ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2021)

12ο Πανελλήνιο και Διεθνές Συνέδριο «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Επισκόπηση τρόπων και εργαλείων υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής

Αλεξάνδρα Παπαμαργαρίτη, Αγγελική Δημητρακοπούλου

doi: 10.12681/cetpe.3764

Βιβλιογραφική αναφορά:

Παπαμαργαρίτη Α., & Δημητρακοπούλου Α. (2022). Επισκόπηση τρόπων και εργαλείων υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 324–333. https://doi.org/10.12681/cetpe.3764

Επισκόπηση τρόπων και εργαλείων υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας σε δραστηριότητες εκπαιδευτικής ρομποτικής

Αλεξάνδρα Παπαμαργαρίτη[1] & Αγγελική Δημητρακοπούλου [2]
alexandrapapam@gmail.com, adimitr@aegean.gr
[1]Εκπαιδευτικός Πληροφορικής, Υπ. Διδάκτωρ
[2]Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Αιγαίου
[1,2]Εργαστήριο Μαθησιακής Τεχνολογίας και Διδακτικής Μηχανικής,
Σχολή Ανθρωπιστικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Αιγαίου {ltee.aegean.gr}

Περίληψη

Στην εργασία αυτή γίνεται επισκόπηση βιβλιογραφίας με σκοπό να μελετηθεί ο παιδαγωγικός και διδακτικός σχεδιασμός δραστηριοτήτων εκπαιδευτικής ρομποτικής ως προς τη μαθησιακή υποστήριξη που παρέχεται στους μαθητές. ψ είναι να αποσαφηνιστούν οι τρόποι και τα εργαλεία με τα οποία υποστηρίζεται η μαθησιακή διαδικασία, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τον παράγοντα της οργάνωσης της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ μαθητών. Η μεθοδολογία επισκόπησης που εφαρμόστηκε οδήγησε στην παρουσίαση και ανάλυση μεταδεδομένων που συλλέχθηκαν από 7 βιβλιογραφικές επισκοπήσεις και 15 άρθρα ερευνών σε περιοδικά και πρακτικά συνεδρίων. Μέσα από την επισκόπηση προκύπτει, μεταξύ άλλων, ότι ενώ σε όλες τις περιπτώσεις ο γενικός παιδαγωγικός σχεδιασμός συνάδει με την εποικοδομητική και κατασκευαστική θεώρηση μάθησης, στην πλειοψηφία τους οι ερευνητές (εκτός ελάχιστων αλλά σημαντικών εξαιρέσεων) αφενός δεν αξιοποιούν συγκεκριμένα, στοχευμένα εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας, και αφετέρου δεν οργανώνουν ένα δομημένο τρόπο αλληλεπίδρασης των μαθητών.

Λέξεις κλειδιά: εκπαιδευτική ρομποτική, δραστηριότητες, διδακτικός σχεδιασμός, τρόποι υποστήριξης, εργαλεία μαθησιακής υποστήριξης

Εισαγωγή

Την τελευταία δεκαετία η Εκπαιδευτική Ρομποτική (ΕΡ) έχει επανέλθει στο προσκήνιο, προσελκύοντας εκ νέου το ενδιαφέρον αρκετών ερευνητών. Οι όροι εκπαιδευτική ρομποτική (Educational Robotics (ER)) ή ρομποτική στην εκπαίδευση (Robotics in Education (RiE)) χρησιμοποιούνται ευρέως για να περιγράψουν την εκπαιδευτική χρήση της ρομποτικής *ως εργαλείου μάθησης* (Eguchi & Uribe, 2017). Η ΕΡ προσφέρει χειροπρακτικές (hands-on) και ευχάριστες δραστηριότητες, δημιουργώντας ένα ελκυστικό μαθησιακό περιβάλλον που τροφοδοτεί τους μαθητές με ενδιαφέρον και περιέργεια (Eguchi, 2010). Οι μαθητές όταν πραγματικά σχεδιάζουν, κατασκευάζουν και προγραμματίζουν τους ρομποτικούς μηχανισμούς, έχουν την ευκαιρία να μάθουν και να αναπτύξουν δεξιότητες, παίζοντας και διερευνώντας (Papert, 1993). Μελέτες στον τομέα (Eguchi, 2010; Benitti, 2012) αναφέρουν ότι η ΕΡ έχει πιθανό αντίκτυπο στη μάθηση σε διαφορετικούς τομείς (Φυσική, Μαθηματικά, Μηχανική, Πληροφορική κ.ά.) αναδεικνύοντας την ως ένα αποτελεσματικό εργαλείο σε STEM προσεγγίσεις μάθησης. Η ΕΡ δύναται να συμβάλει στην ανάπτυξη γνωστικών, μεταγνωστικών και κοινωνικών δεξιοτήτων, όπως: ερευνητικές δεξιότητες, δημιουργική σκέψη, λήψη αποφάσεων, επίλυση προβλημάτων, υπολογιστική σκέψη, επικοινωνία και συνεργασία, που όλες είναι βασικές δεξιότητες απαραίτητες στον εργασιακό χώρο του 21ου αιώνα (Alimisis et al., 2009; Atmatzidou & Demetriadis, 2012; Eguchi, 2014; 2016).

