ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

(2024)

8ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Κοινωνικά Ρομπότ και Επαυξημένη Πραγματικότητα στην τάξη: Επιδόσεις και απόψεις μαθητών Δημοτικού

Χριστίνα Πασαλίδου, Ευθυμία Κόιου, Νικόλαος Φαχαντίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πασαλίδου Χ., Κόιου Ε., & Φαχαντίδης Ν. (2025). Κοινωνικά Ρομπότ και Επαυξημένη Πραγματικότητα στην τάξη: Επιδόσεις και απόψεις μαθητών Δημοτικού. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, 315–326. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/8451

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 22/02/2026 02:11:56

Κοινωνικά Ρομπότ και Επαυξημένη Πραγματικότητα στην τάξη: Επιδόσεις και απόψεις μαθητών Δημοτικού

Χριστίνα Πασαλίδου[1,2], Ευθυμία Κόιου[1], Νικόλαος Φαχαντίδης[1,2]
cpasalidou@uom.edu.gr, ite21023@uom.edu.gr, nfachantidis@uom.edu.gr
[1] Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
[2] Εργαστήριο Πληροφορικής και Ρομποτικής στην Εκπαίδευση και την Κοινωνία (LIRES), Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Περίληψη

Η Εκπαίδευση συνεχίζει να εξελίσσεται, καθώς βελτιώνεται και μελετάται η χρήση τεχνολογιών αιχμής στην τάξη, σε διάφορες βαθμίδες εκπαίδευσης. Τα κοινωνικά ρομπότ, όπως το NAO και εμβυθιστικές τεχνολογίες, όπως η επαυξημένη πραγματικότητα φαίνεται να έχουν θέση στη μαθησιακή διαδικασία με βάση τα αποτελέσματα εφαρμογής τους. Στην παρούσα έρευνα διερευνάται η χρήση αυτών των τεχνολογιών σε μαθητές Ε' και Στ' Δημοτικού (73 αγόρια και 60 κορίτσια), χωρίζοντάς τους σε μία ομάδα ελέγχου και δύο πειραματικές ομάδες, μία με ρομπότ και μία με επαυξημένη πραγματικότητα. Συλλέχθηκαν ποσοτικά δεδομένα μέσα από ερωτηματολόγια γνώσεων και στάσεων και ποιοτικά δεδομένα μέσω ομαδικών συνεντεύξεων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι μαθητές είχαν βελτιωμένες επιδόσεις. Παρ΄όλα αυτά υπήρχαν ελάχιστες περιπτώσεις που εμφάνισαν αρνητική μεταβολή, ενώ η στάση τους απέναντι στις τεχνολογίες που χρησιμοποίησαν δεν ήταν αρνητική. Η θετική στάση των μαθητών και η πρόθεση για χρήση στην τάξη ωθεί στην περαιτέρω διερεύνηση του τρόπου ένταξής τους στη διδασκαλία.

Λέξεις κλειδιά: Κοινωνικά ρομπότ, Επαυξημένη Πραγματικότητα, Δημοτικό, επιδόσεις, στάσεις

Εισαγωγή

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας έχει οδηγήσει στη χρήση όλο και περισσότερων τεχνολογικών μέσων και εργαλείων στη σχολική τάξη. Οι καινοτόμες τεχνολογίες, καθώς εξελίσσονται με γρήγορο ρυθμό, φέρνουν την αλλαγή στον τομέα της Εκπαίδευσης, επιδιώκοντας να προσφέρουν μία διαφορετική εμπειρία στους μαθητές (Cukurova & Luckin, 2018).

Η χρήση ανθρωπόμορφων κοινωνικών ρομπότ έχει διευρυνθεί τα τελευταία χρόνια, με αυτά να είναι σχεδιασμένα για να μπορούν να αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους προσφέροντας φυσικότητα και διαδραστικότητα κατά την επικοινωνία (Breazeal et al., 2016). Αρκετές έρευνες έχουν μελετήσει τη χρήση κοινωνικών ρομπότ στην εκπαίδευση, δηλαδή ρομπότ τα οποία μέσω της αλληλεπίδρασης με τους μαθητές στοχεύουν στην υποστήριξη της μάθησης και της διδασκαλίας (Johal, 2020). Ο ρόλος των κοινωνικών ρομπότ στη διδασκαλία μπορεί να διαφέρει, ανάλογα με τους στόχους των εκπαιδευτικών και των ερευνητών. Για παράδειγμα, ένα κοινωνικό ρομπότ στην τάξη μπορεί να δρα ως εκπαιδευτικός, βοηθός εκπαιδευτικού, εκπαιδευόμενος ή συμμαθητής (Rohlfing et al 2022).

Η επαυξημένη πραγματικότητα (ΕΠ), επίσης αποτελεί μία τεχνολογία με δυνατότητες και οφέλη για τη διδασκαλία και τη μάθηση. Σύμφωνα με τους Pedaste et al. (2020), η ΕΠ αποτελεί μία χρήσιμη τεχνολογία που μπορεί να προωθήσει τη διερευνητική μάθηση και την ανακάλυψη της γνώσης. Μπορεί να επιφέρει θετικά αποτελέσματα τόσο μαθησιακά, όσο και σε επίπεδο κινήτρων και αισθητηριακής εμπλοκής των μαθητών (Garzon et al., 2019). Σύμφωνα με τον Elmqaddem (2019) τεχνολογίες, όπως αυτή της επαυξημένης

πραγματικότητας, μετατρέπουν το μάθημα σε μία περισσότερο διασκεδαστική αλλά και αποτελεσματική διαδικασία, με τους μαθητές να βλέπουν το οπτικοποιημένο περιεχόμενο, να συμμετέχουν και να χειρίζονται τα επαυξημένα αντικείμενα.

Γενικά, οι μαθητές είναι πρόθυμοι και θέλουν να χρησιμοποιούν εναλλακτικές μεθόδους μάθησης (Demetriadou et al., 2019) και εκπαιδευτικές τεχνολογίες στην τάξη. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται σπουδαία η διερεύνηση της χρήσης τους, ώστε να βρεθεί ο βέλτιστος τρόπος αξιοποίησης που θα οδηγήσει σε μία αποτελεσματική διδασκαλία. Βέβαια, έρευνες έχουν δείξει ότι συγκρίνοντας εναλλακτικούς τρόπους διδασκαλίας μπορεί να μην υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην κατάκτηση της γνώσης (Vogt et al., 2019).

