ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

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

Υπολογιστική σκέψη και Εκπαιδευτική ρομποτική: Ο ρόλος της τροπικότητας των απαντήσεων των μαθητών

Σουμέλα Ατματζίδου, Σταύρος Δημητριάδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Ατματζίδου Σ., & Δημητριάδης Σ. (2022). Υπολογιστική σκέψη και Εκπαιδευτική ρομποτική: Ο ρόλος της τροπικότητας των απαντήσεων των μαθητών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 549–556. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4347

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 25/02/2026 10:44:45

Υπολογιστική σκέψη και Εκπαιδευτική ρομποτική: Ο ρόλος της τροπικότητας των απαντήσεων των μαθητών

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

Περίληψη

Το ερευνητικό ενδιαφέρον για τις δεξιότητες Υπολογιστικής σκέψης (ΥΣ) και την Εκπαιδευτική Ρομποτική εντείνεται την τελευταία δεκαετία. Η παρούσα εργασία διερευνά το ρόλο της τροπικότητας των απαντήσεων στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής. Στην έρευνα συμμετείχαν 59 μαθητές ΣΤ΄Δημοτικού, οι οποίοι κατανεμήθηκαν σε τρεις ομάδες ανάλογα με την τροπικότητα των απαντήσεων τους: (α) συζήτηση, (β) επιλογή της σωστής απάντησης και (γ) γραπτή απάντηση. Οι μαθητές εργάστηκαν σε ομάδες με την καθοδήγηση φύλλων εργασίας για την υποστήριξη βασικών δεξιοτήτων ΥΣ: αφαίρεση, γενίκευση, αλγόριθμο, άρθρωμα και αποσφαλμάτωση. Οι δραστηριότητες διήρκησαν συνολικά δέκα εβδομάδες (2 ώρες/εβδομάδα) και στη διάρκεια τους οι μαθητές αξιολογήθηκαν με ποιοτικά και ποσοτικά εργαλεία. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η τροπικότητα των απαντήσεων των μαθητών επηρεάζει σημαντικά την ανάπτυξη ΥΣ, οι μαθητές που απαντούν γραπτά ή επιλέγουν τη σωστή απάντηση παρουσιάζουν στατιστικά υψηλότερα επίπεδα δεξιοτήτων σε σύγκριση με αυτούς που συζητούν χωρίς να δίνουν κάποια ρητή απάντηση.

Λέξεις κλειδιά: Εκπαιδευτική ρομποτική, Υπολογιστική σκέψη, Καθοδήγηση, Τροπικότητα απαντήσεων

Εισαγωγή

Η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) είναι ένα ισχυρό εργαλείο διδασκαλίας και μάθησης το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους μαθητές να υλοποιήσουν αφηρημένες σχεδιαστικές ιδέες, να αναστοχαστούν και να παρατηρήσουν άμεσα τα αποτελέσματα των ενεργειών τους (Druin & Hendler, 2000).

Την τελευταία δεκαετία η Υπολογιστική Σκέψη (ΥΣ) έχει προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον, η βιβλιογραφία όμως σχετικά με την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ σε δραστηριότητες ΕΡ είναι ακόμα σε αρχικό στάδιο (Yadav et al., 2011). Αν και έχουν παρουσιαστεί κάποια πρώτα ενθαρρυντικά αποτελέσματα, παρατηρείται έλλειψη της κατάλληλης καθοδήγησης, σε δραστηριότητες ΕΡ, η οποία αποσκοπεί στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών (Grover, 2011; Yadav et al., 2011; Kazimoglu et al., 2012). Οι υπάρχουσες μελέτες χρησιμοποιούν μικρά δείγματα μαθητών (π.χ. Grover, 2011; Penmetcha, 2012; Kazakoff et al., 2013; Touretzky et al., 2013) και συγκεκριμένης ηλικίας, περιορίζοντας με αυτό τον τρόπο τη γενίκευση των αποτελεσμάτων (π.χ. Kazakoff et al., 2013; Bers et al., 2014). Επίσης οι έρευνες εστιάζουν στην αναζήτηση αξιόπιστων εργαλείων αξιολόγησης της ΥΣ, τα οποία θα αποτυπώνουν το βαθμό επίτευξης των ερευνητικών στόχων και θα κατευθύνουν το σχεδιασμό τους. Οι έρευνες όμως βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο (Allan et al., 2010; Barr & Stephenson, 2011; Gonzalez, et al., 2016; Lockwood & Mooney, 2018).

