ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2013)

3ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Π. Νίκα, Σ. Ατματζίδου, Στ. Δημητριάδης

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 07/05/2024 12:39:25

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης

Π. Νίκα[1], Σ. Ατματζίδου[2], Στ. Δημητριάδης[3]

Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,
pananika@csd.auth.gr[1], atmatzid@csd.auth.gr[2], sdemetri@csd.auth.gr[3]

Περίληψη

Η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα διδακτικό εργαλείο που συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον. Υπάρχει πληθώρα ερευνών που αφορούν δραστηριότητες ΕΡ και εστιάζουν στην επίλυση προβλήματος, αντίθετα, οι έρευνες που αφορούν τη μεταγνώση είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Στο άρθρο αυτό παρουσιάζεται μία έρευνα που υλοποιήθηκε με μαθητές δημοτικού και είχε ως στόχο να διερευνήσει αν η καθοδήγηση, με βάση το μοντέλο Polya και τα κατάλληλα ερωτήματα, κατά την επίλυση αυθεντικών προβλημάτων στα πλαίσια δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής, μπορεί να βελτιώσει τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών και τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα στην οποία υπήρχε καθοδήγηση. Τα αποτελέσματα συλλέχθηκαν με τις μεθόδους Metacognitive Awareness Inventory (MAI) και Knowledge Monitoring Assessment (KMA) και έδειξαν ότι στην πειραματική ομάδα υπήρξε βελτίωση στις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών και στις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλήματος.

Λέξεις κλειδιά: *Εκπαιδευτική ρομποτική, Μεταγνώση, Επίλυση προβλήματος.*

1. Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα καινοτόμο διδακτικό εργαλείο που στοχεύει στην ενίσχυση και την ανάπτυξη υψηλότερων νοητικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων επίλυσης προβλήματος (Blanchard et al., 2010). Αρκετές έρευνες αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες ΕΡ έχουν θετικά αποτελέσματα στο επίπεδο της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών, της ανάπτυξης δεξιοτήτων κριτικής σκέψης και επίλυσης προβλήματος (Petre & Price, 2004; Norton et al., 2006) και της εκμάθησης μιας γλώσσας προγραμματισμού (Nourbakhsh et al., 2005). Οι δραστηριότητες ΕΡ ενισχύουν τον συλλογισμό των μαθητών σχετικά με τις αποφάσεις που παίρνουν κατά την επίλυση προβλημάτων (Chalmers & Castledine, 2011). Ωστόσο υπάρχουν έρευνες που καταγράφουν ότι δεν είναι ξεκάθαρη η ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος (Hussain et al., 2006; Lindh & Holgersson, 2007). Όσο δε αφορά την ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΕΡ οι

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

έρευνες είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο. Ερευνητές καταγράφουν ότι με τη χρήση ρομπότ, Lego Mindstorms, αναπτύσσονται οι μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών (Ishii et al., 2006), ενώ άλλοι δεν μπόρεσαν να αποδείξουν ότι οι δραστηριότητες ΕΡ παρουσίασαν στατιστικά σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων (McWhorter, 2008). Σε έρευνά μας με μαθητές Λυκείου διαπιστώσαμε ότι η κατάλληλη καθοδήγηση βοηθά τους μαθητές να αναπτύξουν τις μεταγνωστικές τους ικανότητες στην επίλυση προβλήματος. Η παρούσα έρευνα έχει ως στόχο να διερευνήσει αν η καθοδήγηση κατά την επίλυση προβλημάτων στα πλαίσια δραστηριοτήτων ΕΡ, μπορεί να βελτιώσει τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών και τις δεξιότητές τους στην επίλυση προβλημάτων.