Συναφείς έρευνες

Εφαρμογή ανθρωπόμορφων κοινωνικών ρομπότ στην Εκπαίδευση

Η μελέτη της σύγχρονης βιβλιογραφίας έχει δείξει ότι η χρήση των κοινωνικών ρομπότ μέσα σε σχολικό περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει την επίδοση, αλλά και την εμπλοκή των μαθητών στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η παρουσία των ρομπότ στην τάξη μπορεί να τους κινητοποιήσει και να τους βοηθήσει να λειτουργήσουν πιο αποτελεσματικά. Το γεγονός αυτό έχει γίνει αντικείμενο έρευνας σε πλήθος ερευνών (Belpaeme et al., 2018, Komatsubara et al., 2019, Baxter et al., 2017), μέσω των οποίων φάνηκε ότι οι μαθητές παρουσιάζουν βελτιωμένα γνωστικά αποτελέσματα μετά τη διδασκαλία με ρομπότ.

Εκτός, όμως, από τη βελτίωση στο γνωστικό επίπεδο, θετική φαίνεται να είναι και η στάση των μαθητών, απέναντι σε αυτές τις οντότητες. Στην έρευνα του Smakman και των συνεργατών του (2021) σε μαθητές Δημοτικού, ηλικίας 9-12 ετών, μετά τη γνωριμία και συνεργασία τους με το ρομπότ NAO στην τάξη, οι μαθητές δήλωσαν ότι ένιωσαν πιο άνετα σε σχέση με τους εκπαιδευτικούς, καθώς ήταν πιο υπομονετικό και καθόλου επικριτικό μαζί τους. Επιπλέον, φαίνεται ότι η στάση των ρομπότ απέναντι στους μαθητές επηρεάζει την επίδοσή τους. Οι Jones και Castellano (2018) χρησιμοποίησαν το ανθρωποειδές ρομπότ NAO σε δύο ομάδες μαθητών 10-12 ετών. Στη μία ομάδα το ρομπότ ήταν πολύ φιλικό και ενθαρρυντικό, ενώ στην άλλη ομάδα ήταν τυπικό και απόμακρο. Από την έρευνα βρέθηκε ότι η ομάδα με το ενθαρρυντικό ρομπότ σημείωσε καλύτερες βαθμολογίες στην επίδοση, σε σχέση με τη δεύτερη ομάδα μαθητών. Οι So και Lee (2023) ασχολήθηκαν με τη στάση μαθητών Γ΄ και Δ΄ Δημοτικού μετά την παρακολούθηση ενός μαθήματος από το ρομπότ NAO. Οι μαθητές ενθουσιάστηκαν, έδειξαν μεγάλο ενδιαφέρον προς αυτή την οντότητα και δήλωσαν ότι προτιμούν το NAO σε σχέση με τους δασκάλους τους.

Η ανασκόπηση των Woo et al. (2021), μεταξύ άλλων, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι πολύ σημαντικό ρόλο, στην αποδοχή των ρομπότ από τη μεριά μαθητών δημοτικού, παίζει η δυνατότητα των ρομπότ να θυμούνται τα ονόματα των μαθητών, καθώς κάτι τέτοιο δίνει τη δυνατότητα για μεγαλύτερη φαινομενική αλληλεπίδραση. Σύμφωνα με τους Conde et al. (2016), οι μαθητές δημοτικού νιώθουν άνετα τόσο με την ύπαρξη του ρομπότ στην τάξη στον ρόλο του εκπαιδευτικού, αλλά και ως οντότητα με την οποία μπορούν να συζητήσουν. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι το γεγονός πως οι μαθητές μεγαλώνουν και αλληλεπιδρούν καθημερινά με την τεχνολογία, τους βοηθά να αποδεχτούν χωρίς καμία δυσκολία τα ρομπότ, ακόμα και αν δεν τα έχουν συναντήσει ποτέ ξανά.

Εφαρμογή της επαυξημένης πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας (ΕΠ) φαίνεται ότι μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη για τους μαθητές τόσο σε γνωστικό επίπεδο, όσο και σε επίπεδο στάσεων (Zhang & Aslan, 2021, Rellia, 2022), όταν αυτή εντάσσεται στην εκπαιδευτική διαδικασία. Η ΕΠ δίνει τη

δυνατότητα σχεδιασμού δραστηριοτήτων με παιγνιώδη μορφή. Αυτές οι δραστηριότητες προκαλούν τη θετική στάση και το ενδιαφέρον των παιδιών κατά τη διάρκεια της κατάκτησης της νέας γνώσης, όπως έδειξαν και οι μελέτες των Herpich et al. (2018) και των Volioti et al. (2022).

Αναφορικά με τις επιδόσεις των μαθητών, η επαυξημένη πραγματικότητα σύμφωνα με τους Chang et al. (2022) φαίνεται να έχει σπουδαίο αντίκτυπο στην κατάκτηση γνώσεων. Σε σχέση με την παραδοσιακή διδασκαλία, η χρήση της ΕΠ στην τάξη αυξάνει τα μαθησιακά και γνωστικά αποτελέσματα (Ozdemir et al, 2018).

Σχετικά με τις στάσεις των μαθητών απέναντι στη χρήση εμβυθιστικών τεχνολογιών, οι Maas και Hughes (2020), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι μαθητές αντιμετώπισαν τις δράσεις που ενέπλεκαν τις νέες τεχνολογίες θετικά. Οι Demetriadou et al. (2019) επίσης κατέγραψαν τη θετική αντίληψη μαθητών δημοτικού, καθώς και την επιθυμία χρήσης εναλλακτικών μεθόδων μάθησης πιο συχνά στο μάθημά τους.

Στην ανασκόπησή τους, οι Hidayat et al. (2021) αναφέρουν όλα τα πλεονεκτήματα που φαίνεται να έχει η χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας. Μεταξύ άλλων, γίνεται λόγος για θετική στάση, αυξημένη ικανοποίηση και αυτοπεποίθηση των μαθητών. Σε αντίστοιχο συμπέρασμα κατέληξαν και ο Cai και οι συνεργάτες του (2022) στην έρευνά τους, στην οποία μαθητές και μαθήτριες δημοτικού σχολείου μετά την αξιοποίηση της ΕΠ για τη διδασκαλία μαθήματος των Φυσικών επιστημών επεσήμαναν τη θετική τους στάση απέναντι στη χρήση αυτής της τεχνολογίας.

Οι Afnan et al. (2021) στην έρευνά τους μελέτησαν την αποτελεσματικότητα της ΕΠ σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, και σε γνωστικό επίπεδο, αλλά και σε επίπεδο στάσεων. Οι εκπαιδευτικές δραστηριότητες επαυξημένης πραγματικότητας φάνηκε να ενισχύουν την επίδοση και την κινητοποίηση των μαθητών σε σχέση με διδασκαλία που δεν περιλαμβάνει την τεχνολογία της ΕΠ. Σχετικά με τη στάση των μαθητών μελέτησαν την πρόθεση χρήσης και στο μέλλον, την ικανοποίηση και το άγχος. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως παρατηρήθηκε αυξημένη πρόθεση χρήσης και ικανοποίηση από τους μαθητές, σε αντίθεση με τα χαμηλά ποσοστά άγχους που σημειώθηκαν (Afnan et al., 2021).

