομπότ και την κίνησή τους, και τη συγκρότηση ενός συλλογικού εννοιολογικού χάρτη για το «τι ξέρουμε» για τα ρομπότ και «τι θέλουμε να μάθουμε» επιπλέον. Η δεύτερη δράση επικεντρώθηκε στην κίνηση των ρομπότ. Ερωτήσεις όπως: «ποιος κινεί τα ρομπότ και με ποιον τρόπο» τέθηκαν προς προβληματισμό. Χρησιμοποιήθηκε μια μαριονέτα (ως πρωτόλειο ρομπότ) για να δουν την κίνησή της ως αποτέλεσμα ενός ελέγχου που επιτελείται μέσω του χειρισμού με τα χέρια μας και η συζήτηση που ακολούθησε αφορούσε την αντιδιαστολή της άμεσης και της έμμεσης πρόκλησης κίνησης (π.χ. το σώμα μας, η μαριονέτα, το ρομπότ). Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η επικοινωνία με τα ρομπότ είναι ιδιότυπη καθώς τα προγραμματίζουμε να κάνουν κάτι που εμείς θέλουμε και ότι ο υπολογιστής και το καλώδιο είναι απαραίτητα για να μπορέσει κανείς να επικοινωνήσει. Το ζήτημα της «γλώσσας» την οποία χρησιμοποιούμε για την ιδιότυπη αυτή επικοινωνία, σκοπίμως αφέθηκε ανοιχτό. Η τρίτη δράση αφορούσε τη γνωριμία με το προ-κατασκευασμένο ρομπότ Lego NXT το οποίο παρουσιάσαμε. Τα παιδιά παρακολούθησαν μια ήδη προγραμματισμένη κίνηση λίγων δευτερολέπτων και παρατήρησαν μέρη της αλληλουχίας των επιμέρους κινήσεων κατά την εκτέλεση διαφορετικών φάσεων οι οποίες στο σύνολό τους



Εικόνα 1: Παρατήρηση της κίνησης της μαριονέτας



Εικόνα 2: Παρατήρηση της κίνησης ρομπότ.



Εικόνα 3:
Αναπαράσταση της κίνησης του ρομπότ

μπορούσαν να αποτελέσουν ένα λογικό διάγραμμα ροής ή/και ένα πρόγραμμα για την ίδια την κίνηση.

Τα παιδιά κλήθηκαν να αναπαραστήσουν την κίνηση αυτή αποσκοπώντας στη διερεύνηση της ακρίβειας της περιγραφής και του συμβολισμού της κίνησης.

ΣΥΜΒΟΛΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ: ΣΥΜΒΟΛΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Η τέταρτη δράση αποσκοπούσε στη μύηση των παιδιών στη γλώσσα επικοινωνίας με το ρομπότ. Οι καρτέλες βασίστηκαν στις εικονοεντολές του λογισμικού Lego NXT. Επιλέξαμε να εξηγήσουμε επαρκώς το «μπλοκ κίνησης» (γρανάζι) και τις υπόλοιπες ρυθμίσεις που αφορούσαν την παραμετροποίηση της κίνησης (κατεύθυνση κατά μήκος των αξόνων «δεξιά-αριστερά» και «μπρος πίσω», ταχύτητα και σταμάτημα κίνησης). Ακολούθως, προτρέψαμε τα παιδιά να συμμετάσχουν σε ένα παιχνίδι ρόλων αναλαμβάνοντας ρόλους «προγραμματιστή», ο οποίος θα σχεδίαζε την κίνηση με εντολές και ρόλους «ρομπότ» το οποίο θα εκτελούσε το πρόγραμμα με το σώμα

του, «περπατώντας» τις εντολές. Εμπλεκόμενα βιωματικά στη δράση, τα παιδιά, στην πλειοψηφία τους, συμμετείχαν ενθουσιωδώς και τα κατάφεραν περίφημα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΖΟΝΤΑΣ ΤΗΝ ΚΙΝΗΣΗ: ΜΙΚΡΟΙ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΟΙ ΑΡΙΘΜΟΙ

