

Η εκπαιδευτική ρομποτική ως εργαλείο ανάπτυξης δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης Εφαρμογή στο Γυμνάσιο & ΕΠΑΛ

Πολυμεράκη Ελένη, Δεληγιαννάκου Αγαθονίκη, Ατματζίδου Σουμέλα,
Δημητριάδης Σταύρος
{epolymer, deliagat, atmatzid, sdemetri}@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η υπολογιστική σκέψη (ΥΣ) είναι μια δεξιότητα κριτικής σκέψης και προσελκύει ολοένα και περισσότερο το ενδιαφέρον ερευνητών και εκπαιδευτικών. Ένα εργαλείο για την ανάπτυξη ΥΣ είναι η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ), η οποία είναι μια διασκεδαστική και ενδιαφέρουσα εκπαιδευτική δραστηριότητα που ενθαρρύνει τους μαθητές να συνεργαστούν, να εμβαθύνουν σε ένα πρόβλημα και να αποκτήσουν γνώσεις, κριτική σκέψη και εξοικείωση με τις βασικές δομές προγραμματισμού. Οι μέχρι τώρα έρευνες δείχνουν ότι υπάρχει έλλειψη ενός διδακτικού μοντέλου, το οποίο θα υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ. Η έρευνά μας εστιάζει στην διερεύνηση ενός μοντέλου για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ μέσα από δραστηριότητες ΕΡ. Υλοποιήθηκε σε μαθητές Γυμνασίου και Επαγγελματικού Λυκείου και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μετά τις προπονήσεις υπάρχει μικρή βελτίωση των δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική ρομποτική, Υπολογιστική σκέψη, Επίλυση προβλήματος

Εισαγωγή

Σε μια συνεχώς αναπτυσσόμενη κοινωνία η εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα εργαλείο που συνδυάζει την ενθάρρυνση της καινοτομίας, την παροχή εκπαίδευσης στις νέες τεχνολογίες και τη συνεργασία. Η ΕΡ βασίζεται 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). Οι μαθητές που ασχολούνται με το σχεδιασμό και την κατασκευή των ρομπότ εμπλέκονται ενεργά στη μάθησή τους, αναπτύσσουν υψηλού επιπέδου δεξιότητες κριτικής σκέψης και μαθαίνουν να συνεργάζονται (Chambers & Carbonaro, 2003). Οι έρευνες αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες ΕΡ έχουν θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλημάτων (Anagnostakis & Michaelides, 2006; Τσοβόλας & Κόμης, 2010), στη συνεργασία μεταξύ των μαθητών (Peter & Price, 2004) και στην εκμάθηση μιας γλώσσας προγραμματισμού (Nourbakhsh et al., 2005). Είναι συνήθως διαθέσιμες και μπορούν να ενταχθούν στο πρόγραμμα σπουδών στο μάθημα της Τεχνολογίας, των Φυσικών Επιστημών και της Πληροφορικής, τόσο στην πρωτοβάθμια όσο και στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση (Αλιμήσης, 2008).

Στις μέρες μας παρατηρείται έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για την ενίσχυση δεξιοτήτων ΥΣ με δραστηριότητες ΕΡ (Grover, 2011; Bers et al., 2013). Η ΕΡ θεωρείται ένα εργαλείο, το οποίο υποστηρίζει την ΥΣ (Lee et al., 2011). Διερευνάται όμως ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο στο οποίο θα μπορέσει να υποστηριχθεί η ανάπτυξη ΥΣ (Grover, 2011) μέσα από δραστηριότητες ΕΡ και επιπλέον το μοντέλο αξιολόγησής της (Lee et al., 2011).