Η χρήση τεχνολογιών που βασίζεται στην ΕΠ προκαλεί θετική στάση στους μαθητές απέναντι στη διαδικασία της διδασκαλίας, ιδιαίτερα σε μαθήματα όπως η Φυσική και τα Μαθηματικά (Çetin, 2022). Μάλιστα, οι Sökmen et al. (2023) στην έρευνά τους σε μαθητές δημοτικού κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ομάδα μαθητών που χρησιμοποίησε ΕΠ στο μάθημα είχε θετική στάση προς τις νέες τεχνολογίες, προς τη διδακτική ενότητα κι επιπλέον, πιο έντονη συμμετοχή στις δραστηριότητες της τάξης.

Συνδυασμός ρομπότ και Επαυξημένης Πραγματικότητας στην Εκπαίδευση

Στην Εκπαίδευση, τόσο τα ρομπότ όσο και η επαυξημένη πραγματικότητα έχουν αξιοποιηθεί με θετικά αποτελέσματα για τους μαθητές και τη μαθησιακή διαδικασία. Σύμφωνα με την έρευνα των Makhataeva και Varol (2020), η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας έχει εισέρθει στην ρομποτική, λειτουργώντας ως μέσο για αλληλεπίδραση και παροχή πληροφοριών κατά τη χρήση και επικοινωνία με τα ρομπότ.

Οι Johal et al. (2019) μελέτησαν τον εμπλουτισμό των ρομπότ με πληροφορίες μέσω επαυξημένης πραγματικότητας σχετικά με την κατάσταση και την τιμή των αισθητήρων των ρομπότ. Χρησιμοποιώντας το ρομπότ Thymio, σχεδίασαν ένα διδακτικό σενάριο με δραστηριότητες που συνδύαζαν το ρομπότ με την τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας, βασισμένο στο αναλυτικό πρόγραμμα. Με τον τρόπο αυτό οι μαθητές μπορούσαν να «δουν» τα σήματα και τις ιδιότητες του αισθητήρα υπερύθρων.

Στην έρευνά τους, οι Xefteris, Palaigeorgiou και Zoumpourtikoudi (2021) πρότειναν τη χρήση εκπαιδευτικών ρομπότ σε ένα περιβάλλον μεικτής πραγματικότητας. Πιο συγκεκριμένα, έγινε επαύξηση του χώρου όπου ήταν τοποθετημένο το ρομπότ EV3 Lego Mindstorms, ώστε να προσομοιάζει το διάστημα. Οι μαθητές έδειξαν να είναι εντυπωσιασμένοι από το σύστημα μάθησης που συνδύαζε τις παραπάνω τεχνολογίες, ενώ αυξήθηκαν και τα μαθησιακά τους αποτελέσματα αναφορικά με την εναλλαγή ημέρας και νύχτας.

Όσον αφορά τη διδασκαλία με κοινωνικό ρομπότ και επαυξημένη πραγματικότητα, οι Karakosta et al. (2023) στην έρευνά τους σε Νηπιαγωγείο χρησιμοποίησαν το ανθρωποειδές ρομπότ NAO ως δάσκαλο για την εκμάθηση σημάτων κυκλοφοριακής αγωγής. Κατά την παρέμβασή τους, οι μαθητές χρησιμοποίησαν μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας σε μία δραστηριότητα μορφής παιχνιδιού με το ρομπότ, ενώ άκουγαν προσεκτικά τις οδηγίες του. Χρησιμοποιώντας ένα ρομπότ – δάσκαλο οι Groechel et al. (2023) σχεδίασαν ένα περιβάλλον προγραμματισμού σε επαυξημένη πραγματικότητα, το οποίο είχε ως στόχο την ανάπτυξη της περιέργειας και της πρόθεσης των μαθητών δημοτικού να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό και τα πεδία STEM. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές έπειτα από τη χρήση του συστήματος MoveToCode, αλλά οι μαθητές ενδιαφέρθηκαν για την έρευνα και διατύπωσαν διάφορες ερωτήσεις στους ερευνητές προς την κατεύθυνση του STEM.

Σύμφωνα με τον Bassyouni και Elhajj (2021), η επαυξημένη πραγματικότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα με την τεχνητή νοημοσύνη σε ποικίλες ρομποτικές εφαρμογές, βοηθώντας στην οπτικοποίηση των περίπλοκων λειτουργιών και καταστάσεων.

Παρούσα έρευνα

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας έρευνας αποτελεί η διερεύνηση της χρήσης νέων τεχνολογιών, όπως των κοινωνικών ρομπότ και της επαυξημένης πραγματικότητας στην τάξη από μαθητές Δημοτικού σχολείου. Ειδικότερα, έπειτα από την ποσοτική ανάλυση των μαθησιακών αποτελεσμάτων των μαθητών σε προηγούμενη έρευνα (Pasalidou, Fachantidis & Koiou, 2023), κρίθηκε σημαντική η μελέτη όχι μόνο του μέσου όρου, αλλά και των μαθητών που εμφάνισαν αισθητά πιο χαμηλές επιδόσεις και αν η στάση τους απέναντι στις τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν είναι θετική ή αρνητική. Πέρα από τα ποσοτικά δεδομένα, σπουδαία είναι και τα ποιοτικά δεδομένα αναφορικά με την άποψη των μαθητών για τα μαθήματα με ρομπότ και ΕΠ και την ενδεχόμενη προτίμησή τους με βάση τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε εμπειρίας.

Υποθέσεις έρευνας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, διαμορφώθηκαν οι ακόλουθες ερευνητικές υποθέσεις τις οποίες θα μελετήσει η παρούσα έρευνα:

- Οι μαθητές με χαμηλές επιδόσεις στα τεστ κατάκτησης της γνώσης θα έχουν αρνητική στάση απέναντι στις τεχνολογίες που χρησιμοποίησαν.
- Η στάση των μαθητών απέναντι στη χρήση του κοινωνικού ρομπότ NAO και της επαυξημένης πραγματικότητας, αντίστοιχα, είναι θετική.
- Οι μαθητές προτιμούν τη χρήση ενός κοινωνικού ρομπότ στην τάξη σε σχέση με κάποια άλλη τεχνολογία, όπως αυτή της επαυξημένης πραγματικότητας.

