

Χρήση Εκπαιδευτικής Ρομποτικής και Ανάπτυξη Υπολογιστικής Σκέψης στην Προσχολική και Πρωτοσχολική Ηλικία

Ζερβουδάκη Ειρήνη, Παπαδάκης Σταμάτιος

Μεταπτυχιακή Φοιτήτρια, Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης
irenezervoudaki@gmail.com

Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Κρήτης
stpapakis@gmail.com

Περίληψη

Η εισχώρηση της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής στη σχολική τάξη έχει φέρει στο προσκήνιο τις ποικίλες δυνατότητες των εργαλείων της και την προσφορά τους στην ολόπλευρη ανάπτυξη των παιδιών. Η Υπολογιστική Σκέψη, η οποία αποτελεί αναγκαία σύγχρονη δεξιότητα, είναι δυνατόν να αναπτυχθεί και μέσω αυτής. Με τη χρήση αναπτυξιακά κατάλληλων ρομποτικών συστημάτων συνδυαστικά με ένα αναπτυξιακά κατάλληλο πρόγραμμα δραστηριοτήτων τα παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας θα μπορέσουν να έρθουν σε επαφή με βασικές προγραμματιστικές έννοιες με έναν ευχάριστο και αποδοτικό τρόπο. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η κατανόηση των προαναφερθέντων όρων, η ανάδειξη των δυνατοτήτων της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής για την ανάπτυξη της Υπολογιστικής Σκέψης και η παρουσίαση κατάλληλων Τεχνολογιών Εκπαιδευτικής Ρομποτικής.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, υπολογιστική σκέψη, προσχολική - πρωτοσχολική ηλικία

1. Εισαγωγή

Ο Papert (1980), δημιουργός της προγραμματιστικής γλώσσας Logo και πατέρας της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, επηρεασμένος από τη δουλειά του δασκάλου του Piaget υπερασπίζεται την άποψη ότι τα παιδιά μπορούν να κατασκευάσουν τη γνώση μέσω δραστηριοτήτων συνεργατικής μάθησης που περιλαμβάνουν τη χρήση υπολογιστών και ρομπότ. Στο πλαίσιο αυτό, η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) έχει απασχολήσει τα τελευταία χρόνια την ερευνητική και εκπαιδευτική κοινότητα, καθώς έχει φανεί ότι μπορεί να παράσχει ένα αρκετά ενδιαφέρον, διασκεδαστικό και ενεργητικό περιβάλλον μάθησης από την προσχολική κιόλας ηλικία (Eguchi, 2010).

Σύμφωνα με τη Wing (2006), η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) περιγράφει ένα σύνολο ικανοτήτων σκέψης, διαδικασιών και προσεγγίσεων με σκοπό την επίλυση περίπλοκων προβλημάτων που σχετίζονται άμεσα και έμμεσα με την επιστήμη των

υπολογιστών. Αν και αποτελεί πρόσφατο τομέα έρευνας, ιδιαίτερα για τις μικρές ηλικίες (Bers et al., 2014; Papadakis, Kalogiannakis & Zaranis, 2016), έχει χαρακτηριστεί ως αναλυτική ικανότητα αναγκαία για κάθε παιδί (Wing, 2006) και πλήθος ερευνών υποστηρίζουν την ανάπτυξη αυτής μέσω της ΕΡ (Atmatzidou & Demetriadis, 2016 · Bers et al., 2014 · Chalmers, 2018).

Όσον αφορά τις Τεχνολογίες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, οι Ching, Hsu και Baldwin (2018) διακρίνουν δύο κατηγορίες: αυτές που δεν απαιτούν προγραμματιστικό περιβάλλον και αυτές που απαιτούν. Τις πρώτες τις ονομάζουν Προγραμματιστικά Παιχνίδια (Programming Toys) ενώ τις δεύτερες Ρομποτικά Σετ (Robot Kits). Μέσω της χρήσης ηλικιακά κατάλληλων ρομποτικών εργαλείων, παιδιά, προσχολικής ακόμα ηλικίας, μπορούν να οδηγηθούν στην κατασκευή και τον προγραμματισμό απλών ρομποτικών συστημάτων, καθώς είναι σε θέση να αντιληφθούν τεχνολογικές και προγραμματιστικές έννοιες (Sullivan & Bers, 2016; Sullivan, Kazakoff & Bers, 2013) απαραίτητες για την ανάπτυξη της ΥΣ (Bers, 2010; Bers et al., 2014).

