

# Παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Καλαϊτζίδου Μαγδαληνή, Παχίδης Θεόδωρος

makalaz@cs.ihu.gr, pated@cs.ihu.gr

Τμήμα Πληροφορικής, Σχολή Θετικών Επιστημών, Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος (IHU), 65404 Καβάλα, Ελλάδα

## Περίληψη

Οι έννοιες της εκπαίδευσης STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Mathematics) και της ρομποτικής είναι άρρηκτα συνδεδεμένες. Η μία συμβάλει στην εκπλήρωση του σκοπού της άλλης. Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση συγκρίνει τις σύγχρονες προσεγγίσεις της ρομποτικής με τις παραδοσιακές μεθόδους μάθησης και μελετάει τους λόγους που δεν εφαρμόζονται αυτές οι προσεγγίσεις στην εκπαίδευση STEAM στο δημόσιο σχολείο, παρόλα τα πλεονεκτήματα που εμφανίζονται στις αντιλήψεις και τις συμπεριφορές των μαθητών. Προέκυψε ότι οι κύριοι παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση είναι οι αντιλήψεις και οι γνώσεις των εκπαιδευτικών, το σχολικό κλίμα, τα χαρακτηριστικά και το κόστος των ρομπότ που θα χρησιμοποιηθούν, αλλά και η μειωμένη επιστημονική έρευνα στον τομέα της ρομποτικής με επίκεντρο τη διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων.

**Λέξεις κλειδιά:** ρομποτική στην εκπαίδευση, εκπαιδευτική ρομποτική, εκπαίδευση STEAM, εμπόδια μάθησης

## Εισαγωγή

Πολλές έρευνες έχουν αναδείξει ότι οι έννοιες της ρομποτικής και της εκπαίδευσης STEAM συνδέονται αναπόσπαστα (Barnes et al., 2020; Chatzopoulos et al., 2019; Eguchi, & Okada, 2018; Karim et al., 2015; Sullivan, & Strawhacker, 2021). Αυτές οι δύο έννοιες θέτουν παρόμοιους εκπαιδευτικούς σκοπούς και στόχους και προεβνούν κοινές αρχές μάθησης. Η μία είναι αρωγός της άλλης για την εκπλήρωση των στόχων τους. Και οι δύο προωθούν την ομαδική εργασία, την ανάπτυξη της δημιουργικότητας και της φαντασίας στους μαθητές, βασίζονται στην δοκιμή, τον πειραματισμό και την ανακάλυψη της νέας γνώσης. Η ρομποτική βοηθάει να διδαχθούν ταυτόχρονα όλα τα πεδία του STEAM με έναν εφαρμοσμένο τρόπο. Δημιουργεί ένα συναρπαστικό και αυθεντικό περιβάλλον μάθησης που παρέχει στους μαθητές τη δυνατότητα να εφαρμόσουν τις γνώσεις που μαθαίνουν.

Παρά τα οφέλη που παρουσιάζουν η ρομποτική και η εκπαίδευση STEAM, παρατηρείται ότι σε πολλές χώρες εφαρμόζονται κυρίως σε βραχυπρόθεσμες δραστηριότητες και αναπτύσσονται ανεπίσημα μέσω εξωσχολικών δραστηριοτήτων (Mubin et al., 2013). Ο λόγος που, στις περισσότερες χώρες, δεν έχει ακόμη εισαχθεί η ρομποτική στην επίσημη εκπαίδευση ως εργαλείο μάθησης, σχετίζεται κατά κύριο λόγο με τη χρονοβόρα διαδικασία σχεδιασμού, η οποία απαιτεί εξαιρετικές δεξιότητες διαχείρισης όλων των απαιτήσεων της ρομποτικής.

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής εργασίας είναι να μελετήσει ποιοι είναι οι παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM και ποια είναι τα εμπόδια για την τροποποίηση του ισχύοντος προγράμματος σπουδών. Για την ικανοποίηση που παραπάνω σκοπού διεξήχθη συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με

τους όρους “Robot, STEAM, Education” σε διάφορες βάσεις αναζήτησης όπως το Scopus, το IEEE, το MDPI κ.α. Συγκεντρώθηκε ένα ικανοποιητικό πλήθος έγκυρων πηγών, από το οποίο αφαιρέθηκαν οι διπλοτυπίες, οι άσχετες πηγές και οι πηγές που ήταν γραμμένες σε γλώσσα διαφορετική από την Αγγλική και την Ελληνική. Έτσι, προέκυψε ένα πλήθος περίπου εξακοσίων (600) πηγών. Από αυτές, όμως, χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία μόνο αυτές που αναφέρονται στη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM, δίνοντας έμφαση σε αυτές που αναδύουν τις δυσκολίες που συναντάει η εφαρμογή των μεθόδων αυτών. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε επιπλέον αναζήτηση για καθέναν από τους παράγοντες που προέκυψαν μέσα από την βιβλιογραφική ανασκόπηση, με τον περιορισμό, βέβαια, της μικρής έκτασης που έπρεπε να έχει η παρούσα εργασία. Επίσης, προτιμήθηκαν κατά τα δυνατόν σύγχρονες πηγές.