Κατά την διάρκεια της πέμπτης δράσης, τα παιδιά ήρθαν σε επαφή με το προγραμματιστικό μέρος του ρομπότ. Η έλλειψη χώρου μας οδήγησε στη δημιουργία μιας περισσότερο ήσυχης και προσωπικής γωνιάς στην αίθουσα του νηπιαγωγείου την οποία ονομάσαμε «γωνιά δοκιμών». Εκεί τοποθετήσαμε έναν φορητό υπολογιστή και το Lego NXT. Μικρές ομάδες παιδιών καλούνταν στη γωνιά δοκιμών και εκεί παρατηρούσαν και περιεργάζονταν το λογισμικό βασιζόμενα σε όσα είδαν και κατέκτησαν μέσω των δράσεων έως εκείνη τη χρονική στιγμή. Κρίθηκε απαραίτητη η εστίαση των παιδιών μόνο στο μπλοκ κίνησης με στόχο την επαρκή χρήση του και όχι στα υπόλοιπα μπλοκ (δηλ. αναμονής, αισθητήρων κλπ). Με κάθε ομάδα, δημιουργούσαμε επί τόπου ένα διαφορετικό εκτελέσιμο πρόγραμμα με στόχο να τεθεί το ρομπότ σε κίνηση. Εφόσον ζητούσαμε το σχεδιασμό συγκεκριμένης κίνησης υπήρξε η ανάγκη για διαδοχικές δοκιμές, για διόρθωση του λάθους, για διαδικασίες επαλήθευσης και εκτέλεσης. Σε αυτό το πλαίσιο τα παιδιά μπορούσαν να παρέμβουν δυναμικά επιλέγοντας άλλοτε μεγαλύτερους και άλλοτε μικρότερους αριθμούς. Ιδιαίτερη εντύπωση έκανε το γεγονός ότι παρόλο που τα παιδιά σε αυτή την ηλικία, τυπικά, δεν έχουν διδαχθεί μεγάλους αριθμούς ωστόσο μπορούσαν να τους βρουν και είχαν καλή αίσθηση για το ποιοι ήταν οι μεγάλοι αριθμοί. Επιτελώντας μια αποστολή- το ρομπότ διανύει διαδρομές.



Εικόνα 1: Εικονοεντολές



Εικόνα 2: Παιχνίδι ρόλων



Εικόνα 3: Γωνιά δοκιμών.

ΕΠΙΤΕΛΩΝΤΑΣ ΜΙΑ ΑΠΟΣΤΟΛΗ: ΤΟ ΡΟΜΠΟΤ ΔΙΑΝΥΕΙ ΔΙΑΔΡΟΜΕΣ

Κατά την έκτη δράση το ρομπότ με βάση το παραμύθι «τα τρία γουρουνάκια» αναλαμβάνει μια αποστολή: τα γουρουνάκια έχασαν το δρόμο για τα σπίτια τους και το ρομπότ πρέπει να τα βοηθήσει να το ξαναβρούν. Τέσσερα παιδιά ανέλαβαν ρόλο «προγραμματιστών» και τα υπόλοιπα ρόλους «ελεγκτών», «παρατηρητών» ή

«βοηθών». Ο διαχωρισμός βασίστηκε συνειδητά στην έλλειψη του απαραίτητου χώρου για τον ταυτόχρονο πειραματισμό όλων των παιδιών με το λογισμικό. Η ομάδα των τεσσάρων παιδιών ανέλαβε αρχικά να προγραμματίσει το ρομπότ που θα οδηγήσει το κάθε γουρουνάκι στο σπίτι του. Την τετραμελή αυτή ομάδα αποτέλεσαν 2 αγόρια και 2 κορίτσια έτσι ώστε να αποφευχθεί η συνήθης έμφυλη διάκριση που παρατηρείται ανάμεσα στα παιδιά (βλ. Chronaki & Kourias, 2012). Ο καταμερισμός εργασιών με τη δυνατότητα εναλλαγής τους, απέδωσε τους εξής ρόλους: α) υπεύθυνος-η για τη σύνδεση του NXT με τον υπολογιστή και χειριστή του ρομπότ πάνω στη μακέτα, β) χειριστή-τριας του προγράμματος με στόχο την βελτίωση και τροποποίηση του εκτελέσιμου προγράμματος, γ) γραφέα με στόχο να πληκτρολογεί τις διάφορες τιμές ή/και να τις διορθώνει όποτε χρειαζόταν και τέλος, δ) βοηθού σε όλους τους παραπάνω ρόλους. Οι προτροπές και η ενθάρρυνση, κρίθηκαν απαραίτητα αν και τα παιδιά φάνηκαν εξοικειωμένα με την τεχνολογία και δεν δυσκολεύτηκαν μέσα από διαδικασίες «δοκιμής-λάθους» να βρουν δρώντας συνεργατικά τις κατάλληλες εντολές και να τις βάλουν στη σειρά.