Στην παρούσα εργασία, αφού αναφερθούν τα θεμέλια της ΕΡ και τονιστεί η θετική της επίδραση σε ποικίλους τομείς ανάπτυξης των παιδιών, γίνεται προσπάθεια αποσαφήνισης του όρου της ΥΣ και κατανόησης του χαρακτηρισμού της ως βασική δεξιότητα των σημερινών παιδιών. Στη συνέχεια, επιχειρείται η σύνδεση της ΕΡ με την ΥΣ και πραγματοποιείται η παράθεση ορισμένων αναπτυξιακά κατάλληλων ρομποτικών εργαλείων για την ανάπτυξή της σε παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας. Η εργασία ολοκληρώνεται με μία σύντομη σύνοψη των όσων συζητήθηκαν.

2. Εκπαιδευτική Ρομποτική

Η ιστορία της ΕΡ ξεκίνησε με την πρωτοπόρα δουλειά του Papert η οποία στηρίχτηκε στην προγραμματιστική γλώσσα LOGO και στην άποψη ότι η μάθηση αποβαίνει αποτελεσματικότερη όταν τα ίδια τα παιδιά συμμετέχουν ενεργά σε δραστηριότητες ανακαλυπτικής μάθησης κατασκευάζοντας τη γνώση μέσω της χρήσης υπολογιστών και ρομπότ (Papert, 1980). Η Κατασκευαστική Θεωρία του Papert (Constructionism) έχει τις ρίζες της στη Θεωρία Εποικοδομισμού του Piaget (Constructivism), επεκτείνοντας την άποψη ότι η κατασκευή της γνώσης βασίζεται σε προϋπάρχουσες εμπειρίες και επιτυγχάνεται μέσω της επαφής με απτά και μη αντικείμενα. Ο Papert αναφέρθηκε σε παράλληλη εσωτερική και εξωτερική κατασκευή, υποστηρίζοντας τις εξαιρετικές δυνατότητες των ρομποτικών δραστηριοτήτων για βελτίωση της διδασκαλίας (Papert, 1980).

Σύμφωνα με τον Eguchi (2010) “η Εκπαιδευτική Ρομποτική αποτελεί ένα μοναδικό μαθησιακό εργαλείο” (σελ. 4006). Έρευνες που έχουν απασχολήσει τον εκπαιδευτικό χώρο τα τελευταία χρόνια έχουν ασχοληθεί με τη συμβολή της ΕΡ τόσο στην κατανόηση εννοιών STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) (Alimisis & Boulougaris, 2014; Eguchi, 2014 ; Nugent, Barker, Grandgenett &

Adamchuk, 2010) και στην ανάπτυξη της ΥΣ (Atmatzidou & Demetriadis, 2016 · Bers et al., 2014 · Chalmers, 2018), όσο και στην ανάπτυξη των λεγόμενων “Δεξιοτήτων του 21^{ου} Αιώνα”, όπως είναι η κριτική σκέψη, η επίλυση προβλημάτων, η συνεργασία, η επικοινωνία και ο πληροφοριακός αλφαριθμητισμός (Atmatzidou & Demetriadis, 2012 ; Eguchi, 2014 ; Khanlari, 2013).

Η χρήση της ΕΡ υποστηρίζεται ήδη από την προσχολική ηλικία, λόγω της κινητήριας δύναμής της για μάθηση και της ουσιαστικής διδασκαλίας που παρέχει (Bers et al., 2014; Sullivan, Kazakoff & Bers, 2013). Μάλιστα, τα ρομπότ κατατάχθηκαν το 2016 ανάμεσα στα δημοφιλέστερα παιχνίδια και έχουν χαρακτηριστεί ως ιδιαίτερα ελκυστικά τόσο για τα παιδιά όσο και τους γονείς τους (Toy Industry Association, 2016). Η επαφή των παιδιών με εκπαιδευτικά ρομποτικά σετ και παιχνίδια συμβάλλει στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών του προγραμματισμού, λόγω της άμεσης επίδρασης που παρουσιάζουν οι προγραμματιστικές εντολές στο εκάστοτε ρομπότ. Αξιοσημείωτη είναι, επίσης, η θετική επίδραση στη λεπτή και αδρή τους κινητικότητα. Τα παιδιά δεν κάθονται απλά μπροστά σε έναν υπολογιστή, αλλά κινούνται μέσα στον χώρο της τάξης, χειρίζονται διάφορα ρομποτικά εξαρτήματα και ενθαρρύνονται να ακολουθούν με το σώμα τους τις προγραμματιστικές εντολές που ορίζουν στο ρομπότ (Bers, 2008).