Ωστόσο, επισημαίνεται ότι μόνο και μόνο η χρήση ρομποτικής δεν μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη καλλιέργεια των δεξιοτήτων του 21ου αιώνα. Ας αναφέρουμε ενδεικτικά τρεις γενικής φύσης δυσχερείς καταστάσεις που διαπιστώνονται: (i) Οι απλές επιδείξεις των ρομποτικών κατασκευών ή οι καθοδηγούμενες προσεγγίσεις για βήμα προς βήμα συναρμολόγηση των ρομπότ αντιμετωπίζουν τους μαθητές ως παθητικούς δέκτες παρά ως δημιουργούς των δικών τους κατασκευών και δεν μπορούν να υποστηρίξουν με αυτόν τον τρόπο την ανάπτυξη της δημιουργικότητας, της κριτικής σκέψης, της συνεργασίας και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων. Τέτοιες προσεγγίσεις αφενός εφαρμόζουν συχνά εκπαιδευτικοί του θεσμικού σχολείου, και αφετέρου συνιστούν την κυρίαρχη πρακτική των εξοσχολικών κέντρων ρομποτικής που έχουν ανθίσει τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα. (ii) Στον τομέα της ΕΡ, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στα προκατασκευασμένα ρομπότ που ο χρήστης προγραμματίζει τις συμπεριφορές τους. Με αυτόν τον τρόπο, η ρομποτική μετατρέπεται σε «μαύρο κουτί» για τους μαθητές που καλούνται να αλληλεπιδράσουν με ένα ρομπότ χωρίς να κατανοούν «τι είναι μέσα» σε αυτό και «πώς αυτό λειτουργεί» (Alimisis et al., 2019). (iii) Τέλος, οι δραστηριότητες ρομποτικής συχνά επικεντρώνονται σε διαγωνισμούς και τυποποιημένες «προκλήσεις» και καταλήγουν να διαχωρίζονται σε προγράμματα για μετά το σχολείο.

Περαιτέρω, γεννάται το ερώτημα κατά πόσο υποστηρίζονται κατάλληλα και επαρκώς οι μαθητές σε τέτοιου είδους τεχνολογικά εμπλουτισμένες (Δημητρακοπούλου, 2018, Παπαμαργαρίτη & Δημητρακοπούλου, 2019) διεπιστημονικές δραστηριότητες μάθησης που εμπλέκουν την ρομποτική. Ποιοι τρόποι και εργαλεία χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τους μαθητές κατά τη μαθησιακή διαδικασία; Υπάρχει πρόβλεψη ώστε να ενεργοποιούνται και να οφελούνται νοητικά όλοι οι μαθητές, κατά την διάρκεια αυτών των δραστηριοτήτων; Το εν λόγω ερώτημα συσχετίζεται καταρχάς με το ευρύτερο παιδαγωγικό πλαίσιο και τον ειδικό διδακτικό σχεδιασμό μιας δραστηριότητας ΕΡ και σε δεύτερο επίπεδο με τους ειδικούς παράγοντες των τρόπων και των εργαλείων νοητικής υποστήριξης των μαθητών, καθώς και των συνθηκών αλληλεπίδρασης μεταξύ τους.

Η παρούσα εργασία μελετά τα ακόλουθα κύρια ερευνητικά ερωτήματα:

- Ε1: Ποια παιδαγωγικά πλαίσια και διδακτικοί σχεδιασμοί διέπουν τις δραστηριότητες ρομποτικής που καταγράφονται ερευνητικά;
- Ε2: Με ποιους τρόπους και εργαλεία υποστηρίζεται η μαθησιακή διαδικασία κατά την διάρκεια δραστηριοτήτων ΕΡ, και αν διαφαίνεται η επάρκειά τους;
- Ε3: Πως συνδυάζεται η οργάνωση ή μη της συνεργασίας μεταξύ μαθητών με τα εργαλεία μαθησιακής υποστήριξης;

Μεθοδολογία Βιβλιογραφικής Επισκόπησης

Σε πρώτο στάδιο, πραγματοποιήθηκε επισκόπηση των ήδη δημοσιευμένων βιβλιογραφικών επισκοπήσεων σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια στον τομέα της ΕΡ την τελευταία δεκαετία (2010-2020). Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση άρθρων με τις ακόλουθες λέξεις κλειδιά και συνδυασμούς τους: (educational OR education) AND (robotics OR robots) AND (school OR K-12) AND Review. Η συγκεκριμένη αναζήτηση ανέδειξε επτά (7) άρθρα βιβλιογραφικών επισκοπήσεων αναφορικά με την ΕΡ. Τα εν λόγω άρθρα επισκόπησης έδωσαν δεδομένα επαρκή για να απαντήσουν το ερώτημα Ε1, αλλά δεν καταγράφουν στοιχεία δεδομένων για τα ερωτήματα Ε2 και Ε3.

Κατά συνέπεια, σε δεύτερο στάδιο, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική επισκόπηση επί πρωτογενών ερευνών δημοσιευμένων σε επιστημονικά περιοδικά και συνέδρια (που αφορούν την ΕΡ). Η περίοδος δημοσίευσης ορίστηκε πάλι από το 2010 έως το 2020 και πραγματοποιήθηκε αναζήτηση άρθρων με τις ακόλουθες λέξεις κλειδιά και συνδυασμούς

τους: (educational OR education) AND (robotics OR robots OR LEGO OR STEM) AND (school OR K-12 education OR support). Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των αποτελεσμάτων αναζήτησης και συμπεριλήφθηκαν μόνο άρθρα που πληρούσαν τα ακόλουθα κριτήρια:

- Άρθρα που παρουσίαζαν ένα παιδαγωγικό πλαίσιο σχεδιασμού δραστηριοτήτων ΕΡ
- Άρθρα που παρουσίαζαν τρόπους υποστήριξης δραστηριοτήτων ΕΡ
- Άρθρα που περιλάμβαναν ποσοτικά ή ποιοτικά ερευνητικά αποτελέσματα

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία κατέληξε σε 15 άρθρα ερευνών πάνω στην ΕΡ που πληρούσαν τα παραπάνω κριτήρια. Χρειάζεται να σημειωθεί ότι 4 από τα 15 άρθρα αποτελούν μέρος της διδακτορικής διατριβής της Δρ. Σ. Ατματζίδου, και παρουσιάζονται ομαδοποιημένα με αναφορά στην αντίστοιχη διδακτορική διατριβή. Τα αναλυτικά στοιχεία των άρθρων παρατίθενται στην ενότητα «Αναφορές» του παρόντος άρθρου.