Υπολογιστική Σκέψη

Η έννοια Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) αναπτύχθηκε από τον Papert και τους συνεργάτες του και αναφέρεται στην αλγοριθμική επίλυση προβλημάτων και στην ανάπτυξη τεχνολογικών δεξιοτήτων (Papert, 1980; 1993). Σύμφωνα με την Jeannette Wing ο όρος ΥΣ περιλαμβάνει επίλυση προβλημάτων, σχεδιασμό συστημάτων και κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς αντλώντας από τις βασικές έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών (Wing, 2006). Σήμερα ο όρος έχει επεκταθεί και συμπεριλαμβάνει τη σκέψη σε πολλαπλά επίπεδα αφαίρεσης, την ανάπτυξη αλγορίθμων και εξετάζει πόσο καλά μια λύση κλιμακώνεται ανάμεσα σε διαφορετικά προβλήματα. Η ΥΣ είναι στο επίκεντρο των πρόσφατων προσπαθειών για να περιγράψει και να προωθήσει νέους τρόπους σκέψης στην ψηφιακή εποχή (Allan et al., 2006). Κατά την Bers είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης που μοιράζεται πολλές ομοιότητες με τη μαθηματική σκέψη (π.χ. επίλυση προβλημάτων), τη μηχανική σκέψη (το σχεδιασμό και την αξιολόγηση των διαδικασιών), και την επιστημονική σκέψη (συστηματική ανάλυση) (Bers, 2005).

Σύμφωνα με την Wing, η ΥΣ περιλαμβάνει: α) την αναζήτηση αλγοριθμικών προσεγγίσεων σε τομείς προβλημάτων, β) την αφαίρεση και την αποσύνθεση, γ) το διαχωρισμό των φροντίδων, δ) την επιλογή της κατάλληλης αναπαράστασης ή μοντελοποίησης ενός προβλήματος, ε) τη διαδικασία (Wing, 2006; Barr & Stephenson, 2011). Άλλοι ερευνητές εστίασαν σε τέσσερις βασικές δεξιότητες ΥΣ: α) τον καθορισμό συγκεκριμένων και σαφών οδηγιών για τη διεξαγωγή μιας διαδικασίας, β) τον σχηματισμό ενός συστήματος, το οποίο να αποτελείται από ευδιάκριτα συστατικά με σαφώς καθορισμένους τομείς ευθύνης, γ) τον σχεδιασμό ενός συστήματος που αποτελείται από στοιχεία, τα οποία αναδεικνύουν σκόπιμα ορισμένες λειτουργίες και αποκρύπτουν οτιδήποτε άλλο, δ) την κατανόηση ότι ένα πολύπλοκο σύστημα συμπεριφορών μπορεί να προκύψει από απλές αλληλεπιδράσεις (Howland et al., 2009).

Τα τελευταία χρόνια, υπάρχει ενδιαφέρον όσον αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ κατά την υλοποίηση δραστηριοτήτων ΕΡ. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε σε 325 μαθητές γυμνασίου έδειξε ότι, κατά την δημιουργία ενός παιχνιδιού, υπήρχε ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ. Παράλληλα εστίαζαν και στην διαδικασία αξιολόγησής της (Lee et al., 2011). Το National Science Foundation, το 2011 εξετάζει πώς χρησιμοποιούν οι μαθητές Γυμνασίου και Λυκείου την αφαίρεση, την αυτοματοποίηση και την ανάλυση στην επίλυση προβλημάτων. Οι μαθητές έπρεπε να σκεφτούν πώς ένας ρομποτικός πράκτορας θα αλληλεπιδράσει μέσα στον κόσμο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές ήταν σε θέση να χρησιμοποιήσουν την αφαίρεση, την αυτοματοποίηση και την ανάλυση για να δημιουργήσουν πρωτότυπα προϊόντα (Werner et al., 2012). Σε έρευνα που υλοποιήθηκε σε μαθητές νηπιαγωγείου, διερευνήθηκαν οι επιδόσεις των παιδιών σχετικά με τον προγραμματισμό, την αποσφαλμάτωση και την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ μέσα από δραστηριότητες ρομποτικής. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές εξοικειώθηκαν με τις δραστηριότητες ρομποτικής και ανέπτυξαν δεξιότητες ΥΣ (Bers et al., 2013). Έρευνα που έγινε σε μαθητές γυμνασίου στην Ινδία, έδειξε θετικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη ΥΣ των μαθητών. Στα μελλοντικά τους σχέδια είναι η ανάπτυξη κατάλληλου προγράμματος σπουδών για τη διδασκαλία της ΥΣ στα σχολεία (Grover, 2011).