Ένα άλλο θέμα το οποίο κεντρίζει το ενδιαφέρον της εκπαιδευτικής κοινότητας είναι η καθοδήγηση, ο ρόλος της και το αντίκτυπό της στη διαδικασία μάθησης. Οι απόψεις των ερευνητών διίστανται, αρκετοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι εποικοδομητικές εκπαιδευτικές προσεγγίσεις, τις οποίες θεωρούν ελάχιστα ή μη καθοδηγούμενες, δεν μπορούν να

Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 11ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, ISBN: 978-618-83186-2-5

είναι αποτελεσματικές διότι αγνοούν τις δομές που συνθέτουν την ανθρώπινη γνωστική αρχιτεκτονική (Kirschner et al., 2006). Ισχυρίζονται επίσης ότι οι μαθητές μαθαίνουν καλύτερα όταν τους παρέχεται μια πλήρης και σαφής εκπαιδευτική καθοδήγηση. Αντικρούοντας τις θέσεις αυτές, ερευνητές υποστηρίζουν ότι η καθοδήγηση με ισχυρές αναθέσεις αναμένεται να προκαλέσει αυξημένο φόρτο εργασίας (Anewalt, 2002). Υποστηρίζουν ακόμη ότι τα εποικοδομητικά μοντέλα (όπως η ανακαλυπτική/διερευνητική μάθηση), όπου ο μαθητής οικοδομεί τη γνώση αλληλεπιδρώντας διερευνητικά με το περιβάλλον του, είναι απόλυτα συμβατά με την ιδέα της παροχής υποστήριξης προς τον μαθητή. Η καθοδήγηση των μαθητών και η απόσυρσή της (fade-out) εφαρμόζεται και ερευνάται συχνά σε εποικοδομητικού τύπου εκπαιδευτικές δραστηριότητες (π.χ. Wecker & Fischer, 2011). Αναφέρουν επίσης, ότι η μάθηση βασισμένη στο πρόβλημα είναι μια εκπαιδευτική προσέγγιση που επιτρέπει την ευέλικτη προσαρμογή της καθοδήγησης και επομένως δεν απαιτούνται περαιτέρω ρητές οδηγίες (Schmidt et al., 2007).

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι: (α) η εκπαιδευτική κοινότητα αναμένει οι δραστηριότητες ΕΡ να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν τις δεξιότητες Υπολογιστικής Σκέψης, (β) σχετικές μελέτες έχουν διερευνήσει τη δυναμική της ΕΡ στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των μαθητών, ωστόσο δεν έχουν δοθεί σαφείς και τεκμηριωμένες απαντήσεις, με αποτέλεσμα οι ερευνητές να ενθαρρύνουν την περαιτέρω διερεύνηση και (γ) η διαφορά απόψεων μεταξύ των ερευνητών, σχετικά με το επίπεδο καθοδήγησης σε δομές εποικοδομητικής (constructivism) μάθησης για την ενίσχυση της μάθησης, ενθαρρύνει την περαιτέρω έρευνα (Sweller et al., 2007).

Βάσει των παραπάνω, το ερώτημα το οποίο διερευνά η παρούσα εργασία είναι:

Η τροπικότητα των απαντήσεων των μαθητών σε ερωτήσεις προτροπής (‘Γράφω’ ή ‘Επιλέγω’ ή ‘Συζητώ’) επιδρά στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ σε δραστηριότητες ΕΡ;

Έρευνα

Μέθοδος - Συμμετέχοντες

Εστιάζοντας στη διερεύνηση του ρόλου της τροπικότητας των απαντήσεων των μαθητών, οι μαθητές χωρίστηκαν σε τρεις συνθήκες πειραματισμού:

1η συνθήκη: ‘Συζητώ, χωρίς ρητή απάντηση’-‘Σ’, οι μαθητές καλούνται να συζητήσουν χωρίς να απαντήσουν ρητά σε οποιαδήποτε από τις ερωτήσεις προτροπής κατά τη διάρκεια της δραστηριότητας,

2η συνθήκη: Επιλέγω τη σωστή απάντηση’–‘Ε’, οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τη σωστή απάντηση, από μια σειρά πιθανών απαντήσεων στην ίδια ερώτηση και,

3η συνθήκη: ‘Γράφω την απάντησή μου’-‘Γ’, οι μαθητές καλούνται να παρέχουν γραπτές απαντήσεις.

Στις δραστηριότητες ΕΡ συμμετείχαν 56 μαθητές της ΣΤ’ τάξης Δημοτικού Σχολείου Κοζάνης. Η έρευνα υλοποιήθηκε σε 10 συνεδρίες η οποίες διήρκεσαν δύο ώρες η καθεμία.

