

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

11ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»



Ανιχνεύοντας διαστάσεις στη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας

Θεόδωρος Καζαντζής, Σοφία Χατζηλεοντιάδου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Καζαντζής Θ., & Χατζηλεοντιάδου Σ. (2022). Ανιχνεύοντας διαστάσεις στη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 1, 565–572. ανακτήθηκε από <https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4349>

Ανιχνεύοντας διαστάσεις στη χρήση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας

Καζαντζής Θεόδωρος¹, Χατζηλεοντιάδου Σοφία²
tkazantz@eled.duth.gr, schatzil@eled.duth.gr

¹ Δάσκαλος, Μ.Εδ
² Ε.Δι.Π. ΠΤΔΕ, ΔΠΘ

Περίληψη

Η εργασία αυτή επιχειρεί να εμβαθύνει στη συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, μέσα από την ανάλυση σε μικρο-επίπεδο της πορείας οικοδόμησης της υπόψη έννοιας ατομικά ή/και συνεργατικά 6 τελειόφοιτων μαθητών Δημοτικού κατά την εκπόνηση μιας σειράς δραστηριοτήτων, οι οποίες σχεδιάστηκαν σε ένα ευρύτερο πλαίσιο διδακτικών παρεμβάσεων. Η ανάλυση αυτή ανέδειξε τον τρόπο σκέψης των μαθητών, καθώς και διαστάσεις των χρήσεων της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης, οι οποίες συνέβαλαν στις μεταβολές του. Η προσέγγιση προτείνει έναν ποιοτικό τρόπο εμβάθυνσης στη συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη μάθηση, επεκτείνοντας τον χώρο των σχετικών ερευνητικών ποσοτικών προσεγγίσεων. Η ανάδειξη της πληροφορίας από το μικρο-επίπεδο αναμένεται να συμβάλει, στο μακρο-επίπεδο, στη συγκρότηση κατάλληλων διδακτικών σχεδιασμών με αξιοποίηση αυτού του τεχνολογικού μέσου.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική ρομποτική, εργαλείο σκέψης, ταχύτητα, κινηματική, μικρο-ανάλυση

Εισαγωγή

Η εκπαιδευτική ρομποτική αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο τεχνολογικό μέσο, το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί στη διδακτική πράξη, καθώς προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα, όπως η δημιουργία ενός αυθεντικού, ελκυστικού και ευέλικτου μαθησιακού περιβάλλοντος, εντός του οποίου ο μαθητής πράττει πραγματικά (κατασκευή πραγματικών-απλών μοντέλων του φυσικού κόσμου και πειραματιζόμενος επί και μέσω αυτών) και εικονικά (προγραμματίζοντας και ελέγχοντας τη ρομποτική κατασκευή μέσω του Η/Υ) (Mikgoroulios & Bellou, 2013). Μεταξύ των διαφορετικών προσεγγίσεων αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην πράξη, καταγράφεται η αξιοποίησή της ως μαθησιακό αντικείμενο, προς την ενίσχυση της μάθησης για τα ίδια τα ρομπότ, την κατασκευή, τον προγραμματισμό τους και γενικότερα την τεχνητή νοημοσύνη και ως μαθησιακό εργαλείο, προς την ενίσχυση της μάθησης εννοιών από διαφορετικούς γνωστικούς τομείς, όπως τα Μαθηματικά και τις Φυσικές Επιστήμες (Φ.Ε.) (Eguchi, 2012). Στη δεύτερη περίπτωση, οι μαθητές μπορούν να κατασκευάσουν απλοϊκές κατασκευές (π.χ. οχήματα), προσομοιάζοντας τις αντίστοιχες πραγματικές και να τις αξιοποιήσουν σε διδακτικές παρεμβάσεις μικρής διάρκειας για την πραγματοποίηση πειραματισμών και τη διερεύνηση εννοιών και των σχέσεων μεταξύ τους, όπως την απόσταση, τον χρόνο, την ευθύγραμμη και γωνιακή ταχύτητα, την περιστροφική κίνηση αλλά και τα ανάλογα και αντιστρόφως ανάλογα ποσά (Arlegui et al., 2009). Ο Papert (1993), έχει χαρακτηρίσει τους υπολογιστές ως «αντικείμενα για να σκεφτείς με αυτά (object to think with)» (σ. 11), ισχυρισμός που συμβαδίζει με τη θεώρηση της εκπαιδευτικής τεχνολογίας ως νοητικό εργαλείο (ή εργαλείο σκέψης) (Mindtool), που πρώτος εισήγαγε ο