3. Υπολογιστική Σκέψη

Ο όρος της ΥΣ χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από τον Papert όταν μίλησε περί διαδικαστικής σκέψης και υποστήριξε την ανάπτυξη αυτής μέσω του προγραμματισμού (Papert, 1980). Η συνεχώς αυξανόμενη πρόσβαση σε υπολογιστικά εργαλεία και φορητές τεχνολογίες, σε συνδυασμό με την αναγκαιότητα καλλιέργειας της ικανότητας επίλυσης προβλημάτων στον σχολικό και επαγγελματικό χώρο, έχει αναζωπυρώσει τα τελευταία χρόνια το ενδιαφέρον του επιστημονικού κόσμου για τον συγκεκριμένο όρο (Voogt, Fisser, Good, Mishra & Yadav, 2015; Wing, 2008), με αποκορύφωμα τον χαρακτηρισμό από τη Wing (2006) ως «θεμελιώδης ικανότητα για όλους» (σελ.33). Η ίδια, μάλιστα, τοποθέτησε την ικανότητα της ΥΣ στο ίδιο επίπεδο με τις ικανότητες ανάγνωσης, γραφής και αριθμητικής (Wing, 2006).

Η ΥΣ περιλαμβάνει τη διατύπωση, κατανόηση και επίλυση προβλημάτων, τη συλλογή, ανάλυση και παρουσίαση δεδομένων, την εξέταση πιθανών λύσεων και την επέκταση αυτών των λύσεων σε άλλα προβλήματα (Barr, Harrison & Conery, 2011 · Brennan & Resnick, 2012). Αναφέρεται στις διαδικασίες σκέψης που ακολουθούνται κατά τη διατύπωση και επίλυση προβλημάτων, ευρύτερων των μαθηματικών, υπό τη μορφή αλγορίθμων και υπολογιστικών βημάτων με ή χωρίς τη βοήθεια υπολογιστή (Wing, 2010).

Βασικές έννοιες της ΥΣ αποτελούν οι αφηρημένες έννοιες (abstractions), τα επίπεδα (layers) και οι διάφορες σχέσεις μεταξύ αυτών. Οι πρώτες αναφέρονται στα νοητικά

εργαλεία που απαιτούνται για την επίλυση ενός προβλήματος, ενώ τα δεύτερα αφορούν τα διαφορετικά επίπεδα μέσω των οποίων επιλύεται ένα πρόβλημα (Wing, 2008). Σύμφωνα με τη Wing (2006), η αναγνώριση της ΥΣ ως αναγκαία ικανότητα των σύγχρονων παιδιών και η ανάπτυξή της στο πλαίσιο της τάξης δύναται να συμβάλλει στην εκμάθηση ενός αφαιρετικού, αλγοριθμικού και λογικού τρόπου σκέψης, απαραίτητου για τη σημερινή ψηφιακή κοινωνία.

4. Ανάπτυξη Υπολογιστικής Σκέψης μέσω Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Σε πρόσφατο άρθρο τους οι Angeli et al. (2016) πρότειναν ένα πλαίσιο ανάπτυξης της ΥΣ για παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών, διακρίνοντας πέντε βασικές δεξιότητες αυτής: αφαιρετική σκέψη, γενίκευση, αποδόμηση, αλγοριθμική σκέψη και αποσφαλμάτωση. Με σκοπό την ανάπτυξη αυτών, μέσω κατάλληλων δραστηριοτήτων, τα παιδιά κατασκευάζουν συστήματα για την επίλυση προβλημάτων, εντοπίζουν κοινά μοτίβα ανάμεσα στα επιλυμένα και μη προβλήματα, αποσυναρμολογούν τα πολύπλοκα για ευκολότερη επίλυση, τοποθετούν σε σειρά τις εντολές προς εκτέλεση και, τέλος, ανακαλύπτουν και διορθώνουν πιθανά προβλήματα (Angeli et al., 2016).