Διαδικασία

Η οργάνωση των δραστηριοτήτων βασίστηκε στο διδακτικό μοντέλο ΣΠΠΑ+ (Ατματζίδου & Δημητριάδης, 2016) και εστιάζει σε στοχευμένες παρεμβάσεις και στρατηγικές των εκπαιδευτικών για την ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών Οι στρατηγικές αυτές βασίζονται στο προτεινόμενο μοντέλο για την ανάπτυξη ΥΣ, που παρουσιάστηκε σε προηγούμενες έρευνες (Atmatzidou & Demetriadis, 2014; 2016), το οποίο εστιάζει στις δεξιότητες: Αφαίρεση, Γενίκευση, Αλγόριθμο, Άρθρωμα, Αποσφαλμάτωση. Στη

συγκεκριμένη μελέτη, οι ερωτήσεις καθοδήγησης - προτροπής για την ΥΣ, συνδυάστηκαν με τις αρμοδιότητες και τα καθήκοντα του κάθε ρόλου, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Σε κάθε συνεδρία οι μαθητές, κάθε συνθήκης 'Σ'- 'Γ'- 'Ε', εργάζονται σε μικρές ομάδες των 3 ή 2 μελών. Η συνεργασία μεταξύ των μελών της ομάδας καθοδηγείται από σενάρια συνεργασίας (collaboration scripts), τα οποία ενθαρρύνουν τη συμμετοχή όλων των μελών, δημιουργούν προϋποθέσεις για ομότιμη συνεργασία, και εμπλέκουν τους μαθητές σε γόνιμη και παραγωγική μάθηση. Το σενάριο καθοδηγεί την αλληλεπίδραση μεταξύ των μελών σε όλα τα στάδια υλοποίησης κάθε δραστηριότητας, αναθέτοντας στους μαθητές ρόλους και καθήκοντα. Οι μαθητές αναλαμβάνουν ρόλους: του Υπεύθυνου Αναλυτή, του Υπεύθυνου Προγραμματιστής και του Υπεύθυνου Αποσφαλμάτωσης-Αξιολόγησης. Σε κάθε δραστηριότητα ένα μέλος της ομάδας είναι υπεύθυνο για την ολοκλήρωση μιας συγκεκριμένης διαδικασίας. Ο κάθε υπεύθυνος εκφράζει πρώτος τη γνώμη του, συντονίζει τη συζήτηση ανάμεσα στα μέλη της ομάδας δίνοντας τους τη δυνατότητα να συζητήσουν την πρότασή του και να εκφράσουν όλοι την άποψή τους, και τέλος, αποφασίζει για την τελική του πρόταση την καταθέτει 'Συζητώντας' ή 'Επιλέγοντας' ή 'Γράφοντας' στο φύλλο εργασίας, ανάλογα με τη ομάδα πειραματισμού στην οποία ανήκει. Σε όλη τη διαδικασία οι μαθητές όλων των ομάδων πειραματισμού καθοδηγούνται από τα φύλλα εργασίας, με οδηγίες βήμα προς βήμα, στη υλοποίηση αυθεντικών προβλημάτων, εστιάζοντας στην ανάπτυξη βασικών δεξιοτήτων ΥΣ. Οι ρόλοι εναλλάσσονται σε κάθε δραστηριότητα, ώστε όλοι οι μαθητές να εξοικειωθούν με τα καθήκοντα και τις δεξιότητες που εμπεριέχει ο κάθε ρόλος. Η σύνδεση του κάθε ρόλου με τις δεξιότητες ΥΣ, παρουσιάζεται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 1. Αρμοδιότητες και καθήκοντα κάθε ρόλου

Ρόλος	**Καθοδήγηση - προτροπή για την Ανάπτυξη Δεξιοτήτων ΥΣ**
Υπεύθυνος Αναλυτής	Διαβάστε το πρόβλημα σε όλη την ομάδα. Αναλύστε το πρόβλημα στην ομάδα, προσδιορίζοντας τα δεδομένα και τα ζητούμενα του προβλήματος. Διαχωρίστε τη σημαντική από την περιττή πληροφορία. (Αφαίρεση) Μειώστε την πολυπλοκότητα αφαιρώντας περιττές λεπτομέρειες. (Αφαίρεση) Ανατρέξτε σε παρόμοια προβλήματα που αντιμετώπισε η ομάδα σας στο παρελθόν. Αναλύστε και προσδιορίστε τις κοινές συμπεριφορές ή τις κοινές δομές προγραμματισμού μεταξύ διαφορετικών σεναρίων. (Αφαίρεση)
Υπεύθυνος Προγραμ-ματιστής	Γράφτε λεπτομερώς βήμα προς βήμα τις ενέργειες που πρέπει να κάνει το ρομπότ Προτείνετε εναλλακτικούς αλγορίθμους για το ίδιο πρόβλημα (Αλγόριθμος) Προσπαθήστε να βρείτε τον πιο αποτελεσματικό αλγόριθμο (Αλγόριθμος) Δημιουργήστε αυτόνομα τμήματα κώδικα που θα χρησιμοποιηθούν στο ίδιο ή και σε διαφορετικά προβλήματα (Άρθρωμα) Δημιουργείστε και "τρέξτε" το πρόγραμμα.
Υπεύθυνος Αποσφαλ-μάτωσης Αξιολόγη-σης	Ελέγξτε εάν το πρόγραμμα λειτουργεί σωστά και επισημάνετε πιθανά λάθη. Σκεφτείτε ποιο μέρος του κώδικα μπορεί να προκαλεί το σφάλμα. (Αποσφαλμάτωση) Προτείνετε διορθώσεις όπου χρειάζεται και ελέγξτε αν αυτές είναι οι σωστές. Επαναλαμβάνει τις δύο προηγούμενες διαδικασίες έως ότου το πρόγραμμα λειτουργήσει σωστά. (Αποσφαλμάτωση) Σε περίπτωση μη εντοπισμού του προβλήματος, ελέγξτε τη λειτουργία επιμέρους τμημάτων του κώδικα. Σχεδιάστε και εκτελέστε σχέδια δοκιμών και ερμηνεύστε τα αποτελέσματα (δοκιμές). Αξιολογείστε την τελική λύση και προτείνετε βελτιώσεις εάν το θεωρείτε αναγκαίο. Διευρύνετε την υπάρχουσα λύση σε ένα συγκεκριμένο πρόβλημα προκειμένου να καλυφθούν περισσότερες δυνατότητες / περιπτώσεις. (Γενίκευση) Η λύση που προτείνετε είναι πιο γενική; αν ναι, γιατί; (Γενίκευση)

