

# Πανελλήνιο Συνέδριο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2023)

13ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση: Πρακτικά Εκτεταμένων Συνόψεων των Εργασιών



Εκπαιδευτική ρομποτική και διερευνητική μάθηση: Αξιολόγηση μαθησιακών προϊόντων μέσα από κύκλους διερώτησης

Κυριακή Βάκκου, Τάσος Χοβαρδός, Νικολέτα Ξενοφώντος, Γεωργία Κούτη, Υβόνη Παύλου, Κωνσταντίνα Αραμπατζή, Ζαχαρίας Ζαχαρία

doi: [10.12681/codiste.5493](https://doi.org/10.12681/codiste.5493)

## ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗ ΡΟΜΠΟΤΙΚΗ ΚΑΙ ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΚΥΚΛΟΥΣ ΔΙΕΡΩΤΗΣΗΣ

Κυριακή Βάκκου<sup>1</sup>, Τάσος Χοβαρδάς<sup>2</sup>, Νικολέτα Ξενοφώντος<sup>2</sup>, Γεωργία Κούτη<sup>2</sup>, Υβόννη Παύλου<sup>2</sup>, Κωνσταντίνα Αραμπατζή<sup>1</sup>, Ζαχαρίας Ζαχαρία<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Υποψ. Διδάκτορας ΕΠΑ Παν. Κύπρου, <sup>2</sup>Ειδικός Επιστήμονας ΕΠΑ Παν. Κύπρου, <sup>3</sup>Καθηγητής ΕΠΑ Παν. Κύπρου

[vakkou.kyriaki@ucy.ac.cy](mailto:vakkou.kyriaki@ucy.ac.cy)

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μέσω της εκπαιδευτικής ρομποτικής μπορούν να αξιοποιηθούν ακολουθίες μαθησιακών δραστηριοτήτων ανοικτού τύπου στην διερευνητική μάθηση. Στην παρούσα μελέτη, ενσωματώσαμε τη διερευνητική μάθηση και την εκπαιδευτική ρομποτική σε σχολικές τάξεις. 46 μαθητές δημοτικού συμμετείχαν σε κύκλους σχεδιασμού, προγραμματισμού, δοκιμών και αναθεώρησης. Αξιολογήσαμε την ποιότητα των μαθησιακών προϊόντων που παράχθηκαν από τους μαθητές, για να εξετάσουμε την βελτίωση σε τέσσερις επαναλαμβανόμενες δραστηριότητες όπου η πολυπλοκότητα του προγραμματισμού αυξανόταν. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές σημείωσαν πρόοδο εντός του κάθε κύκλου διερώτησης και από τον ένα κύκλο στον επόμενο.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, διερευνητική μάθηση, μαθησιακά προϊόντα

## EDUCATIONAL ROBOTICS AND INQUIRY LEARNING: ASSESING LEARNING PRODUCTS ACROSS ITERATIONS

Authors: Kyriaki, Vakkou<sup>1</sup>, Tasos, Hovardas<sup>2</sup>, Nikoleta, Xenofontos<sup>2</sup>, Georgia, Kouti<sup>2</sup>, Ivoni, Pavlou<sup>2</sup>, Konstantina, Arampatzi<sup>1</sup>, Zacharias, Zacharia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>PhD candidate, UCY, <sup>2</sup>Researcher EDU, UCY, <sup>3</sup>Professor EDU, UCY

[vakkou.kyriaki@ucy.ac.cy](mailto:vakkou.kyriaki@ucy.ac.cy)

### ABSTRACT

*Educational robotics enables open-ended learning activity sequences in inquiry learning. In the presented study, we integrated inquiry-based learning and educational robotics in real classrooms. 46 primary students engaged in design, programming, testing and revision cycles. We assessed the quality of learning products delivered by students to examine improvement across four iterations of increasing programming complexity. Our results indicate that students progressed within each iteration as well as from one iteration to the next.*