2. Θεωρητικό υπόβαθρο

2.1 Εκπαιδευτική ρομποτική

Η ρομποτική αποτελεί ένα διδακτικό εργαλείο το οποίο μπορεί να υποστηρίξει την εκπαιδευτική διαδικασία. Στηρίζεται στην θεωρία του Piaget για τον εποικοδομισμό (constructivism) της γνώσης και στην εποικοδομιστική κατασκευαστική (constructionist) προσέγγιση της μάθησης σύμφωνα με τον Papert (1991), αφού τα παιδιά οικοδομούν πιο αποτελεσματικά τη γνώση όταν εμπλέκονται ενεργά στη σχεδίαση και κατασκευή πραγματικών αντικειμένων που έχουν νόημα για τους ίδιους. Με τη χρήση δραστηριοτήτων ΕΡ μετατρέπονται οι μαθητές από παθητικούς σε ενεργούς, αναπτύσσοντας πληθώρα νοητικών δεξιοτήτων, ως ερευνητές και δημιουργοί της νέας γνώσης (Gura, 2007). Η ΕΡ έχει ως προσδοκώμενο όφελος πέραν άλλων, τόσο την εκμάθηση προγραμματισμού όσο και την ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων στην επίλυση προβλήματος (Chalmers & Castledine, 2011; Ishii et al., 2006).

2.2 Μεταγνωστικές ικανότητες και Δεξιότητες Επίλυσης Προβλήματος

Η ικανότητα της γνώσης ενός ατόμου σχετικά με το τι γνωρίζει και τι όχι και η επίγνωση του συλλογισμού του, συχνά περιγράφεται ως μεταγνωστική ικανότητα (Flavell, 1976). Η ανάπτυξη μεταγνωστικών ικανοτήτων είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον σχεδιασμό, την παρακολούθηση, την αξιολόγηση και την αυτορρύθμιση της γνώσης. Η μεταγνώση αν και αποτελεί εσωτερική διαδικασία έχει άμεση συσχέτιση και με το εξωτερικό περιβάλλον, αφού πολλές φορές οι μαθητές «εξωτερικεύουν» τη διαδικασία της μεταγνώσης κρατώντας σημειώσεις, αναλύοντας το αρχικό πρόβλημα σε απλούστερα, προγραμματίζοντας τις επόμενες κινήσεις τους κλπ.

Η επίλυση προβλήματος είναι μία σημαντική δεξιότητα, η οποία αποτελεί μέρος της καθημερινής εμπειρίας των μαθητών. Κατά την επίλυσή ενός προβλήματος απαιτείται να επιλεγεί μια στρατηγική και να ληφθεί μια απόφαση σε κάθε πιθανή κατάσταση που προκύπτει (Van de Walle, 1989). Το κλειδί της επιτυχίας στην επίλυση ενός προβλήματος είναι η μεταγνώση (Lester, 1994).

Σε έρευνα της η Gama το 2004 παρέχοντας καθοδήγηση κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων καθώς και αναδράσεις σχετικά με το επίπεδο μεταγνώσης των μαθητών διερεύνησε την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος των μαθητών. Τα αποτελέσματά της έδειξαν ότι η ανάπτυξη των μεταγνωστικών ικανοτήτων της πειραματικής ομάδας ήταν μεγαλύτερη αλλά όχι στατιστικά σημαντική σε σχέση με της ομάδας ελέγχου. Ο McWhorter το 2008 διερεύνησε την αποτελεσματικότητα της ΕΡ κατά την εκμάθηση προγραμματισμού, χρησιμοποιώντας τα ρομπότ lego. Η αξιολόγηση του στηρίχθηκε στο πρωτόκολλο Motivated Strategies for Learning Questionnaire και τα αποτελέσματα δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά. Οι Ishii et al., το 2006 χρησιμοποιώντας τα ρομπότ Lego σε δραστηριότητες μηχανικής, διαπίστωσαν μέσα από φύλλα έργου, συζητήσεις, αναδράσεις και pre-post tests ότι βελτιώθηκε η δεξιότητα των μαθητών για παραγωγικές ιδέες και ενεργοποιήθηκαν οι μεταγνωστικές ικανότητές τους ως αποτέλεσμα εμπειριών προβληματισμού στις τάξεις.