Παιδαγωγικά πλαίσια και διδακτικοί σχεδιασμοί δραστηριοτήτων ΕΡ

Οι βιβλιογραφικές επισκοπήσεις της τελευταίας δεκαετίας (Πίνακας 1), παρέχουν δεδομένα για το πρώτο ερευνητικό ερώτημα (Ε1), αναφορικά με το παιδαγωγικό πλαίσιο και τους διδακτικούς σχεδιασμούς που διέπουν τις δραστηριότητες ΕΡ, καθώς και επιπρόσθετα συμπεράσματα ως προς τις αποτιμήσεις των μαθησιακών αποτελεσμάτων.

Οι Hong et al. (2016) μελέτησαν τις εκπαιδευτικές θεωρίες που εφαρμόζονται στις δραστηριότητες ΕΡ, επιβεβαιώνοντας ότι η κατασκευαστική θεωρία του Papert είναι η θεωρία μάθησης που αναφέρεται πιο συχνά, ενώ όλες εντάσσονται εν γένει στην εποικοδομητική προσέγγιση (Jung & Won, 2018). Ως διδακτικές προσεγγίσεις χρησιμοποιούνται κυρίως η ανακαλυπτική μάθηση, η επίλυση προβλήματος, η μέθοδος project και η μάθηση βασισμένη σε μια δοκιμασία (competition-based learning), ενώ επιπρόσθετα υπάρχει συχνή αναφορά στη συνεργατική μάθηση (Hong et al., 2016). Τις ίδιες διδακτικές προσεγγίσεις εντοπίζουν και οι Altin et al. (2011) για τις περιπτώσεις της εφαρμογής ΕΡ στο τομέα των φυσικών επιστήμων, ενώ προτείνουν την εστίαση στα στάδια της διερευνητικής μάθησης. Οι Xia & Zhong (2018), ανέδειξαν ότι εφαρμόζεται κυρίως η καθοδηγούμενη διερεύνηση (guided inquiry instructional approach) (Chambers et al., 2008), αλλά συναντάται και η ανοιχτή και εκτεταμένη διερεύνηση (Open-ended and extended inquiry), καθώς και η πολιτιστικά και τοπικά εγκαθιδρυμένη μαθησιακή προσέγγιση. Η επισκόπηση των Jung & Won (2018) στην ΕΡ για μικρά παιδιά (νηπιαγωγείο και δημοτικό), ανέδειξε ότι οι περισσότερες έρευνες χρησιμοποιούν τη ρομποτική ως εργαλείο για την ίδια τη ρομποτική και ελάχιστα άρθρα (41 vs 6) χρησιμοποιούν τη ρομποτική ως μέσο υποστήριξης για τη διδασκαλία άλλων αντικειμένων. Η επισκόπηση των Toh et al. (2016) συνοψίζει μεταξύ άλλων ότι η επιρροή των ρομπότ στην ανάπτυξη δεξιοτήτων των παιδιών ομαδοποιείται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: γνωστικές, εννοιολογικές, γλωσσικές και κοινωνικές (συνεργατικές) δεξιότητες.

Οι εν λόγω επισκοπήσεις καταλήγουν στην διατύπωση ορισμένων σημαντικών προβληματισμών:

(α) Το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας (τουλάχιστον μέχρι το 2012) σχετικά με τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση είναι περιγραφικής φύσης και βασίζεται σε αναφορές εκπαιδευτικών που επιτυγχάνουν θετικά αποτελέσματα με μεμονωμένες πρωτοβουλίες μικρής κλίμακας (Benitti, 2012).

(β) Η ΕΡ συνήθως λειτουργεί ως στοιχείο που επιφέρει μαθησιακά οφέλη αλλά αυτό δεν συμβαίνει πάντα, καθώς υπάρχουν μελέτες στις οποίες δεν παρατηρήθηκε βελτίωση ή σημαντική βελτίωση στη μάθηση (Xia & Zhong, 2018; Benitti, 2012).

(γ) Απαιτείται αυστηρός ερευνητικός σχεδιασμός και στοχευμένη παιδαγωγική για να αποδειχθούν οι επιπτώσεις της ΕΡ στην εκπαίδευση (Xia & Zhong, 2018), ιδιαίτερα δε για να αναδειχθούν οι προοπτικές ως εργαλείο μάθησης και διδασκαλίας για ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, καθώς και για να εντοπιστεί σε ποιους τομείς ταιριάζει καλύτερα, και για ποιες κατηγορίες μαθητών (Anwar et al., 2019).

(δ) Προτείνεται αφενός να αξιοποιούνται πιο εκλεπτυσμένες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για την παροχή λεπτομερών δεδομένων σχετικά με τα μαθησιακά αποτελέσματα της ΕΡ (Lockyeretal, 2013) και αφετέρου να διερευνηθούν καλύτερα οι τρόποι ενεργής εμπλοκής των μαθητών με την τεχνολογία (Jung & Won, 2018).