Ένα παράδειγμα ανάπτυξης της ΥΣ από παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας αποτελεί το προγραμματιζόμενο ρομπότ δαπέδου Bee-Bot. Σε πρώτη φάση τα παιδιά προσπαθούν να κινήσουν την 'έξυπνη μέλισσα' προς συγκεκριμένες κατευθύνσεις χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα εντολών που διαθέτει. Η επίλυση τέτοιων προβλημάτων ενεργοποιεί την αφαιρετική τους σκέψη ενώ η γενίκευση των λύσεων τα βοηθάει να επιλύσουν νέα προβλήματα εφαρμόζοντας, όπου είναι εφικτό, παρόμοια μοτίβα. Όσο το παιχνίδι προχωράει και τα προβλήματα δυσκολεύουν, δηλαδή οι διαδρομές του Bee-Bot γίνονται πολυπλοκότερες, η αποδόμηση αυτών σε μικρότερα κομμάτια φαίνεται χρήσιμη. Μέσω των διαδικασιών αυτών, τα παιδιά εξασκούνται σε έναν αλγοριθμικό τρόπο σκέψης μαθαίνοντας να τοποθετούν σε σειρά τις απαραίτητες εντολές και να αποσφαλματώνουν το σύστημά τους σε περίπτωση λάθους (Angeli et al., 2016).

Η ΥΣ συνδέεται με διαδικασίες πρόβλεψης, σχεδιασμού και ταξινόμησης (Geist, 2016). Μέσω του προγραμματισμού τα παιδιά οργανώνουν τις σκέψεις τους, ενώ η αποσφαλμάτωση τα βοηθάει να τις διορθώσουν (Papert, 1980). Η βηματική κωδικοποίηση που απαιτείται για τον προγραμματισμό ενός ρομπότ προάγει την ανάπτυξη της ΥΣ και είναι ικανή να φέρει ακόμη και παιδιά μικρής ηλικίας σε επαφή με απλά προγραμματιστικά εργαλεία και περιβάλλοντα (Bers et al., 2014).

Κατά τη διάρκεια σχεδιασμού, κατασκευής και προγραμματισμού ενός ρομπότ, οι μαθητές/τριες έρχονται σε επαφή με έννοιες όπως είναι οι ακολουθίες (Kazakoff &

Bers, 2014; Kazakoff, Sullivan & Bers, 2013), η αναγνώριση μοτίβων (Bers et al., 2014 · Chalmers 2018), οι διακλαδώσεις κώδικα (Atmatzidou & Demetriadis, 2016) και οι βρόχοι (Bers et al., 2014; Brennan & Resnick, 2012). Ο βαθμός κατανόησης των εννοιών αυτών συνδέεται άμεσα με τη συμπεριφορά που παρουσιάζει το εκάστοτε ρομπότ και, μέσω της διαδικασίας αποσφαλμάτωσης του κώδικα, αντανακλάται το επίπεδο ΥΣ του παιδιού (Bers et al., 2014).

5. Τεχνολογίες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής

Οι Τεχνολογίες Εκπαιδευτικής Ρομποτικής, αναλόγως του εάν συνδυάζονται ή όχι με κάποιο προγραμματιστικό περιβάλλον, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Προγραμματιστικά Παιχνίδια και Ρομποτικά Σετ (Ching, Hsu & Baldwin, 2018):

5.1 Προγραμματιστικά Παιχνίδια (Programming Toys)

Τα Προγραμματιστικά Παιχνίδια προορίζονται για παιδιά προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας και ως στόχο έχουν να τα φέρουν σε επαφή με υπολογιστικές έννοιες όπως είναι οι ακολουθίες, οι βρόχοι και, σε ορισμένες περιπτώσεις, οι υποθέσεις. Η εκτέλεση των εντολών είναι άμεσα εμφανής και ο προγραμματισμός υλοποιείται είτε μέσω πλήκτρων που διαθέτουν, είτε μέσω απτών προγραμματιστικών μπλοκ (Ching, Hsu & Baldwin, 2018).