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιείται, αρχικά, μία μικρή σύγκριση της ρομποτικής με τις παραδοσιακές μεθόδους. Έπειτα, συζητιούνται οι παράγοντες που καταστέλλουν την εφαρμογή των μεθόδων ρομποτικής στα σχολεία και τα εμπόδια για την τροποποίηση του σχολικού προγράμματος. Τέλος, μέσα από την ενότητα της συζήτησης αναδύονται τα συμπεράσματα της εργασίας.

### **Σύγκριση των προσεγγίσεων ρομποτικής με τις παραδοσιακές μεθόδους εκπαίδευσης**

Οι προσεγγίσεις και οι μέθοδοι της ρομποτικής στη διδασκαλία έχουν συγκριθεί με διάφορες άλλες μεθόδους πιο παραδοσιακές. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές εμπλέκονται στη διαδικασία της μάθησης πιο ενεργά από ότι στις παραδοσιακές μεθόδους διδασκαλίας (Radenski 2006).

Οι Lopez-Caudana et al. (2020) σύγκριναν τη μάθηση με το ρομπότ NAO ως μέσο υποστήριξης του εκπαιδευτικού με την παραδοσιακή διδασκαλία. Τα αποτελέσματα τους ήταν ευνοϊκά για το ρομπότ NAO, καθώς φάνηκε ότι οι μαθητές που δέχτηκαν την παρέμβαση είχαν μεγαλύτερη συγκέντρωση και ενδιαφέρον (κίνητρο) για την εργασία. Παρόλα αυτά, δεν εντοπίστηκαν σημαντικές διαφορές στην απόσπαση της προσοχής τους και στον ενθουσιασμό τους.

Η διδασκαλία με ρομπότ έχει συγκριθεί πέρα από τις παραδοσιακές μεθόδους και με μεθόδους που χρησιμοποιούν ψηφιακά μέσα όπως τα βίντεο ή τα εκπαιδευτικά παιχνίδια. Τα ρομπότ είναι πιο αποτελεσματικά ακόμη και από τους κινούμενους χαρακτήρες μιας οθόνης, διότι οι χαρακτήρες αυτοί είναι δύο διαστάσεων, ενώ τα ρομπότ εντοπίζουν τους μαθητές καθώς μπορούν να τα πιάσουν και να αλληλοεπιδράσουν μαζί τους (Nozawa et al., 2004).

Ανάλογα είναι και τα αποτελέσματα της σύγκρισης των ρομπότ-ηθοποιών με τις κλασσικές δραστηριότητες αφήγησης. Ένα πλεονέκτημα των δραστηριοτήτων θεάτρου και αφήγησης με ρομπότ είναι ότι βοηθούν τον μαθητή να έχει μια βαθιά κατανόηση του περιεχομένου που παρουσιάζεται μέσω μιας ιστορίας. Αν κατανοήσουν την ιστορία, μπορούν να προγραμματίσουν κάθε δράση των ηθοποιών ρομπότ. Στις παραδοσιακές δραστηριότητες αφήγησης και θεατρικής αγωγής, οι μαθητές επικεντρώνονται γενικά στον χαρακτήρα τους και δεν γνωρίζουν τι συμβαίνει με τους άλλους χαρακτήρες της ιστορίας. Ωστόσο, σε μια δραστηριότητα με ρομπότ, οι μαθητές πρέπει να έχουν κατανοήσει όλες τις ενέργειες που πρέπει να κάνουν όλοι οι ηθοποιοί ρομπότ (Bravo et al., 2021).

### **Παράγοντες που καταστέλλουν την εφαρμογή στη σχολική τάξη**

Η εισαγωγή των μεθόδων της ρομποτικής στη σχολική τάξη επιφέρει πολλαπλά οφέλη στους μαθητές. Υπάρχουν, όμως, ορισμένοι παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση των μεθόδων

αυτών. Τέτοιοι παράγοντες είναι η τιμή, ο τρόπος ενσωμάτωσης στο πρόγραμμα σπουδών, η αξιοποίηση τους με στόχο την πραγματική συμβολή στη μάθηση, οι ηθικές ανησυχίες των εκπαιδευτικών, οι φόβοι για πρόσθετο φόρτο εργασίας και η πολυπλοκότητα του συστήματος. Ίσως για αυτούς τους λόγους οι περισσότερες έρευνες επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες διδακτικές περιπτώσεις, όπως οι προσαρμοσμένες ρομποτικές πλατφόρμες για τη διδασκαλία του προγραμματισμού. Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει συνοπτικά τους βασικότερους παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM.