Jonassen (2000). Έτσι, τα αντικείμενα που δημιουργούνται από τους μαθητές γίνονται «αντικείμενα σκέψης», τα οποία βοηθούν τους μαθητές να σκέφτονται (Papert, 1993) και να αποκτούν βαθύτερη κατανόηση της λειτουργίας των φυσικών αντικειμένων που υπάρχουν στην καθημερινότητά τους, συνδέοντας αρμονικά το αφηρημένο με το συγκεκριμένο (Chambers & Carbonaro, 2003). Επομένως, το εκπαιδευτικό ρομπότ μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά στον ρόλο του εργαλείου σκέψης (Mikropoulos & Bellou, 2013), το οποίο εμπλέκει τους μαθητές ταυτόχρονα σε μια διαδικασία χτισίματος ενός φυσικού αντικειμένου, αλλά και «χτισίματος» μιας νέας γνώσης που μπορεί να προέρχεται από την επίλυση προβλημάτων και τους πειρατισμούς (Chambers & Carbonaro, 2003) ή ακόμη από την ίδια τη διαδικασία του προγραμματισμού (Sengupta & Farris, 2012). Οι Hussain et al. (2006) υποστηρίζουν, ότι δεν μπορεί να εξαχθεί με ευκολία ένα γενικό συμπέρασμα, ότι τα εκπαιδευτικά ρομπότ, χρησιμοποιούμενα ως μαθησιακά εργαλεία, επιφέρουν θετικά αποτελέσματα στη γνωστική ανάπτυξη των παιδιών, αλλά θα πρέπει να αξιολογηθεί η συνεισφορά τους ειδικότερα στο μάθημα της Φυσικής. Σε αυτή τη λογική, όμως, αναδύεται η ανάγκη η εκπαιδευτική ρομποτική να συνδεθεί στενά με το πρόγραμμα σπουδών, ώστε οι ρομποτικές δραστηριότητες να ικανοποιούν συγκεκριμένους μαθησιακούς στόχους (Karim et al., 2015), συμβάλλοντας στη γενικότερη ανάγκη καλά πλαισιοθετημένων διδακτικών-μαθησιακών υλικών, σύμφωνων με το αναλυτικό πρόγραμμα (Mubin et al., 2013). Το θεωρητικό πλαίσιο της ΤΠΠΠ (Τεχνολογική Παιδαγωγική Γνώση Περιεχομένου) (Mishra & Koehler, 2006) παρέχει ένα πλαίσιο για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό μιας τεχνολογικά υποστηριζόμενης διδασκαλίας (Harris et al., 2009). Ειδικότερα στον χώρο της Φυσικής, μαθητές όλων των βαθμίδων αντιμετωπίζουν δυσκολίες κατανόησης της έννοιας «ταχύτητα», πιθανόν λόγω του ότι αποτελεί ένα παράγωγο μέγεθος που εμπρικλείει μια σχέση ανάμεσα σε δυο φυσικά μεγέθη, την απόσταση και τον χρόνο (McDermott, 1996, όπ. αναφ. στον Kadir et al., 2011). Οι μαθητές συνήθως αποκτούν τη διαδικαστική γνώση της έννοιας, με φορμαλιστικά μαθηματικά ως «απόσταση/χρόνο», χωρίς εννοιολογικό υπόβαθρο (Khikmiyah et al., 2014), το οποίο θα τους επιτρέψει να μεταβάλουν πρότερες εναλλακτικές ιδέες βασισμένες στις καθημερινές εμπειρίες κίνησης και τη συχνή χρήση της λέξης «ταχύτητα» (Kadir et al., 2011). Έρευνες οι οποίες μελέτησαν την αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής στη Φυσική και ειδικότερα στη μελέτη της ευθύγραμμης ομαλής κίνησης, στρέφουν την προσοχή τους εκτός από τη διαπίστωση της σταθερότητας της ταχύτητας και της αναλογικής σχέσης μεταξύ απόστασης και χρόνου, στην εννοιολογική κατανόησή της και τη διαδικασία μέτρησής της (απόσταση/χρόνος) (Alimisis, 2012; Mikropoulos & Bellou, 2013), τη διαπίστωση των ποιοτικών σχέσεων αυτής με τα μεγέθη της απόστασης και του χρόνου (Ιωάννου, 2017; Lu et al., 2011) ή τη διαισθητική προσέγγισή της (Ιωάννου, 2017). Στην πλειονότητα των ερευνών από τον χώρο της κινηματικής αλλά και γενικότερα στις περιπτώσεις που αξιοποιείται η ρομποτική στον χώρο των Φ.Ε. (π.χ. Brill et al., 2015; Li et al., 2010), έμφαση δίνεται στη συμβολή της στα μαθησιακά αποτελέσματα, χωρίς όμως ιδιαίτερη μνεία στις ενδεχόμενες διαφοροποιημένες χρήσεις και διαστάσεις συμβολής της.

Η παρούσα εργασία αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας, η οποία πρότεινε ένα διδακτικό μοντέλο αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής από μαθητές Στ' Δημοτικού για την οικοδόμηση της έννοιας της ταχύτητας στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, υπό τον παισιακό «φακό» της ΤΠΠΠ. Στόχος αυτής της εργασίας είναι να αναδείξει τη σημασία ανάλυσης της προσπάθειας των μαθητών σε μικρο-επίπεδο και την εμπάθυνση του τρόπου με τον οποίο συμβάλλει η εκπαιδευτική ρομποτική στην οικοδόμηση της γνώσης.