Γνωστά προγραμματιστικά παιχνίδια είναι το Bee-Bot της εταιρείας Terrapin (<https://www.terrapinlogo.com/>) και το Robot-Mouse (<https://bit.ly/1VTGKSU>). Τα συγκεκριμένα προγραμματιζόμενα ρομπότ δαπέδου απευθύνονται σε παιδιά ηλικίας 5 ετών και άνω και προγραμματίζονται μέσω της χρήσης πλήκτρων κατεύθυνσης που βρίσκονται επάνω τους, αποθηκεύοντας έως και 40 συνεχόμενες εντολές. Η κίνησή τους πραγματοποιείται πάνω σε ειδικά σχεδιασμένες βαθμονομημένες πίστες, καθώς το βήμα τους είναι 15 εκατοστά. Η πολύχρωμη μέλισσα Bee-Bot διατίθεται μόνη της, ενώ το Robot-Mouse συνοδεύεται από εργαλεία κατασκευής λαβυρίνθου και απτές κάρτες προγραμματιστικών εντολών για αποτελεσματικότερη κατανόηση αυτών πριν από την πληκτρολόγησή τους. Άξια αναφοράς καθίσταται η ερευνητική χρήση του Bee-Bot με ιδιαίτερα θετικά αποτελέσματα για την υπολογιστική και χωρική σκέψη των παιδιών που συμμετείχαν (Leahy, Butler, Quaid, Ryan & Tormey, 2018).

Εξίσου γνωστή ρομποτική πλατφόρμα είναι η KIBO (<http://kinderlabrobotics.com/kibo/>), η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για παιδιά ηλικίας 4 έως 7 ετών. Πρόκειται για ένα ρομπότ με αποσπώμενες ρόδες, μηχανές και αισθητήρες το οποίο κινείται σύμφωνα με εντολές που λαμβάνει βάσει της τοποθέτησης των ξύλινων προγραμματιστικών του μπλοκ. Το παιδί προγραμματίζει την ακολουθία των ξύλινων μπλοκ και το ρομπότ τις εκτελεί σκανάροντας το barcode τους με την εσωτερική του κάμερα. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες (Elkin, Sullivan & Bers, 2016 · Elkin, Sullivan & Bers, 2018), το KIBO αποτελεί ένα αναπτυξιακά κατάλληλο ρομποτικό εργαλείο το οποίο, σε συνδυασμό με ένα κατάλληλο σετ δραστηριοτήτων, μπορεί να

συμβάλλει στην κατανόηση βασικών προγραμματιστικών εννοιών από ηλικίες μόλις 3 ετών.

Στην ίδια φιλοσοφία κινείται και η ρομποτική πλατφόρμα με την ονομασία Code-A-Pillar η οποία ανήκει στη σειρά Think & Learn της εταιρείας Fisher-Price (https://www.fisher-price.com/en_US/brands/think-and-learn/index.html) και απευθύνεται σε παιδιά ηλικίας 3 έως 6 ετών. Η πλατφόρμα έχει τη μορφή κάμπιας, το σώμα της οποίας αποτελείται από 8 προγραμματιστικά μπλοκ, εκ των οποίων ορισμένα είναι υπεύθυνα για την κίνηση της μέσα στον χώρο, ενώ άλλα σχετίζονται με την αναπαραγωγή ήχων και τον φωτισμό. Μέσω της πλατφόρμας τα παιδιά παίζουν και πειραματίζονται βάσει των αμέτρητων συνδυασμών των μπλοκ, αντιλαμβάνονται την έννοια της ακολουθίας και αναπτύσσουν δεξιότητες όπως επίλυση προβλημάτων, κριτική και υπολογιστική σκέψη.

5.2 Ρομποτικά Σετ (Robot Kits)

Η χρήση Ρομποτικών Σετ επιτρέπει σε παιδιά πρωτοσχολικής ηλικίας τον προγραμματισμό ρομπότ μέσω λογισμικών και τη γνωριμία με έννοιες όπως είναι οι ακολουθίες, οι βρόχοι, τα συμβάντα και οι υποθέσεις (Ching, Hsu & Baldwin, 2018).

