

Σχεδίαση και εφαρμογή εκπαιδευτικού πλαισίου δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Σουμέλα Ατματζίδου, Σταύρος Δημητριάδης
atmatzid@csd.auth.gr , sdemetri@csd.auth.gr
Τμήμα Πληροφορικής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η εργασία αυτή παρουσιάζει ένα εκπαιδευτικό μοντέλο για την οργάνωση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής. Το προτεινόμενο μοντέλο ονομάζεται "ΣΠΠΑ+" από τις λέξεις Συνεργασία, Πρόβλημα, Παχνίδι, και Άμυλλα/Ανταγωνισμός, ενώ το σύμβολο "+" αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων, όπως επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης, υπολογιστικής σκέψης, συνεργασίας, επικοινωνίας κ.α., με επιπρόσθετες υποστηρικτικές παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού. Οι μελέτες που παρουσιάζονται βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και διερεύνησαν την ανάπτυξη δεξιοτήτων: (α) μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος, εστιάζοντας στο ρόλο της καθοδήγησης (ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση και ομάδα με ελάχιστη καθοδήγηση) και (β) υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ) εστιάζοντας σε δύο διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (15 και 18 ετών) και στα δύο φύλα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής πλαισιωμένες από το εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+ μπορούν να αποτελέσουν όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική Ρομποτική, εκπαιδευτικό πλαίσιο Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, υπολογιστική σκέψη, μεταγνώση, επίλυση προβλήματος

Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και καινοτόμο δραστηριότητα, η οποία εμπλέκει ενεργά τους μαθητές στη διαδικασία της μάθησης. Τα τελευταία χρόνια η Ρομποτική κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος στον εκπαιδευτικό τομέα και προσελκύει το ενδιαφέρον των ερευνητών, οι οποίοι προσπαθούν να εμβαθύνουν και να τεκμηριώσουν τα προσδοκώμενα οφέλη. Έρευνες εισηγούνται ότι η αξιοποίηση της Ρομποτικής για εκπαιδευτικούς σκοπούς είναι μια αποτελεσματική μέθοδος διδασκαλίας και αναφέρουν ότι οι δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής έχουν θετικά αποτελέσματα στην εκμάθηση βασικών δομών προγραμματισμού, στην ανάπτυξη δεξιοτήτων συνεργασίας, κριτικής σκέψης, επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης και υπολογιστικής σκέψης (π.χ. Atmatzidou & Demetriadis, 2016; Benitti, 2012; La Paglia et al., 2010). Ωστόσο, αρκετές αναφέρουν την ανάγκη διερεύνησης των κατάλληλων εκπαιδευτικών μοντέλων και πρακτικών για δραστηριότητες Ρομποτικής, με σκοπό τη διαμόρφωση ενός ελκυστικού και παραγωγικού μαθησιακού περιβάλλοντος για τους μαθητές (Eteokleous-Grigoriou & Psomas 2013; Williams & Prejean, 2010).

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται ένα προτεινόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο για τη διδασκαλία της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση, το οποίο αναπτύχθηκε μετά από έρευνά των συγγραφέων, και στοχεύει στην ενσωμάτωσή της στην εκπαιδευτική διαδικασία, όχι απλά ως γνωστικό αντικείμενο, αλλά ως εργαλείο μάθησης για την ανάπτυξη γενικών και οριζοντίων δεξιοτήτων των μαθητών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται δύο έρευνες οι οποίες βασίστηκαν στο συγκεκριμένο μοντέλο και εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης, επίλυσης προβλήματος, και υπολογιστικής σκέψης.

Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα ισχυρό εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να εφαρμόσουν τις ιδέες τους στην πράξη, συνθέτοντας μια μηχανική οντότητα και κατευθύνοντας την με τη βοήθεια ενός απλού και εύχρηστου προγραμματιστικού περιβάλλοντος. Κατά την τελευταία δεκαετία η Ρομποτική έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον των εκπαιδευτικών και των ερευνητών ως ένα ισχυρό διδακτικό εργαλείο για την ανάπτυξη γνωστικο-κοινωνικών δεξιοτήτων των μαθητών, από το νηπιαγωγείο έως το λύκειο, και την υποστήριξη της μάθησης στα Μαθηματικά, την Τεχνολογία, την Πληροφορική και άλλα αντικείμενα ή σε διαθεματικές δραστηριότητες μάθησης (Alimisis, 2009; 2013). Οι δραστηριότητες ΕΡ βασίζονται στις αρχές του κατασκευαστικού εποικοδομησμού (constructionism) και της κοινωνικο-πολιτισμικής θεώρησης και στοχεύουν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών που σχετίζονται με την οικοδόμηση νέας γνώσης μέσω της ενεργούς εμπλοκής τους στη διαδικασία της μάθησης, της συνεργασίας, της ανακάλυψης, του παιχνιδιού και της επίλυσης προβλημάτων (Atmatzidou et al., 2008; Blanchard et al., 2010). Σχεδιάζοντας και προγραμματίζοντας ένα ρομπότ να κάνει ακόμη και μια απλή εργασία, ενισχύεται η δημιουργικότητα των μαθητών και η ικανότητα επίλυσης προβλημάτων (Druin & Hendler, 2000). Έρευνες δείχνουν ότι η ΕΡ μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά σε διάφορα εκπαιδευτικά πεδία, προσφέροντας στους μαθητές γνωστικές, μεταγνωστικές και κοινωνικές δεξιότητες (Benitti, 2012). Ωστόσο, υπάρχουν έρευνες που καταγράφουν ότι δεν είναι ξεκάθαρη η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η βελτίωση του επιπέδου μάθησης των μαθητών που εμπλέκονται σε ΕΡ δραστηριότητες (Benitti, 2012; Sullivan, 2008; Williams et al., 2007), και αυτό οφείλεται στο ότι η Ρομποτική από μόνη της δεν αρκεί για να αλλάξει τον τρόπο σκέψης των μαθητών και να τους οδηγήσει σε υψηλά μαθησιακά αποτελέσματα (Alimisis, 2013). Τα ρομπότ θα πρέπει να υποστηρίζονται από ένα κατάλληλο εκπαιδευτικό πλαίσιο το οποίο θα τους προσδίδει την απαραίτητη προστιθέμενη αξία για να βελτιώσουν και να ενισχύσουν σημαντικά τη διδασκαλία τους (Eteokleous-Grigoriou & Psomas, 2013; Papert 1993).

Στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται ποικίλα σενάρια Εκπαιδευτικής Ρομποτικής: τεχνοκεντρικά, δημιουργίας και εξερεύνησης για την προώθηση της επιστήμης και του προγραμματισμού κ.α. Συχνά η εφαρμογή αυτών των σεναρίων συνεπάγεται μια καλά καθορισμένη χρονική πορεία: φάση εκπαίδευσης, φάση πρόκλησης (Atmatzidou et al., 2008). Ένα μεθοδολογικό μοντέλο ανάπτυξης συνθετικών εργασιών στην ΕΡ που προτάθηκε από την ερευνητική ομάδα TERECoP (Teacher Education on Robotics -Enhanced Constructivist Pedagogical Methods) περιλαμβάνει τα εξής στάδια ανάπτυξης: εμπλοκής, πειραματισμού, διερεύνησης, σύνθεσης και δημιουργίας και τέλος αξιολόγησης, βασίζεται στο μοντέλο των Carbonaro, Rex & Chambers (2004) και διαμορφώνει ένα περιβάλλον που προωθεί την αυτόνομη μάθηση, την αλληλοϋποστήριξη των μελών της τάξης, την ελεύθερη έκφραση και τη δημιουργία (Frangou et al., 2008).

Παρά το πλούσιο θεωρητικό υπόβαθρο που πλαισιώνει την ΕΡ, μειωμένη έρευνα έχει γίνει όσον αφορά τον καθορισμό των κατάλληλων παιδαγωγικών μεθόδων μάθησης και διδακτικών προσεγγίσεων που πρέπει να υιοθετούνται για την ενσωμάτωσή της στην τάξη. Απαιτείται λοιπόν, περισσότερη έρευνα για να επισημανθούν καλές πρακτικές, τεχνικές και μοντέλα διδασκαλίας, τα οποία μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ (Alimisis 2013; Eteokleous-Grigoriou & Psomas 2013; Williams et al., 2007; Williams & Prejean, 2010).

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται ένα εκπαιδευτικό μοντέλο που αποσκοπεί, με κατάλληλες παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού, να υποστηρίξει την ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ.

Το εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+

Το προτεινόμενο εκπαιδευτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+ βασίζεται σε δύο άξονες: α) στον παιδαγωγικό χαρακτήρα της δραστηριότητας και αφορά την αλληλεπίδραση μεταξύ των μαθητών και μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού υλικού και β) στη χρονική οργάνωσή της δραστηριότητας.