Μεθοδολογία

Στο πλαίσιο της ευρύτερης ερευνητικής προσπάθειας σχεδιάστηκαν και υλοποιήθηκαν διαδοχικά με διαφορά περίπου δυο εβδομάδων, τρεις διδακτικές παρεμβάσεις (μικρο-επίπεδο) για τη διδακτική επεξεργασία των εννοιών απόσταση, χρονικό διάστημα και μέση ταχύτητα (στο εξής ταχύτητα) στην ευθύγραμμη ομαλή κίνηση. Επιπλέον, διεξήχθησαν ενδιάμεσοι έλεγχοι πριν και μετά από κάθε διδακτική παρέμβαση (μεσο-επίπεδο), καθώς και ένας προ/μετα έλεγχος συνοδευόμενος από κλινικές συνεντεύξεις και εννοιολογική χαρτογράφηση στην αρχή και το τέλος του κύκλου των τριών παρεμβάσεων (μακρο-επίπεδο), με διαφορά δυο εβδομάδων από αυτές. Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν 6 αγόρια, τελειόφοιτοι μαθητές Δημοτικού (12 ετών), τα οποία επιλέχθηκαν, με συναίνεση γονέων, σκόπιμα, λόγω της αρκετά υψηλής τεχνολογικής τους γνώσης (κατασκευή και προγραμματισμός ρομπότ), αλλά με μεσαίο προς υψηλό γνωστικό επίπεδο στα Μαθηματικά και τη Φυσική, διαμορφωμένο από την τοπική εκπαίδευση του Δημοτικού. Το εμπειρικό μέρος της έρευνας υλοποιήθηκε κατά την περίοδο Αυγούστου-Σεπτεμβρίου 2017. Στο πεδίο, υπήρχαν διαθέσιμα δυο εκπαιδευτικά ρομποτικά πακέτα (Lego Mindstorms Education EV3) και δυο φορητοί υπολογιστές. Κάθε διδακτική παρέμβαση διήρκησε περίπου μιάμιση ώρα και κατά τη διάρκειά τους συλλέχθηκε οπτικοακουστικό υλικό και συμπληρωμένα φύλλα εργασίας από τη διεξαγωγή ατομικών/ομαδικών δραστηριοτήτων, τα οποία περιείχαν κλειστού και ανοικτού τύπου ερωτήσεις-δοκιμασίες, με συγκεκριμένη στοχοθεσία και παραδοτέα με κλιμακωτά προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα ανά δραστηριότητα. Τη μεταγραφή όλων των δεδομένων που συλλέχθηκαν ακολούθησε θεματική ανάλυση (Bryman, 2017). Η βιντεοσκοπήση κατά τη διάρκεια των διδακτικών παρεμβάσεων αξιοποιήθηκε για την πληρέστερη απόδοση και επαλήθευση της διαδικασίας κωδικοποίησης. Από την υπόψη ανάλυση προέκυψε θετική συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην οικοδόμηση και των τριών εννοιών στο μακρο- και μεσο-επίπεδο. Στο παραπάνω πλαίσιο διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα, τα οποία επιχειρεί να απαντήσει η παρούσα εργασία με ανάλυση στο μικρο-επίπεδο:

EE1. Τα θετικά γνωστικά αποτελέσματα, τα οποία καταγράφονται στο μεσο- και μακρο-επίπεδο, ανιχνεύονται και σε αυτό το επίπεδο;

EE2. Ποιες συγκεκριμένες χρήσεις της εκπαιδευτικής ρομποτικής, ως εργαλείο σκέψης, αναδεικνύονται;

EE3. Ποια η συμβολή των χρήσεων αυτών στο γνωστικό επίπεδο;

Αποτελέσματα-Συζήτηση

Η θεματική ανάλυση των δεδομένων στο μικρο-επίπεδο ανέδειξε ιδιότητες και διαστάσεις στο γνωστικό και στο επίπεδο αξιοποίησης της ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης, όπως αυτές παρουσιάζονται στα υπομνήματα του Πίνακα 1, κατά μήκος των δραστηριοτήτων όλων των διδακτικών παρεμβάσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι ιδιότητες (Υπόμνημα 1) αφορούν σε υποκατηγορίες του τρόπου σκέψης των μαθητών για το υπόψη γνωστικό αντικείμενο και οι αντίστοιχες διαστάσεις (Υπόμνημα 2) στις μεταβολές των ιδιοτήτων (π.χ. θετική μετατόπιση, σταθερά ορθό, αρνητική μετατόπιση), οι οποίες μαζί με τις ιδιότητες διαμορφώνουν ένα συνεχές μελέτης του τρόπου που σκέπτονται οι μαθητές κατά μήκος κάθε παρέμβασης. Επιπλέον, ανιχνεύτηκαν διαστάσεις χρήσης της ρομποτικής, οι οποίες αφορούν (Υπόμνημα 3): α) την ενεργοποίηση του κατασκευασμένου μοντέλου ως τεχνητό αντικείμενο (κόκκινη απόχρωση) ή/και τη συζήτηση επί των δεδομένων που προκύπτουν από αυτή την ενεργοποίηση (πορτοκαλί απόχρωση), β) την ενεργοποίηση του κατασκευασμένου μοντέλου ως ρομποτικό αντικείμενο (μωβ απόχρωση) ή/και τη συζήτηση επί των δεδομένων που

προκύπτουν από αυτή την ενεργοποίηση (γαλάζια απόχρωση) ή/και τη συζήτηση επί των δεδομένων του προγραμματιστικού περιβάλλοντος (σιέλ απόχρωση), γ) τις αυτόβουλες χρήσεις του κατασκευασμένου μοντέλου ως εργαλείου σκέψης πέρα από τις ζητούμενες στις δραστηριότητες. Τέλος, αποτυπώθηκαν τα παραπάνω κατά την ατομική ή/και ομαδική χρήση του κατασκευασμένου μοντέλου (Υπόμνημα 4).