Κατά τη διάρκεια των συνεδριών, ο εκπαιδευτικός έχει το ρόλο του υποστηρικτή ο οποίος καθοδηγεί τους μαθητές με κατάλληλες ερωτήσεις προτροπής στην επίλυση του προβλήματος και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ.

Οι συνεδρίες ΕΡ οργανώθηκαν βάσει του μοντέλου ΣΠΠΑ+ σε τρία στάδια: Εισαγωγικό στάδιο: 1 συνεδρία, στάδιο Προπονήσεων: 8 συνεδρίες και τέλος το στάδιο της Πρόκλησης: 1 συνεδρία.

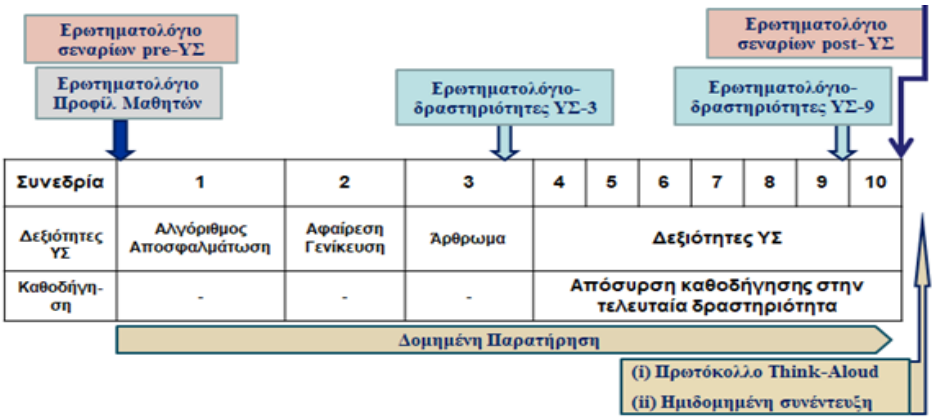
Στην **1η συνεδρία,** γίνεται μια παρουσίαση γενικά για τη ρομποτική, τα ρομπότ Lego Mindstorms NXT, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη μας, και το προγραμματιστικό περιβάλλον Lego Edu NXT-G. Ακολουθεί η οργάνωση των ομάδων και η ενημέρωσή τους για τη διαδικασία που θα ακολουθούμε σε κάθε συνεδρία. Τέλος, δίνονται δύο ατομικά ερωτηματολόγια: α) το Ερωτηματολόγιο προφίλ μαθητή: για την αποτύπωση του προφίλ του μαθητή σχετικά με την εμπειρία του στους υπολογιστές και στη ρομποτική και β) το Ερωτηματολόγιο σεναρίων ΥΣ: για μία πρώτη μέτρηση των δεξιοτήτων ΥΣ. Στις **τρεις πρώτες συνεδρίες** δίνονται στους μαθητές φύλλα εργασίας για την εξοικείωσή τους με τις βασικές έννοιες προγραμματισμού, εστιάζοντας στις δεξιότητες ΥΣ. Στη συνέχεια δίνουμε το πρώτο ερωτηματολόγιο-δραστηριότητα για να διερευνήσουμε την κατανόηση και ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ μετά την 3η συνεδρία, όπου όλοι οι μαθητές έχουν μία πρώτη εξοικείωση με την ΥΣ σε ένα κοινό εργαλείο προγραμματισμού.