Το ερώτημα που προκύπτει είναι αν οι δραστηριότητες ΕΡ βοηθούν τους μαθητές να αναπτύξουν τις μεταγνωστικές τους ικανότητες στην επίλυση προβλήματος.

2.3 Ερευνητικά ερωτήματα

Στόχος της έρευνάς μας είναι να διερευνήσουμε αν οι δραστηριότητες ΕΡ: (α) με καθοδήγηση βασισμένη στο μοντέλο Polya βελτιώνουν τις ικανότητες επίλυσης προβλημάτων των μαθητών και (β) με κατάλληλη καθοδήγηση βελτιώνουν τις μεταγνωστικές ικανότητες των μαθητών στην επίλυση προβλήματος.

3. Μέθοδος

3.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 30 μαθητές της έκτης τάξης ενός Δημοτικού σχολείου του Κιλκίς. Στόχος ήταν να γνωρίσουν το περιβάλλον του NXT Software και τις λειτουργίες του ώστε να έχουν μία πρώτη εξοικείωση με τον προγραμματισμό.

3.2 Σχεδίαση

Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα ελέγχου (n=14) και την πειραματική ομάδα (n=16). Συνολικά έγιναν 7 δίωρες συνεδρίες. Αρχικά, δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο που προσδιόριζε το προφίλ των μαθητών και στη συνέχεια το ερωτηματολόγιο Metacognitive Awareness Inventory (MAI), ως μέτρο αξιολόγησης των μεταγνωστικών τους ικανοτήτων. Στις έξι συνεδρίες, μέσω δραστηριοτήτων, τα παιδιά έμαθαν τις λειτουργίες του ρομπότ, ενώ στην έβδομη συνεδρία πραγματοποιήθηκε μια τελική πρόκληση, όπου δόθηκε ένα πρόβλημα το οποίο τα παιδιά έπρεπε να ολοκληρώσουν. Οι μαθητές δούλεψαν συνεργατικά σε ομάδες των 3 ή των 4 μελών. Σε κάθε προπόνηση χρησιμοποιήθηκε φύλλο εργασίας με κλιμακωτής δυσκολίας δραστηριότητες. Στην ομάδα ελέγχου, δεν υπήρχε

καθοδήγηση, ενώ στην πειραματική ομάδα, εφαρμόστηκε σταδιακή καθοδήγηση. Στη διάρκεια όλης της δραστηριότητας δίνονταν στους μαθητές ατομικά, ασκήσεις προς επίλυση, ζητώντας σε κάθε άσκηση την άποψη των μαθητών για την ικανότητά τους να την επιλύσουν, με στόχο τη συλλογή δεδομένων σύμφωνα με το μέτρο αξιολόγησης ΚΜΑ. Ο ρόλος των καθηγητών στη διάρκεια των προπονήσεων ήταν υποστηρικτικός και καθοδηγητικός. Μετά το τέλος των συνεδριών οι μαθητές απάντησαν ατομικά σε ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις σχετικά με τη διαδικασία.

3.3 Πρωτόκολλο παρέμβασης

Η καθοδήγηση στην πειραματική ομάδα βασίστηκε σε βήματα και ερωτήσεις που κατηύθυναν τους μαθητές στο να κατανοήσουν το πρόβλημα, να σχεδιάσουν, να υλοποιήσουν και να αξιολογήσουν τη λύση του σύμφωνα με τη μεθοδολογία Polya (Polya, 1945). Δόθηκαν επίσης ερωτήσεις βασισμένες στο μοντέλο της Gama (Gama, 2004) που κατηύθυναν τη σκέψη των μαθητών ώστε να βελτιώσουν τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες. Παρακάτω αναλύεται το πρωτόκολλο παρέμβασης με τα στάδια επίλυσης και τις ερωτήσεις καθοδήγησης:

- **Κατανόηση προβλήματος:** 1)Διαβάστε προσεκτικά το πρόβλημα όσες φορές χρειαστεί ώστε να είστε σίγουροι ότι έχετε κατανοήσει τι ζητάει, 2)Διαβάστε και γράψτε αν υπάρχει κάτι που δεν κατανοήσατε ή δεν είναι σαφές και συζητήστε το με τους άλλους, 3)Γράψτε τα ζητούμενα και τα δεδομένα του προβλήματος.
- **Σχεδιασμός της λύσης-Υλοποίηση του σχεδίου λύσης:** 1)Ποια είναι η σχέση που συνδέει τα δεδομένα με τα ζητούμενα, 2)Σας θυμίζει κάποιο άλλο πρόβλημα; 3)Χωρίστε το πρόβλημα σε μικρότερα τμήματα. Γράψτε ποια θα είναι αυτά.
- **Έλεγχος-Αξιολόγηση της λύσης:** 1)Κάνει το ρομποτάκι αυτό που ζητά το πρόβλημα; 2)Αν όχι τι δε λειτούργησε σωστά; 3)Σε ποιο σημείο του κώδικα εντοπίζετε το πρόβλημα; 4)Τι αλλαγές πρέπει να κάνετε για να διορθώσετε το πρόβλημα; 5)Δείτε το παρακάτω τμήμα κώδικα… Μοιάζει με τον δικό σας; Ποιες οι διαφορές; 6)Τι πιστεύετε ότι θα μπορούσατε να βελτιώσετε στη δική σας επίλυση;
- **Αξιολόγηση της διαδικασίας:** 1)Λειτούργησαν καλά τα βήματα που ακολουθήσατε; 2)Ποιο από τα βήματα θα βελτιώνατε την επόμενη φορά; 3)Υπάρχει κάτι που μάθατε από αυτή τη δραστηριότητα και το θεωρείτε χρήσιμο για επόμενες δραστηριότητες; 4)Εντοπίσατε αν υπήρξε κάτι που σας δυσκόλεψε στην επίλυση του προβλήματος; 5)Εντοπίστε τις τεχνικές που σας βοηθούν να λύνετε προβλήματα.

3.4 Εργαλεία αξιολόγησης

Τα εργαλεία αξιολόγησης της μεταγνώσης που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά μας είναι: α) το ερωτηματολόγιο Metacognitive Awareness Inventory (MAI) (Schraw & Dennison, 1994), το οποίο αποτελείται από 52 δηλώσεις. Οι μαθητές απαντούν στις ερωτήσεις με ένδειξη βαθμών συμφωνίας στην κάθε δήλωση χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα Likert. β) το μέτρο Knowledge Monitoring Assessment (KMA) το οποίο αναπτύχθηκε από τους Everson και Tobias (1998) και αναφέρεται στην

ικανότητα των μαθητών να προβλέψουν πως θα δράσουν σε μία εργασία. Αρχικά ζητείται από το μαθητή η αίσθησή του για την ικανότητά του στην επίλυσης ενός προβλήματος και στη συνέχεια του ζητείται να λύσει το πρόβλημα.