**Keywords:** educational robotics; inquiry learning; learning products

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαιδευτική ρομποτική προσφέρει ευκαιρίες για ανοικτές μαθησιακές δραστηριότητες στη διερευνητική μάθηση, που περιλαμβάνουν ερωτήσεις και εξερεύνηση αντί για υποθέσεις και πειραματισμό (Pedaste et al., 2015). Η αξιολόγηση τέτοιων δραστηριοτήτων ωστόσο παρουσιάζει προκλήσεις καθώς ο αριθμός συμμετεχόντων είναι συνήθως περιορισμένος ενώ δύσκολα μπορεί να δημιουργηθεί ομάδα ελέγχου και με την αξιοποίηση διαγνωστικών δοκιμών (pre- post) χάνεται η αξία των μαθησιακών προϊόντων (βλ. Hammer et al., 2010). Στην παρούσα έρευνα, υλοποιήσαμε μια εκπαιδευτική παρέμβαση που ενσωματώνει τη διερευνητική μάθηση με την εκπαιδευτική ρομποτική σε πραγματικά περιβάλλοντα τάξης. Η παρέμβαση περιλάμβανε πολλαπλές επαναλήψεις σχεδιασμού, προγραμματισμού, δοκιμών και αναθεωρήσεων. Οι επιδόσεις των μαθητών αξιολογήθηκαν με βάση τα μαθησιακά προϊόντα που δημιούργησαν κατά τη διάρκεια της παρέμβασης, τα οποία ήταν φυσικά ή ψηφιακά (Hovardas et al., 2018). Στόχος ήταν να εξεταστεί εάν οι επιδόσεις των μαθητών βελτιώθηκαν εντός και μεταξύ κάθε κύκλου διερώτησης.

## ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στην έρευνα συμμετείχαν 46 Κύπριοι μαθητές δημοτικού, 45.7% κορίτσια και μέσος όρος ηλικίας 8.07. Οι μαθητές χωρίστηκαν σε ομάδες των δύο (5 ομάδες) και των τριών (12 ομάδες) για να σχεδιάσουν και να εκτελέσουν διαδρομές με τη βοήθεια του ρομποτικού οχήματος GINOBOT (<https://www.engino.com/w/index.php/products/innolabs-robotics/ginobot>). Αφού οι μαθητές εξοικειώθηκαν με το ρομπότ, έπρεπε να σχεδιάσουν 4 διαφορετικές διαδρομές με βάση κανόνες που τους είχαν δοθεί. Με βάση τις οδηγίες κατεύθυνσης που κατέγραψαν, καλούνταν να φτιάξουν διαγράμματα ροής στο λογισμικό KEIRO (block- based programming) (<https://enginoeducation.com/downloads/>), τα οποία στη συνέχεια έστελναν στο ρομπότ και τα δοκίμαζαν πάνω σε εκτυπωμένη πίστα. Με βάση την κίνηση του ρομπότ, οι μαθητές μπορούσαν να αναθεωρήσουν τα διαγράμματα ροής. Μετά από κάθε διαδρομή η πολυπλοκότητα στον προγραμματισμό αυξανόταν. Με την ολοκλήρωση της παρέμβασης, η οποία είχε διάρκεια 360 λεπτά, κωδικοποιήθηκαν οι οδηγίες, τα αρχικά και τα τελικά διαγράμματα ροής των μαθητών (πίνακας 1). Η αξιοπιστία μεταξύ δύο ανεξάρτητων κωδικοποιητών (Cohen's Kappa) ήταν 0.86.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα (βλ. Πίνακα 1) έδειξαν ότι σε κάθε κύκλο διερώτησης, οι διάμεσες τιμές για τα αναθεωρημένα διαγράμματα ήταν υψηλότερες από εκείνες των αρχικών διαγραμμάτων, υποδεικνύοντας βελτίωση της ποιότητας των διαγραμμάτων ροής. Σημαντική συσχέτιση υπήρξε μεταξύ της ποιότητας των αρχικών διαγραμμάτων ροής και των αναθεωρημένων διαγραμμάτων ροής στους κύκλους 1, 2 και 4 (Κύκλος διερώτησης 1: Spearman's  $\rho=0.66$ ,  $p<0.01$ · Κύκλος διερώτησης 2: Spearman's  $\rho=0.66$ ,  $p<0.01$ · Κύκλος διερώτησης 4: Spearman's  $\rho=0.58$ ,  $p<0.05$ ). Ο κύκλος διερώτησης 3 είχε τον υψηλότερο μέσο αριθμό αλλαγών που έγιναν στα αρχικά διαγράμματα ροής για την παραγωγή των αναθεωρημένων διαγραμμάτων. Οι ομάδες ωστόσο, που είχαν αντιστοιχία μεταξύ των οδηγιών και των αρχικών διαγραμμάτων ροής είχαν στατιστικά λιγότερες αλλαγές από το αρχικό διάγραμμα τους στο τελικό (Mann-Whitney  $Z=-2.13$ ,  $p<0.05$ ). Το γεγονός αυτό οφείλεται στην αύξηση της δυσκολίας στις διαφορετικές διαδρομές. Η αντιστοιχία μεταξύ οδηγιών και αρχικών διαγραμμάτων ροής διπλασιάστηκε από τον πρώτο κύκλο στον δεύτερο και από τον τρίτο στον τέταρτο κύκλο διερώτησης, υποδεικνύοντας ότι η συνοχή μεταξύ των μαθησιακών δραστηριοτήτων είχε σταδιακή αύξηση. Καθ' όλη τη διάρκεια των κύκλων διερώτησης, οι μαθητές ήταν σε θέση να παρέχουν επαρκείς οδηγίες κατά το σχεδιασμό των διαδρομών του ρομπότ. Η αντιστοιχία οδηγιών- διαγραμμάτων βελτίωσε την ποιότητα των αρχικών διαγραμμάτων ροής από το δεύτερο κύκλο και μετά (Κύκλος διερώτησης 2: Likelihood ratio  $\chi^2=11.85$ ,  $p<0.01$ ,  $\Phi=0.84$ ,  $p<0.01$ · Κύκλος διερώτησης 3: Likelihood ratio  $\chi^2=15.84$ ,  $p<$