Έρευνες δείχνουν ότι δεν υπάρχουν ξεκάθαρα αποτελέσματα όσον αφορά στα μοντέλα για την υποστήριξη της ανάπτυξης ΥΣ και επιπλέον εστιάζουν στην έλλειψη μοντέλου αξιολόγησης για την ανάπτυξη της ΥΣ (Brennen & Resnick, 2012).

Στόχος της έρευνάς μας είναι να διερευνήσουμε αν: (α) Η εκπαιδευτική ρομποτική μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών; (β) Το μοντέλο που

προτείνουμε, βοηθάει να αξιολογήσουμε αν και σε ποιο βαθμό βελτιώθηκαν οι δεξιότητες ΥΣ των μαθητών;

Προτεινόμενο μοντέλο για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ

Το διδακτικό μοντέλο στο οποίο στηρίζονται οι δραστηριότητες ΕΡ είναι το ΣΠΠΑ+ και βασίζεται στις έννοιες Συνεργασία, Πρόβλημα, Παιχνίδι και την Άμυλλα. (Demetriadis et al., 2012).

Το μοντέλο που προτείνουμε για την υποστήριξη της ανάπτυξης ΥΣ εστιάζει στις παρακάτω έννοιες.

- **Αφαίρεση:** Ικανότητα του ανθρώπινου μυαλού να απομονώνει τα βασικά χαρακτηριστικά ομοειδών αντικειμένων και να σχηματίζει τη λογική έννοια στην οποία υπάγονται αυτά τα αντικείμενα.
- **Γενίκευση:** Διαδικασία μεταβίβασης της διαδικασίας επίλυσης ενός προβλήματος σε μια ευρεία ποικιλία προβλημάτων.
- **Αλγόριθμος:** Μια πεπερασμένη σειρά ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, που στοχεύουν στην επίλυση ενός προβλήματος.
- **Διαδικασία:** Μια ομάδα εντολών που ενσωματώνουν ένα σύνολο συχνά επαναλαμβανόμενων ενεργειών, οι οποίες εκτελούν συγκεκριμένη λειτουργία και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν τμήματα κώδικα (υπορουτίνες, συναρτήσεις).
- **Τμηματοποίηση:** Διαδικασία διάσπασης ενός προβλήματος σε μικρότερα τμήματα, τα οποία επιλύονται ευκολότερα.

Κατά την διάρκεια των προπονήσεων δίνονται αυθεντικά προβλήματα, στα οποία υπάρχει καθοδήγηση με προτροπές, όπως: (1) αφαίρεση: «Ας σκεφτούμε πιο αφηρημένα», «Ποιες είναι οι ίδιες ενέργειες στα παραπάνω προβλήματα;» «Πώς θα μπορούσες να τις περιγράψεις με τα ίδια λόγια;», (2) γενίκευση: «Ας κάνουμε γενίκευση», «Συνδυάζοντας τα παραπάνω προβλήματα και τις λύσεις τους, προτείνετε ένα γενικό πρόβλημα», (3) τμηματοποίηση: «Ας χωρίσουμε σε μικρότερα κομμάτια», (4) αλγόριθμο: «Γράψε τα βήματα με σαφήνεια», (5) διαδικασία: «Ας δημιουργήσουμε τα δικά μας block», «Υπάρχουν τμήματα στον κώδικα για τα οποία θα μπορούσες να δημιουργήσεις My Block, ώστε να τα χρησιμοποιείς όταν τα χρειάζεσαι;». Σταδιακά γίνεται απόσυρση της καθοδήγησης (fading) και οι μαθητές καλούνται να επιλύσουν τα προβλήματα στηριζόμενοι στις γνώσεις που έχουν αποκτήσει.

Έρευνα 1

Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν 21 μαθητές γυμνασίου (16 αγόρια και 5 κορίτσια) και 37 μαθητές επαγγελματικού λυκείου (36 αγόρια και 1 κορίτσι).