Από την **4η έως και 9η συνεδρία** οι μαθητές, προτρέπονται να ενσωματώσουν όλες τις δεξιότητες ΥΣ σε δραστηριότητες κλιμακούμενης δυσκολίας. Στις δραστηριότητες αυτές οι μαθητές προγραμματίζουν τα ρομπότ να υλοποιήσουν αυθεντικά σενάρια όπως: συναγερμό, αυτοκίνητο που ακολουθεί τους κανόνες κυκλοφορίας, ανακύκλωσης υλικών, συγκρουόμενα αυτοκίνητα σε "λούνα-παρκ", παιχνίδι κούκλα κλπ. Ακολουθεί ένα δεύτερο ερωτηματολόγιο-δραστηριότητα και ένα ερωτηματολόγιο απόψεων των μαθητών για την καταγραφή των απόψεων των μαθητών. Στις συνεδρίες αυτές, προκειμένου να μετριάσουμε το φόρτο εργασίας που συνεπάγεται η συνεχής προτροπή, η αυστηρή καθοδήγηση αποσύρεται στην τελευταία δραστηριότητα κάθε συνεδρίας. Συγκεκριμένα, στα φύλλα εργασίας δεν παρέχεται λεπτομερής καθοδήγηση, αλλά τίθενται μόνο ερωτήματα που προτρέπουν τους μαθητές να σκεφτούν σχετικά με την εφαρμογή των δεξιοτήτων. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται στους μαθητές η ευκαιρία να επεκτείνουν το πρόβλημα χρησιμοποιώντας τη φαντασία τους.

Τέλος, στο στάδιο της **πρόκλησης** όλες οι ομάδες προετοιμάζονται για να υλοποιήσουν μια σύνθετη δραστηριότητα, ακολουθεί ο διαγωνισμός μεταξύ των ομάδων όπου νικήτρια είναι η ομάδα με τις καλύτερες επιδόσεις.

Σε όλη τη διάρκεια των προπονήσεων, ο εκπαιδευτικός παρατηρεί τους μαθητές, ελέγχει αν ενσαρκώνουν το ρόλο τους και αν υλοποιούν τα βήματα για την κατάκτηση των δεξιοτήτων ΥΣ, και όταν χρειάζεται, παρεμβαίνει υποστηρικτικά καθοδηγώντας τους μαθητές με κατάλληλα σχόλια και προτροπές. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι αρκετά απαιτητικός διότι, η διαφορετικής τροπικότητας απαντήσεις των μαθητών απαιτούν διαφορετική προσέγγιση, ενθάρρυνση και καθοδήγηση για να μπορέσουν οι μαθητές να ανταποκριθούν στις προτροπές αποτελεσματικά και αποδοτικά.

Συνολικά, η δομή και τα διάφορα εργαλεία συλλογής δεδομένων στα σεμινάρια παρουσιάζονται στο παρακάτω σχεδιάγραμμα (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Οργανωτική διάρθρωση σεμιναρίων

Εργαλεία αξιολόγησης

Στη έρευνα μας χρησιμοποιήθηκε πληθώρα εργαλείων αξιολόγησης, ποιοτικών και ποσοτικών, αποσκοπώντας σε περισσότερο αξιόπιστα και έγκυρα ερευνητικά αποτελέσματα. Τα εργαλεία αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για τη συλλογή δεδομένων, είναι:

- **Ερωτηματολόγιο προφίλ μαθητή:** Αρχικά δίνεται ένα ατομικό ερωτηματολόγιο για την αποτύπωση του μαθησιακού προφίλ. Το ερωτηματολόγιο καταγράφει μερικά απλά δημογραφικά δεδομένα των μαθητών, το υπόβαθρο τους στη χρήση υπολογιστών και τέλος την εμπειρία τους στη ρομποτική.
- **Ερωτηματολόγιο σεναρίων ΥΣ (ΥΣ-pre & ΥΣ-post):** Το ερωτηματολόγιο δίνεται ατομικά στην αρχή και στο τέλος του σεμιναρίου. Αποτελείται από δεκατέσσερις (14) γενικού περιεχομένου ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Κάθε ερώτηση έχει τη μορφή ενός μικρού σεναρίου, το οποίο περιγράφει ένα γενικό - καθημερινό πρόβλημα, δίνονται τέσσερις πιθανές απαντήσεις και οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τη σωστή. Η βαθμολογική κλίμακα είναι 1-14.
- **Ερωτηματολόγιο - δραστηριότητα ΥΣ (ΥΣ-3 & ΥΣ-9):** Το ερωτηματολόγιο - δραστηριότητα περιέχει δραστηριότητες ρομποτικής. Δίνεται μετά την 3η συνεδρία (ΥΣ-3) και στο τέλος της 9ης (ΥΣ-9). Οι μαθητές καλούνται να δώσουν απαντήσεις – λύσεις σε δραστηριότητες ρομποτικής και να αναφέρουν τις έννοιες ΥΣ που ενσωμάτωσαν σε αυτές (π.χ. να εντοπίσουν και να διορθώσουν τα λάθη σε προτεινόμενο κώδικα (αποσφαλμάτωση), να προσδιορίσουν τις περιττές πληροφορίες ή τις ελλείψεις του κώδικα, να προσδιορίσουν την κοινή προγραμματιστική δομή ανάμεσα σε δύο δραστηριότητες (αφαίρεση), κ.α.). Η αξιολόγηση βασίζεται σε διαβαθμισμένα κριτήρια (rubric) χρησιμοποιώντας 4-βάθμια κλίμακα. Τα κριτήρια για κάθε δεξιότητα ΥΣ βασίζονται στα βήματα και τις ενέργειες που ακολουθεί ο μαθητής για να οικοδομήσει τη συγκεκριμένη δεξιότητα (βλ. Πίνακα 1).
- **Πρωτόκολλο Think-aloud (ΥΣ-ΤΑ):** Μετά το στάδιο της πρόκλησης, δίνεται στους μαθητές ατομικά μία δραστηριότητα και τους ζητείτε να περιγράψουν τη διαδικασία που θα ακολουθούσε το ρομπότ τους για να την υλοποιήσει. Η αξιολόγηση του μέτρου Think-aloud βασίζεται σε διαβαθμισμένα κριτήρια 4-βάθμια κλίμακας.
- **Ημιδομημένη Συνέντευξη:** Την διαδικασία αξιολόγησης Think-aloud διαδέχεται η ημιδομημένη συνέντευξη, κατά την οποία ζητείται από τους μαθητές, σε αρκετά