**Πίνακας 1. Σύνοψη των παραγόντων που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM**

Παράγοντας	Περιγραφή	Αναφορές
Αντιλήψεις και γνώσεις των εκπαιδευτικών	Οι εκπαιδευτικοί συχνά δεν έχουν τις απαιτούμενες γνώσεις των προσεγγίσεων της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM, γεγονός που τους δημιουργεί άγχος και άρνηση για την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων.	(Uğur-Erdoğmuş, 2021; Yang et al., 2021)
Πρόγραμμα σπουδών, αναλυτικά προγράμματα και σχολικά βιβλία	Είναι γραμμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μην προωθούν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM. Γίνονται αναφορές σε αυτούς τους τομείς, όμως όχι σε ικανοποιητικό βαθμό και με βοηθητικό τρόπο για τον εκπαιδευτικό και τους μαθητές.	(Alimisis, 2012; Belbase et al., 2022; Sarpounidis, & Alimisis, 2021; Sung et al., 2023; Vicente et al., 2021)
Σχολικό κλίμα και κουλτούρα	Στα δημόσια σχολεία τα δίκτυα συνεργασίας συχνά απουσιάζουν. Όμως, η δημιουργία μιας θετικής και συνεργατικής σχολικής κουλτούρας που δίνει τη δυνατότητα σε όλα τα μέλη του σχολείου να εργαστούν προς κοινούς στόχους, βελτιώνει την αποτελεσματικότητα του σχολείου και συνεπώς διευκολύνει την εφαρμογή καινοτόμων προγραμμάτων.	(Conde et al., 2021; Ismail et al., 2022; Soroko et al., 2020)
Χρηματικοί πόροι των δημόσιων σχολείων και έλλειψη υλικοτεχνικής υποδομής	Τα δημόσια σχολεία έχουν περιορισμένη και απαρχαιωμένη τεχνολογία, λόγω έλλειψης των απαραίτητων χρηματικών πόρων. Τα περισσότερα σχολεία διαθέτουν απλά υπολογιστή και διαδίκτυο και δεν έχουν εξοπλισμό εργαστηρίου και κατάλληλους χώρους για πρακτικές εμπειρίες.	(Chatzopoulos et al., 2019).
Χαρακτηριστικά και κόστος των ρομπότ	Είναι δύσκολη η επιλογή ενός ρομπότ που ταυτόχρονα θα είναι ελκυστικό, για να χρησιμοποιείται σε ποικίλα μαθήματα, θα ικανοποιεί τις ανάγκες όλων των μαθητών, θα έχει ικανοποιητικό μέγεθος για να είναι ορατό σε όλη την τάξη και να έχει και χαμηλό κόστος. Παράλληλα, η ίδια η φύση της ρομποτικής αποθαρρύνει την χρήση της, καθώς ο τρόπος εισαγωγής της γίνεται με συγκεκριμένες καινοτόμες προσεγγίσεις και απαιτούνται ορισμένες προϋπάρχουσες γνώσεις.	(Evrpidou et al., 2022; Kalaitzidou, & Pachidis, 2023; Özgür1 et al., 2017; You et al., 2006)
Μειωμένη επιστημονική έρευνα για τη διδασκαλία	Η επιστημονική έρευνα στον τομέα της ρομποτικής με επίκεντρο τη διδασκαλία άλλων γνωστικών αντικειμένων είναι περιορισμένη, καθώς οι περισσότεροι ερευνητές τα προηγούμενα χρόνια	(Kalaitzidou, & Pachidis, 2023)

άλλων γνωστικών αντικειμένων	εστίαζαν στη διδασκαλία του Προγραμματισμού και της Μηχανικής για την εισαγωγή της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM.	
Κίνητρα, ενδιαφέρον και επίπεδο των μαθητών	Η τάξη απαρτίζεται από μαθητές με διαφορετικές εκπαιδευτικές και κοινωνικές ανάγκες και ποικίλα κίνητρα και ενδιαφέροντα. Είναι δύσκολο, όμως, να εντοπιστεί μόνο ένα ρομπότ για την ικανοποίηση όλων αυτών των αναγκών.	(McKeen, 2019)
Πεποιθήσεις των γονέων	Οι ίδιοι οι γονείς θα πρέπει να εκπαιδευτούν στη χρήση της ρομποτικής και να αναπτύξουν θετική στάση απέναντί της, ώστε να παροτρύνουν τα παιδιά τους και να τους προμηθεύουν με τον απαραίτητο εξοπλισμό.	(Sung et al., 2023)