Παιδαγωγικός χαρακτήρας σεμιναρίου ΕΡ

Μια αποτελεσματική δραστηριότητα Εκπαιδευτικής Ρομποτικής εστιάζει, εκτός από την εμπάθυση στο γνωστικό αντικείμενο, στην ανάπτυξη γενικών οριζοντίων δεξιοτήτων. Το μοντέλο εισηγείται, ότι θα πρέπει να βασίζεται στη Συνεργασία, το Πρόβλημα, το Παιχνίδι - Άμιλλα και ονομάζεται ΣΠΠΑ+ όπου το σύμβολο "+" αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου με κατάλληλες υποστηρικτικές παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού. Παρακάτω περιγράφονται οι κύριες συνιστώσες του μοντέλου:

- **Συνεργασία:** Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (2-4 ατόμων) αναλαμβάνοντας διαδικαστικούς ή γνωστικούς ρόλους και εφαρμόζοντας κατάλληλα σενάρια συνεργασίας (collaboration script). Η ανάθεση ρόλων δίνει την ευκαιρία στους μαθητές να αλληλεπιδράσουν ως ομότιμοι συνεργάτες και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες μάθησης. Επιπλέον, η εφαρμογή κατάλληλων συνεργατικών σεναρίων (όπως jigsaw, send a problem, think aloud pair problem solving - TAPPS κ.ά.) εμπλέκει ισότιμα τους μαθητές στη διαδικασία, ευνοεί την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ της ομάδας, δίνει την ευκαιρία να παρουσιάσουν τις ιδέες και τα επιχειρήματά τους, να αναπτύξουν δεξιότητες μάθησης και συνεργασίας (collaboration skills), ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί συνθήκες ατομικής ευθύνης απέναντι στην προσπάθεια της ομάδας.
- **Πρόβλημα:** Η δραστηριότητα βασίζεται σε ρεαλιστικά - αυθεντικά προβλήματα κλιμακούμενης δυσκολίας, τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον των μαθητών. Οι μαθητές συνδέουν την προϋπάρχουσα γνώση τους με τη νέα προκειμένου να λύσουν το πρόβλημα και επιλέγουν κατάλληλες στρατηγικές, που επικεντρώνονται στην ανάλυση, τη σύνθεση, την αξιολόγηση, τον αναστοχασμό κ.ά. Η ενσωμάτωση αυτών των στρατηγικών βοηθά τους μαθητές να βελτιώσουν τις ικανότητές τους στην επίλυση προβλήματος και να αναπτύξουν κριτική σκέψη.
- **Παιχνίδι / Άμιλλα :** Η δραστηριότητα εμπεριέχει μια οπτική παιχνιδιού με σκοπό να αυξήσει το ενδιαφέρον των μαθητών για εμπλοκή και μάθηση. Για να αντιμετωπίσουν οι μαθητές τη δραστηριότητα ΕΡ ως ευχάριστο παιχνίδι, επιλέγοντας δραστηριότητες με παιγνιώδη χαρακτήρα (π.χ. ας κάνουμε μία κούκλα που κλαίει όταν δεν την έχουμε αγκαλιά και σταματά μόλις την πάρουμε αγκαλιά) και δεν γίνεται αναφορά σε "μαθήματα" αλλά σε "προπονήσεις" και όχι σε "ασκήσεις" ή "προβλήματα" αλλά σε "δραστηριότητες". Η ατμόσφαιρα παιχνιδιού δημιουργεί κίνητρο για συμμετοχή και κοινωνικότητα στους μαθητές, καλλιεργεί κατάλληλες συνθήκες για διάδραση και επομένως για ενεργοποίηση γνωστικών διεργασιών. Επιπλέον, η προοπτική της συμμετοχής των ομάδων σε μία τελική πρόκληση εμπλέκει σε άμιλλα/ανταγωνισμό τις ομάδες μεταξύ τους. Η άμιλλα δημιουργεί κίνητρο στις ομάδες να θέσουν στόχους και να εφαρμόσουν στρατηγικές για την κατάκτηση της νίκης, διατηρεί σε υψηλό επίπεδο το ενδιαφέρον για την ομαδική προσπάθεια, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία για εφαρμογή των αρχών του "εφ'αδελφότητα" (fairplay).