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται κωδικοποιημένα με τη βοήθεια των παραπάνω υπομνημάτων, η γνωστική μεταβολή των υποκειμένων κατά την προσπάθεια οικοδόμησης της έννοιας της ταχύτητας, καθώς και η συνεισφορά των δραστηριοτήτων της εκπαιδευτικής ρομποτικής σε αυτή.

Πίνακας 1: Ιδιότητες και διαστάσεις κατά μήκος των δραστηριοτήτων Δ3-Δ6 της διδακτικής παρέμβασης της ταχύτητας

	Δ3α. Μετρήσεις [1,2] 10'	Δ3β. Διαπίστωση της διαδικασίας μέτρησης γρηγοράδας [1/2 ή 1/2»3ii] 10'	Δ3γ. Ονομασία γρηγοράδας [3i ή 1,2»3ii] 5'	Δ4. Χαρακτηρισμός μεταβλητών [1,2,3i ή 1,3i,2 ή 3i,2,1] 5'	Δ5α. Συμπέρασμα μέτρησης ταχύτητας [1/2 ή 1/2»3ii] 3'	Δ5β. Συμπέρασμα ερμηνείας ταχύτητας [3ii ή 3i≡1/2»3ii] 3'	Δ6. Εφαρμογή μέτρησης ταχύτητας [1/2] 10'
Υπ1	1,2 -	4 -	(1/2) 1 ↑	(1,2) 3i 1,2 ↑	1,2 1,2,3i ↑	1/2 -	3ii 1/2 ↑
Υπ5	1,2 -	3ii 1/2 ↑	1/2»3ii 1,2 ↑	3i 2,3i ↑	(1,2,3i) 1/2»3i ↑	1/2 3i»2»1 1/2»3i, 3ii -	3ii 1/2 ↑
Υπ6	1,2 -	1,2 ↑	(1/2) 2 ↑	3i 1,3i ↑	1,3i,2 1,2 ↓	(1/2»3i, 3ii) 3ii -	3ii 1/2 ↑
Υπ2	1,2 -	3ii ↑	1/2»3ii 2 ↑	2 1,2»3i 3i ↑	3i,(2) 3i,(2),(1) 1/2 -	1/2 3iii 3i≡1/2»3ii 1,2 1/2 ↑	1,2 1/2 -
Υπ3	1,2 -	1/2 ↑	1/2 3i ↑	1,2»3i 1,2»3i 3i,1 ↑	3i,2 3i,2,(1) 1/2 -	1/2 3iii 3i≡1/2»3ii 1,2 1/2 ↑	1,2 1/2 -
Υπ4	1,2 -	1/2 ↑	1/2 3i ↑	1,2»3i 1,2»3i 3i,1 3i,(2),1 ↑	3i,(2),1 3i/2»1 ↓	(1/2) 3iii 3i≡1/2»3ii ↑	1,2 1/2 -

Υπόμνημα 1: Ιδιότητες
1: Διανυόμενη απόσταση
2: Χρονικό διάστημα
3i: Ταχύτητα
3ii: Διανυόμενη απόσταση στη μονάδα του χρόνου
3iii: Διανυόμενη απόσταση σε μονάδες του χρόνου
4: Άκυρη απάντηση
, : Συνδυασμός
/ : Πηλίκιο
x : Γινόμενο
≡ : Δημιουργεί
≠ : Ταυτίζεται
() : Συμφωνεί με την ιδέα του συμμαθητή/εκπαιδευτικού
[] : Αναμενόμενο
' : Λεπτά

Υπόμνημα 3: Διαστάσεις χρήσης ρομποτικής
:Μη χρήση της ρομποτικής
■ :Χρήση του μοντέλου ως τεχνητό αντικείμενο
■ :Χρήση (συζήτηση) των δεδομένων του μοντέλου ως τεχνητό αντικείμενο
■ :Χρήση του μοντέλου ως ρομποτικό αντικείμενο
■ :Χρήση (συζήτηση) των δεδομένων του μοντέλου ως ρομποτικό αντικείμενο
■ :Χρήση (συζήτηση) του περιβάλλοντος προγραμματισμού του ρομποτικού αντικείμενου
■ :Ζητούμενη χρήση της ρομποτικής στη δραστηριότητα
■ :Αυτόβουλη χρήση της ρομποτικής στη δραστηριότητα

Υπόμνημα 2: Διαστάσεις γνωστικών αλλαγών	Υπόμνημα 4: Διαστάσεις επιπέδων εργασίας
↑ : Θετική μετατόπιση	(Κενό): Ατομικό επίπεδο εργασίας
↓ : Αρνητική μετατόπιση	⊂ : Ομαδικό επίπεδο εργασίας
- : Σταθερότητα	

Πιο συγκεκριμένα, στη γραμμή τίτλου του Πίνακα 1 παρουσιάζονται ο τίτλος και η διάρκεια (λεπτά) κάθε δραστηριότητας, καθώς και σε αγκύλες ο αναμενόμενος ορθός τρόπος σκέψης σε αυτή (αναμενόμενες ιδιότητες, κωδικοποιημένες σύμφωνα με το Υπόμνημα 1). Οι 12 σειρές που ακολουθούν αφορούν τους 6 μαθητές. Σε κάθε μαθητή αναλογούν δυο σειρές: η άνω, όπου απεικονίζονται οι ιδιότητες/διαστάσεις που ανιχνεύτηκαν, κωδικοποιημένες σύμφωνα με τα Υπομνήματα 1,3,4 και η κάτω, όπου απεικονίζονται οι γνωστικές μετατοπίσεις σύμφωνα με την κωδικοποίηση του Υπομνήματος 2, όπως αυτή προκύπτει κάθε φορά από τη σύγκριση των ορθών-αναμενόμενων ιδιοτήτων (βλ. αγκύλη στη γραμμή του τίτλου) με τις προκύπτουσες. Επίσης, η διακεκομμένη οριζόντια γραμμή στον Πίνακα 1 χωρίζει τα υποκείμενα στις ομάδες Α (υπ1/5/6) και Β (υπ2/3/4). Τα δεδομένα του πίνακα ακολουθούν