Εικόνα 6: Χειριστής και γραφέας.



Εικόνα 5: Υπεύθυνος σύνδεσης.



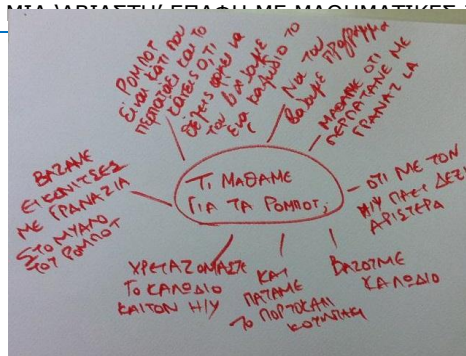
Εικόνα 4: Η μακέτα του παιχνιδιού.

ΑΒΙΑΣΤΗ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ;

Η συζήτηση ανασκόπησης οδήγησε στην δημιουργία του χάρτη της νέας γνώσης, «τι μάθαμε για τα ρομπότ» και οδήγησε σε μια σύνοψη της εμπειρίας. Ο χάρτης αυτός σε αντιδιαστολή με τον αρχικό χάρτη «τι ξέρουμε για τα ρομπότ;» αποκαλύπτει τη μετατόπιση των αρχικών ιδεών μυθοποίησης του ρομπότ σε πιο πραγματιστικές ιδέες οι οποίες δηλώνουν την κατανόηση του ρομπότ ως ελεγχόμενου από τον άνθρωπο. Η συζήτηση αποκάλυψε επίσης ότι τα παιδιά ήταν σε θέση να κατανοήσουν ότι η διαδικασία ελέγχου αυτή στηρίζεται στη συστηματική εφαρμογή μιας συμβολικής γλώσσας μέσω της οποίας πραγματοποιείται ο προγραμματισμός του ρομπότ από απόσταση. Τα μαθηματικά αποτέλεσαν αναπόσπαστο μέρος αυτής της εμπειρίας και η επαφή των παιδιών πραγματοποιήθηκε αβίαστα, καθώς ενεργοποιούσαν τόσο την γνώση όσο και την διαίσθησή τους όπως είδαμε παραπάνω μέσω της



Εικόνα 7: Αρχικός χάρτης «τι ξέρουμε για τα ρομπότ».



Εικόνα 8: Χάρτης της νέας γνώσης «τι μάθαμε για τα ρομπότ».

αναπαράστασης, των δοκιμών, των διορθώσεων. Η χρήση κανόνων δεν κρίθηκε απαραίτητη αφού τα παιδιά επιζητούσαν τη συμμετοχή τους με στόχο να κάνουν τις απαραίτητες δοκιμές για τις διορθώσεις που απαιτούσε η επίτευξη της ακρίβειας και η ανάγκη για μαθηματικά προέκυπτε σε κάθε βήμα, φυσικά και αβίαστα.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Alimisis, D., Michele M., Arlegui, J., Pina, A. Frangou, S., Papanikolaou, K. (2007). Robotics & Constructivism in Education: the TERECoP project, In Ivan Kalas (ed.), Proceedings of the 11th European Logo Conference, 19 - 24 August 2007, Bratislava, Slovakia, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Comenius University, Bratislava, ISBN 978-80-89186-20-4
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 123- 145.
- Chambers, J. M., Carbonaro, M., & Rex, M. (2007). Scaffolding knowledge construction through robotics technology A middle school case study. *Electronic Journal for the Integration of Technology in Education*, 6, 55
- Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In S. Papert and I. Harel (eds.) *Constructionism*, Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Comune di Reggio Emilia (2001). Construction kits made of Atoms and Bits. Final Pedagogical Report on the last months of the research, Project CAB n°29323, Del. n°23, March 2001.
- Χρονάκη, Α. (2010). Το «Διδακτικό Πείραμα»: Η ποιοτική μελέτη της μαθησιακής διαδικασίας στο πλαίσιο της διδακτικής πράξης. Στο Πουρκός Μ. Α., Δαφέρμος Μ. (επιμ.), *Ποιοτική έρευνα στην Ψυχολογία και την Εκπαίδευση. Επιστημολογικά, μεθοδολογικά και ηθικά ζητήματα*. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.
- Χρονάκη, Α. & Κούριας, Σ. (2011). Παιδιά, Ρομπότ και Lego Mindstorms: Καταγράφοντας το ξεκίνημα μιας αλληλεπιδραστικής σχέσης. 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», Πάτρα, 28-30 Απριλίου 2011