Μεθοδολογία

Σχεδιασμός της έρευνας

Οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που σχεδιάστηκαν είχαν ως γνωστικό αντικείμενο τη Γεωγραφία και πιο συγκεκριμένα τα μνημεία της Ευρώπης. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας διαμορφώθηκαν τρεις ομάδες, μία ελέγχου και δύο πειραματικές. Στην πρώτη, η διδασκαλία έγινε από τον εκπαιδευτικό της τάξης, με τον τρόπο που έχουν συνηθίσει οι μαθητές. Στην πειραματική ομάδα 1, το ίδιο μάθημα έγινε από το ρομπότ NAO της εταιρίας Aldebaran. Είναι ένα ανθρωποειδές κοινωνικό ρομπότ το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί από την ερευνητική κοινότητα ευρέως. Στην πειραματική ομάδα 2, το μάθημα έγινε με χρήση μίας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε μέσω της πλατφόρμας ARTutor, μίας πλατφόρμας που είναι εύκολη στη χρήση και συστήνεται για εκπαιδευτικούς. Το περιεχόμενο και στις τρεις παρεμβάσεις ήταν το ίδιο, απλά είχε διαφορετική μορφή παρουσίασης στους μαθητές. Οι υπόλοιπες συνθήκες, όπως η διάρκεια του μαθήματος, η χρονική περίοδος, η αίθουσα κάθε ομάδας ήταν σχεδιασμένες ώστε ο μόνος διαφορετικός παράγοντας να είναι η χρήση (ή μη) των μελετώμενων τεχνολογιών.

Εικόνα 1. Μάθημα με το ρομπότ NAO (αριστερά) και μάθημα με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας (δεξιά)

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτέλεσαν μαθητές Ε' και Στ' Δημοτικού από την περιοχή της Ραιδεστού. Συνολικά, 73 μαθητές και 60 μαθήτριες (45,1%) συμμετείχαν στην έρευνα, έπειτα από την συγκατάθεση των γονέων και κηδεμόνων τους. Ειδικότερα, υπήρχαν 47 μαθητές/τριες στην ομάδα ελέγχου, 38 στην πειραματική ομάδα 1 με το ρομπότ και 48 συμμετέχοντες στην πειραματική ομάδα 2 με τη χρήση επαυξημένης πραγματικότητας.

Μέσα συλλογής δεδομένων και ανάλυση

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τόσο ποσοτικές, όσο και ποιοτικές μέθοδοι. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν τεστ πριν και μετά τις παρεμβάσεις (pre – post tests). Τα

τεστ αυτά χρησιμοποιούνται κατά κόρον σε έρευνες που εξετάζουν την κατάκτηση της γνώσης. Στην παρούσα έρευνα, τα τεστ περιείχαν 20 ερωτήσεις της μορφής πολλαπλής επιλογής και συμπλήρωσης κενών. Κάθε ερώτηση βαθμολογούνταν με μία μονάδα. Για την ανάλυσή τους δημιουργήθηκε η μεταβλητή gain, η οποία δείχνει τη διαφορά των τελικών σκορ από τα αρχικά, ώστε να βρεθεί η μεταβολή της βαθμολογίας.

Αναφορικά με τη στάση των μαθητών, χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο MARAM των Koutromanos και Mikropoulos (2021) που διαμορφώθηκε για τους μαθητές, καθώς είχαν ενδιαφέρον οι παράγοντες της πρόθεσης χρήσης, στάσης, χρησιμότητας, ευχρηστίας, αντιλαμβανόμενου πλεονεκτήματος και απόλαυσης που εμπεριέχονται στο ερωτηματολόγιο. Στην παρούσα έρευνα έγινε περιγραφική ανάλυση δεδομένων από το ερωτηματολόγιο στάσεων, ιδίως για τους μαθητές χαμηλών επιδόσεων.

Τέλος, πραγματοποιήθηκαν ομαδικές συνεντεύξεις στις πειραματικές ομάδες. Οι συνεντεύξεις αυτές ήταν ημι-δομημένες και περιελάμβαναν δύο ερωτήσεις: «Πώς σας φάνηκε το μάθημα με το ρομπότ/ την ΕΠ;», «Θα θέλατε να ξανακάνετε μάθημα με το ρομπότ/ την ΕΠ;». Στην ομάδα που παρακολούθησε και τις δύο παρεμβάσεις έγιναν επιπρόσθετες ερωτήσεις, όπως «Ποιο μάθημα σας άρεσε πιο πολύ; Γιατί;», «Ποιο μάθημα ήταν πιο ενδιαφέρον;», «Ανάμεσα στις τεχνολογίες, ποια προτιμάτε για το μάθημα στην τάξη;». Για την ανάλυσή τους έγινε απομαγνητοφώνηση και κατηγοριοποίηση των απαντήσεων.

Διαδικασία

Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις ομάδες. Η ομάδα ελέγχου έκανε μάθημα με τον εκπαιδευτικό της τάξης, η πρώτη πειραματική ομάδα έκανε μάθημα με το ρομπότ NAO ως δάσκαλο, ενώ η τρίτη ομάδα χρησιμοποίησε κινητές συσκευές για την εφαρμογή της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας. Οι μαθητές ήταν χωρισμένοι σε υπο-ομάδες των 3-4 ατόμων. Όλες οι ομάδες πριν τις παρεμβάσεις συμπλήρωσαν ατομικά ένα ερωτηματολόγιο γνώσεων για την αξιολόγηση της πρότερής τους γνώσης σχετικά με τα μνημεία της Ευρώπης. Ακολούθησαν οι παρεμβάσεις. Η κάθε παρέμβαση διήρκησε περίπου μισή ώρα.

Μετά την κάθε παρέμβαση οι μαθητές απάντησαν στα ερωτηματολόγια μεταελέγχου γνώσεων (post tests) για την μελέτη όσων αποκόμισαν από το μάθημα. Οι μαθητές των πειραματικών ομάδων απάντησαν, επίσης, σε ερωτηματολόγια αποδοχής της εκάστοτε τεχνολογίας που χρησιμοποίησαν και σε ερωτήσεις ομαδικής συνέντευξης σχετικά με την εμπειρία τους.

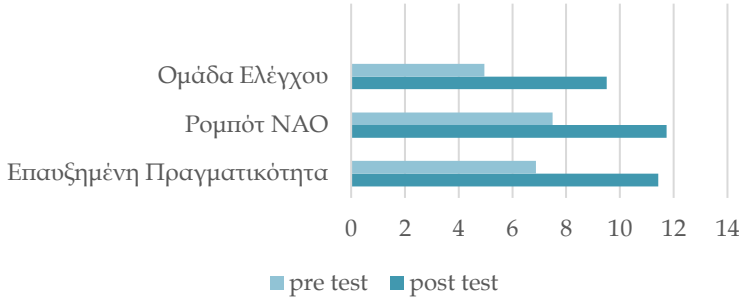
Σε δεύτερο στάδιο, έπειτα από δύο εβδομάδες, η πειραματική ομάδα 1 (ρομπότ NAO) υλοποίησε την διδασκαλία με την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας. Έχοντας πραγματοποιήσει και τις δύο μορφές διδασκαλίας οι μαθητές της ομάδας αυτής απάντησαν σε ερωτήσεις ομαδικής συνέντευξης αναφορικά με τη σύγκριση και την προτίμησή τους ανάμεσα στις τεχνολογίες με τις οποίες ήρθαν σε επαφή.