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 1, η ενσωμάτωση μεθόδων ρομποτικής στην εκπαίδευση συναντάει αρκετές δυσκολίες ή εμπόδια. Αρχικά, τη μεγαλύτερη δυσκολία αποτελούν οι ίδιοι οι εκπαιδευτικοί. Όπως αναφέρθηκε, οι εκπαιδευτικοί δεν έχουν την κατάλληλη επιμόρφωση για την εφαρμογή τέτοιων προγραμμάτων. Γεγονός που τους προκαταβάλλει αρνητικά προς τις μεθόδους αυτές και δεν επιθυμούν να προσπαθήσουν να τις εφαρμόσουν. Δε γνωρίζουν πώς να προετοιμαστούν και τι δραστηριότητες να εφαρμόσουν, αλλά και πώς να αξιολογήσουν μετέπειτα την αποτελεσματικότητά τους.

Οι εκπαιδευτικοί είναι αυτοί που θα εμπνεύσουν τους μαθητές και θα τους προκαλέσουν να ασχοληθούν με ενδιαφέρον με τέτοιες δραστηριότητες, όμως για να το κάνουν αυτό, θα πρέπει να έχουν πειστεί πρώτα οι ίδιοι για την σπουδαιότητα τους. Στο ελληνικό σχολείο οι μέθοδοι διδασκαλίας που χρησιμοποιούνται τείνουν να είναι πιο παραδοσιακές και δασκαλοκεντρικές. Έτσι, οι μαθητές δεν έχουν μάθει να δουλεύουν πρακτικά και να συνεργάζονται σε ομάδες. Οπότε, ίσως και οι ίδιοι οι μαθητές να προκαλούν δυσκολίες στην εφαρμογή τέτοιων μεθόδων.

Παράλληλα, η εφαρμογή καινοτόμων ρομποτικών δραστηριοτήτων επηρεάζεται και από το κλίμα που επικρατεί στο εκάστοτε σχολείο. Τέτοιες μέθοδοι είναι πιο εύκολο να εφαρμοστούν σε σχολεία όπου επικρατεί κλίμα συνεργασίας και συμπεριληψης. Η συμπεριληψη είναι δύσκολο να οριστεί καθώς πρόκειται για μία φιλοσοφία που προωθεί την ενεργό συμμετοχή και πρεσβεύει την αναδόμηση όλου του εκπαιδευτικού συστήματος προκειμένου να απευθύνεται στις ανάγκες όλων των μαθητών, ανεξάρτητα από την καταγωγή, τις ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες, τις διαπολιτισμικές τους διαφορές κ.α. (Angelídes, 2008). Παρατηρείται, λοιπόν, ότι η φιλοσοφία της συμπεριληψης μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη δραστηριοτήτων STEAM στην εκπαίδευση και το αντίστροφο. Παρόλα αυτά στα περισσότερα ελληνικά σχολεία είναι περιορισμένη η εμφάνιση της συμπεριληψης και η ερευνητική συνεργασία μεταξύ των εκπαιδευτικών για τους τομείς του STEAM. Είναι απαραίτητο, δηλαδή, να αναπτυχθούν δίκτυα συνεργασίας τόσο μεταξύ των εκπαιδευτικών, όσο και μεταξύ των εκπαιδευτικών με τον διευθυντή, τους γονείς, τους μαθητές, με άλλα σχολεία και με την ευρύτερη κοινωνία. Με αυτόν τον τρόπο όλα τα εμπλεκόμενα μέλη της εκπαίδευσης ανταλλάσσουν ιδέες, μοιράζονται τις σκέψεις τους και συνεργάζονται προς όφελος των μαθητών. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει να ακούγονται οι «φωνές» όλων των μαθητών, θα πρέπει δηλαδή το σχολείο να λαμβάνει υπόψη του τις ανάγκες, τα ενδιαφέροντα, τις προτιμήσεις και τα στυλ μάθησης κάθε μαθητή (Angelídes, 2008).

Επιπλέον, μία ακόμη δυσκολία για την εφαρμογή τέτοιων μεθόδων στο σχολικό πρόγραμμα αποτελεί η έλλειψη της κατάλληλης υλικότεχνικής υποδομής και η απουσία

ικανοποιητικών χρηματικών κεφαλαίων για το σχολικό σύστημα. Οι εργαστηριακές εγκαταστάσεις στα σχολεία και τα εκπαιδευτικά μέσα συνήθως βρίσκονται σε κακή κατάσταση (Ejjiwale, 2013). Πολλά σχολεία δεν είναι εξοπλισμένα με την απαραίτητη δομή εγκαταστάσεων, με εργαλεία και εξοπλισμό για την επαρκή υποστήριξη του STEAM. Ένα πλήρες πρόγραμμα STEAM χρειάζεται σχολικά βιβλία, εργαστηριακούς χώρους, εξοπλισμό, υλικά και προγράμματα σπουδών που είναι δαπανηρά. Επομένως, είναι κορυφαία προτεραιότητα να βρεθεί ένας τρόπος να ελαχιστοποιηθούν τα παραπάνω κόστη, όταν δεν υπάρχουν επαρκή επίπεδα χρηματοδότησης για την εκπαίδευση STEAM και για αυτό τον λόγο ερευνώνται και αναζητούνται αποτελεσματικές ρομποτικές μηχανές χαμηλού κόστους.