ανοικτό πλαίσιο, να καταθέσουν τις υποκειμενικές τους απόψεις σχετικά με τις ακόλουθες πτυχές της δραστηριότητας: (α) κατανόηση και ανάπτυξη των δεξιοτήτων ΥΣ, (β) τη συμβολή της καθοδήγησης στην εκπαιδευτική διαδικασία, (γ) τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της τροπικότητας των απαντήσεων στις προτροπές καθοδήγησης, και δ) τι τους άρεσε και τι όχι στην όλη δραστηριότητα. Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση περιεχομένου για την αξιολόγηση των δεδομένων.

- **Δομημένη Παρατήρηση:** Συστηματική παρακολούθηση εφαρμόζεται από τους προπονητές κατά τη διάρκεια των συνεδριών με τη λήψη σημειώσεων σε δομημένα φύλλα παρατήρησης.

Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

Από την ανάλυση του Ερωτηματολογίου σεναρίων ΥΣ (ΥΣ-pre & ΥΣ-post), Πίνακα 2, παρατηρούμε αρχικά ότι οι μετρήσεις ΥΣ-pre δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων Σ, Ε και Γ ($F(2,53)=0.171$ $p=0.843$ $\eta^2=.006$). Στη συνέχεια, εστιάζοντας στα αποτελέσματα της ανάλυσης ANCOVA μεταξύ των ομάδων, με την ΥΣ-pre ως συμμεταβλητή, παρατηρούμε ότι: α) οι μαθητές ανέπτυξαν δεξιότητες ΥΣ με την ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων, ανεξάρτητα από την τροπικότητα των απαντήσεων τους και β) μεταξύ των ομάδων εμφανίζονται στατιστικές διαφορές, χωρίς να διευκρινίζεται που οφείλονται οι διαφορές αυτές. Για το λόγο αυτό διεξήχθησαν μια σειρά αναλύσεων Tukey post-hoc στις μεταβλητές που εμφανίζουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Από την ανάλυση αυτή προέκυψε ότι έχουμε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων 'Σ' και 'Ε' ($p=.049$), ενώ δεν υπάρχουν μεταξύ των μαθητών των ομάδων 'Ε' και 'Γ' ($p = .828$) και 'Σ' και 'Γ' ($p=.167$).

Πίνακας 2. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου σεναρίων ΥΣ (ΥΣ-pre & ΥΣ-post)

Συνθήκη	N	ΥΣ-pre M *(SD)*	ΥΣ-post M *(SD)*	Σύγκριση ΥΣ-post με ΥΣ-pre (ίδια ομάδα μαθητών)	ANCOVA ΥΣ-post (ΥΣ-pre συμμεταβλητή)
Σ	18	6.89 *(1.13)*	8.94 *(1.77)*	t(17)=9.994, p<.001*	F(2,53)=4.831
Ε	19	7.11 *(1.20)*	10.26 *(1.85)*	t(18)=9.409, p<.001*	p =.012
Γ	19	6.95 *(1.18)*	9.95 *(1.31)*	t(18)=12.406, p<.001*	η^2 =.154
Συνολικά	56	6.98 *(1.15)*	9.73 *(1.72)*	t(55)=16.603, p<.001*	

Παρόμοια αποτελέσματα εμφανίζονται και στην ανάλυση των αποτελεσμάτων του Ερωτηματολογίου - δραστηριοτήτων ΥΣ (ΥΣ-3 & ΥΣ-9), Πίνακα 3. Συγκεκριμένα, αρχικά δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τριών ομάδων ($F(2,53)=2.365$ $p=0.104$ $\eta^2=.082$), με την ολοκλήρωση όμως των δραστηριοτήτων παρατηρείται ότι η βαθμολογία ΥΣ-9 των μαθητών της ομάδας 'Γ' είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερη ($p=.012$) σε σύγκριση με την ομάδα 'Σ'. Ενώ δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μαθητών των ομάδων 'Γ' και 'Ε' ($p = .464$) και 'Σ' και 'Ε' ($p=.176$).