χρονική σειρά από αριστερά προς τα δεξιά, όπως και οι συνδυασμοί αποχρώσεων (όπου υπάρχουν) χρήσης της ρομποτικής ανά περίπτωση. Στον Πίνακα 1 γίνεται η αποτύπωση των πιο σημαντικών, από γνωστική άποψη, δραστηριοτήτων Δ3-Δ6, κατά τη διάρκεια της τρίτης διδακτικής παρέμβασης (Δ1-Δ7). Οι δραστηριότητες Δ1 και Δ2 αφορούσαν στην προετοιμασία των μαθητών σχετικά με τον γνωστικό στόχο/εκπαιδευτική ρομποτική (Δ1) και τον προσδιορισμό/επιλογή των μετρήσιμων μεταβλητών και εργαλείων μέτρησης τους (Δ2), η δε τελευταία (Δ7) συνέβαλλε στην ενίσχυση της συσχέτισης της ταχύτητας με την απόσταση και τον χρόνο. Η εμπάθιση στην αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής έγινε με την ανίχνευση των διαστάσεων χρήσης της, μέσα από τη θεματική ανάλυση των δεδομένων σε συνδυασμό με την εκφώνηση κάθε δραστηριότητας, όπως ενδεικτικά παρουσιάζεται πιο κάτω για τις δραστηριότητες του Πίνακα 1.

Στη δραστηριότητα Δ3, η οποία αποτέλεσε τη βασική δραστηριότητα της παρέμβασης, ατομικά οι μαθητές έπρεπε να ενεργοποιήσουν το ρομποτικό αυτοκίνητο να κινηθεί ευθύγραμμο και αφού διένυε κάποια απόσταση σε ένα χρονικό διάστημα, υλοποιούσαν τις απαραίτητες μετρήσεις (μετροταινία/χρονόμετρο) και τις κατέγραφαν μαζί με τη μέτρηση της «γρηγοράδας» (εμφανιζόταν στην οθόνη του αυτοκινήτου στο τέλος της κάθε κίνησης) σε έναν πίνακα από όπου, έπειτα, έπρεπε να ανακαλύψουν εμφανιζόμενα πρότυπα σχετικά με τον τρόπο υπολογισμού της. Τρία υποκείμενα (υπ5/3/4) ανακάλυψαν ατομικά τη σχέση απόστασης και χρονικού διαστήματος, ως το ημίκοινο τους, ενώ τα υπόλοιπα (υπ1/6/2), κατά τη μετέπειτα ομαδική συζήτηση επί των δεδομένων της χρήσης του κατασκευασμένου μοντέλου ως ρομποτικό αντικείμενο (π.χ. Υπ5: Ναι, λοιπόν η απόσταση είναι 50 εκ. και το χρονικό διάστημα 10 δευτερόλεπτα. Διαιρεί 50 διά 5 και μας βγάζει 10 εκ. για ένα δευτερόλεπτο. Δηλαδή μας λέει το πόσο γρήγορα κινείται με διαιρέση της απόστασης με τον χρόνο). Στην ίδια δραστηριότητα (Δ3γ), οι μαθητές έπρεπε να συνδέσουν την έως τότε αναφερόμενη «γρηγοράδα» με το μέγεθος της ταχύτητας. Το υπ2, εμφάνισε μια σθεναρή επιμονή σύνδεσης της «γρηγοράδας» μόνο με το μέγεθος του χρόνου (υπονοώντας σταθερή την απόσταση). Έτσι, διεξήχθη ένας εκτενής διάλογος διαπραγμάτευσης των διαφορετικών ιδεών με επίκεντρο την προσπάθεια των υπόλοιπων μελών της ομάδας να στρέψουν την προσοχή του υπ2 εκτός από τον χρόνο και προς την απόσταση, δηλαδή τελικά προς την ταχύτητα. Προς την κατεύθυνση αυτή, συνέβαλε η χρήση του μοντέλου (ως ρομποτικό αντικείμενο και συζήτησης επί των δεδομένων του), το οποίο χρησιμοποίησαν οι μαθητές ως μέσο προβολής του παράγοντα της απόστασης που αποσιωπήθηκε, διατηρώντας σταθερό το χρονικό διάστημα κίνησης και μεταβάλλοντας το «γκάζι» του αυτοκινήτου: Υπ4: Μόνο ο χρόνος; Ωραία... (Ενεργοποιεί το αυτοκίνητο)... Πόσο χρόνο κινήθηκε το αυτοκίνητο;/Υπ2: ...Έτρεξε 2 δευτερόλεπτα περίπου/Υπ4: (Ρυθμίζει στον Η/Υ, ώστε το αυτοκίνητο να κινηθεί πάλι για 2 δευτερόλεπτα, αλλά για απόσταση 90 εκατοστών και το ενεργοποιεί).