Ένα Ρομποτικό σετ αυτής της κατηγορίας είναι τα Lego WeDo 2.0 (<https://education.lego.com/en-us/shop/wedo%202>). Το συγκεκριμένο σετ απευθύνεται σε παιδιά 7 ετών και άνω, αποτελείται από συναρμολογούμενα τουβλάκια Lego, ρόδες, αισθητήρες, μηχανές και συνοδεύεται από ένα απλοποιημένο προγραμματιστικό περιβάλλον που λειτουργεί με μπλοκ εντολών. Η Lego έχει κατασκευάσει ένα εξειδικευμένο διδακτικό πρόγραμμα για την ανάπτυξη της ΥΣ βασισμένο στο σετ αυτό (<https://goo.gl/1s1j8j>). Επιπλέον, τα Lego WeDo 2.0 έχουν χρησιμοποιηθεί σε πλείστες έρευνες επιβεβαιώνοντας τη συμβολή τους, υπό προϋποθέσεις, στην ανάπτυξη της ΥΣ των παιδιών της προαναφερθείσας ηλικιακής ομάδας (Chalmers, 2018 · Elkin, Sullivan & Bers, 2014 · Leahy et al., 2018).

Αντίστοιχο Ρομποτικό σετ κατάλληλο για την ηλικιακή ομάδα των 6 ετών και άνω είναι τα προκατασκευασμένα ρομπότ Dash και Dot της Wonder Workshop (<https://www.makewonder.com/>). Μέσω του προγραμματιστικού περιβάλλοντος που τα συνοδεύει, δίνεται στο παιδί η δυνατότητα να πειραματιστεί με ψηφιακά μπλοκ εντολών και να έρθει σε επαφή με ποικίλες προγραμματιστικές έννοιες. Ο Dash διαθέτει ρόδες για να κινείται ενώ και τα δύο ρομπότ μιλάνε, βγάζουν ήχους και φως. Επίσης, η ιστοσελίδα της εταιρείας προσφέρει εφαρμογές με τις οποίες το παιδί μπορεί να προσθέσει καινούρια χαρακτηριστικά στα ρομπότ και να τα κάνει να ανταποκριθούν σε ομιλία, να κινηθούν, να χορέψουν και να τραγουδήσουν.

6. Συμπέρασμα

Η ΥΣ, η οποία έχει χαρακτηριστεί ως βασική δεξιότητα, απαραίτητη για τους μαθητές/μαθήτριες του 21^{ου} αιώνα, δύναται να αναπτυχθεί μέσω της ΕΡ. Επιπρόσθετα, πλείστες έρευνες έχουν δείξει ότι η εισαγωγή της Εκπαιδευτικής Ρομποτικής Τεχνολογίας στη σχολική τάξη μπορεί να ξεκινήσει από την προσχολική κιόλας ηλικία, φέρνοντας τα παιδιά σε επαφή με έννοιες οι οποίες κάποτε θεωρούνταν ότι δεν μπορούσαν να αποκτηθούν από τη συγκεκριμένη ηλικιακή ομάδα. Επομένως, είναι σαφές ότι αναπτυξιακά κατάλληλα ρομποτικά συστήματα σε συνδυασμό με ένα ορθώς σχεδιασμένο πρόγραμμα δραστηριοτήτων μπορούν να αναδείξουν τις εξαιρετικές δυνατότητες που κρύβει ο τομέας της ΕΡ για την ανάπτυξη της ΥΣ παιδιών προσχολικής και πρωτοσχολικής ηλικίας.

Αναφορές

Alimisis, D., & Boulougaris, G. (2014). Robotics in physics education: fostering graphing abilities in kinematics. *Proceedings of the 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education, Italy*, 2-10.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2012). Evaluating the Role of Collaboration Scripts as Group Guiding Tools in Activities of Educational Robotics: Conclusions from Three Case Studies. *Proceedings of the 12th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Rome*, 298-302. doi:10.1109/ICALT.2012.111

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. doi:10.1016/j.robot.2015.10.008

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. *Learning & Leading with Technology*, 20-23.

Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 628-647. doi:10.1007/s10956-015-9552-x

Bers, M. U. (2008). *Blocks to Robots: Learning with Technology in the Early Childhood Classroom*. NY: Teacher's College Press.