(ε) Τέλος, καμία από τις εν λόγω επισκοπήσεις (Πίνακας 1) δεν διερευνά και δεν παρέχει δεδομένα ή μεταδεδομένα για τους τρόπους μαθησιακής υποστήριξης των μαθητών (ομάδα ερωτημάτων Ε2 & Ε3).

Πίνακας 1. Βιβλιογραφικές επισκοπήσεις και κύριοι ερευνητικοί στόχοι

Τίτλος άρθρου	*Συγγραφείς*	*Έτος*	*Κύριοι Στόχοι έρευνας*	*Ηλικιακές ομάδες*
Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review	Benniti	2012	Να προσδιορίσει τα πιθανά οφέλη της ενσωμάτωσης της ΕΡ ως εργαλείου σε διάφορους τομείς της γνώσης	K-12
Learning approaches to applying robotics in science education	Altin & Pedaste	2013	Να αξιολογήσει τις διαφορετικές προσεγγίσεις μάθησης που χρησιμοποιούνται στην ΕΡ	K-12
A Review on the Use of Robots in Education and Young Children	Toh et al.	2016	Να εξετάσει την επίδραση των ρομπότ στη συμπεριφορά των παιδιών και την αντίδρασή τους στη μορφή των ρομπότ	*Προσχολική έως K-5*
Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children	Hong et al.	2016	Να μελετήσει ποιες εκπαιδευτικές θεωρίες εφαρμόζονται στις δραστηριότητες ΕΡ	*Προσχολική έως K-5*
The review of educational robotics research and the need for real-world interaction analysis	Jung & Won	2018	Να μελετήσει τους ορισμούς της ΕΡ, τα ευρήματα σχετικά με την εκμάθηση της ρομποτικής από μικρά παιδιά και παράγοντες που σχετίζονται με την εκμάθηση της	*Προσχολική έως K-9*
A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12	Xia & Zhong	2018	Να μελετήσει τους τρόπους με τους οποίους ενσωματώνεται η ΕΡ στην εκπαίδευση, ποιες διδακτικές προσεγγίσεις είναι αποτελεσματικές και ποιες οι επιπτώσεις στη διδασκαλία ΕΡ	K-12
A Systematic Review of Studies on Educational Robotics	Anwar et al.	2019	Να μελετήσει τα οφέλη από τη χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ για την ανάπτυξη και βελτίωση των παιδαγωγικών STEM	K-12

Εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας

Προκειμένου να απαντηθεί το δεύτερο κύριο ερευνητικό ερώτημα (Ε2), αναφορικά με τους τρόπους και τα εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας που εφαρμόζονται στις δραστηριότητες ΕΡ, διενεργήθηκε πρόσθετη επισκόπηση πρωτογενών αυτή τη φορά ερευνών (βάσει μεθοδολογίας που παρουσιάζεται στην αρχική ενότητα του παρόντος άρθρου), (Πίνακας 2). Ας σημειωθεί ότι τρία από τα εν λόγω άρθρα παρουσιάζουν μεν παιδαγωγικό

σχεδιασμό δραστηριοτήτων ΕΡ και περιλαμβάνουν ποσοτικά ή ποιοτικά ερευνητικά αποτελέσματα, αλλά δεν αναφέρουν τρόπους υποστήριξης μαθητών (Eguchi, 2016; Alimisis & Loukatos, 2018; Chalmers, 2018). Συνολικά, στα υπόλοιπα εννέα άρθρα καταγράφονται οκτώ διακριτά εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας σε δραστηριότητες ΕΡ:

Πίνακας 2.Υποστήριξη μαθησιακής διαδικασίας ΕΡ

	Άρθρο	*Εργαλεία υποστήριξης*	*Βαθμίδα εκπαίδευσης*
1	Altin et al, (2011)	*Ηλεκτρονικά φύλλα δομημένων οδηγιών*	*Πρωτοβάθμια*
2	Komis et al, (2013)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Προτροπές διδάσκοντα*	*Προσχολική*
3	Komis et al. (2016)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Προτροπές διδάσκοντα*	*Προσχολική*
4	Eguchi (2016)	*Δεν αναφέρονται*	*Δευτεροβάθμια*
5	Eguchi & Uribe (2017)	*Περιοδικό μηχανικής (engineering journal)* *Γραπτές απαντήσεις* *Κοινοποίηση/παρουσίαση έργου*	*Πρωτοβάθμια*
6	Alimisis & Loukatos (2018)	*Δεν αναφέρονται*	*Δευτεροβάθμια*
7	Alimisis et al. (2019)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Προτροπές διδάσκοντα* *Εναλλαγή ρόλων* *Κοινοποίηση/παρουσίαση έργου*	*Δευτεροβάθμια*
8	Atmatzidou (2018) Atmatzidou & Dimitriadis (2012) Atmatzidou & Dimitriadis (2014) Atmatzidou& Dimitriadis (2016) Atmatzidou et al. (2018))	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Προτροπές διδάσκοντα* *Εναλλαγή ρόλων* *Σενάριο συνεργασίας* *Πρωτόκολλο Think-Aloud* *Γραπτές απαντήσεις*	*Πρωτοβάθμια* *Δευτεροβάθμια*
9	Chalmer, (2018)	*Δεν αναφέρονται*	*Πρωτοβάθμια*
10	Blancas et al. (2019)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Προτροπές διδάσκοντα*	*Λύκειο*
11	Rativa (2019)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών* *Εναλλαγή ρόλων*	*Λύκειο*
12	Veselovská & Mayerová (2019)	*Φύλλα δομημένων οδηγιών*	*Πρωτοβάθμια* *Γυμνάσιο*