- Το “+” αναφέρεται στην ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως: επίλυσης προβλήματος, μεταγνώσης, υπολογιστικής σκέψης, συνεργασίας κ.ά. Ο εκπαιδευτικός υποστηρίζει την ανάπτυξή τους με κατάλληλες παρεμβάσεις στη διάρκεια της δραστηριότητας. Μία τεχνική υποστήριξης είναι η τεχνική των τριών βημάτων:
 1. Μοντελοποίηση της δεξιοτήτας: Με βάση τη βιβλιογραφία θα πρέπει να εντοπιστεί, τι πρέπει να μπορεί να κάνει ο μαθητής καθώς αναπτύσσει τη δεξιότητα και επιπλέον ποια είναι τα βήματα ενεργειών τα οποία συνθέτουν τη συγκεκριμένη δεξιότητα, π.χ. α) ανάλυση προβλήματος: ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να αναλύει ένα πρόβλημα στα απλούστερα μέρη του, β) αφαίρεση (abstraction): ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί να διακρίνει την ίδια υποκείμενη προγραμματιστική δομή (pattern) σε προβλήματα με διαφορετικά επιφανειακά χαρακτηριστικά.
 2. Αναλυτική καθοδήγηση για την ανάπτυξη της δεξιοτήτας στα αρχικά μαθήματα, σχεδιάζοντας και αναθέτοντας ρόλους στους μαθητές, οι οποίοι εναλλάσσονται ανά δραστηριότητα. Στο φύλλο εργασίας για κάθε ρόλο περιγράφονται αναλυτικά τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν (με τις κατάλληλες προτροπές) για την ανάπτυξη της συγκεκριμένης δεξιοτήτας (scriptlet δεξιοτήτας).
 3. Σταδιακή απόσυρση της αυστηρής καθοδήγησης, υποστηρίζοντας τη δεξιότητα με την ανάθεση ρόλων στο φύλλο εργασίας χωρίς αναλυτική βοήθεια, και με ερωτήσεις αναστοχασμού, ερωτήσεις δηλαδή που προτρέπουν τους μαθητές να σκεφτούν για την εφαρμογή της δεξιοτήτας. Ο εκπαιδευτικός, κατά τη διαδικασία αυτή, παρατηρεί - ελέγχει αν οι μαθητές εσωτερικεύουν το ρόλο/δεξιότητα και στην περίπτωση που οι μαθητές δυσκολεύονται, παρεμβαίνει υποστηρικτικά και δίνει την κατάλληλη ανάδραση.

Καθοριστικός είναι ο ρόλος του προπονητή - εκπαιδευτικού ο οποίος κατευθύνει τη μαθησιακή διαδικασία, δημιουργεί κίνητρα και καθοδηγεί τους μαθητές στην απόκτηση δεξιοτήτων και στον εμπλουτισμό των γνώσεων τους. Παρέχει άμεση ανατροφοδότηση, συζητά και παροτρύνει τους μαθητές να δουλέψουν και να εκφράσουν τις απόψεις και τις απορίες τους. Παρεμβαίνει συμβουλευτικά, ρυθμίζοντας τη διαδικασία με υποδείξεις και σχόλια, όπως: α) Γιατί συμβαίνει αυτό ή γιατί δεν συμβαίνει αυτό; β) Εξηγήστε πώς...; γ) Τι θα συμβεί εάν ...; δ) Πώς επηρεάζει ...; ε) Ποια είναι η βασική ιδέα ...;

Παράλληλα ο προπονητής - εκπαιδευτής τονίζει στους μαθητές τη σημαντικότητα της ομαδικής δουλειάς και της συνεργασίας, ενισχύει την ευγενή άμιλλα μεταξύ τους, προσεγγίζει τα προβλήματα που δημιουργούνται ανάμεσα στα μέλη των ομάδων και τα χρησιμοποιεί για να ανατροφοδοτεί την τάξη, βοηθώντας με αυτό τον τρόπο τη συνεργασία μεταξύ των μαθητών. Τέλος, φροντίζει να κατανοήσουν ότι τελικά όλοι θα είναι νικητές, συμμετέχοντας ενεργά στην παραπάνω εκπαιδευτική διαδικασία.