Μέθοδος

Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των 3 ή 4 ατόμων σύμφωνα με δική τους επιθυμία. Εργάστηκαν συνεργατικά αναλαμβάνοντας το κάθε μέλος της ομάδας έναν ρόλο. Οι ρόλοι ήταν του αναλυτή, του σχεδιαστή αλγορίθμου, του προγραμματιστή και του αξιολογητή, οι οποίοι εναλλάσσονταν σε κάθε δραστηριότητα, ώστε να εξοικειωθούν οι μαθητές με όλους τους ρόλους. Αρχικά, έγινε μια παρουσίαση του περιβάλλοντος προγραμματισμού LEGO

MINSTORMS NXT 2.0 και δόθηκε ένα αρχικό ερωτηματολόγιο για να σκιαγραφήσουμε το προφίλ των μαθητών σχετικά με τις γνώσεις τους στον προγραμματισμό και τα Lego.

Στις προπονήσεις δόθηκαν ειδικά διαμορφωμένα φύλλα εργασίας με κλιμακούμενης δυσκολίας αυθεντικά προβλήματα. Οι μαθητές απάντησαν σε 2 ερωτηματολόγια για να διερευνηθεί η εξοικειώσή τους με τις έννοιες της ΥΣ. Το πρώτο ερωτηματολόγιο (E1) δόθηκε στο τέλος της τέταρτης προπόνησης και το δεύτερο (E2) δόθηκε στο τέλος των προπονήσεων. Μετά την ολοκλήρωση των συνεδριών οι μαθητές απάντησαν στο τελικό ερωτηματολόγιο και κλήθηκαν να δώσουν συνέντευξη στην οποία θα έπρεπε να περιγράψουν την λύση ενός σύνθετου προβλήματος με την τεχνική think aloud. Κατά τη διάρκεια των συνεδριών ο δάσκαλος έχει υποστηρικτικό και καθοδηγητικό ρόλο και παράλληλα εξηγεί και αναλύει τις έννοιες της ΥΣ χρησιμοποιώντας κατάλληλες ερωτήσεις/παρεμβάσεις.

Υλοποίηση

Συνολικά έγιναν 8 συνεδρίες. Στις πρώτες 2 προπονήσεις εστιάσαμε στο να γνωρίσουν οι μαθητές τις βασικές λειτουργίες του ρομπότ και να εξοικειωθούν με τα blocks. Τα παιδιά γνώρισαν την έννοια του αλγορίθμου. Στην τρίτη και τέταρτη συνεδρία εργάστηκαν σύμφωνα με την συνεργατική τεχνική Jigsaw πάνω σε αυθεντικά προβλήματα και ειδικεύτηκαν στους αισθητήρες του ρομπότ. Σχετικά με τις έννοιες της ΥΣ, πέρα από τον αλγόριθμο, έγινε εισαγωγή στην τμηματοποίηση και την αφαίρεση. Στις επόμενες δύο συνεδρίες εξοικειώθηκαν με τις παράλληλες διεργασίες, την τυχαία κίνηση, την εμφάνιση αριθμού στην οθόνη του NXT και την δημιουργία δικών τους block. Στις δραστηριότητες συνάντησαν την έννοια του αλγορίθμου, της τμηματοποίησης, της γενίκευσης και της διαδικασίας. Στην 7^η και 8^η προπόνηση οι μαθητές εργάστηκαν πάνω σε αυθεντικά προβλήματα και γνώρισαν τη δομή επιλογής, τη λειτουργία της λάμπας και τις μεταβλητές. Μετά το πέρας των προπονήσεων, δόθηκε η τελική πρόκληση. Το θέμα της τελικής πρόκλησης ήταν η δημιουργία συναγεμίου, τον οποίο θα προγραμματίζαν, ώστε να είναι λειτουργικός. Η νικήτρια ομάδα ήταν αυτή η οποία θα δημιουργούσε την πιο πρωτότυπη κατασκευή και θα προγραμματίζε τον συναγεμίο να αντιδρά σε περισσότερα ερεθίσματα.