(1) Φύλλα δομημένων οδηγιών: Περιέχουν οδηγίες, νύξεις ή παροτρύνσεις (π.χ. για την καταγραφή της πρόβλεψης, παρατήρησης, διαπίστωσης). Τα ερωτήματα δύνανται να αφορούν γνωστικές, μεταγνωστικές, συνεργατικές, ή διαχειριστικές διαστάσεις. Λαμβάνουν έντυπη ή ηλεκτρονική μορφή και παρέχουν προς συμπλήρωση επιμέρους πεδία, που είτε παρουσιάζονται όλα μαζί, είτε σταδιακά κατά την διάρκεια εξέλιξης της δραστηριότητας ρομποτικής (Altin et al., (2011); Komis et al., 2013; Komis et al., 2016; Alimisis et al., 2019; Atmatzidou, 2018; Blancas et al., 2019; Rativa, 2019; Veselovská & Mayerová, 2019). **(2) Πρωτόκολλο Think-Aloud:** Οι μαθητές καθοδηγούνται να εξωτερικεύσουν λεκτικά τις σκέψεις τους και τον τρόπο δράσης τους (Atmatzidou, 2018). **(3) Προτροπές διδάσκοντα:** Ο διδάσκων αναλαμβάνει συχνά το ρόλο του καθοδηγητή της μαθησιακής διαδικασίας, παρέχοντας υποστήριξη υπό μορφή προφορικών συμβουλών, νύξεων, προτροπών, ανατροφοδότησης, συναισθηματικών παροτρύνσεων κ.ά. (Komis et al, (2013); Komis et al.,

(2016); Alimisis et al., (2019); Atmatzidou, (2018); Blancas et al., (2019)) και συνιστά ένα ευέλικτο μέσο υποστήριξης είτε των μαθητών ατομικά, είτε των συνεργαζόμενων ομάδων **(4) Γραπτές απαντήσεις**: Οι μαθητές απαντούν γραπτά στις προφορικές ερωτήσεις προτροπής του διδάσκοντα, μέσα σε ένα καθοδηγητικό πλαίσιο διαχείρισης της ΕΡ δραστηριότητας (Atmatzidou, 2018; Eguchi & Uribe, 2017). **(5) Κοινοποίηση/παρουσίαση έργου:** Οι μαθητές καταγράφουν βίντεο με το έργο τους ή το φωτογραφούν με στόχο να το κοινοποιήσουν τοπικά ή σε δημόσια εκδήλωση, μέσω βίντεο ή αφίσας (Alimisis et al, 2019; Eguchi & Uribe, 2017). **(6) Περιοδικό Μηχανικών (Engineering Journal):** Μετά από κάθε δραστηριότητα ΕΡ, οι μαθητές παρουσιάζουν τα προγράμματα που δημιούργησαν και εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του ρομπότ τους σε ένα περιοδικό Μηχανικών (Eguchi & Uribe, 2017). **(7) Σενάρια συνεργασίας** (collaboration script): Καταγράφονται δομημένα και εκτενώς επεξεργασμένα σενάρια συνεργασίας ως προς την ουσιαστική υποστήριξη της συνεργατικής μάθησης (όπως Jigsaw, Send a Problem, Think Aloud Pair Problem Solving (TAPPS) (Atmatzidou, 2018). **(8) Εναλλαγή ρόλων (role rotation):** Οι μαθητές εργάζονται σε μικρές ομάδες (2-4 ατόμων), όπου κάθε μέλος αναλαμβάνει έναν ρόλο όπως αναλυτής, σχεδιαστής αλγορίθμων, προγραμματιστής ή εκσφαλματιστής που εναλλάσσονται σε κάθε δραστηριότητα (Alimisis et al., (2019); Atmatzidou, 2018; Rativa, 2019).

Όπως προκύπτει και από την παρούσα έρευνα, ο πιο συνήθης τρόπος υποστήριξης των μαθητών σε δραστηριότητες ΕΡ είναι τα φύλλα δομημένων οδηγιών, όπου αναφέρεται η χρήση τους σε 8 (67%) από τα 12 άρθρα. Σε 5 από τα 12 άρθρα χρησιμοποιήθηκαν οι προτροπές του διδάσκοντα ως μέσο υποστήριξης. Εξάλλου και άλλες μελέτες επισημαίνουν ότι η διαδικασία μάθησης πρέπει να καθοδηγείται και να παρακολουθείται με διάφορες στρατηγικές, συμπεριλαμβανομένων των ερωτήσεων προτροπής, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα μαθησιακά οφέλη. Αξίζει να σημειώσουμε ότι τα υπόλοιπα εργαλεία υποστήριξης χρησιμοποιήθηκαν σε πολύ χαμηλότερο ποσοστό (από ένα ή δύο μόνο ερευνητές). Ωστόσο, η χαμηλή συχνότητα χρήσης τους δεν αναιρεί τη σημαντικότητα τους. Αντιθέτως, στα άρθρα στα οποία αναφέρεται η χρήση τους, παρουσιάζεται μια προσπάθεια υποστήριξης και ενίσχυσης των μαθητών με ένα πιο δομημένο και οργανωμένο τρόπο (Eguchi & Uribe, 2017; Alimisis et al., 2019; Atmatzidou & Dimitriadis, 2018).