Ακόμη, το μέγεθος του ρομπότ θα μπορούσε να επηρεάσει την εφαρμογή των μεθόδων της ρομποτικής. Ένα μικρό ρομπότ, όπως το Robosapien V1, δεν θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε μία μεγάλη τάξη με περισσότερους από 30 μαθητές, καθώς δεν θα είχαν όλοι οι μαθητές την απαραίτητη επικοινωνία και επαφή με το ρομπότ. Επίσης, θα είναι περιορισμένη και η οπτική και ακουστική εμβέλεια του ρομπότ (You et al., 2006). Σε τέτοιες περιπτώσεις θα πρέπει να χρησιμοποιούνται περισσότερα ρομπότ. Το ιδανικό θα ήταν κάθε μαθητής να έχει το δικό του ρομπότ, το οποίο για να είναι εφικτό πρέπει να προταθεί ένα αρκετά οικονομικό ρομπότ (π.χ. 60 ευρώ), ώστε να μπορεί ο εκπαιδευτικός να ζητήσει από τον γονέα να το προμηθευτεί (Kalaitzidou & Pachidis, 2023). Έτσι, τα χαρακτηριστικά του ρομπότ είναι καθοριστικά για την αξιοποίηση του στην τάξη. Είναι δύσκολο να εντοπιστεί ένα ρομπότ εύχρηστο και εύελικο, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σχεδόν σε κάθε μάθημα.

Συνεπώς, για να είναι εφικτή η χρήση μεθόδων ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM και γενικότερα στο σχολικό πρόγραμμα είναι αναγκαία η αναδόμηση όλου του εκπαιδευτικού συστήματος. Οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να επιμορφωθούν, τα σχολεία να βελτιώσουν το περιβάλλον λειτουργίας τους, να προωθήσουν τις έννοιες της συνεργασίας και της συμπεριληψης, να εξοπλιστούν με τα κατάλληλα μέσα διδασκαλίας και τα σχολικά βιβλία και τα προγράμματα σπουδών να τροποποιηθούν ώστε να περιλαμβάνουν δραστηριότητες που αξιοποιούν τις δυνατότητες της ρομποτικής.

## Συζήτηση

Γενικά, υπάρχουν ποικίλες ρομποτικές μηχανές οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν στην τάξη. Από αυτές τις εκπαιδευτικές ρομποτικές πλατφόρμες, δεν έχει τόσο σημασία ποια πλατφόρμα θα επιλεγεί, όσο το πώς θα χρησιμοποιηθεί στην τάξη προς όφελος των μαθητών. Η εστίαση, δηλαδή, θα πρέπει να γίνει στις θεωρίες μάθησης και στις μεθόδους διδασκαλίας με τις οποίες αξιοποιούνται τα ρομπότ (Alimisis, 2012). Δεν έχει νόημα να εισάγεται απλά ένα ρομπότ στην τάξη και το μάθημα να συνεχίσει να γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο. Θα πρέπει οι μαθητές να εμπλακούν ενεργά στη μάθηση με το ρομπότ, να ανακαλύψουν οι ίδιοι, μόνοι τους τη νέα γνώση, μέσα από καινοτόμες δραστηριότητες που εμπλέκουν την τεχνολογία. Από κάποιους ερευνητές προτείνεται ένα σύστημα με πολλαπλά ρομπότ χαμηλού κόστους για τη διερεύνηση προβλημάτων στην τάξη (McLurkin et. al. 2013).

Η ρομποτική προσφέρει τα μέσα για την αποτελεσματική υλοποίηση της εκπαίδευσης STEAM (Bravo et al., 2017). Οι μαθητές έλκονται από τις δραστηριότητες διδασκαλίας με βάση τις προσεγγίσεις της ρομποτικής, ενθουσιάζονται και συμμετέχουν ενεργά. Μάλιστα, δίνεται η δυνατότητα στον εκπαιδευτικό να δημιουργήσει ένα περιβάλλον μάθησης που παρέχει ίσες ευκαιρίες σε όλους τους μαθητές με βάση τις προσωπικές τους εκπαιδευτικές ανάγκες, ανεξάρτητα από το μαθησιακό τους επίπεδο και στυλ, την καταγωγή τους, τις προηγούμενες εμπειρίες τους, το φύλο, τις ειδικές τους ανάγκες κ.α. Αξίζει να σημειωθεί ότι αυτή η ποικιλομορφία που υπάρχει στον μαθητικό πληθυσμό πρέπει να αντιμετωπίζεται ως πρόκληση για τον εκπαιδευτικό και όχι ως εμπόδιο. Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση

STEAM μπορεί να βοηθήσει τον εκπαιδευτικό να διαχειριστεί αυτή τη διαφορετικότητα (McKeen, 2019). Για παράδειγμα, μπορεί ο εκπαιδευτικός να επιλέξει ένα ρομπότ που μιλάει πάνω από μία γλώσσες για να συμπεριλάβει στη διδασκαλία του και αλλόγλωσσους μαθητές, ή ένα ρομπότ που προβάλλει λέξεις στον πίνακα για μαθητές με προβλήματα ακοής. Παρατηρείται, ότι πρέπει να δοθεί έμφαση στον εντοπισμό του κατάλληλου ρομπότ που θα χρησιμοποιηθεί για την εκπαίδευση STEAM. Προτείνεται ένα ρομπότ με πλήθος από αισθητήρες και χαρακτηριστικά, αλλά παράλληλα να είναι και οικονομικό, ώστε να μπορεί κάθε μαθητής και εκπαιδευτικός να το προμηθευτεί. Επίσης, να είναι μικρό για να μεταφέρεται εύκολα και ανθεκτικό προκειμένου να το έχει ο μαθητής όλα τα μαθητικά του χρόνια (Radenski 2006). Σημαντικό, ακόμη, είναι το ρομπότ να μπορεί να προγραμματιστεί με γλώσσες οπτικού προγραμματισμού, όπως το Scratch και Block Programming. Στις συγκεκριμένες εφαρμογές λογισμικού, οι εντολές κρύβονται πίσω από «κουτάκια» (Blocks) όπου το καθένα έχει τη δική του λειτουργία και είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν και να κατανοηθούν από τους μαθητές. Τέλος, προτιμάται η ασύρματη επικοινωνία μεταξύ της ρομποτικής πλατφόρμας και του υπολογιστή, καθώς σε πολλές περιπτώσεις οι μαθητές θα χρειαστεί να δημιουργήσουν πρωτότυπες εφαρμογές για κινητές συσκευές που αλληλεπιδρούν με άλλα συστήματα (Chatzopoulos et al., 2019). Οι Kalaitzidou & Pachidis (2023) παρουσίασαν τα ρομπότ που έχουν χρησιμοποιηθεί τα τελευταία χρόνια στην εκπαίδευση STEAM. Αναδύοντας την ανάγκη για ύπαρξη ρομπότ χαμηλού κόστους ώστε να μπορεί κάθε μαθητής να έχει το ατομικό του ρομπότ αλλά και την ανάγκη για σχεδιασμό συγκεκριμένων σχεδίων μαθήματος για την εφαρμογή δραστηριοτήτων STEAM.

Καθοριστικό ρόλο στην εφαρμογή των μεθόδων ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM διαδραματίζουν οι εκπαιδευτικοί, οι οποίοι, συνήθως, δε διαθέτουν τις κατάλληλες γνώσεις και τα κίνητρα για να ασχοληθούν με την όλη διαδικασία. Με την κατάλληλη εκπαίδευση και κατάρτιση οι εκπαιδευτικοί μπορούν να βελτιώσουν τη στάση τους απέναντι σε αυτές τις μεθόδους (Xeftaris, 2021). Το ρομπότ είναι ένα διαμεσολαβητικό εργαλείο, αλλά ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που έχει την ικανότητα της εφευρετικότητας με σκοπό να το ενσωματώσει στην εκπαιδευτική διαδικασία. Αυτή η ενοποίηση βοηθά στην προώθηση υβριδικών συστημάτων σε μαθησιακά περιβάλλοντα, με το διόνυμο εκπαιδευτικός-ρομπότ (Lopez-Caudana et al., 2020).

Η χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM θα προωθηθεί και με τη δημιουργία αναλυτικών προγραμμάτων σπουδών (Moro et al., 2018), καθώς δεν υπάρχουν επίσημα δομημένα προγράμματα σπουδών που να συνδέουν την παραδοσιακή με τη βασισμένη σε ρομπότ εκπαίδευση ή κάποιος οδηγός με συγκεκριμένα βήματα και δραστηριότητες προς τους μαθητές και τους εκπαιδευτικούς, που να περιγράφει τον τρόπο που μπορούν να εισαχθούν τα ρομπότ αποτελεσματικά σε όλα τα μαθήματα.