Bers, M. U. (2010). The TangibleK Robotics Program: Applied Computational Thinking for Young Children. *Early Childhood Research & Practice, 12*(2). Retrieved from <http://ecrp.uiuc.edu/v12n2/bers.html>

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education, 72*, 145-157. doi:10.1016/j.compedu.2013.10.020

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Canada*, 1-25.

Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction, 17*, 93-100. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>

Ching, Y.-H., Hsu, Y.-C., & Baldwin, S. (2018). Developing Computational Thinking with Educational Technologies for Young Learners. *TechTrends*. doi:10.1007/s11528-018-0292-7

Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference (AAACE), Jacksonville*, 4006–4014.

Eguchi, A. (2014). Learning experience through RoboCupJunior: Promoting STEM education and 21st century skills with robotics competition. *Proceedings of the Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 87-93.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2014). Implementing a Robotics Curriculum in an Early Childhood Montessori Classroom. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice, 13*, 153-169.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Programming with the KIBO Robotics Kit in Preschool Classrooms. *Computers in the Schools, 33*(3), 169-186. doi:10.1080/07380569.2016.1216251

- Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2018). Books, Butterflies, and 'Bots: Integrating Engineering and Robotics into Early Childhood Curricula. In L. English, & T. Moore (Eds.), *Early Engineering Learning, Early Mathematics* (pp. 225-248). Singapore: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-981-10-8621-2_11
- Geist, E. (2016). Robots, Programming and Coding, Oh My! *Childhood Education*, 92(4), 298-304. doi:<https://doi.org/10.1080/00094056.2016.1208008>
- Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2014). Put your robot in, put your robot out: Sequencing through programming robots in early childhood. *Journal of Educational Computing Research*, 50(4), 553-573. doi:<http://dx.doi.org/10.2190/EC.50.4.f>
- Kazakoff, E. R., Sullivan, A., & Bers, M. U. (2013). The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41, 245-255. doi:10.1007/s10643-012-0554-5
- Khanlari, A. (2013). Effects of Robotics on 21st Century Skills. *European Scientific Journal*, 9(27), 26-36.
- Leahy, M., Butler, D., Quaid, D. M., Ryan, R., & Tormey, F. (2018). Introducing Computational Thinking to Primary School Classrooms in Ireland: A Constructionist Approach. *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Society for Information Technology and Teacher Education, USA*, 1198-1207.
- Nugent, G., Barker, A., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. (2010). Impact of Robotics and Geospatial Technology on Youth STEM Learning and Attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.
- Papadakis, S., Kalogiannakis, M., & Zaranis, N. (2016). Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: A case study. *International Journal of Mobile Learning and Organization*, 10(3), 187-202. doi:10.1504/IJMLO.2016.077867
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Sullivan, A., & Bers, M. U. (2016). Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through

second grade. *International Journal of Technology and Design Education*, 26, 3-20. doi:10.1007/s10798-015-9304-5

Sullivan, A., Kazakoff, E. R., & Bers, M. U. (2013). The Wheels on the Bot go Round and Round: Robotics Curriculum in Pre-Kindergarten. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 12, 203-219.

Toy Industry Association, Inc. (2016). Top toy trends of 2016 announced by Toy Industry Association (TIA), the official voice of the Toy Fair. Retrieved from http://www.toyassociation.org/PressRoom2/News/2016_News/Top_Toy_Trends_of_2016_Announced_by_Toy_Industry_Association_TIA_the_Official_Voice_of_Toy_Fair.aspx#.WNPzoxiZNSN

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20, 715-728. doi:10.1007/s10639-015-9412-6

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 366, 3717-3725. doi:10.1098/rsta.2008.0118

Wing, J. M. (2010). Computational Thinking: What and Why? *The Link*. Retrieved from <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Abstract

The introduction of Educational Robotics into the classroom has brought to light the various capabilities of their tools and their contribution to the all-round development of children. Computational Thinking, which is a necessary modern skill, can also be developed through them. The use of developmentally appropriate robotic systems combined with a suitable curriculum can expose children from preschool through 3rd grade to basic programming concepts in a pleasant and efficient way. The aim of the present paper is to understand the aforementioned terms, to highlight the potential of Educational Robotics for the development of Computational Thinking and to present appropriate Educational Robotic Technologies.

Keywords: educational robotics, computational thinking, preschool, first grades of primary school