Συλλογή δεδομένων

Στην έρευνά μας χρησιμοποιήθηκε τόσο ποσοτική όσο και ποιοτική αξιολόγηση. Όλα τα εργαλεία εστιάζουν στους άξονες: ΥΣ, ρομποτική, συνεργασία, προγραμματισμό και επίλυση προβλήματος.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή των ποσοτικών αποτελεσμάτων ήταν: α) Το αρχικό ερωτηματολόγιο, το οποίο πέρα από τις ερωτήσεις για το προφίλ των μαθητών, περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικές με τις γνώσεις τους στον προγραμματισμό και τα Lego, β) το τελικό ερωτηματολόγιο (5-βάθμια κλίμακα Likert), γ) τα E1 και E2, τα οποία δόθηκαν για να διερευνήσουμε αν οι μαθητές εξοικειώθηκαν και αφομοίωσαν τις έννοιες της ΥΣ. Στα ερωτηματολόγια υπήρχαν δύο λυμένα προβλήματα, στα οποία οι μαθητές έπρεπε να εντοπίσουν τα λάθη και τις ασάφειες στον κώδικα και στη συνέχεια να αναδείξουν σε αυτά την κάθε έννοια ΥΣ τέλος, δ) η τελική συνέντευξη, στην οποία δόθηκε ένα σενάριο και ζητήθηκε από τους μαθητές να περιγράψουν τη λύση του σύμφωνα με την τεχνική think aloud. Οι απαντήσεις αξιολογήθηκαν με διαβαθμισμένα κριτήρια αξιολόγησης (ρουμπρικά) κλίμακας 1-4. Τα εργαλεία για την εξαγωγή των ποιοτικών αποτελεσμάτων ήταν: 1) ένα δομημένο έντυπο παρατηρήσεων, 2) μια ημιδομημένη συνέντευξη, με ερωτήσεις για την καταγραφή των απόψεων των μαθητών για τη δραστηριότητα.

Αποτελέσματα

Αναλύοντας με κριτήριο t-test για εξαρτημένα δείγματα τα δεδομένα που συλλέξαμε από τα E1 και E2, παρατηρούμε ότι υπάρχει βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών, αλλά δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά σε όλες τις έννοιες, εκτός από την έννοια της διαδικασίας (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. E1 – E2 Πρώτης Έρευνας

Έννοιες ΥΣ	Ερωτηματολόγιο 1	Ερωτηματολόγιο 2	Statistics t-test
Αφαίρεση	M=2.65, SD=0.72	M= 2.73, SD=0.70	t(55)=-0.922, p=0.360
Γενίκευση	M=2.84, SD=1.04	M=2.73, SD=1.04	t(55)=0.846, p=0.401
Τμηματοποίηση	M=2.86, SD=1.15	M=3.07, SD=1.09	t(55)=-1.894, p=0.063
Διαδικασία	M=2.86, SD=1.15	M=3.21, SD=1.19	t(55)=-3.265, p=0.002
Αλγόριθμος	M=2.76, SD=0.84	M=2.79, SD=0.75	t(55)=-0.286, p=0.776

Η ανάλυση με κριτήριο t-test των αποτελεσμάτων από το πρόβλημα της συνέντευξης παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Συνέντευξη Πρώτης Έρευνας

Έννοιες ΥΣ	Mean	St. Deviation
Αφαίρεση	M=2.15	SD=0.97
Γενίκευση	M=2.63	SD=1.23
Τμηματοποίηση	M=2.82	SD=1.17
Διαδικασία	M=2.71	SD=1.18
Αλγόριθμος	M=2.58	SD=1.01