Χρονική οργάνωση σεμιναρίου ΕΡ

Ένα σεμινάριο ΕΡ οργανώνεται στα παρακάτω στάδια:

Πίνακας 1. Οργάνωση σεμιναρίου ΕΡ

Στάδιο	Συνεδρίες/Διάρκεια	Δράση
Εισαγωγικό	1 συνεδρία 2 ώρες	Εισαγωγή - Γνωριμία με το ρομπότ και το προγραμματιστικό περιβάλλον. Οργάνωση της τάξης
Προπόνησης	7-12 συνεδρίες 2ώρες ανά συνεδρία	Οι μαθητές υλοποιούν αυθεντικά προβλήματα με το ρομπότ.
Πρόκλησης	1 συνεδρία - 3 ώρες αγώνας	

Στο εισαγωγικό στάδιο, αρχικά γίνεται γνωριμία με το ρομπότ και το προγραμματιστικό του περιβάλλον. Στη συνέχεια, οργανώνεται η τάξη σε μικρές ομάδες (2-4 άτομα) και ενημερώνονται οι μαθητές για τους ρόλους που θα αναλαμβάνουν σε κάθε δραστηριότητα οι οποίοι και θα εναλλάσσονται με σκοπό να εξοικειωθούν οι μαθητές με όλους τους ρόλους. Κατόπιν τίθενται ως στόχος η επίτευξη της νίκης σε μια τελική πρόκληση - δοκιμασία («αγώνας») και τονίζουμε ότι για να επιτευχθεί η νίκη πρέπει να κατακτηθεί επαρκής γνώση προγραμματισμού του ρομπότ.

Στο στάδιο της προπόνησης δίνονται φύλλα εργασίας, διαμορφωμένα με κατάλληλα πρωτόκολλα ερωτημάτων και ενεργειών, τα οποία καθοδηγούν τους μαθητές στην υλοποίηση αυθεντικών προβλημάτων κλιμακούμενης δυσκολίας. Στα φύλλα εργασίας επιπλέον καθορίζονται: α) το σενάριο συνεργασίας με ανάθεση ρόλων στους μαθητές (Αναλυτή, Σχεδιαστή Αλγορίθμου, Προγραμματιστή, Αξιολογητή), β) ο τρόπος με τον οποίο θα υλοποιήσουν το ρόλο τους, και γ) η διάδραση με τους συνεργάτες τους, τόσο μέσα στην ομάδα, όσο και μεταξύ των ομάδων. Στην πορεία των συνεδριών, καθώς οι μαθητές αρχίζουν να εμπλουτίζουν τις γνώσεις τους στο προγραμματισμό και να αναπτύσσουν δεξιότητες, παρουσιάζεται βαθμιαία απόσυρση της καθοδήγησης, ώστε οι μαθητές να μπορούν να δράσουν αυτοδύναμα.

Στο στάδιο της πρόκλησης - τελικής δοκιμασίας δίνεται στις ομάδες ένα απαιτητικό, αλλά μέσα στις δυνατότητές τους, σενάριο - δοκιμασία και καθορίζονται σαφείς κανόνες για την βαθμολόγηση και την ανάδειξη του νικητή. Με την ολοκλήρωση σχολιάζουμε το τι συνέβη και γιατί, αναλύοντας τα θετικά και τα αδύναμα σημεία στις λύσεις της δοκιμασίας και στις στρατηγικές που ακολούθησε η κάθε ομάδα.

Εφαρμογή του εκπαιδευτικού μοντέλου ΣΠΠΑ+

Στη συνέχεια παρουσιάζονται μελέτες, οι οποίες βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και εστίασαν στην ανάπτυξη συγκεκριμένων δεξιοτήτων σε δραστηριότητες ΕΡ.