Αποτελέσματα

Ερωτηματολόγια γνώσεων και στάσεων

Η ομάδα ελέγχου, αποτελούμενη από 47 μαθητές, εμφάνισε βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, έπειτα από αξιολόγηση των pre και post test με μέγιστη δυνατή βαθμολογία το 20, οι μαθητές σημείωσαν μέσο όρο 4,96 (min. 1, max. 11) πριν και 9,51 (min. 2, max. 18) μετά το μάθημα με τον εκπαιδευτικό, χωρίς την αξιοποίηση νέων τεχνολογιών, πέραν του προτζέκτορα της τάξης. Αντίστοιχα, η πειραματική ομάδα 1 (n=38) που υλοποίησε μάθημα με το ρομπότ NAO εμφάνισε βελτίωση με Μ.Ο. πριν 7,50 (min. 3, max.

13) και Μ.Ο. μετά 11,74 (min. 1, max. 20), ενώ η πειραματική ομάδα 2 (n=48) που υλοποίησε παρέμβαση με χρήση επαυξημένης πραγματικότητας σημείωσε κατά μέσο όρο 6,88 (min. 1, max. 16) πριν και 11,42 μονάδες (min. 1, max. 20) μετά τη διδασκαλία.



Σχήμα 1. Μέσοι όροι (Μ.Ο.) των ερωτηματολόγιων γνώσεων πριν (pre test) και μετά (post test) την παρέμβαση σε κάθε ομάδα

Οι μέσοι όροι στα τεστ μετά τις παρεμβάσεις ήταν εμφανώς υψηλότεροι από τα τεστ πριν την υλοποίηση των ερευνητικών παρεμβάσεων. Μάλιστα, οι πειραματικές ομάδες είχαν παρόμοιους μέσους όρους επίδοσης, τόσο αρχικά, όσο και έπειτα από τη χρήση των τεχνολογιών. Παρ᾽ όλα αυτά, οι βαθμολογίες κατά μέσο όρο ήταν σχετικά χαμηλές σε όλες τις ομάδες. Σύμφωνα με τις αναλύσεις αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας σε επίπεδο κατάκτησης γνώσεων (Pasalidou, Fachantidis & Koiou, 2023) φαίνεται ότι η χρήση είτε του ρομπότ ΝΑΟ, είτε της Επαυξημένης Πραγματικότητας είχε βελτιωμένα αποτελέσματα στους γνωστικούς στόχους σε σχέση με τη διδασκαλία αποκλειστικά από εκπαιδευτικό, αλλά η διαφορά αυτή δεν είναι στατιστικά σημαντική.

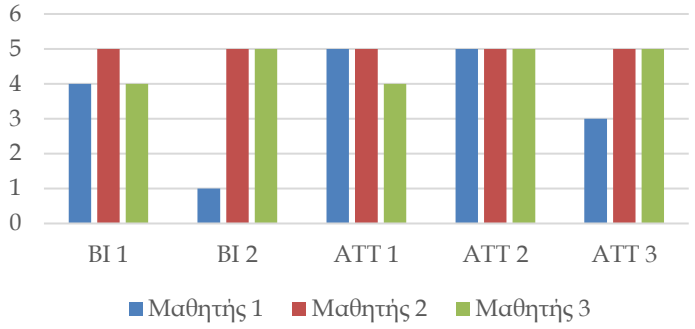
Όσον αφορά τη στάση των μαθητών, οι μέσοι όροι για όλες τις μεταβλητές του μοντέλου MARAM, εκτός από τη μεταβλητή των συνθηκών εφαρμογής (δηλαδή αν υπήρχε ο επαρκής χρόνος χρήσης και τα μέσα για την υλοποίηση), ήταν σε σχετικά υψηλά επίπεδα, τόσο στην πειραματική ομάδα με τη χρήση του ρομπότ ΝΑΟ, όσο και στην πειραματική ομάδα με την επαυξημένη πραγματικότητα. Η μεταβλητή της στάσης απέναντι στο ρομπότ ΝΑΟ σημείωσε τον υψηλότερο μέσο όρο (Μ.Ο.= 4,22, Τ.Α.=0,723), ενώ η ίδια μεταβλητή της στάσης απέναντι στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας από τους μαθητές ήταν λίγο χαμηλότερη, όμως θετική (Μ.Ο.=3,63, Τ.Α.=1,029).

Περνώντας σε μία πιο εξατομικευμένη ανάλυση του δείγματος, παρατηρήθηκε ότι, παρόλο που ο μέσος όρος όλων των ομάδων ήταν υψηλότερος μετά τις παρεμβάσεις, ορισμένοι μαθητές δε σημείωσαν βελτίωση ή μάλιστα εμφάνισαν χαμηλότερα σκορ στα τεστ μετα-ελέγχου σε σχέση με τα τεστ διάγνωσης της πρότερης γνώσης αναφορικά με τα μνημεία της Ευρώπης.

Στην ομάδα ελέγχου (μεταβολή-gain min=-1, max=10), μόνο ένας μαθητής εμφάνισε αρνητική κατά μία μονάδα μεταβολή της βαθμολογίας του, ενώ δύο μαθητές είχαν ίδια βαθμολογία πριν και μετά τη διδασκαλία.

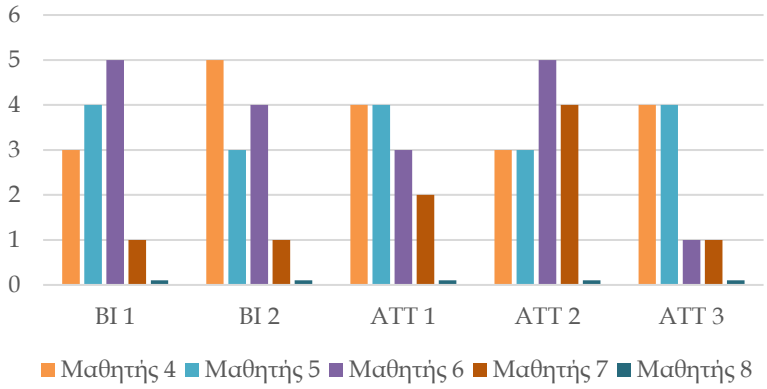
Αναφορικά με τους μαθητές των πειραματικών ομάδων που σημείωσαν βαθμολογία post test μικρότερη από τη βαθμολογία στο pre test, μελετήθηκε η στάση τους και η πρόθεσή τους να ξαναχρησιμοποιήσουν τις τεχνολογίες με τις οποίες ήρθαν σε επαφή, ώστε να υπάρξει μία πρώτη εικόνα για πιθανή συσχέτιση των μεταβλητών. Στην πειραματική ομάδα 1 (ρομπότ

NAO) (μεταβολή-gain min=-5, max=10), 3 από τους 38 ήταν οι μαθητές οι οποίοι εμφάνισαν μικρότερη βαθμολογία μετά τη διδασκαλία με το κοινωνικό ρομπότ. Οι μαθητές αυτοί, στις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στάσεων φάνηκε να έχουν θετική στάση απέναντι στη χρήση του ρομπότ στην τάξη. Βέβαια, ένας από τους τρεις έδωσε την ίδια απάντηση (5 - συμφωνώ απόλυτα) σε όλες τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου στάσεων, γεγονός που υποδεικνύει είτε ότι ενθουσιάστηκε με το ρομπότ, είτε ότι δε διάβασε με προσοχή τις Likert δηλώσεις του ερωτηματολογίου.