Μελετώντας πιο διεξοδικά τα άρθρα αυτά, παρατηρούμε ότι εμπλέκουν πολλαπλά εργαλεία υποστήριξης (περισσότερα από δύο σε κάθε έρευνα) στις δραστηριότητες ΕΡ (Πίνακας 2). Ανάλογα με τους στόχους της κάθε έρευνας, επιλέχτηκαν τα κατάλληλα υποστηρικτικά εργαλεία από τους ερευνητές με στόχο τη διευκόλυνση της μαθησιακής διαδικασίας και την επίτευξη των μαθησιακών στόχων. Η έρευνα της Ατματζίδου (2018) έδειξε ότι η ΕΡ με την κατάλληλη καθοδήγηση και με ενδεδειγμένες τεχνικές υποστήριξης (φύλλα δομημένων οδηγιών, προτροπές διδάσκοντα, εναλλαγή ρόλων, σενάριο συνεργασίας, πρωτόκολλο think-aloud, γραπτές απαντήσεις) είναι ένα μέσο που μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάπτυξη της υπολογιστικής σκέψης και της μεταγνώσης (Atmatzidou et al., 2018). Οι Αλιμήσης κ.ά (2019), υποστηρικτές του κίνηματος των κατασκευαστών (Maker's Movement) και της ψηφιακής κατασκευής (digital fabrication), με το έργο τους eCraft2Learn βοήθησαν τους μαθητές να δημιουργήσουν τα δικά τους ρομποτικά αντικείμενα, υποστηρίζοντάς τους με φύλλα δομημένων οδηγιών, προτροπές διδάσκοντα, εναλλαγή ρόλων και με την κοινοποίηση/παρουσίαση των έργων τους. Οι Eguchi & Uribe (2017) χρησιμοποίησαν την ΕΡ ως εργαλείο για τη διδασκαλία των φυσικών επιστημών και διαπίστωσαν ότι οι γραπτές απαντήσεις των μαθητών, ενώ ασχολούνται με τη δημιουργία και τον προγραμματισμό των ρομπότ τους, αποτελεί ένα χρήσιμο υποστηρικτικό εργαλείο για μαθητές όλων των ηλικιών.

Τρόποι υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας

Όπως προκύπτει από την ανάλυσή μας, τα εργαλεία αυτά αντιστοιχούνται σε διαφορετικούς τρόπους διαχείρισης της μαθησιακής διαδικασίας.
Έχουμε, λοιπόν τρεις διαφορετικές κατηγορίες τρόπων υποστήριξης:

i. **Γνωστική υποστήριξη κατά τη δραστηριότητα μέσω γραπτών ή προφορικών οδηγιών** *(φύλλα δομημένων οδηγιών, προτροπές διδάσκοντα)* **και μέσω γραπτών ή προφορικών εκφράσεων των παιδιών** *(φύλλα δομημένων οδηγιών, πρωτόκολλο think aloud, γραπτές απαντήσεις)*.

ii. **Παροχή κίνητρου κοινωνικής εμβέλειας έργου**. Κίνητρο κοινωνικής εμβέλειας προϊόντος δραστηριότητας *(Κοινοποίηση/παρουσίαση έργου, Περιοδικό Μηχανικών)*.

iii. **Ρόλοι συνεργασίας κατά τη δραστηριότητα**. Επιμερισμός έργου και εμπλουτισμός από τη δυναμική της ομάδας *(Σενάρια συνεργασίας, Εναλλαγή ρόλων)*.

Πίνακας 3. Επίπεδα αλληλεπίδρασης των μαθητών και εργαλεία υποστήριξης

Άρθρα	Ατομικό	Δυαδικό		Ομαδικό		Δια-ομαδικό	Ολομέλεια
		Απλό	Δομημένο	Απλό	Δομημένο		
Altin et al. (2011)		Φδο					
Komis et al. (2013)				Φδο Πρ_δ			
Komis et al. (2016)	Φδο Πρ_δ	Φδο Πρ_δ		Φδο Πρ_δ			
Eguchi & Uribe (2017)			Γρ_απ		Γρ_απ	Π_ μηχ	Κ_εργ
Alimisis et al (2019)					Φδο Πρ_δ Εν_ ρολ	Εν_ ρόλ	Κ_εργ
Atmatzidou (2018)					Φδο Πρ_δ Εν_ ρολ Th-al Γρ_απ	Σεν_συν	
Blancas et al (2019)				Φδο Πρ_δ			
Rativa (2019)					Φδο Εν_ ρολ		
Veselovská & Mayerová (2019)		Φδο					

Φδο: Φύλλα δομημένων οδηγιών **Πρ_δ**: Προτροπές διδάσκοντα **Εν_ρολ**: Εναλλαγή ρόλων
Κ_εργ: Κοινοποίηση/ παρουσίαση έργου **Γρ_απ**: Γραπτές απαντήσεις **Σεν_συν**: Σενάριο συνεργασίας
Π_μηχ: Περιοδικό μηχανικών **Th-al**: Πρωτόκολλο Think Aloud