Πίνακας 3. Αποτελέσματα Ερωτηματολογίου - δραστηριοτήτων ΥΣ (ΥΣ-3 & ΥΣ-9)

Συνθήκη	N	ΥΣ-3 M *(SD)*	ΥΣ-9 M *(SD)*	Σύγκριση ΥΣ-9 με ΥΣ-3 (ίδια ομάδα μαθητών)	ANCOVA ΥΣ-9 μεταξύ των ομάδων
Σ	18	2.14 *(.41)*	2.35 (.46)	t(17)=-3.948, p=.001*	F(2,52)= 9.368
Ε	19	1.92 *(.33)*	2.64 (.51)	t(18)=-6.391, p<.001*	p <.001*
Γ	19	2.09 (.26)	2.83 (.50)	t(18)=-7.496, p<.001*	η^2 =.265
Συνολικά	56	2.05 (.35)	2.613 (.52)	t(55)=-9.038, p<.001	

Στρέφοντας την προσοχή μας στην ανάλυση των αποτελεσμάτων του Think-aloud (ΥΣ-ΤΑ) παρατηρούμε ότι στην προφορική αξιολόγηση των δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών με βάση το πρωτόκολλο αυτό, δεν εντοπίζουμε διαφορές μεταξύ των ομάδων, στη συνολική βαθμολογία των δεξιοτήτων ΥΣ και σε όλες τις επιμέρους δεξιότητες. Επιπλέον, συγκρίνοντας τις βαθμολογίες ΥΣ-ΤΑ με τις ΥΣ-3 διαπιστώνουμε ότι οι μαθητές ανεξαρτήτως ομάδας αναπτύσσουν δεξιότητες ΥΣ και μάλιστα σε σημαντικό βαθμό. Διαπιστώνουμε επιπλέον, ότι οι μαθητές που απαντούν γραπτά ('Γ': 2.84 ± .94, p = .038) ή επιλέγουν ('Ε': 2.75 ± .71, p = .018) φθάνουν σε σημαντικά υψηλότερα επίπεδα από την ομάδα Συζητώ (2.41 ± .53).

Από την ανάλυση περιεχομένου των δεδομένων που συλλέχτηκαν από την Ημιδομημένη συνέντευξη καταγράφηκαν τα εξής: α) μερικοί μαθητές της ομάδας 'Γράφω' ανάφεραν ότι κατανοούν ότι οι γραπτές απαντήσεις είναι σημαντικός παράγοντας για να μάθουν, οι περισσότεροι όμως θεωρούν ότι είναι κουραστικό και κάποιες φορές αποθαρρυντικό για την ολοκλήρωση της δραστηριότητας, β) οι μαθητές της ομάδας 'Επιλέγω' δήλωσαν στην αρχή τους φάνηκε απλό να επιλέγουν την σωστή απάντηση, καθώς την επέλεγαν επιφανειακά αφιερώνοντας ελάχιστο χρόνο. Σύντομα όμως κατάλαβαν ότι η διαδικασία αυτή χρειάζεται χρόνο και ιδιαίτερη προσοχή. Επιπλέον, αρκετοί δήλωσαν ότι έμαθαν και από προτεινόμενες απαντήσεις που ήταν λανθασμένες, καθώς εντόπιζαν σημεία που είτε είχαν διαμορφώσει λάθος στο μυαλό τους είτε δεν τα είχαν σκεφτεί, γ) οι μαθητές της ομάδας 'Συζητώ' δήλωσαν ότι στην αρχή αφιέρωναν λίγο χρόνο για συζήτηση και συνήθως απαντούσαν επιφανειακά. Στη συνέχεια όμως με τη καθοδήγηση των προπονητών η συζήτηση μεταξύ τους ήταν πιο ουσιαστική. Τόνισαν ότι η προτροπή των προπονητών ήταν καθοριστική και πολύ υποστηρικτική στην ολοκλήρωση των δραστηριοτήτων, δ) αρκετοί μαθητές ανέφεραν ότι η καθοδήγηση και οι ερωτήσεις προτροπής, τους βοήθησαν να κατανοήσουν και να εφαρμόσουν τις έννοιες της ΥΣ, όπως π.χ. να εντοπίσουν τα κοινά σημεία, να προτείνουν μία γενίκευση κ.α. και επίσης ότι ο ρόλος τους ήταν καθοριστικός για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Μερικοί μαθητές ανέφεραν ότι οι οδηγίες βήμα προς βήμα στα φύλλα εργασίας ήταν χρήσιμες, και κάποια από τα βήματα αυτά έρχονται στο μυαλό τους όταν επιλύουν προβλήματα και σε άλλους τομείς όπως τα μαθηματικά και η φυσική και ε) οι μαθητές των ομάδων 'Γράφω' και 'Επιλέγω' θεώρησαν πολύ σημαντική την απόσυρση της αναλυτικής καθοδήγησης και της προτροπής για απαντήσεις στη τελευταία δραστηριότητα από τη 4η συνεδρία και μετά. Δήλωσαν ότι αυτό ήταν σημαντικό για να 'ξεκουραστούν', όπως χαρακτηριστικά δήλωσαν, και να έχουν τη δυνατότητα να πειραματιστούν και να 'παίξουν' με το ρομποτάκι τους. Επίσης ανέφεραν ότι θα προτιμούσαν η καθοδήγηση σταδιακά να φθίνει και να μη υπάρχει στις τελευταίες συνεδρίες, καθώς όπως δήλωσαν «.. *γνωρίζουμε πλέον τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε*». Μερικοί μάλιστα πρότειναν να τους επιβραβεύουμε, όταν ολοκληρώνουν σωστά τις δραστηριότητες τους, με απόσυρση της καθοδήγησης.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η καθοδήγηση των μαθητών στη διαδικασία μάθησής τους και η προτροπή να παρέχουν απαντήσεις, σε δραστηριότητες ΕΡ οι οποίες βασίζονται στη συνεργασία, στο πρόβλημα, στο παιχνίδι και την άμιλλα, ανεξάρτητα από την τροπικότητα των απαντήσεων οδηγεί στην ανάπτυξη δεξιοτήτων ΥΣ των μαθητών. Η προτροπή όμως για απαντήσεις γραπτές ή επιλογής είναι αποδοτικότερη, καθώς οι μαθητές που κατέθεταν τις απαντήσεις τους είτε γραπτά είτε επιλέγοντας παρουσίασαν στατιστικά σημαντική βελτίωση των δεξιοτήτων τους, σε σύγκριση με τους μαθητές που δεν είναι αναγκασμένοι να απαντούν, αλλά απλά συζητούν.