Από τα εργαλεία αξιολόγησης, χρησιμοποιώντας 5-βάθμια κλίμακα Likert, παρατηρείται ότι, όσον αφορά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στην αρχή οι μαθητές δυσκολεύτηκαν αρκετά να κατανοήσουν τις έννοιες, αλλά κατά την διάρκεια των προπονήσεων άρχισαν να εξοικειώνονται με αυτές. Συγκεκριμένα: (1) Αρκετοί μαθητές αντιμετώπισαν προβλήματα στον εντοπισμό και περιγραφή της αφηρημένης έννοιας, αλλά εντόπιζαν με σχετική ευκολία την κοινή προγραμματιστική δομή μεταξύ διαφορετικών σεναρίων. (2) Η έννοια της γενίκευσης φάνηκε να δυσκολεύει λιγότερο τους μαθητές, κάποιιοι όμως δυσκολεύτηκαν να κατανοήσουν την έννοια και να μεταφέρουν τη λύση μιας δραστηριότητας σε ένα γενικότερο πρόβλημα. (3) Στο σχεδιασμό αλγορίθμου μερικοί μαθητές δυσκολεύονταν να περιγράψουν με σαφήνεια και ακρίβεια τον αλγόριθμο. Προτιμούσαν να περιγράψουν γενικότερα μια διαδικασία, αντί να την αναλύουν βήμα προς βήμα. (4) Με την διαδικασία της τμηματοποίησης εξοικειώθηκαν άμεσα και με μεγάλη άνεση χωρίζαν τα προβλήματα σε μικρότερα. Χαρακτηριστικά, δήλωσαν ότι πλέον την εφαρμόζουν σε προβλήματα άλλων μαθημάτων (π.χ. Μαθηματικών και προγραμματισμού). (5) Την δημιουργία τμημάτων κώδικα οι μαθητές την ενσωμάτωσαν στις δραστηριότητές τους και την χρησιμοποιούσαν ολοένα και περισσότερο, καθώς περνούσαν οι προπονήσεις. Γενικότερα, α) όσον αφορά στην επίλυση προβλημάτων, οι μαθητές στην πλειοψηφία τους (3.30) θεώρησαν ότι η καθοδήγηση στην επίλυση των προβλημάτων τους βοήθησε να υλοποιήσουν τις δραστηριότητες, β) σχετικά με τον προγραμματισμό, φάνηκε (3.80) να

εξοικειώνονται με τις βασικές δομές προγραμματισμού, όπως αυτές της επανάληψης και της επιλογής. Μάλιστα, δήλωσαν ότι θα συνεχίσουν να ασχολούνται με τον προγραμματισμό, γ) όσον αφορά στην συνεργασία, οι μαθητές δήλωσαν ικανοποιημένοι (3.86) από τον τρόπο συνεργασίας και από τους ρόλους που αναλάμβαναν. Λίγοι ήταν οι μαθητές που δεν έδειχναν διάθεση να ακολουθήσουν τους ρόλους και δ) σχετικά με την ρομποτική, το ενδιαφέρον (4.07) των μαθητών παρέμεινε αμείωτο κατά την πορεία των δραστηριοτήτων.

Έρευνα 2

Συμμετέχοντες

Συμμετείχαν 21 μαθητές γυμνασίου (16 κορίτσια και 5 αγόρια) και 19 μαθητές επαγγελματικού λυκείου (12 αγόρια και 7 κορίτσια).

Μέθοδος-Υλοποίηση- Συλλογή δεδομένων

Πραγματοποιήθηκαν 7 προπονήσεις, των οποίων η οργάνωση ήταν ίδια με αυτή της πρώτης έρευνας με διαφοροποίηση στην καθοδήγηση στα φύλλα εργασίας. Συγκεκριμένα, στην 1η, 2η, 3η, και 5η προπόνηση οι μαθητές εργάστηκαν με αυστηρή καθοδήγηση ενώ στην 4η, 6η και 7η προπόνηση υπήρχε απόσυρση της καθοδήγησης και οι μαθητές κλήθηκαν να δημιουργήσουν τους δικούς τους ρόλους και να επιλύσουν αυθεντικά σενάρια. Για την συλλογή των δεδομένων, χρησιμοποιήσαμε τα εργαλεία της πρώτης έρευνας. Επιπλέον, δόθηκαν μικροσενάρια γενικής φύσης, τα οποία οι μαθητές κλήθηκαν να συσχετίσουν με μια από τις έννοιες της ΥΣ.

Αποτελέσματα

Αναλύοντας με κριτήριο t-test για εξαρτημένα δείγματα τα δεδομένα που συλλέξαμε από τα E1 και E2, παρατηρούμε ότι υπάρχει βελτίωση στις επιδόσεις των μαθητών, αλλά δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά. Βελτίωση με στατιστικά σημαντική διαφορά παρουσιάζεται στην τμηματοποίηση και οριακά στην διαδικασία. (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. E1 - E2 Δεύτερης Έρευνας