Η δραστηριότητα Δ4 εισήγαγε την έννοια της μεταβλητής και κινητοποίησε τους μαθητές να χαρακτηρίσουν τα τρία μεγέθη (απόσταση, χρόνος και ταχύτητα) ως μεταβλητές ή όχι, ανάλογα με τη δυνατότητα μεταβολής τους. Οι δυο ομάδες έφτασαν στην ορθή διαπίστωση μέσω διαφορετικής αυτόβουλης χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής. Η ομάδα Α (υπ1/5/6) χρησιμοποίησε το προγραμματιστικό περιβάλλον, αλλά και τα δεδομένα του ρομποτικού αντικείμενου ως αντικείμενο συζήτησης για τη διαπίστωση της μεταβολής και των τριών μεγεθών και ιδιαίτερα για να πειστεί το υπ6, ότι το χρονικό διάστημα δεν είναι πάντα κάτι δεδομένο: Υπ1: Εγώ νομίζω ότι είναι όλα σωστά, γιατί μπορείς να αλλάξεις και την απόσταση και το χρονικό διάστημα και την ταχύτητα. Να κοιτάξετε... (Δείχνει τα πλακίδια προγραμματισμού στον Η/Υ)/Υπ5: Όχι... Αν αλλάξεις την απόσταση και το χρονικό διάστημα, θα αλλάξει και η ταχύτητα αυτόματα. Να, το βλέπετε και από εδώ... (Δείχνει τον πίνακα με τα δεδομένα της δραστηριότητας 3)... Αλλάζουν και η απόσταση και το χρονικό

διάστημα, αλλά και η ταχύτητα αναγκαστικά/Υπ6: Άρα όλα αλλάζουν. Όλα είναι μεταβλητές. Από την άλλη μεριά, η ομάδα Β (υπ2/3/4), αφού συμφώνησε στη μεταβλητότητα των δυο μεγεθών, της ταχύτητας και του χρονικού διαστήματος μέσω της ομαδικής συζήτησης, χρειάστηκε η αυτόβουλη αξιοποίηση του κατασκευασμένου μοντέλου ως τεχνητό αντικείμενο και η συζήτηση επί των δεδομένων του για να πειστούν για τη δυνατότητα μεταβολής και της απόστασης (πριν θεωρούσαν την απόσταση ως πάντα δεδομένη): Υπ3: Όχι η απόσταση δεν μπορεί να αλλάξει/Υπ4: Ας πούμε το ρομποτάκι είναι εδώ... (Κινεί με τα χέρια το αυτοκίνητο από την αρχή της πίστας μέχρι περίπου το μέσον της)... αυτό είναι μία απόσταση... (Κινεί με τα χέρια το αυτοκίνητο από την αρχή της πίστας μέχρι το τέλος της)... Τώρα έχουμε μία άλλη απόσταση. /Υπ3: Άρα όλα είναι μεταβλητές.

Η δραστηριότητα Δ5, ζητούσε από τους μαθητές να εξαγουν συμπέρασμα για τη μέτρηση της ταχύτητας ενός αντικειμένου (ως ηηλίκιο διανυόμενης απόστασης/χρονικού διαστήματος-Δ5α), καθώς και την ερμηνεία του αποτελέσματος της ταχύτητας (ως διανυόμενη απόσταση στη μονάδα του χρόνου-Δ5β). Το υπ6 σε αντίθεση με τα υπόλοιπα μέλη της Α ομάδας (υπ1/5) θεώρησε, ότι μπορεί να υφίσταται οποιαδήποτε πράξη μεταξύ των μεταβλητών της απόστασης και του χρονικού διαστήματος και το υπ5 προσπάθησε μέσα από τη συζήτηση επί των δεδομένων του ρομποτικού αντικειμένου (πίνακας δεδομένων της δραστηριότητας Δ3) να οδηγήσει τον συμμαθητή του στην ορθή αντίληψη: Υπ5: Δεν μπορείς να υπολογίσεις την ταχύτητα με πολλαπλασιασμό, μόνο με διαίρεση/Υπ6: Ναι όμως 10 φορές το 5 κάνει 50... (Δείχνει το πινακάκι της Δ3 και πολλαπλασιάζει την ταχύτητα με τον χρόνο που οδηγεί στον υπολογισμό της απόστασης)/ Υπ5: Ακριβώς! Αυτό είναι το αντίστροφο. (Δείχνει τα δεδομένα του πίνακα της Δ3)... Έτσι, βρίσκουμε την απόσταση. Για να βρούμε την ταχύτητα κάνουμε διαίρεση, για να βρούμε την απόσταση που κάνει σε ένα δευτερόλεπτο, ξέχουμε την απόσταση σε πολλά δευτερόλεπτα και ψάχνουμε την απόσταση σε ένα./Υπ6: ...Ναι σε 1 δευτερόλεπτο. Κατάλαβα. Στην ίδια δραστηριότητα (Δ5), η Β ομάδα (υπ2/3/4) αξιοποίησε τη ρομποτική με θετικά αποτελέσματα τόσο όσον αφορά τη μετατόπιση του υπ4 από τη λανθασμένη διατύπωση του συμπεράσματος υπολογισμού της ταχύτητας (απόσταση= ταχύτητα/χρονικό διάστημα) προς την ορθή (μέσω συζήτησης επί των δεδομένων του ρομποτικού αντικειμένου του πίνακα της Δ3), όσο και τη συνολική μετατόπιση της ομάδας από τη λανθασμένη ερμηνεία της ταχύτητας ως «διανυόμενη απόσταση σε μονάδες του χρόνου» προς την ορθή «διανυόμενη απόσταση στη μονάδα του χρόνου» (με βάση τα δεδομένα του ίδιου πίνακα).