Μελέτες που εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος

Στόχος της έρευνας αυτής (Νίκα, Ατματζίδου, & Δημητριάδης, 2012; 2013) ήταν η διερεύνηση της κατάλληλης καθοδήγησης για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος σε δραστηριότητες ΕΡ. Συνολικά 52 μαθητές (30 ΣΤ' Δημοτικού και 22 Α' Λυκείου) συμμετείχαν στις δραστηριότητες ΕΡ, οι οποίες διήρκεσαν 11 εβδομάδες (2 ώρες την εβδομάδα). Οι μαθητές κάθε ηλικιακής τάξης χωρίστηκαν σε δύο ομάδες, την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση (n=28) και την ομάδα με ελάχιστη καθοδήγηση (n=24). Συγκεκριμένα, η ομάδα με την ισχυρή καθοδήγηση ακολουθούσε αναλυτικές γραπτές οδηγίες των φύλλων εργασίας στα οποία υπήρχε προτροπή για γραπτές απαντήσεις, ενώ η ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση ακολουθούσε τις οδηγίες του φύλλου εργασίας στις οποίες όμως δεν υπήρχε προτροπή να εξωτερικεύσουν και να αναλύσουν τις σκέψεις τους γραπτά, σχετικά με τη διαδικασία που ακολούθησαν για τη λύση του προβλήματος. Στην όλη διαδικασία, ο εκπαιδευτικός καθοδηγεί τους μαθητές, με κατευθυντικές ερωτήσεις και προτροπές (γραπτά σε φύλλο εργασίας ή και προφορικά) να σκέφτονται σχετικά με τη γνώση για τη γνώση τους, την παρακολούθηση και τον αναστοχασμό των γνωστικών τους διεργασιών, να εντοπίζουν δηλαδή ποιές στρατηγικές που εφάρμοσαν κατά την επίλυση του προβλήματος τους βοήθησαν να μάθουν και ποιες όχι. Όσον αφορά στην καθοδήγηση για την ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, κατά την επίλυση των προβλημάτων βασιστήκαμε στα βήματα που προτείνει ο Polya (1945) για την επίλυση προβλημάτων: i)

κατανόηση του προβλήματος, ii) επιλογή της κατάλληλης στρατηγικής (“Κάντε ένα σχεδιάγραμμα.”, “Τμηματοποιήστε σε απλούστερα προβλήματα.”, “Έχετε λύσει παρόμοιο πρόβλημα;”) και δημιουργία ενός σχεδίου, iii) υλοποίηση του σχεδίου και τέλος iv) έλεγχος - αξιολόγηση - αναστοχασμός.

Η ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος αξιολογήθηκε σε διάφορες φάσεις κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων από διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης, στα οποία οι μαθητές απαντούσαν είτε γραπτά είτε προφορικά.

Ένα εργαλείο αξιολόγησης μεταγνωστικών ικανοτήτων, το οποίο δόθηκε στην αρχή και το τέλος των δραστηριοτήτων, είναι το ερωτηματολόγιο Metacognitive Awareness Inventory (MAI). Αναλύοντας τα αποτελέσματά του διαπιστώνουμε ότι και οι δύο ομάδες ανέπτυξαν μεταγνωστικές ικανότητες στην επίλυση προβλημάτων με την ολοκλήρωση των προπονήσεων, με την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση να παρουσιάζει ανάπτυξη σε επίπεδο στατιστικής διαφοράς σε σχέση με την ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν από το εργαλείο της τεχνικής της «προφορικής εξωτερικεύσης» (Think-Aloud protocol) με το οποίο οι μαθητές κλήθηκαν να περιγράψουν τη λύση και τις στρατηγικές επίλυσης που ακολούθησαν για την επίλυση ενός αυθεντικού προβλήματος.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι και οι δύο ομάδες ανέπτυξαν τις δεξιότητες τους στην επίλυση προβλημάτων με την ολοκλήρωση των προπονήσεων, με την ομάδα με ισχυρή καθοδήγηση να παρουσιάζει ανάπτυξη σε επίπεδο στατιστικής διαφοράς σε σχέση με την ομάδα με την ελάχιστη καθοδήγηση. Παρατηρήθηκε, επίσης, ότι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου χρητούσαν περισσότερες διευκρινίσεις σχετικά με το πρόβλημα και τις δομές που έπρεπε να χρησιμοποιήσουν για την επίλυσή του προβλήματος σε σύγκριση με τους μαθητές της πειραματικής ομάδας. Τέλος, από την ανάλυση περιεχομένου των συνεντεύξεων αξίζει να σημειωθεί ότι οι μαθητές βρήκαν πολύ χρήσιμο το ότι συνειδητοποίησαν ποιες πρέπει να είναι οι σκέψεις τους κατά την επίλυση προβλημάτων και αρκετοί δήλωσαν ότι πλέον τις εφαρμόζουν και σε άλλα μαθήματα, όπως τα Μαθηματικά.

Καταλήγουμε, λοιπόν, στο συμπέρασμα ότι η συστηματική παρέμβαση με ισχυρή καθοδήγηση κατά την επίλυση προβλημάτων υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων επίλυσης προβλήματος και μεταγνώσης σε μαθητές Δημοτικού και Λυκείου.