Σχήμα 2. Ρομπότ NAO – Πρόθεση χρήσης (BI1, BI2) και στάση (ATT1, ATT2, ATT3) μαθητών με χαμηλές επιδόσεις στο post test

Στην πειραματική ομάδα 2 (επαυξημένη πραγματικότητα) (μεταβολή-gain min=-3, max=14), 5 μαθητές από τους 48 είχαν αρνητική μεταβολή της βαθμολογίας τους μετά την παρέμβαση. Από αυτούς τους μαθητές, οι τρεις είχαν σχετικά θετική στάση απέναντι στην τεχνολογία που χρησιμοποίησαν, σε έναν δεν άρεσε η επαυξημένη πραγματικότητα με τη μορφή που υλοποιήθηκε και δε θα ήθελε να την αξιοποιήσει ξανά στο μέλλον, ενώ ένας μαθητής δεν απάντησε στις ερωτήσεις στάσεων.



Σχήμα 3. Επαυξημένη Πραγματικότητα - Πρόθεση χρήσης (BI1, BI2) και στάση (ATT1, ATT2, ATT3) μαθητών με χαμηλές επιδόσεις στο post test

Αξίζει να σημειωθεί ότι όλοι οι μαθητές με αρνητική μεταβολή ήταν αγόρια.

Όσον αφορά τους μαθητές που είχαν υψηλή βαθμολογία (>= 16) στα post test έπειτα από τις παρεμβάσεις (ομάδα ελέγχου: 3 μαθητές από τους 47 (3 αγόρια), ομάδα ρομπότ ΝΑΟ: 9 μαθητές από τους 38 (5 αγόρια, 4 κορίτσια), ομάδα ΕΠ: 10 μαθητές από τους 48 (6 αγόρια, 4 κορίτσια)), παρατηρήθηκε ότι αυτοί οι μαθητές είχαν, επίσης, υψηλή βαθμολογία και στα pre test, σημειώνοντας βελτίωση (gain) 6-8 μονάδες η ομάδα ελέγχου, 3-9 μονάδες η ομάδα με το ρομπότ και 4-7 μονάδες η ομάδα που χρησιμοποίησε επαυξημένη πραγματικότητα με εξαίρεση δύο μαθητές της ομάδας ΕΠ, οι οποίοι είχαν χαμηλή βαθμολογία στο pre test και αρίστευσαν στο post test (gain > 10 μονάδες).

Συνεντεύξεις

Οι μαθητές και οι μαθήτριες των πειραματικών ομάδων κλήθηκαν μετά το πέρας των παρεμβάσεων να απαντήσουν σε δύο ερωτήσεις ομαδικής συνέντευξης αναφορικά με την γενική αποτίμηση του εναλλακτικού τρόπου διδασκαλίας και την επιθυμία τους για χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών ξανά στο μέλλον, στο πλαίσιο της τάξης. Πιο συγκεκριμένα, έπειτα από τις παρεμβάσεις με τη χρήση τεχνολογιών κοινωνικής ρομποτικής και επαυξημένης πραγματικότητας, οι συμμετέχοντες απάντησαν σε ερωτήσεις συνέντευξης σε ομάδες των 3-4 ατόμων, όπως ήταν χωρισμένοι για τη δραστηριότητα.

Αναφορικά με τη συνολική αποτίμηση του μαθήματος με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας οι μαθητές είχαν θετική στάση, αναφέροντας για το μάθημα εμπλουτισμένο με ΕΠ: «Ήταν τέλεια», «Πάρα πολύ ωραία (η εφαρμογή ΕΠ στο κινητό)», «Εύκολη η εφαρμογή», «Πολύ ενδιαφέρουσα». Παρ' όλα αυτά υπήρχαν και μερικά αρνητικά σχόλια που αφορούσαν την καθυστερημένη εμφάνιση μερικών στοιχείων επαύξησης λόγω ασθενούς σύνδεσης στο διαδίκτυο, π.χ. «Η εφαρμογή (ΕΠ) κολλούσε και ήταν λίγο βαρετό», «Ήταν λίγο κουραστικό που δεν ακούγαμε τις σωστές φωνές». Οι τεχνικές δυσκολίες, βέβαια, δεν λειτούργησαν αποθαρρυντικά, καθώς όλοι οι μαθητές δήλωσαν ότι θα επιθυμούσαν να κάνουν ξανά μάθημα με ΕΠ. Μάλιστα, μία μαθήτρια απάντησε: «Το προτιμώ από το βιβλίο. Είναι πιο σύγχρονο».

Σχετικά με την παρέμβαση με το ρομπότ ΝΑΟ, όλοι οι μαθητές ήταν θετικοί και ενθουσιασμένοι, κυρίως λόγω της πρώτης επαφής τους με ένα κοινωνικό ρομπότ. Δε δήλωσαν να τους δυσκόλεψε κάτι, ενώ ομόφωνα απάντησαν ότι θα ήθελαν να τους επισκεφτεί ξανά στην τάξη. Χαρακτήρισαν το μάθημα με το ρομπότ πολύ διαφορετικό και θα ήθελαν να μάθουν περισσότερα σχετικά με το πώς λειτουργεί και τι άλλα μπορεί να κάνει.