Οι παραπάνω προτάσεις βελτίωσης για να είναι αποτελεσματικές θα πρέπει να εφαρμοστούν σε ένα περιβάλλον με κλίμα συνεργασίας και ομαδικότητας. Προτείνεται η δημιουργία δικτύων συνεργασίας με την ερευνητική κοινότητα και η ανταλλαγή απόψεων και αποτελεσματικών πρακτικών (Conde et al., 2021). Μια εκπαιδευτική ρομποτική πρόταση μπορεί να εφαρμοστεί με μια προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη το μαθησιακό περιβάλλον, τον προγραμματισμό των δραστηριοτήτων, τους πόρους, τον χρόνο που απαιτείται για την υλοποίηση καθενός από αυτά και τη μεθοδολογία για την εκτέλεσή τους (Lopez-Caudana et al., 2020). Ωστόσο, προς το παρόν λίγες είναι οι έρευνες που έχουν εφαρμόσει τέτοιες μεθόδους στις σχολικές τάξεις. Συνήθως, οι ερευνητές ασχολούνται με εξωσχολικά προγράμματα ή με μεμονωμένες ενότητες στη σχολική τάξη.

## Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσει ποιοι είναι οι παράγοντες που καταστέλλουν τη χρήση της ρομποτικής στην εκπαίδευση STEAM και ποια τα εμπόδια για την τροποποίηση του ισχύοντος προγράμματος σπουδών. Συμπερασματικά, προέκυψε ότι παρόλο που οι προσεγγίσεις της ρομποτικής, που έχουν εφαρμοστεί στην εκπαίδευση, είναι πιο αποτελεσματικές από τις παραδοσιακές μεθόδους, οι εκπαιδευτικοί τείνουν να μην τις εφαρμόζουν, λόγω έλλειψης γνώσεων και τεχνολογικού υλικού. Έτσι, είναι αναγκαία η αναδιαμόρφωση όλου του εκπαιδευτικού συστήματος, η υπερπήδηση, δηλαδή, όλων των εμποδίων που παρουσιάστηκαν, ώστε αυτό να ανταποκρίνεται στις ιδιαίτερες ανάγκες του κάθε μαθητή, σεβόμενο την διαφορετικότητα που υπάρχει στις σχολικές τάξεις.

## Αναφορές

- Alimisis, D. (2012). *Robotics in Education & education in robotics: Shifting focus from technology to pedagogy*. Paper presented at the Robotics in Education, Praha.
- Angelides, P. (2008). Patterns of inclusive education through the practices of student teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 12(3), 317-329.
- Barnes, J., FakhrHosseini, S. M., Vasey, E., Park, C. H., & Jeon, M. (2020). Child-Robot Theater: Engaging Elementary Students in Informal STEAM Education Using Robots. *IEEE Pervasive Comput*, 19, 22-31.
- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(11), 2919-2955. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Bravo, F., Gonzalez, A.M., & Gonzalez, E. (2017). Interactive Drama with Robots for Teaching Non-Technical Subjects. *Journal of Human-Robot Interaction*, 6(2), 48-69.
- Bravo, F., Hurtado, J., & González, E. (2021). Using Robots with Storytelling and Drama Activities in Science Education. *Education Sciences*, 11(7), 329. <https://doi.org/10.3390/educsci11070329>
- Chatzopoulos, A., Papoutsidakis, M., Kalogiannakis, M., & Psycharis, S. (2019). Action Research Implementation in Developing an Open Source and Low Cost Robotic Platform for STEM Education. *International Journal of Computer Applications (0975 - 8887)*, 178 (24), 33-46.
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Fernández-Llamas, C., Ramos, M. J. C., Jesus, M. D., Celis, S., Gonçalves, J., Lima, J., Reimann, D., Jormanainen, I., Paavilainen, J., & García-Peñalvo, F. J. (2021). RoboSTEAM Project: Integrating STEAM and Computational Thinking Development by Using Robotics and Physical Devices. In J. G.-P. Francisco (Ed.), *Information Technology Trends for a Global and Interdisciplinary Research Community* (pp. 157-174). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4156-2.ch008>
- Eguchi, A., & Okada, H. (2018). Learning with social robots – The World Robot Summit's approach. *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*. DOI: 10.1109/ISECon.2018.8340504
- Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*, 7(2), 63-74.
- Evrpidou, S., Doitsidis, L., Tsinarakis, G., Zinonos, Z., & Chatzichristofis, S. A. (2022). Selecting a Robotic Platform for Education. In *Digest of Technical Papers - IEEE International Conference on Consumer Electronics* (Vol. 2022-January). Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/ICCE53296.2022.9730568>
- Ismail, M., Khatibi, A. A., & Ferdous Azam, S. M. (2022). Impact of School Culture on School Effectiveness in Government Schools in Maldives. *Participatory Educational Research*, 9(2), 261-279. <https://doi.org/10.17275/per.22.39.9.2>
- Kalaitzidou M, & Pachidis TP. (2023). Recent Robots in STEAM Education. *Education Sciences*, 13(3):272. <https://doi.org/10.3390/educsci13030272>
- Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education?. In *IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO 2015), Lyon, France, July 1-3, 2015*, 1-8. DOI:10.1109/ARSO.2015.7428217