Έννοιες ΥΣ	Ερωτηματολόγιο 1	Ερωτηματολόγιο 2	Statistics t-test
Αφαίρεση	M=2.51, SD=0.92	M= 2.46, SD=0.98	t(39)= 0.467, p=0.643
Γενίκευση	M=2.20, SD=0.76	M=2.43, SD=0.98	t(39)= -1.270, p=0.212
Τμηματοποίηση	M=2.53, SD=1.15	M=3.35, SD=0.98	t(39)= -5.041, p=0.000
Διαδικασία	M=2.68, SD=1.19	M=3.08, SD=1.25	t(39)= -2.013, p=0.051
Αλγόριθμος	M=2.81, SD=0.89	M=2.78, SD=0.79	t(39)= 0.287, p=0.775

Η ανάλυση με κριτήριο t-test των αποτελεσμάτων από το πρόβλημα της συνέντευξης παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Συνέντευξη Δεύτερης Έρευνας

Έννοιες ΥΣ	Mean	St. Deviation
Αφαίρεση	M=2.10	SD=0.82

Γενίκευση	M=2.43	SD=0.87
Τμηματοποίηση	M=2.63	SD=1.33
Διαδικασία	M=2.81	SD=1.23
Αλγόριθμος	M=2.81	SD=0.84

Από τα εργαλεία αξιολόγησης παρατηρείται ότι, καθώς περνούσαν οι προπονήσεις, οι μαθητές έδειξαν να εξοικειώνονται και να αφομοιώνουν τις έννοιες της ΥΣ. Συγκεκριμένα: (1) Στην έννοια της αφαίρεσης φάνηκε ότι αντιμετώπισαν προβλήματα στον εντοπισμό και περιγραφή της αφαίρεσης σε ένα πρόβλημα. Ήταν η έννοια που δυσκόλεψε περισσότερο τους μαθητές. (2) Η έννοια της γενίκευσης φάνηκε να δυσκολεύει τους μαθητές, αλλά όχι στον ίδιο βαθμό με την αφαίρεση. (3) Στο σχεδιασμό αλγορίθμου οι περισσότεροι μαθητές πήγαν αρκετά καλά και περιέγραφαν με σαφήνεια και ακρίβεια τα βήματα. Αυτό οφείλεται στο ότι είχαν ασχοληθεί με τον προγραμματισμό και πριν την έναρξη των δραστηριοτήτων ρομποτικής. (4) Με την έννοια της τμηματοποίησης και (5) της διαδικασίας εξοικειώθηκαν αρκετά σύντομα και με μεγάλη άνεση χώριζαν τα προβλήματα σε μικρότερα, ή δημιουργούσαν τα δικά τους blocks. Γενικότερα, α) σχετικά με την επίλυση προβλημάτων οι μαθητές στην πλειοψηφία τους (4.10) έδειξαν να θεωρούν σημαντική την καθοδήγηση για την επίλυση των δραστηριοτήτων, β) στον προγραμματισμό, ήταν ήδη εξοικειωμένοι με παρόμοια περιβάλλοντα προγραμματισμού και κατανόησαν σε μεγάλο βαθμό (3.80) τις προγραμματιστικές δομές. γ) όσον αφορά στην συνεργασία, οι μαθητές συνεργάστηκαν σε ικανοποιητικό βαθμό (4.40). Κάποιοι, από τους μαθητές του γυμνασίου κυρίως, αν και είχαν κατανοήσει τους ρόλους, δεν τους ακολουθούσαν πιστά, και δ) σχετικά με την ρομποτική μείνανε αρκετά ικανοποιημένοι (3.36) και θέλανε να εξακολουθήσουν να ασχολούνται με τα ρομπότ.