3.5 Συλλογή δεδομένων

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία ποσοτικής και ποιοτικής αξιολόγησης. Τα εργαλεία για την εξαγωγή των ποσοτικών αποτελεσμάτων ήταν α) αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο MAI, β) αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε από εμάς, γ) προβλήματα τόσο ρομποτικής όσο και μαθηματικών (καθώς δεν υπήρχε προηγούμενη γνώση στη ρομποτική) προς επίλυση ατομικά ζητώντας σε κάθε πρόβλημα την άποψη των μαθητών για την ικανότητά τους να το επιλύσουν, με στόχο τη συλλογή δεδομένων σύμφωνα με το μέτρο αξιολόγησης KMA και δ) ένα πρόβλημα το οποίο δόθηκε στη διάρκεια της τελικής συνέντευξης στο οποίο ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν τη λύση του (αλγόριθμο) λέγοντας τις σκέψεις τους (think aloud) και αξιολογήθηκε με διαβαθμισμένα κριτήρια αξιολόγησης (ρουμπρίκα). Για την εξαγωγή των ποιοτικών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ε) καταγραφή σε δομημένο έντυπο παρατηρήσεων κατά τη διάρκεια των προπονήσεων και στ) τελική συνέντευξη. Τα εργαλεία που δημιουργήθηκαν από εμάς εστιάζουν σε 6 άξονες, τη ρομποτική, τον προγραμματισμό, τη συνεργασία, το κίνητρο και την καθοδήγηση τόσο στην επίλυση προβλήματος όσο και στην ανάπτυξη μεταγνωστικών δεξιοτήτων.

4. Αποτελέσματα

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου MAI χρησιμοποιήθηκε έλεγχος t-test για ανεξάρτητα δείγματα. Η στατιστική ανάλυση των δεδομένων του φαίνεται στον πίνακα 1.

***Πίνακας 1**: Αρχικό και τελικό ερωτηματολόγιο MAI*

MAI	Ομάδα ελέγχου (N=14)	Ομάδα πειραματική (N=16)	Statistics t-test
Αρχικό	M=31.03, SD=3.71	M=31.14, SD=3.09	t(28)=0.081, p=0.936
Τελικό	M=40.26, SD=7.01	M=48,21, SD=3.08	t(28)=3.922, p=0.001

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων του τελικού ερωτηματολόγιου έγινε έλεγχος t-test. Η διαφορά των μέσων όρων της ομάδας ελέγχου (M=35.73, SD=6.96) και της πειραματικής ομάδας (M=43.00, SD=3.67) ως προς την καθοδήγηση στην επίλυση προβλήματος είναι στατιστικά σημαντική t(21)=3.095, p=0.007.

Από τις απαντήσεις των μαθητών στο πρόβλημα που τους δόθηκε κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, ανάμεσα στην ομάδα ελέγχου και την πειραματική ομάδα, παρατηρήθηκε μετά από έλεγχο t-test στατιστικά σημαντική διαφορά τόσο σε

επιμέρους κατηγορίες όσο και στη συνολική αξιολόγηση περιγραφής αλγορίθμου. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω Πίνακα.

***Πίνακας 2**: Αξιολόγηση περιγραφής αλγορίθμου*

Κατηγορίες	Ομάδα ελέγχου (N=14)	Ομάδα Πειραματική (N=16)	Statistics t-test
Επίλυση προβλήματος	M=6.86, SD=2.38	M=9.50, SD=2.73	t(28)=2.804, p=0.009
Προγραμματισμός	M=4.36, SD=2.13	M=6.00, SD=2.37	t(28)=1.985, p=0.057
Στρατηγική επίλυσης προβλήματος	M=6.21, SD=1.48	M=8.44, SD=1.59	t(28)=3.948, p=0.000
Συνολική Αξιολόγηση Περιγραφής Αλγορίθμου	M=17.43, SD=5.57	M=23.94, SD=6.23	t(28)=2.997, p=0.006

Στα αποτελέσματα της αξιολόγησης με το μέτρο ΚΜΑ έγινε έλεγχος t-test. Στην πειραματική ομάδα ο μέσος όρος του ΚΜΑ στις ασκήσεις μαθηματικών που δόθηκαν στην αρχή (M= 0,09, SD= 0,42) και στο τέλος των δραστηριοτήτων (M= 0,71, SD= 0,33) διαφέρει σημαντικά (t= -5,123, DF=15, p= 0,000) ενώ, στην ομάδα ελέγχου ο μέσος όρος του ΚΜΑ στις ασκήσεις μαθηματικών που δόθηκαν στην αρχή (M= 0,53, SD= 0,49) και στο τέλος των δραστηριοτήτων (M= 0,81, SD= 0,27) δεν διαφέρει σημαντικά (t= -2,04, DF=13, p= 0,062). Αντίθετα, στα αποτελέσματα του ΚΜΑ στις απαντήσεις στις δραστηριότητες ρομποτικής δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστική διαφορά ανάμεσα στις δύο ομάδες.

