ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2022)

7ο Πανελλήνιο Συνέδριο «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»

Η ισορροπία στο Ηλιακό Σύστημα: Ένα εκπαιδευτικό σενάριο με αξιοποίηση κοινωνικού ρομπότ και επαυξημένης πραγματικότητας

Χριστίνα Πασαλίδου , Νικόλαος Φαχαντίδης

Βιβλιογραφική αναφορά:

Πασαλίδου Χ., & Φαχαντίδης Ν. (2023). Η ισορροπία στο Ηλιακό Σύστημα: Ένα εκπαιδευτικό σενάριο με αξιοποίηση κοινωνικού ρομπότ και επαυξημένης πραγματικότητας. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 1149–1158. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/5822

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 26/03/2026 06:02:34

Η ισορροπία στο Ηλιακό Σύστημα: Ένα εκπαιδευτικό σενάριο με αξιοποίηση κοινωνικού ρομπότ και επαυξημένης πραγματικότητας

Πασαλίδου Χριστίνα[1], Φαχαντίδης Νικόλαος[2]
cpasalidou@uom.edu.gr, nfachantidis@uom.edu.gr
[1] Υποψήφια Διδάκτωρ, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας
[2] Αν. Καθηγητής, Τμήμα Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας

Περίληψη

Στο πλαίσιο της Έξυπνης Εκπαίδευσης, νέες τεχνολογίες και παιδαγωγικές προσεγγίσεις εφαρμόζονται στη διδακτική διαδικασία. Το παρόν διδακτικό σενάριο, επιδιώκοντας να συμβαδίσει με τα σύγχρονα δεδομένα της κοινωνίας του 21ου αιώνα, περιγράφει ένα σύστημα μάθησης όπου αξιοποιείται η τεχνολογία της επαυξημένης πραγματικότητας και ένα ρομπότ κοινωνικής αρωγής. Το σενάριο βασίζεται στις παιδαγωγικές θεωρίες της εγκαθιδρυμένης μάθησης (situated learning) και του εποικοδομητισμού. Το αντικείμενο διδασκαλίας του σεναρίου αποτελούν οι βασικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη. Οι μαθητές χρησιμοποιούν κινητές συσκευές (ταμπλετ) για την αλληλεπίδραση με τα αντικείμενα επαυξημένης πραγματικότητας, ενώ το ρομπότ κοινωνικής αρωγής NAO έχει καθοδηγητικό και υποστηρικτικό ρόλο. Η πιλοτική εφαρμογή έδειξε ενθαρρυντικά στοιχεία, τα οποία ωθούν στην περαιτέρω μελέτη της υλοποίησης του σεναρίου σε μεγαλύτερη κλίμακα, ώστε να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου συστήματος μάθησης.

Λέξεις κλειδιά: Νέες τεχνολογίες, ρομπότ κοινωνικής αρωγής, επαυξημένη πραγματικότητα

Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας δίνει στους εκπαιδευόμενους τη δυνατότητα να μαθαίνουν πιο αποτελεσματικά, με περισσότερη ευελιξία και άνεση (Zhu, Yu, & Riezebos, 2016). Η ενίσχυση της μάθησης μέσω της τεχνολογίας (technology enhanced learning - TEL) αποτελεί μια διεπιστημονική προσέγγιση που στοχεύει στην επίλυση εκπαιδευτικών προβλημάτων με τη βοήθεια της τεχνολογίας (Scanlon, O'Shea, & McAndrew, 2015).

Σύγχρονα μέσα και τεχνολογίες, όπως η Επαυξημένη Πραγματικότητα και η Ρομποτική έχουν αξιοποιηθεί στον τομέα της Εκπαίδευσης. Τα κοινωνικά ρομπότ στην Εκπαίδευση (Belpaeme et al., 2018), καθώς και η χρήση της τεχνολογίας Επαυξημένης Πραγματικότητας για εκπαιδευτικούς σκοπούς (Hantono, Nugroho & Santosa, 2018) θεωρούνται χρήσιμα εργαλεία με ποικίλες δυνατότητες και προκλήσεις.