Η ομάδα που διδάχτηκε με το ρομπότ ΝΑΟ σε δεύτερο στάδιο χρησιμοποίησε και την εφαρμογή ΕΠ. Συνεπώς, οι μαθητές που βίωσαν και τις δύο διδασκαλίες κλήθηκαν να συγκρίνουν τις δύο τεχνολογίες και να δηλώσουν την προτίμησή τους. Οι πλειονότητα των μαθητών δήλωσε ότι προτιμά το ρομπότ ΝΑΟ στη διδασκαλία, καθώς «Ήταν ρομπότ και ήταν πιο ενδιαφέρον», «Το ρομπότ στα εξηγούσε και ήταν πιο δραστήριο». Οι υποστηρικτές της ΕΠ απάντησαν ότι σου δείχνει μπροστά σου μέρη, σαν να βρίσκεσαι εκεί, μπορεί να σε ταξιδέψει, μπορείς να δεις τα αξιοθέατα. Τέλος, σε ερώτηση στην ολομέλεια αναφορικά με την χρήση και των δύο τεχνολογιών στο ίδιο μάθημα, οι μαθητές δήλωσαν ότι θα ήταν ωραίο και ενδιαφέρον να έβλεπαν τα στοιχεία ΕΠ και το ρομπότ ΝΑΟ να εξηγεί παράλληλα τι βλέπουν, με την προϋπόθεση, όμως, ότι όλα θα λειτουργούσαν σωστά και θα είχαν περισσότερες κινητές συσκευές για την επαυξημένη πραγματικότητα.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Η αξιοποίηση νέων τεχνολογιών μπορεί να επιφέρει βελτιωμένα μαθησιακά αποτελέσματα. Η χρήση κοινωνικών ρομπότ στην εκπαίδευση εμφανίζει οφέλη στη διδασκαλία (Belpaeme et al., 2018). Βέβαια, για την επιτυχημένη αλληλεπίδραση των μαθητών με το ρομπότ χρειάζεται μελέτη των παραγόντων που την επηρεάζουν και προσεκτικός σχεδιασμός του μαθησιακού πλαισίου, ώστε να ενισχυθεί η αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας (Robaczewski et al., 2021). Αντίστοιχα, η επαυξημένη πραγματικότητα αποτελεί μία τεχνολογία που μπορεί να βοηθήσει την κατάκτηση της γνώσης Chang et al. (2022) με έναν πιο διαδραστικό τρόπο.

Στην παρούσα έρευνα πέρα από τα βελτιωμένα κατά μέσο όρο μαθησιακά αποτελέσματα, παρατηρήθηκε ένα αρκετά μικρό ποσοστό μαθητών οι οποίοι είχαν χαμηλές επιδόσεις, τόσο πριν τις παρεμβάσεις, όσο και μετά, ενώ μάλιστα κάποιοι σημείωσαν χαμηλότερα σκορ στα post test σε σχέση με τα pre test. Αυτό είχε παρατηρηθεί και την έρευνα των Kam et al. (2009), οι οποίοι βρήκαν μεγάλη ποικιλία στη μεταβολή της επίδοσης των μαθητών (gain), με δύο μαθητές να εμφανίζουν αρνητική μεταβολή. Πιθανή αιτία αποτελεί η γενική δυσκολία των μαθητών χαμηλής επίδοσης να διερευνούν τη γνώση (Simons, & Klein, 2007) και η έλλειψη κινήτρων για κατάκτηση της νέας γνώσης. Βέβαια, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν κατάφεραν να κινητοποιήσουν τους μαθητές να συμμετέχουν στη μαθησιακή διαδικασία. Λόγω της ύπαρξης μεγάλης διαφοράς στις μαθησιακές επιδόσεις των μαθητών, είναι σημαντική η παροχή ενθάρρυνσης και κινήτρων ώστε οι μαθητές χαμηλών επιδόσεων να μη μένουν πολύ πιο πίσω από τους μαθητές με υψηλότερες επιδόσεις (Hung, Young, & Lin, 2015).

Η στάση των μαθητών φάνηκε να είναι θετική. Ακόμα και οι μαθητές με χαμηλές επιδόσεις δεν ήταν αρνητικοί στην χρήση τέτοιων τεχνολογιών και στο μέλλον. Οι μαθητές νιώθουν άνετα με ένα κοινωνικό ρομπότ στην τάξη και θέλουν να συζητούν, αλλά και να μαθαίνουν από αυτό (Conde et al., 2016). Παράλληλα, είναι εξοικειωμένοι με τις κινητές συσκευές και υιοθετούν θετική στάση απέναντι στη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας στο μάθημα (Cai et al., 2022). Όσον αφορά την προτίμησή τους, οι περισσότεροι διάλεξαν το ρομπότ NAO. Εξάλλου, οι μαθητές ενθουσιάζονται βλέποντας ένα κοινωνικό ρομπότ στην τάξη και δείχνουν ενδιαφέρον σε αυτό (So & Lee, 2023). Η επαυξημένη πραγματικότητα είχε πιο έντονο στο στοιχείο της οπτικοποίησης, αλλά στην παρούσα έρευνα υπήρχε τεχνικό πρόβλημα με το διαδίκτυο του σχολείου και πιθανώς αυτός ήταν ένας λόγος που την προτίμησαν λιγότεροι μαθητές συγκριτικά με το ρομπότ. Συνεπώς, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές Δημοτικού μπορούν να μάθουν με αυτές τις τεχνολογίες και ο ενθουσιασμός που προκαλούν δε δυσχεραίνει τη μάθηση. Παρ᾽ όλα αυτά, θα ήταν καλό να γίνουν βελτιώσεις στο σχεδιασμό των μαθησιακών εμπειριών, ώστε να ωθούνται ακόμη παραπάνω οι μαθητές, ιδίως όσοι σημειώνουν χαμηλή επίδοση, για μία πιο αποτελεσματική διδασκαλία και μάθηση.

Ευχαριστίες

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της «3ης Προκήρυξης ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για Υποψήφιους/ες Διδάκτορες» (Αριθμός Υποτροφίας: 6390)

Βιβλιογραφικές αναφορές

Afnan, Muhammad, K., Khan, N., Lee, M.-Y., Imran, A.S., Sajjad, M. (2021). School of the Future: A Comprehensive Study on the Effectiveness of Augmented Reality as a Tool for Primary School Children's Education. *Applied Sciences*, *11*, 5277.

Bassyouni, Z., & Elhajj, I. H. (2021). Augmented reality meets artificial intelligence in robotics: A systematic review. *Frontiers in Robotics and AI*, *8*, 724798.

Baxter P, Ashurst E, Read R, Kennedy J, Belpaeme T (2017) Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *Plos one,* 12(5), e0178126.

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science Robotics, 3,* eaat5954.

Breazeal, C., Dautenhahn, K., & Kanda, T. (2016). Social robotics. *Springer handbook of robotics*, 1935-1972.

Cai S, Jiao X, Li J, Jin P, Zhou H, Wang T. (2022). Conceptions of Learning Science among Elementary School Students in AR Learning Environment: A Case Study of "The Magic Sound". *Sustainability*. 14(11), 6783.

Çetin, H. (2022). A Systematic Review of Studies on Augmented Reality Based Applications in Primary Education. *International Journal of Education and Literacy Studies, 10*(2), 110-121.