5. Συζήτηση

Αναλύοντας τα παραπάνω αποτελέσματα από το ερωτηματολόγιο ΜΑΙ διαπιστώνουμε ότι μετά τις προπονήσεις, η πειραματική ομάδα απαντά πιο θετικά και μάλιστα σε επίπεδο στατιστικής διαφοράς. Στο τελικό ερωτηματολόγιο, η διαφορά των μέσων όρων μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της πειραματικής ομάδας ως προς τις στρατηγικές επίλυσης προβλήματος είναι στατιστικά σημαντική, γεγονός που φανερώνει ότι στην πειραματική ομάδα οι μαθητές βελτίωσαν τις μεταγνωστικές τους ικανότητες στην επίλυση προβλημάτων. Επίσης τα αποτελέσματα από τις απαντήσεις των μαθητών στο τελικό πρόβλημα που τους δόθηκε, έδειξαν ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατηγορία Στρατηγικών Επίλυσης προβλήματος, που είναι η κατηγορία που μας δίνει στοιχεία για τη μεταγνωστική ικανότητα των μαθητών. Συνδυάζοντας όλα τα παραπάνω διαπιστώνουμε ότι πράγματι έχουμε αύξηση της μεταγνωστικής ικανότητας στην επίλυση προβλήματος της πειραματικής ομάδας.

Από τα δεδομένα του μέτρου αξιολόγησης ΚΜΑ παρατηρούμε στα προβλήματα μαθηματικών μεγαλύτερη αύξηση των μεταγνωστικών ικανοτήτων στην επίλυση

προβλήματος των μαθητών της πειραματικής ομάδας, ενώ αντίθετα στις δραστηριότητες ρομποτικής δεν παρατηρείται κάτι αντίστοιχο. Το γεγονός αυτό μπορεί να μας οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι το ΚΜΑ είναι εργαλείο (domain based) τα αποτελέσματά του οποίου μπορεί να επηρεαστούν από προηγούμενες γνώσεις των μαθητών στο συγκεκριμένο αντικείμενο ή ακόμα από το ενδεχόμενο να υπάρχει διαφορετικό γνωστικό επίπεδο ανάμεσα στις δύο ομάδες. Αντίθετα το πρωτόκολλο αξιολόγησης της μεταγνώσης ΜΑΙ, που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνά μας, δεν είναι προσανατολισμένο σε κάποιο συγκεκριμένο μαθησιακό αντικείμενο αλλά στη γενικότερη στάση των μαθητών.

Από τις παρατηρήσεις στη διάρκεια των δραστηριοτήτων διαπιστώθηκε ότι το ενδιαφέρον των παιδιών ως προς τη ρομποτική έμεινε αμείωτο. Όσον αφορά τη συνεργασία, η κατανομή των ρόλων βοήθησε τους μαθητές να συνεργαστούν. Οι μαθητές, με την υποστήριξη των προπονητών τους, εξοικειώθηκαν με τους ρόλους και ακόμα και τα πιο διστακτικά παιδιά ένιωθαν αυτοπεποίθηση όταν διαπίστωναν την συμβολή τους στην ομάδα. Όπως χαρακτηριστικά ανέφερε ένας μαθητής: «Μου άρεσε ότι με τους ρόλους μπόρεσα να συνεργαστώ με τους συμμαθητές μου ενώ άλλες φορές ήταν δύσκολο να συνεργαστούμε». Στην ομάδα ελέγχου παρατηρήθηκε ότι ζητούνταν περισσότερες διευκρινίσεις σχετικά με τις ασκήσεις και τις δομές που έπρεπε να χρησιμοποιηθούν για την επίλυσή τους σε σύγκριση με την πειραματική ομάδα. Από την ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές βρήκαν πολύ ενδιαφέρον το ότι άρχισαν να μαθαίνουν πώς να προγραμματίζουν και επίσης δήλωσαν ότι τους φάνηκε χρήσιμο το ότι συνειδητοποίησαν ποιες πρέπει να είναι οι σκέψεις τους κατά την επίλυση προβλημάτων και τις εφαρμόζουν και σε άλλα μαθήματα όπως τα μαθηματικά.