Η επόμενη δραστηριότητα (Δ6) ζητούσε από τους μαθητές να εφαρμόσουν την αποκτηθείσα γνώση του υπολογισμού της ταχύτητας μέσω του ομαδικού προγραμματισμού του ρομποτικού αυτοκινήτου, ώστε να κινείται για κάποια απόσταση και χρονικό διάστημα και έπειτα να υπολογίζει και να εμφανίζει στην οθόνη του την ταχύτητα με την οποία κινήθηκε. Σε αυτό το σημείο αξιοποιήθηκε το προγραμματιστικό περιβάλλον της ρομποτικής με αντικείμενο συζήτησης τον ίδιο τον προγραμματισμό και ενασχόλησης με αυτόν. Οι μαθητές έφεραν εις πέρας άμεσα τη δραστηριότητα με μικρή εξαίρεση τη Β ομάδα (υπ2/3/4) στην οποία εκτέλεσαν δυο δοκιμές για να το πετύχουν (στην πρώτη παρέλειψαν να αλλάξουν την προεπιλεγμένη πράξη της πρόσθεσης μεταξύ των μεταβλητών).

Με βάση τη θεματική ανάλυση στο μικρο-επίπεδο όπως παραπάνω, εντοπίστηκαν ενθαρρυντικά θετικά γνωστικά αποτελέσματα, γεγονός που απαντά θετικά στο ΕΕ1. Η εκπαιδευτική ρομποτική (στις δραστηριότητες που χρησιμοποιήθηκε), φαίνεται να συνεισέφερε σε μεγάλο βαθμό στην κατανόηση της έννοιας της ταχύτητας, μετατοπίζοντας τις ιδέες των μαθητών προς τις επιστημονικά αποδεκτές. Η ενισχυτική συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής (ρομποτικό αυτοκίνητο) στην κατανόηση και μέτρηση της

ταχύτητας αναγνωρίζεται και από ερευνητικές παρεμβάσεις σε παρόμοιες ηλικιακές ομάδες μαθητών (Alimisis, 2012; Μικρούπουλος & Bellou, 2013).

Η αξιοποίηση της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης επιβεβαιώνεται στην παρούσα μελέτη, καθώς σε όλη τη διάρκεια αξιοποίησής της ενεργοποιήθηκαν τα χαρακτηριστικά του (Μικρούπουλος & Bellou, 2013). Η ανάλυση στο μικρο-επίπεδο ανέδειξε διαφορετικές διαστάσεις χρήσης της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης (Υπόμνημα 3), οι οποίες αφορούν από τη μια την αξιοποίηση του κατασκευασμένου μοντέλου ως τεχνητό αντικείμενο ή/και των δεδομένων που παράγονται από αυτό (αυτόβουλη χρήση στην παρούσα παρέμβαση) και από την άλλη την αξιοποίησή του ως ρομποτικό αντικείμενο ή/και των δεδομένων που παράγονται από αυτό ή ακόμη του περιβάλλοντος προγραμματισμού του. Τα ευρήματα αυτά απαντούν στο ΕΕ2.

Αναφορικά με το ΕΕ3, θετικές γνωστικές μετατοπίσεις φαίνεται να επέφερε κυρίως η ενασχόληση των μαθητών με τη ρομποτική ως ρομποτικό αντικείμενο τόσο σε ατομικό όσο και σε ομαδικό επίπεδο και ιδιαίτερα κατά τη μετέπειτα ομαδική συζήτηση επί των δεδομένων που εξάγονταν από αυτό αλλά και επί του περιβάλλοντος προγραμματισμού (Υπόμνημα 3-γαλάζιες και σέλ αποχρώσεις), επιβεβαιώνοντας τη θέση των Sengurpta και Farris (2012) για τη θετική συμβολή του προγραμματισμού στην κατανόηση εννοιών επιστημονικών περιοχών πέρα από την επιστήμη των υπολογιστών. Ειδικότερα, σε μεγαλύτερο βαθμό η συζήτηση των δεδομένων που εξάγονται από τη χρήση του ρομποτικού αντικειμένου συνέβαλε θετικά στις δραστηριότητες Δ3β και Δ6 (ζητούμενη χρήση), φάσεις όπου ουσιαστικά έγινε η ανακάλυψη και εφαρμογή αντίστοιχα της βασικής νέας γνώσης, αλλά και στις δραστηριότητες Δ3γ, Δ4 και Δ5 (αυτόβουλη χρήση). Είναι αξιοσημείωτη η επιστροφή σε αυτά τα δεδομένα και σε μεταγενέστερες χρονικές στιγμές της διδακτικής παρέμβασης. Τέλος, είναι ιδιαίτερα σημαντικό το γεγονός της ανάδυσης αυτόβουλης αξιοποίησης της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης κατά περίπτωση σε διαφορετικές διαστάσεις. Το γεγονός αναδεικνύει τον ανοικτό σχεδιασμό των δραστηριοτήτων ο οποίος άφησε χώρο για την εκδήλωση των μεταγνωστικών δεξιοτήτων των υπόψη μαθητών για τη μακρινή μεταφορά της γνώσης της ρομποτικής.

Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία επιχειρήθηκε η ανίχνευση της συμβολής της εκπαιδευτικής ρομποτικής στην οικοδόμηση εννοιών στον χώρο της κινηματικής με ανάλυση στο μικρο-επίπεδο της προσπάθειας των μαθητών να οικοδομήσουν τη σχετική γνώση. Η ανάλυση στο επίπεδο αυτό, ανέδειξε τον τρόπο σκέψης των μαθητών κατά μήκος σχετικών δραστηριοτήτων και τη θετική συμβολή της εκπαιδευτικής ρομποτικής ως εργαλείου σκέψης στην κατανόηση των μελετώμενων εννοιών. Επιπλέον, αναδείχθηκαν διαφορετικές διαστάσεις χρήσης της ως εργαλείου σκέψης με έκδηλη υπεροχή της διάστασης χρήσης των δεδομένων που παράγονται από αυτή ως ρομποτικό αντικείμενο. Έτσι, η εκπαιδευτική ρομποτική αξιοποιούμενη μέσω κατάλληλων μαθησιακών δραστηριοτήτων υπό τον πλαίσιο «φακό» της ΤΠΠ, φαίνεται να μπορεί να συμβάλει με πολλαπλούς τρόπους όσον αφορά την οικοδόμηση εννοιών, οι οποίοι μπορεί να είναι είτε προσχεδιασμένοι είτε αναδυόμενοι σε πιο ανοιχτές δραστηριότητες και συνδέεται με θετικές γνωστικές μετατοπίσεις προς τις επιστημονικές.

Αναφορές

- Alimisis, D. (2012, September). *Robotics in education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy*. Paper presented at the 3rd International Conference on Robotics in Education, Prague.
- Arlegui, J., Fava, N., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro, M., & Pina, A. (2009). Robotics as learning object. In D. Alimisis (Ed.), *Teacher Education on Robotics-Enhanced Constructivist Pedagogical Methods*

- (pp. 27-102). Athens: School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE).
- Brill, A., Listman, J., & Kapila, V. (2015, June). *Using robotics as the technological foundation for the TPACK framework in K-12 classrooms*. Paper presented at ASEE Annual Conference and Exposition, Seattle.
- Bryman, A. (2017). Μέθοδοι κοινωνικής έρευνας (Α. Αϊδίνης & Π. Σακκελαρίου Επιμ.). Αθήνα: Gutenberg.
- Chambers, J.M., & Carbonaro, M. (2003). Designing, Developing, and Implementing a Course on LEGO Robotics for Technology Teacher Education. *Journal of Technology and Teacher Education*, 11(2), 209-241.
- Eguchi, A. (2012). Educational Robotics Theories and Practice: Tips for how to do it Right. In B. S. Barker, G. Nugent, N. Grandgenett, & V. I. Adamchuk (Eds.), *Robots in K-12 education: A new technology for learning* (pp. 1-30). USA: Information Science Reference.
- Harris, J. B., Mishra, P., & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393-416.
- Hussain, S., Lindh, J., & Shukur, G. (2006). The effect of LEGO Training on pupils' school performance in Mathematics, Problem Solving Ability and Attitude: Swedish Data *Educational Technology & Society*, 9(3), 182-194.
- Ιωάννου, Μ. (2017). *STEM στο Νηπιαγωγείο: Μελέτη της έννοιας της ταχύτητας αξιοποιώντας την προγραμματιζόμενη σφαιρική SPHERO* (Διπλωματική εργασία). Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας/ Τ.Ε.Ε.Π.Η., Φλώρινα. Ανακτήθηκε 16 Νοεμβρίου 2017 από <http://dspace.uowm.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/513/Ioannou%20Michalis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jonassen, D. H. (2000). *Computers as mindtools for schools: Engaging critical thinking* (2nd ed). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Kadir, M. S., Foong, S. K., Wong, D., & Kuppan, L. (2011, Μάιος). *PBI@SCHOOL: On secondary one students' understanding of speed*. Paper presented at the 4th Redesigning Pedagogy International Conference, Singapore.
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015, June). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. In *Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO), 2015 IEEE International Workshop on* (pp. 1-8). IEEE.
- Khikmiyah, F., Lukito, A., & Patahudin, S. M. (2014). Students' Modelling in Learning The Concept of Speed. *Journal on Mathematics Education*, 3(1), 87-98.
- Li, D., Black, J., Lu, C., Kang, S., & Han, I. (2010, January). " It's obvious to tell why it is! " -A study of improving students' understanding in physical science concepts via robot-based hands-on learning activities. In *Proceedings of the annual meeting of the AERA*.
- Lu, C. M., Kang, S., Huang, S. C., & Black, J. B. (2011, June). Building student understanding and interest in science through embodied experiences with LEGO Robotics. In *EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 2225-2232). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Al Mahmud, A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1(209-0015), 13.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas* (2nd ed.). New York: BasicBooks.
- Sengupta, P., & Farris, A. V. (2012, June). *Learning kinematics in elementary grades using agent-based computational modeling: a visual programming-based approach*. Paper presented at the 11th International Conference on Interaction Design and Children, Bremen.