Συζήτηση

Η παρούσα έρευνα εξετάζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής, οι οποίες βασίζονται στο προτεινόμενο υπολογιστικό μας μοντέλο. Με βάση τα αποτελέσματα των δύο ερευνών φάνηκε ότι οι μαθητές αντιμετώπισαν δυσκολίες στην κατανόηση των εννοιών της ΥΣ κατά τις πρώτες προπονήσεις. Στη συνέχεια όμως, έδειξαν να εξοικειώνονται και να υιοθετούν ως ένα βαθμό τις έννοιες αυτές. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατανόηση της έννοιας της διαδικασίας και της τμηματοποίησης. Ανάμεσα στις δύο έρευνες διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές του λυκείου κατανόησαν σε ικανοποιητικότερο βαθμό την έννοια της γενίκευσης σε σχέση με τους μαθητές του γυμνασίου. Διαπιστώθηκε, επίσης, η καθοδήγηση που υπήρχε σε όλα τα φύλλα εργασίας στην πρώτη έρευνα, βοήθησε τους μαθητές να εργαστούν συστηματικότερα. Αρκετοί μαθητές στη συνέντευξη δήλωσαν ότι θυμούνται και χρησιμοποιούν τις έννοιες της ΥΣ σε προβλήματα άλλων μαθημάτων (μαθηματικά, φυσική και προγραμματισμό). Ο τρόπος συνεργασίας των ομάδων έγινε αντιληπτός από τους μαθητές και η κατανομή αρμοδιοτήτων σε ρόλους τους βοήθησε στην επίλυση των δραστηριοτήτων, αν και χρειάστηκε παρότρυνση για να τους ακολουθήσουν πιστά. Οι δραστηριότητες ΕΡ φαίνεται ότι ενθουσίασαν τους μαθητές στο σύνολό τους, αφού δήλωσαν ότι θα ήθελαν να συνεχίσουν να ασχολούνται με την ρομποτική μετά το πέρας των δραστηριοτήτων.

Μελλοντικές σκέψεις μας είναι η βελτίωση του μοντέλου και η εφαρμογή του σε δραστηριότητες μεγαλύτερης διάρκειας, ώστε οι μαθητές να μπορέσουν να αφομοιώσουν και να εντυφώσουν στις έννοιες της ΥΣ.

Αναφορές

- Allan, W., Coulter, B., Denner, J., Erickson, J., Lee, I., Malyn-Smith, J., & Martin, F. (2006). *Computational Thinking for Youth*.
- Anagnostakis, S., & Michaelides, P. G. (2006). "Laboratory of Educational Robotics" - An undergraduate course for Primary Education Teacher - Students", *HSi 2006 - 3rd International Conference on Hands-on Science*, Braga, Portugal, proceedings published by the University of Minho.
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Bers, M. U. (2010). The TangibleK robotics program: Applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2), 1-20.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2013). Computational Thinking and Tinkering: Exploration of an Early Childhood Robotics Curriculum. *Computers & Education*.
- Brennen, K., & Resnick, M. (2012). New Frameworks for Studying and Assessing the Development of Computational Thinking. in *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada.
- Chambers M., & Carbonaro, P.A. (2003). Designing, Developing and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education, in Proc. of the *Journal of Technology and Teacher Education*, Vol. 11.
- Demetriadis, S., Atmatzidou, S., & Sapounides, T. (2012). The AUTH Framework for Research in Educational Robotics: Collaboration Scripts, Metacognitive Skills, Tangible Interfaces and the CPPC+ Model. *The AUTH Framework for Research in Educational Robotics*, 196-197.
- Grover, S., (2011). Robotics and Engineering for Middle and High School Students to Develop Computational Thinking, in *Annual Meeting of the American Educational Research Association New Orleans*, (650), 1-15.
- Howland, K., Good, J. & Nicholson, K. (2009). Language-based support for computational thinking. *Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)*, IEEE, 147-150.
- Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., & Allan, W., Ericson, J., Malyn-Smith, J., & Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.
- 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 assessment. *Autonomous Robots*, 18(1), 103-127.
- Papert, S. (1991). *Situating Constructionism*. In S.Papert and I.Harel (eds.), *Constructionism*. Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*, (2nd ed.), p 230. New York, NY: Basic Books.
- Peter, M., & Price, B. (2004). Using robotics to motivate 'Back Door' learning. *Education and Information Technologies*, 9(2), 147-158.
- Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: measuring computational thinking in middle school. *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education-SIGCSE '12*, (pp. 215-220).
- Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM* 49(3), 33-35.
- Αλιμήσης, Δ. (2008). Το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Mindstorms ως εργαλείο υποστηρίξης εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων ρομποτικής. *4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής* (σ. 273-282).
- Τσοβόλας, Σ., & Κόμης, Β. (2010). Ρομποτικές κατασκευές μαθητών δημοτικού: μια ανάλυση με βάση τη Θεωρία της Δραστηριότητας, *Πρακτικά του 5ου Συνεδρίου Διδακτική της Πληροφορικής*, Αθήνα, Απρίλιος 2010.