Μελέτες που εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υπολογιστικής σκέψης

Η εργασία αυτή (Atmatzidou & Demetriadis, 2016) διερεύνησε την ανάπτυξη δεξιοτήτων Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ) σε δραστηριότητες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής εστιάζοντας σε δύο διαφορετικές ηλικιακές ομάδες (15 και 18 ετών) και στα δύο φύλα. Συνολικά συμμετείχαν 164 μαθητές (89 Γυμνασίου και 75 Επαγγελματικού Λυκείου) και οι δραστηριότητες διήρκαν συνολικά 11 εβδομάδες (2 ώρες την εβδομάδα). Οι παρεμβάσεις για την υποστήριξη της ανάπτυξης δεξιοτήτων ΥΣ, να σκέφτονται δηλαδή σχετικά με τις διαδικασίες επίλυσης προβλημάτων με τον υπολογιστή, βασίστηκαν σε ένα κατάλληλο μοντέλο, το οποίο εστιάζει στις έννοιες της αφαίρεσης, γενίκευσης, αλγορίθμου, διαδικασίας και τμηματοποίησης. Αναλυτικότερα:

- Αφαίρεση: αναφέρεται στη διαδικασία α) απομάκρυνσης περιττών στοιχείων και λεπτομερειών για την απλοποίηση ενός προβλήματος και β) απομόνωσης βασικών χαρακτηριστικών ομοειδών προβλημάτων και η περιγραφή της κοινής τους συμπεριφοράς.
- Γενίκευση: αναφέρεται στη διαδικασία μεταβίβασης της επίλυσης ενός προβλήματος σε μια ευρεία ποικιλία προβλημάτων.

- Αλγόριθμος: αναφέρεται στην καταγραφή βήμα προς βήμα ενεργειών, αυστηρά καθορισμένων και εκτελέσιμων σε πεπερασμένο χρόνο, για την επίλυση ενός προβλήματος.
- Διαδικασία: αναφέρεται στη δημιουργία μιας ενέργειας - εντολής, η οποία ενσωματώνει ένα σύνολο συχνά επαναλαμβανόμενων ενεργειών, εκτελεί συγκεκριμένη λειτουργία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τμήμα κώδικα (διαδικασία, συνάρτηση) στο ίδιο ή σε διαφορετικά προβλήματα.
- Τμηματοποίηση: αναφέρεται στη διαδικασία διάσπασης ενός προβλήματος σε μικρότερα τμήματα, τα οποία είναι ευκολότερο να επιλυθούν.

Οι δεξιότητες των μαθητών αξιολογήθηκαν σε διάφορες φάσεις κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων, από διαφορετικά εργαλεία αξιολόγησης, στα οποία οι μαθητές απαντούσαν γραπτά ή προφορικά. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι: α) οι δεξιότητες ΥΣ βελτιώθηκαν σημαντικά προς το τέλος των δραστηριοτήτων ΕΡ χρειάζονται, όμως, χρόνο για να αναπτυχθούν πλήρως όπως διαφαίνεται από τις βαθμολογίες των μαθητών, β) οι μαθητές φθάνουν τελικά στο ίδιο επίπεδο ανάπτυξης δεξιοτήτων ΥΣ ανεξάρτητα από την ηλικία και το φύλο τους, γ) τα κορίτσια εμφανίζονται σε πολλές περιπτώσεις να χρειάζονται περισσότερο χρόνο εξάσκησης για να φτάσουν στο ίδιο επίπεδο δεξιοτήτων σε σχέση με τα αγόρια. δ) η τροπικότητα (γραπτές και προφορικές απαντήσεις των μαθητών) του εργαλείων αξιολόγησης δεξιοτήτων ΥΣ πιθανόν να έχει επίδραση στις απαντήσεις των μαθητών.

Συζήτηση - συμπεράσματα

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει το εκπαιδευτικό μοντέλο "ΣΠΠΑ+", για την οργάνωση δραστηριοτήτων Εκπαιδευτικής Ρομποτικής (ΕΡ), το οποίο βασίζεται στη συνεργασία, το πρόβλημα, το παιχνίδι-άμιλλα και εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου. Ο εκπαιδευτικός επεμβαίνει υποστηρικτικά με κατάλληλες παρεμβάσεις, ανάλογα με τις δεξιότητες τις οποίες αποσκοπεί να καλλιεργήσει στους μαθητές του.