Οργάνωση της Κοινωνικής Αλληλεπίδρασης και Εργαλεία Υποστήριξης

Μελετώντας τους διδακτικούς σχεδιασμούς που διέπουν τις δραστηριότητες ρομποτικής καθώς και τα εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας, γεννάται το ερώτημα αν υπάρχει συσχέτιση με την ενδεχόμενη οργάνωση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ μαθητών (Ερώτημα Ε3). Από την επισκόπηση των πρωτογενών ερευνών προκύπτει το συμπέρασμα ότι σε όλες τις δραστηριότητες ΕΡ οι μαθητές οργανώνονται σε ομάδες των 2 ή 4 ατόμων, διαμορφώνοντας έτσι ένα κοινωνικό πλαίσιο αλληλεπίδρασης μεταξύ τους. Ωστόσο, μόνο σε 4 (33%) από τα 12 άρθρα οι ερευνητές αναφέρουν ένα δομημένο τρόπο αλληλεπίδρασης των μαθητών, χρησιμοποιώντας συγκεκριμένη τεχνική υποστήριξης (Eguchi & Uribe, 2017;

Alimisis et al., 2019; Atmatzidou & Dimitriadis, 2018; Rativa, 2019). Αξίζει να σημειωθεί ότι, σε 3 από τα 4 αυτά άρθρα με δομημένη αλληλεπίδραση μεταξύ μαθητών, εφαρμόζουν επιπρόσθετα δια-ομαδικότητα και επιδιώκουν δομημένη συνεργασία και των διαφορετικών ομάδων μεταξύ τους (Eguchi & Uribe, 2017; Alimisis et al., 2019; Atmatzidou & Dimitriadis, 2018). Ο Πίνακας 3, παρουσιάζει την συσχέτιση της οργάνωσης κοινωνικής αλληλεπίδρασης των μαθητών με τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για να τους υποστηρίξουν σε κάθε φάση. Από τον πίνακα αυτό εξαιρέθηκαν τα τρία άρθρα τα οποία δεν παρουσίαζαν τρόπους υποστήριξης δραστηριοτήτων ΕΡ (Eguchi, 2016; Alimisis & Loukatos, 2018; Chalmers, 2018). Μεταξύ άλλων παρατηρείται, ότι σε μικρές ηλικίες δεν καταγράφεται δόμηση ενδοομαδικής συνεργασίας (όπως Komis et al., 2013, 2016), με την υποστήριξη να βασίζεται περισσότερο στον διδάσκοντα, ενώ από την άλλη μεριά, όταν οι ερευνητές δίνουν ουσιαστική έμφαση στην δόμηση της συνεργασίας μεταξύ μαθητών παράλληλα εστιάζουν και στην επινόηση και χρήση πολλαπλών εργαλείων υποστήριξης προκειμένου να διασφαλίσουν σαφή νοητικά οφέλη για όλους τους μαθητές (όπως Ατματζίδου, 2018).

Συμπεράσματα

Στην παρούσα βιβλιογραφική επισκόπηση διερευνήθηκαν τα παιδαγωγικά πλαίσια και διδακτικοί σχεδιασμοί που διέπουν τις δραστηριότητες ΕΡ καθώς και τα εργαλεία και οι τρόποι με τα οποία υποστηρίζεται η μαθησιακή διαδικασία, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τον παράγοντα της οργάνωσης της κοινωνικής αλληλεπίδρασης μεταξύ μαθητών. Παρά το πλούσιο θεωρητικό υπόβαθρο που πλαισιώνει την ΕΡ, οι περισσότερες έρευνες της τελευταίας δεκαετίας, πάνω στο διδακτικό σχεδιασμό δραστηριοτήτων ΕΡ, στερούνται αυστηρού ερευνητικού σχεδιασμού και στοχευμένης μαθησιακής υποστήριξης. Επιπρόσθετα, για να αποδειχθούν οι επιπτώσεις της ΕΡ στην εκπαίδευση και οι προοπτικές ως εργαλείο μάθησης και διδασκαλίας για ποικίλα διδακτικά αντικείμενα, απαιτείται να αξιοποιηθούν πιο εκλεπτυσμένες τεχνικές ανάλυσης δεδομένων. Όσον αφορά τα εργαλεία υποστήριξης των δραστηριοτήτων ΕΡ, καταγράφονται συνολικά οκτώ διαφορετικά εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας. Ο πιο συνήθης τρόπος υποστήριξης των μαθητών είναι τα φύλλα δομημένων οδηγιών, ενώ είναι πολύ λίγες οι ερευνητικές προσπάθειες για υποστήριξη των μαθητών με μια πιο δομημένη και οργανωμένη μορφή (Eguchi & Uribe, 2017; Alimisis et al., 2019; Atmatzidou & Dimitriadis, 2018). Σε όλα τα άρθρα πρωτογενών ερευνών που μελετήθηκαν διαμορφώνεται ένα κοινωνικό πλαίσιο αλληλεπίδρασης μεταξύ των μαθητών γεγονός που επιβεβαιώνει την σύνδεση που υπάρχει μεταξύ της ΕΡ και της εργασίας σε ομάδες. Ωστόσο, στην πλειοψηφία τους οι ερευνητές αφενός δεν χρησιμοποιούν μια δομημένη μορφή αλληλεπίδρασης των μαθητών, αφετέρου δεν αξιοποιούν συγκεκριμένα, στοχευμένα εργαλεία υποστήριξης της μαθησιακής διαδικασίας. Τέλος, καταλήγουμε στην ανάγκη δημιουργίας ενός επεξεργασμένου εκπαιδευτικού πλαισίου για τις δραστηριότητες ΕΡ, που με την κατάλληλη υποστήριξη της διδασκαλίας και της μάθησης θα συμβάλει στην αποτελεσματική αξιοποίησή της στην καθημερινή σχολική πρακτική.

Αναφορές

Alimisis, D., Alimisi, R., Loukatos, D., & Zoulias, E. (2019). Introducing maker movement in educational robotics: beyond prefabricated robots and “black boxes”. In *Smart Learning with Educational Robotics* (pp. 93-115). Springer, Cham.