- Lopez-Caudana, E., Ramirez-Montoya, M. S., Martínez-Pérez, S., Rodríguez-Abitia, G. (2020). Using Robotics to Enhance Active Learning in Mathematics: A Multi-Scenario Study. *Mathematics*, 8, 2163. <https://doi.org/10.3390/math8122163>
- McKeen, H. (2019). Culturally relevant preparedness using STEAM integrative teaching in the classroom. In *Advances in educational technologies and instructional design book series*. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-9348-5.ch008>
- McLurkin, J., Lynch, A. J., Rixner, S., Barr, T. W., Chou, A., Foster, K., & Billestein, S. (2013). A low-cost multi-robot system for research, teaching and outreach. In *Distributed Autonomous Robotics Systems* (pp. 597-609). Springer Berlin Heidelberg.
- Moro, M., Agatolio, F., & Menegatti, E. (2018). The development of robotic enhanced curricula for the RoboESL project: Overall evaluation and expected outcomes. *International Journal of Smart Education and Urban Society*, 9(1), 48-60. <https://doi.org/10.4018/IJSEUS>.
- Mubin, O., Stevens, C. J., Shahid, S., Mahmud, A. A., & Dong, J. J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1.
- Nozawa, Y., Dohi, H., Iba, H., & Ishizuka, M. (2004). Humanoid Robot Presentation Controlled by Multimodal Presentation Markup Language MPML. *Proc. 13th IEEE Int'l Workshop on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN2004), Kurashiki, Japan, No.026*.
- Özgür, A., Lemaignan, S., Johal, W., Beltran, M., Briod, M., Pereyre, L., Mondada, F., & Dillenbourg, P. (2017). Cellulo: Versatile Handheld Robots for Education. In HRI '17: Proceedings of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, 06- 09 March 2017, Vienna, Austria, 119-127. <https://doi.org/10.1145/2909824.3020247>
- Radenski, A. (2006). Python First: A lab-based digital introduction to computer science. In *ACM SIGCSE Bulletin* (Vol. 38, No. 3, pp. 197-201). ACM.
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2021). Educational Robotics Curricula: Current Trends and Shortcomings. In *Studies in Computational Intelligence* (Vol. 982, pp. 127-138). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_12)
- Soroko, N. V., Mykhailenko, L. A., Rokoman, O. G., & Zaselskiy, V. I. (2020). Educational electronic platforms for STEAM-oriented learning environment at general education school. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2643, pp. 462-473). CEUR-WS. <https://doi.org/10.55056/cte.386>
- Sullivan, A. & Strawhacker, A. (2021). Screen-Free STEAM: Low-Cost and Hands-on Approaches to Teaching Coding and Engineering to Young Children. In C. Cohnsen, & S. Garvis (Eds.), *Embedding STEAM in Early Childhood Education and Care*, (pp. 87-113). Cham: Palgrave Macmillan.
- Sung, J., Lee, J. Y., & Chun, H. Y. (2023). Short-term effects of a classroom-based STEAM program using robotic kits on children in South Korea. *International Journal of STEM Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00417-8>
- Uğur-Erdoğan, F. (2021, April 1). How do elementary childhood education teachers perceive robotic education in kindergarten? A qualitative study. *Participatory Educational Research*, 8(2), 421-434. <https://doi.org/10.17275/PER.21.47.8.2>
- Vicente, F. R., Zapatera Llinares, A., & Montes Sánchez, N. (2021). Curriculum analysis and design, implementation, and validation of a STEAM project through educational robotics in primary education. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 160-174. <https://doi.org/10.1002/cae.22373>
- Yang, L.; García-Holgado, A.; Martínez-Abad, F. (2021). A Review and Comparative Study of Teacher's Digital Competence Frameworks: Lessons Learned. In J. G.-P. Francisco (Ed.), *Information Technology Trends for a Global and Interdisciplinary Research Community* (pp. 51-71). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4156-2.ch003>
- You, Z. J., Shen, C. Y., Chang, C. W., Liu, B. J., & Chen, G. D. (2006). A Robot as a Teaching Assistant in an English Class. In Sixth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06), 5-7 July 2006, Kerkrade. DOI:10.1109/ICALT.2006.1652373
- Xefferis, S. (2021). Developing STEAM Educational Scenarios in Pedagogical Studies using Robotics: An Undergraduate Course for Elementary School Teachers. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 11(4), 7358-7362. <https://doi.org/10.48084/etasr.4249>