Το συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί, παίρνοντας υπόψη και την προηγούμενή μας έρευνα με μαθητές λυκείου, είναι ότι η συστηματική παρέμβαση κατά την επίλυση προβλημάτων έχει θετικά αποτελέσματα στις μεταγνωστικές ικανότητες επίλυσης προβλημάτων σε μαθητές Δημοτικού και Λυκείου. Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να αποτελέσει όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων για μαθητές αυτών των βαθμίδων εκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

Blanchard, S., Freiman, V., & Lirrete-Pitre, N. (2010). Strategies used by elementary schoolchildren solving robotics-based complex tasks: innovative potential of technology. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 2851-2857.

Chalmers, C. & Castledine, Al. (2011) LEGO robotics: an authentic problem solving tool? Design and Technology Education: An International Journal, 16(3), pp.19-27.

Everson, H. T., & Tobias, S. (1998). The ability to estimate knowledge and performance in college: A metacognitive analysis, (April 1995), 65-79.

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp.231-236). Hillsdale, NJ: Erlbaum

Gama, C. A. (2004). Integrating Metacognition Instruction in Interactive Learning Environments. PhD Thesis, University of Sussex. Sussex, UK.

Gura, M. (2007). *Student Robotic Classroom Robotics: Case Stories of 21st Century Instruction for Millennial Students* (pp. 11-31). Information Age Publishing.

Hussain, S., Care, P., & Practice, G. (2006). The effect of LEGO Training on Pupils' School Performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude Swedish Data. *Educational Technology & Society, 9*, 182-194.

Ishii, N., Suzuki, Y., Fujiyoshi, H., Fujii, T., & Kozawa, M. (2006). Designing Learning Environments for Creativity in Engineering Education. *Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology, Tenerife, Canary Islands, Spain, December 16-18,* (pp. 22–27).

Lester, F. K. (1994). Musings about mathematical problem solving research: 1970-1994. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (6), 660-675.

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, *49*(4), 1097-1111.

McWhorter, W. (2008). The effectiveness of using LEGO Mindstorms robotics activities to influence self-regulated learning in a university introductory computer programming course. University of North Texas.

Norton, S. J., McRobbie, C. J., & Ginns, I. S. (2006). Problem Solving in a Middle School Robotics Design Classroom. *Research in Science Education*,*37*(3),261-277.

Nourbakhsh, I. R., Crowley, K., Bhave, A., Hsium, T., Hammer, E., & Perez-Bergquist, A. (2005). *The robotic autonomy mobile robotics course: Robot design, curriculum design and educational assesment*. Autonomous Robots,18(1),103-127.

Papert, S. (1991) *Situating Constructionism*. In S.Papert and I.Harel (eds.) Constructionism, Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation.

Petre, M., & Price, B. (2004). *Using robotics to motivate "back door" learning*. Education and Information Technologies, 9(2), 147-158.

Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press, New Jersey, 1st edition.

Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). *Assessing metacognitive awareness*. Contemporary Educational Psychology, 19, 460-475.

Van de Walle, J. (1989). *Elementary School Mathematics*. New York: Longman.