Αναφορές

Allan, W., B. Coulter, M.B. Garden, J. Denner, J. Erickson, I. Lee, et al. (2010). Computational Thinking for Youth What does computational thinking for youth look like in practice? ITEST Small Group on Computational Thinking. http://stelar.edc.org/publications/computational-thinking-youth.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2014). "How to Support Students' Computational Thinking Skills in Educational Robotics Activities", Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education Padova, pp. 43-50.

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.

Barr, V. & Stephenson, C. (2011). Computational Thinking to K-12 : What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? ACM Inroads, 2(1), 48–54.

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

Druin, A., & Hendler, J. (2000). *Robots for kids: Exploring new technologies for learning.* San Diego, CA: Academic Press.

Gonzalez-Roman, M., Gonzalez-Perez, J.-C., & Jimenez-Fernadez, C. (2016). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior*. doi:10.1016/j.chb.2016.08.047

Grover, S. (2011). Robotics and Engineering for Middle and High School Students to Develop Computational Thinking, Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA. (650), 1–15.

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(4),* 245-255. doi:10.1007/s10643-012-0554-5

Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon L. & Mackinnon L. (2012). A Serious Game for Developing Computational Thinking and Learning Introductory Computer Programming. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 47, 1991–1999. doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.938.

Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational psychologist, 41*(2), 75-86.

Lockwood J., & Mooney A. (2018). Computational Thinking in Secondary Education: Where Does It Fit? A Systematic Literary Review. *International Journal of Computer Science Education in Schools,* 2(1), 41-60.

Penmetcha, M. (2012). *Exploring the effectiveness of robotics as a vehicle for computational thinking.* (Doctoral dissertation), Purdue University, 2012.

Schmidt, H., Loyens S. M., Van Gog T., & Paas F. (2007). Problem- Based Learning is Compatible with Human Cognitive Architecture: Commentary on Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist, 42*(2), 91-97.

Sweller, J., Kirschner P. A., & Clark R. E. (2007).Why minimally guided teaching techniques do not work: A reply to commentaries. *Educational Psychologist, 42*(2), 115-121.

Touretzky, D. S., Marghitu D., Ludi S., Bernstein D., Ni L. (2013). Accelerating K-12 computational thinking using scaffolding, staging, and abstraction, in: Proceeding 44th ACM Technical Symposium Computer Science Education - SIGCSE '13, ACM Press, New York, 609 (2013).

Wecker C., & Fischer F. (2011). From guided to self-regulated performance of domain-general skills: The role of peer monitoring during the fading of instructional scripts. *Learning and Instruction*, *21*(6), 746-756.

Yadav, A., N. Zhou, C. Mayfield, S. Hambrusch, J. T Korb, (2011). Introducing computational thinking in education courses, In: *Proceedings 42nd ACM Technical Symposium on Computer science education,* ACM Press, New York, 465–470. doi:10.1145/1953163.1953297.

Ατματζίδου Σ., Δημητριάδης Σ. (2016). Σχεδίαση και εφαρμογή εκπαιδευτικού πλαισίου δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής. *Πρακτικά 8ου Πανελλήνιου Συνεδρίου Διδακτικής της Πληροφορικής*. Ιωάννινα.