0.001,  $\Phi=0.91$ ,  $p<0.001$  Κύκλος διερώτησης 4: Likelihood ratio chi-square=10.62,  $p<0.01$ ,  $\Phi=0.70$ ,  $p<0.05$ ). Η ηλικία, το φύλο, η προηγούμενη εμπειρία με τη ρομποτική και το μέγεθος της ομάδας δεν επηρέασαν σημαντικά τις εξεταζόμενες παραμέτρους.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ανάλυση μαθησιακών προϊόντων μπορεί να παρέχει πολύτιμα δεδομένα για την επίδοση των μαθητών στην εκπαιδευτική ρομποτική εντός και μεταξύ των κύκλων διερώτησης. Σε αντίθεση με προηγούμενη έρευνα όπου τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα μαθησιακά επιτεύγματα μαθητών που συμμετείχαν σε δραστηριότητες προγραμματισμού (block-based) με σταδιακή αυξανόμενη δυσκολία μειώθηκαν (Bers et al., 2014), τα ευρήματά μας καταδεικνύουν πρόοδο εντός κάθε κύκλου διερώτησης. Το ίδιο μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι ισχύει και από το κάθε κύκλο στον επόμενο, αρχικά από τις τιμές των ελαχίστων τιμών που είχαμε στα αρχικά διαγράμματα για τις διαδρομές 3 (min= 2) και 4 (min= 1) σε σχέση με τις διαδρομές 1 (min= 0) και 2 (min= 0), καθώς και από τον αριθμό των αλλαγών όπου παρατηρούμε ότι οι μαθητές έκαναν περισσότερες αλλαγές στις διαδρομές 2 και 3, συγκριτικά με τη τελευταία διαδρομή όπου δεν χρειάστηκαν να κάνουν τόσες αλλαγές. Η αξιολόγηση των μαθησιακών προϊόντων μπορεί να αξιοποιηθεί σε περιβάλλοντα μάθησης ανοικτού τύπου και να αξιοποιηθούν για διαμορφωτική αξιολόγηση από τους εκπαιδευτικούς και για αξιολόγηση μεταξύ των μαθητών (Hovardas et al., 2014).