Alimisis, D. & Loukatos, D. (2018). *STEM education post-graduate students’ training in the eCraft2Learn ecosystem.* In 2nd International Conference on Innovating STEM Education, Athens, GR (pp. 22-24).

Alimisis, D., Frangou, S., & Papanikolaou, K. (2009). A constructivist methodology for teacher training in educational robotics: The TERECoP course in Greece through trainees' eyes. In *2009ninth IEEE international conference on advanced learning technologies* (pp. 24-28). IEEE.

Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of baltic science education*, 12(3), 365.

Altin, H., Pedaste, M., & Aabloo, A. (2011). Educational robotics and inquiry learning: A pilot study in a web-based learning environment. In *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 224-226). IEEE.

Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., &Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2.

Ατματζίδου, Σ. (2018). *Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης και μεταγνώσης των μαθητών*. Α.Π.Θ. Διαθέσιμο στο Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών. Ανακτημένο από http://thesis. ekt. gr/thesisBookReader/id/42916#page/1/mode/2up.

Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2012). Evaluating the role of collaboration scripts as group guiding tools in activities of educational robotics. Paper presented at the *2012 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Rome, Italy.

Atmatzidou, S., &Demetriadis, S. (2014). How to support students' computational thinking skills in educational robotics activities. In *Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education* (pp. 43-50).

Atmatzidou, S., &Demetriadis, S. (2016). A didactical model for educational robotics activities: A study on improving skills through strong or minimal guidance. In *International Conference EduRobotics 2016* (pp. 58-72). Springer, Cham.

Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How does the degree of guidance support students' metacognitive and problem solving skills in educational robotics?. *Journal of Science Education and Technology*, 27(1), 70-85.

Benitti, F. B. V. (2012). *Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review*. Computers & Education, 58(3), 978-988.

Blancas, M., Valero, C., Mura, A., Vouloutsi, V., &Verschure, P. F. (2019). "CREA": An Inquiry-Based Methodology to Teach Robotics to Children. In *International Conference on Robotics in Education (RiE)* (pp. 45-51). Springer, Cham.

Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93-100.

Δημητρακοπούλου Α. (2018). Τάσεις και διαστάσεις «Περιβαλλόντων Εκπαιδευτικών Υλικών» για Τεχνολογικά Εμπλουτισμένες Μαθησιακές Δραστηριότητες: Ορισμοί και Προσδιορισμοί. στο Χ. Σκουμπουρδή & Μ. Σκουμιός (Επιμ). *Πρακτικά 3ου Συνεδρίου για το Εκπαιδευτικό Υλικό στα Μαθηματικά και στις Επιστήμες*, 9-11 Σεπτ. 2018, Ρόδος , 117–145.

Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 4006-4014). AACE.

Eguchi, A. (2014). Learning Experience Through RoboCupJunior: Promoting Engineer-ing and Computational Thinking Skills through Robotics Competition. In *121st ASEE Annual Conference & Exposition* (Vol. 9844).

Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 692-699.

Eguchi, A., & Uribe, L. (2017). Robotics to promote STEM learning: Educational robotics unit for 4th grade science. In *2017 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 186-194). IEEE.

Hong, N. W. W., Chew, E., & Sze-Meng, J. W. (2016). The review of educational robotics research and the need for real-world interaction analysis. In *14th International Conference on control, automation, robotics and vision (ICARCV)* (pp. 1-6). IEEE.

Jung, S. E., & Won, E. S. (2018). Systematic review of research trends in robotics education for young children. *Sustainability*, 10(4), 905.

Komis, V., Tzavara, A., Karsenti, T., Collin, S., & Simard, S. (2013). Educational scenarios with ICT: An operational design and implementation framework. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 3244-3251). AACE.

Komis, V., Romero, M., &Misirli, A. (2016). A scenario-based approach for designing educational robotics activities for co-creative problem solving. *IntConference EduRobotics2016* (158-169) Springer

Lockyer, L., Heathcote, E., & Dawson, S. (2013). *Informing pedagogical action: Aligning learning analytics with learning design*. American Behavioral Scientist, 57(10), 1439–1459. doi:10.1177/0002764213479367.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. BasicBooks, 10 East 53rd St., New York, NY 10022-5299.

Παπαμαργαρίτη, Α. & Δημητρακοπούλου, Α. (2019). *Τεχνολογικά εμπλουτισμένες συνεργατικές δραστηριότητες για την υποστήριξη της διερευνητικής μάθησης – μια διεπιστημονική STEM προσέγγιση για μελέτη θεμάτων αιολικής ενέργειας*. σε Ν. Τζιμόπουλος (Ed), *Πρακτικά του 10ου Πανελλήνιο Συνέδριο των Εκπαιδευτικών για τις ΤΠΕ – Αξιοποίηση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στη Διδακτική Πράξη*, Ρόδος, 12-14 Απριλίου 2019, e-diktyo

Rativa, A. S. (2018). How can we teach educational robotics to foster 21st learning skills through PBL, Arduino and S4A?. In *Int. Conference on Robotics and Education RiE 2017* (pp. 149-161). Springer

Toh, L. P. E., Causo, A., Tzuo, P. W., Chen, I. M., & Yeo, S. H. (2016). A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 148-163.

Veselovská, M., &Mayerová, K. (2017). LEGO WeDo curriculum for lower secondary school. In *International Conference on Robotics and Education RiE 2017* (pp. 53-64). Springer, Cham.

Xia, L., & Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282.