Chang, H. Y., Binali, T., Liang, J. C., Chiou, G. L., Cheng, K. H., Lee, S. W. Y., & Tsai, C. C. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact. *Computers & Education*, *191*, 104641.

Conde, M. Á., Fernández-Llamas, C., Rodríguez-Lera, F. J., Rodríguez-Sedano, F. J., Matellán-Olivera, V., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Analysing the attitude of students towards robots when lectured on programming by robotic or human teachers. In *F. J. GarcíaPeñalvo (Ed.), Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)*, 59-65. ACM.

Cukurova, M; Luckin, R; (2018) Measuring the Impact of Emerging Technologies in Education: A Pragmatic Approach. In: *Voogt, J and Knezek, G and Christensen, R and Lai, KW, (eds.) Second Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. Springer, Cham: Cham, Switzerland.

Demetriadou, E., Stavroulia, K.-E., & Lanitis, A. (2019). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25(1), 381–401.

Elmqaddem, N. (2019). Augmented Reality and Virtual Reality in Education. Myth or Reality? *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 14(03), 234–242.

Garzón, Juan, & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, *27*, 244-260.

Groechel, T. R., Goktan, I., Ly, K., Velentza, A. M., & Matarić, M. J. (2023). MoveToCode: An Embodied Augmented Reality Visual Programming Language with an Autonomous Robot Tutor for Promoting Student Programming Curiosity. In *2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (pp. 2533-2540). IEEE.

Herpich, F., Nunes, F., De Lima, J., Tarouco, L. (2018). Augmented Reality Game in Geography: An Orientation Activity to Elementary Education. In *2018 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI)* (pp. 601-606). Las Vegas, NV, USA.

Hidayat, H., Sukmawarti, S., & Suwanto, S. (2021). The application of augmented reality in elementary school education. *Research, Society and Development*, *10*(3), e14910312823-e14910312823.

Hung, H. C., Young, S. S. C., & Lin, C. P. (2015). No student left behind: A collaborative and competitive game-based learning environment to reduce the achievement gap of EFL students in Taiwan. *Technology, Pedagogy and Education*, *24*(1), 35-49.

Johal, W. (2020). Research trends in social robots for learning. *Current Robotics Reports*, *1*(3), 75-83.

Johal, W., Robu, O., Dame, A., Magnenat, S., & Mondada, F. (2019). Augmented robotics for learners: A case study on optics. In *2019 28th IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (1-6). IEEE.

Jones, A., Castellano, G. (2018). Adaptive Robotic Tutors that Support Self-Regulated Learning: A Longer-Term Investigation with Primary School Children. *International Journal of Social Robotics* 10, 357–370.

Kam, M., Kumar, A., Jain, S., Mathur, A., & Canny, J. (2009). Improving literacy in rural India: Cellphone games in an after-school program. In *2009 International Conference on Information and Communication Technologies and Development (ICTD)*, 139-149. IEEE.

Karakosta, A., Velentza, A. M., Pasalidou, C., & Fachantidis, N. (2023). Socially Assistive Robotics optimizing Augmented Reality Educational Application for Teaching Traffic Safety in Kindergarten.

In *2023 32nd IEEE International Conference on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN)* (1210-1215). IEEE.

Komatsubara, T., Shiomi, M., Kaczmarek, T., Kanda, T. & Ishiguro. H. (2019). Estimating children's social status through their interaction activities in classrooms with a social robot. *International Journal of Social Robotics,* 11, 35–48.

Koutromanos, G., & Mikropoulos, T. A. (2021). Mobile augmented reality applications in teaching: A proposed technology acceptance model. In *2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)* (1-8). IEEE.

Maas, M. & Hughes, J. (2020) Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: a review of the literature, Technology. *Pedagogy and Education*, *29*(2), 231-249.

Makhataeva, Z., & Varol, H. A. (2020). Augmented reality for robotics: A review. *Robotics*, *9*(2), 21.

Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S., Demir, M. (2018). The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study. *Eurasian Journal of Educational Research, 74*, 165-186.

Pasalidou, C., Fachantidis, N., & Koiou, E. (2023). Using Augmented Reality and a Social Robot to Teach Geography in Primary School. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 371-385). Cham: Springer Nature Switzerland.

Pedaste M, Mitt G, & Jürivete T. (2020). What Is the Effect of Using Mobile Augmented Reality in K12 Inquiry-Based Learning? *Education Sciences*. 10(4), 94.

Rellia, M. (2022). The use of augmented reality in teaching geography at primary level. *European Journal of Alternative Education Studies*, *7*(1).

Robaczewski, A., Bouchard, J., Bouchard, K., & Gaboury, S. (2021). Socially Assistive Robots: The Specific Case of the NAO. *International Journal of Social Robotics*, *13*(4), 795–831.

Rohlfing, K. J., Altvater-Mackensen, N., Caruana, N., Van den Berghe, R., Bruno, B., Tolksdorf, N. F., & Hanulíková, A. (2022). Social/dialogical roles of social robots in supporting children's learning of language and literacy—A review and analysis of innovative roles. *Frontiers in Robotics and AI*, *9*, 971749.

Simons, K. D., & Klein, J. D. (2007). The impact of scaffolding and student achievement levels in a problem-based learning environment. *Instructional science*, *35*, 41-72.

Smakman, M., Vogt, P., & Konijn, E. A. (2021). Moral considerations on social robots in education: A multi-stakeholder perspective. *Computers & Education*, *174*, 104317.

So, S. & Lee, N. (2023). Pedagogical exploration and technological development of a humanoid robotic system for teaching to and learning in young children, *Cogent Edu-cation*, 10(1), 2179181.

Sökmen, Y., Sarikaya, İ., & Nalçacı, A. (2023). The Effect of Augmented Reality Technology on Primary School Students' Achievement, Attitudes Towards the Course, Attitudes Towards Technology, and Participation in Classroom Activities. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 1–16.

Vogt, P., van den Berghe, R., de Haas, M., Hoffman, L., Kanero, J., Mamus, E., et al. (2019). Second language tutoring using social robots: A large-scale study, in *Proc.2019 ACM/IEEE Int. Conf. Hum. Robot Interaction*, 497–505.

Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Kazlaris, G. C., Rizikianos, G., & Kitras, C. (2022). Augmented Reality Applications for Learning Geography in Primary Education. *Applied System Innovation*, *5*(6), 111. MDPI AG.

Woo, H., LeTendre, G., Pham-Shouse, T., Xiong, Y. (2021). The use of social robots in classrooms: A review of field-based studies. *Educational Research Review*. 33:100388.

Xefteris, S., Palaigeorgiou, G., & Zoumpourtikoudi, H. (2021). Educational robotics for creating "tangible simulations": a mixed reality space for learning the day/night cycle. In *Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications: Proceedings of the 13th IMCL Conference 13*, 971-982. Springer International Publishing.

Zhang, K. & Aslan, A. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2. 100025.