Πίνακας 1. Ποιότητα μαθησιακών προϊόντων από ομάδες μαθητές σε διαφορετικές επαναλήψεις (διαδρομές που εκτέλεσε το ρομπότ)

	Κύκλος διερώτησης 1	Κύκλος διερώτησης 2	Κύκλος διερώτησης 3	Κύκλος διερώτησης 4
Οδηγίες για την εκτέλεση μιας διαδρομής (διατακτική μεταβλητή, παρουσιάζονται οι διάμεσες τιμές και η ελάχιστη/ μέγιστη (min/ max) σε παρένθεση)	3 (min=2; max=3)	3 (min=2; max=3)	3 (min=2; max=3)	3 (min=2; max=3)
Αρχικό διάγραμμα ροής για να εκτελέσει το ρομπότ μια διαδρομή (διατακτική μεταβλητή, παρουσιάζονται οι διάμεσες τιμές και η ελάχιστη/ μέγιστη σε παρένθεση)	2 (min=0; max=3)	2 (min=0; max=3)	2 (min=2; max=3)	2 (min=1; max=3)
Αντιστοιχία μεταξύ οδηγιών και αρχικού διαγράμματος ροής (δυναμική μεταβλητή, ποσοστό αντιστοιχίας για τις ομάδες μαθητών)	11.8%	23.5%	17.6%	47.1%
Αναθεωρημένο διάγραμμα ροής για να εκτελέσει το ρομπότ μια διαδρομή (διατακτική μεταβλητή, παρουσιάζονται οι διάμεσες τιμές και η ελάχιστη/ μέγιστη σε παρένθεση)	3 (min=0; max=3)	3 (min=0; max=3)	3 (min=2; max=3)	3 (min=1; max=3)
Αριθμός αλλαγών από το αρχικό διάγραμμα ροής στο αναθεωρημένο διάγραμμα ροής (ισοδιαστημική μεταβλητή, παρουσιάζονται οι μέσες τιμές και η ελάχιστη/ μέγιστη σε παρένθεση)	1.53 (min=0; max=5)	2.82 (min=0; max=11)	3.06 (min=0; max=9)	1.71 (min=0; max=7)

Σημείωση:  $N = 17$  ομάδες μαθητών τιμές για τις διατακτικές μεταβλητές: 0= δεν παραδόθηκε/ δεν ήταν σχετικό/ εκτός σκοπού, 1= ελλιπής, οι μαθητές θα πρέπει να επαναλάβουν τη μαθησιακή δραστηριότητα για να ολοκληρώσουν το μαθησιακό προϊόν, 2= ελλιπής, οι μαθητές θα μπορούσαν να ολοκληρώσουν το μαθησιακό προϊόν με μερικές τροποποιήσεις χωρίς να χρειαστεί να επαναλάβουν τη μαθησιακή δραστηριότητα, 3= πλήρης, δεν απαιτείται κάποια τροποποίηση.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61.
- Hamner, E., Lauwers, T., & Bernstein, D. (2010). The debugging task: Evaluating a robotics design workshop. Association for the Advancement of Artificial Intelligence Symposium: Educational Robotics and Beyond.

- Hovardas, T., Pedaste, M., Zacharia, Z., & de Jong, T. (2018). Model-based science inquiry in computer-supported learning environments: the case of Go-Lab In: A. K. M. Azad, M. Auer, A. Edwards, & T. de Jong (Eds.), *Cyber-physical Laboratories in Engineering and Science Education* (pp. 241-268). Springer, Dordrecht.
- Hovardas, T., Tsivitanidou, O., & Zacharia, Z. C. (2014). Peer versus expert feedback: An investigation of the quality of peer feedback among secondary school students. *Computers & Education*, 71, 133–152.