Ενδεικτικά, αναφέρονται δύο έρευνες οι οποίες βασίστηκαν στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ και εστίασαν στην ανάπτυξη δεξιοτήτων: i) μεταγνώσης και επίλυσης προβλήματος, και ii) υπολογιστικής σκέψης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι α) η δημιουργία ομάδων και η κατανομή αρμοδιοτήτων με ρόλους βοήθησε τους μαθητές να συνεργαστούν, να ασχοληθούν ενεργά και δημιούργησε κίνητρα να μάθουν με σκοπό να συνεισφέρουν στην ομάδα τους, β) η επίλυση αυθεντικών προβλημάτων που έχουν νόημα για τους μαθητές και η δυνατότητα της άμεσης ανατροφοδότησης (feedback) σχετικά με την αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων τους, που παρέχουν οι δραστηριότητες ΕΡ, εμπλέκει ενεργά τους μαθητές και βοηθά στην ανάπτυξη στρατηγικών επίλυσης προβλημάτων, όπως χαρακτηριστικά δηλώσαν ότι συνειδητοποίησαν ως προς το ποιες πρέπει να είναι οι σκέψεις τους κατά την επίλυση προβλημάτων και μάλιστα ότι τις εφαρμόζουν και σε άλλα μαθήματα όπως τα Μαθηματικά, γ) η πτυχή του παιχνιδιού και το κίνητρο της τελικής δοκιμασίας μεταξύ των ομάδων κατά την τελική πρόκληση είναι τα στοιχεία που κράτησαν αμείωτο το ενδιαφέρον των μαθητών και βοήθησαν να ξεπεραστούν οι όποιες δυσκολίες, δ) οι δραστηριότητες ΕΡ ενθουσίασαν το σύνολο των μαθητών. Αυτό διαφαίνεται από το ενδιαφέρον τους να συνεχίσουν να ασχολούνται με τη Ρομποτική και μετά το πέρας των δραστηριοτήτων.

Από τα παραπάνω διαφαίνεται ότι η Εκπαιδευτική Ρομποτική βασισμένη στο μοντέλο ΣΠΠΑ+ μπορεί να αποτελέσει όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων υψηλού επιπέδου.

Αναφορές

- Alimisis, D. (2009). *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*. Athens: School of Pedagogical and Technological Education.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), pp-63.
- Atmatzidou S., Markelis I., Demetriadis S., (2008). The use of LEGO Mindstorms in elementary and secondary education: game as a way of triggering learning, *Work. Proc. Int. Conf. Simulation, Model. Program. Auton. Robot.* 22-30.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988.
- 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.
- Carbonaro, M., Rex, M. & Chambers, J.(2004). Using LEGO Robotics in a Project-Based Learning Environment. *The Interactive Multimedia Electronic Journal of Computer-Enhanced Learning*, 6(1).
- Druin, A., &Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning*. San Diego, CA: Academic Press.
- Etekleous-Grigoriou, N., & Psomas, C. (2013). Integrating Robotics as an Interdisciplinary-Educational Tool in Primary Education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2013, No. 1, pp. 3877-3881).
- Frangou, S., Papanikolaou, K., Aravecchia, L., Montel, L., Ionita, S., Arlegui, J., Pina, A., Menegatti, E., Moro, M., Fava, N., Monfalcon, S., Pagello, I. (2008). Representative examples of implementing educational robotics in school based on the constructivist approach. *Workshop Proceedings of SIMPAR 2008*, pp. 54–65.
- La Paglia, F., Rizzo, R., La Barbera, D., & Cardaci M. (2010). Using robotics construction kits as metacognitive tools: a research in an Italian primary school. *Annual Review of Cybertherapy and Telemedicine. Advanced Technologies in the Behavioral, Social, and Neurosciences*, 154, 110-114.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*, (2nd ed.). New York, NY: Basic Books
- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press, New Jersey, 1st edition.
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373-394.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., & Ford, M. J. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.
- Williams, D., Ma, Y. & Prejean, L. (2010). A Preliminary Study Exploring the Use of Fictional Narrative in Robotics Activities. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 29(1), 51-71. Chesapeake, VA: AACE.
- Νικά Π., Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Στ. (2012). Ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στο Χ. Καραγιαννίδης, Π. Πολίτης & Η. Καρασαββίδης (επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου με Διεθνή Συμμετοχή «Τεχνολογίες της Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση»*, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 28-30 Σεπτεμβρίου 2012.
- Νικά Π., Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Στ. (2013). Η εκπαιδευτική ρομποτική ως όχημα για την ανάπτυξη δεξιοτήτων μεταγνώσης και επίλυσης προβλημάτων μαθητών Πρωτοβάθμιας Εκπαίδευσης. Στο 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.