Η μελέτη της Επαυξημένης και Μικτής Πραγματικότητας στο πεδίο της Ρομποτικής είναι πολλά υποσχόμενη (Hoenig et al., 2015). Συστήματα που αξιοποιούν αυτές τις τεχνολογίες, αλλά και ρομπότ μπορούν να εμφανίσουν θετικά αποτελέσματα, τόσο στην επίδοση των μαθητών, όσο και στην κινητοποίησή τους (Chang et al., 2010). Το παρόν διδακτικό σενάριο αποτελεί μία διδακτική πρόταση. Η πρωτοτυπία του έγκειται στο γεγονός ότι αξιοποιούνται σύγχρονες τεχνολογίες, όπως αυτή της Επαυξημένης Πραγματικότητας και της Κοινωνικής Ρομποτικής. Η επαυξημένη πραγματικότητα προσφέρει τη δυνατότητα παρουσίασης, αλληλεπίδρασης και μετακίνησης των εικονικών αντικειμένων στο χώρο, δημιουργώντας ένα περιβάλλον όπου οι εκπαιδευόμενοι μπορούν να διερευνήσουν τη γνώση. Η παρουσία του

Παναγιωτακόπουλος, Χ., Καρατράντου, Α., & Αρμακόλας, Σ. (Επιμ.), *Πρακτικά Εργασιών 7ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία»*, σ. 1149-1158, Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και Κοινωνικής Εργασίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, 16-18 Σεπτεμβρίου 2022. ISBN 978-618-83186-7-0.

ρομπότ κοινωνικής αρωγής στοχεύει στην αύξηση του κινήτρου συμμετοχής στη μαθησιακή διαδικασία και στη διερεύνηση αν οι συμμετέχοντες παρατηρούν, σχολιάζουν, αποσπώνται από την ύπαρξη μίας ευφυούς οντότητας που συμμετέχει ως καθοδηγητής (facilitator) στη διαδικασία της μάθησης.

Συναφείς έρευνες

Διδακτικά σενάρια και νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση

Η ενσωμάτωση των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ) στην Εκπαίδευση με βάση τις τεχνολογικές εξελίξεις συνδέεται άμεσα με τον εκσυγχρονισμό και την ανανέωση του εκπαιδευτικού συστήματος (Φωκίδης, & Φωνιαδάκη, 2017). Η έμφαση δίνεται σε περισσότερο βιωματικές (hands-on) δραστηριότητες, οι οποίες εμπλουτίζονται μέσω της χρήσης της τεχνολογίας (Freeman, Becker, & Cummins, 2017).

Στην Ελλάδα, έχουν αναπτυχθεί πολυάριθμα σενάρια που αξιοποιούν τις νέες τεχνολογίες στη διδασκαλία. Οι Παπαλαζάρου, Λεύκος και Φαχαντίδης (2019), ανέπτυξαν μία διδακτική σειρά ψηφιακών σεναρίων με εικονικά πειράματα την οποία σύγκριναν με την συμβατική διδακτική προσέγγιση. Η διδασκαλία γνωστικών αντικειμένων, εννοιών και φαινομένων δύσκολων στην κατανόηση από τους μαθητές, όπως αυτή της πυκνότητας (Αρβανιτάκη, 2019) ή του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης σε μικρότερης ηλικίας μαθητές (Ζαράνης, & Αλεξανδράκη, 2019) μπορεί να υποστηριχθεί από την αξιοποίηση των ΤΠΕ.

Ειδικότερα, παρεμβάσεις με χρήση της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας έχουν σχεδιαστεί σε διάφορες μορφές. Εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας στην λογική ενός κυνηγιού θησαυρού (Κορασίδη, & Μαργαρίτη, 2021), αλλά και με χρήση κινητών συσκευών και ειδικών marker για τη διδασκαλία μνημείων πολιτιστικής κληρονομιάς (Κασκαντάμη, 2019) έχουν υλοποιηθεί. Αντίστοιχα, οι Αναστασιάδης, Βαρθαλίτης και Κοτρώνης (2019), προχώρησαν στην ανάπτυξη χωρο-ευαίσθητου παιχνιδιού επαυξημένης πραγματικότητας για την παλιά πόλη του Ρεθύμνου, επισημαίνοντας θετικά χαρακτηριστικά και περιορισμούς της εφαρμογής τέτοιου είδους πρακτικών.

Εκπαιδευτική αξιοποίηση της επαυξημένης πραγματικότητας

Η ικανότητα της Επαυξημένης Πραγματικότητας να συνδυάζει τον πραγματικό με τον εικονικό κόσμο, προβάλλοντας εικονικά στοιχεία που δημιουργούνται σε υπολογιστή σε υπάρχοντα, πραγματικά αντικείμενα και τοπία (Azuma, 1997) αποτελεί ένα βασικό πλεονέκτημα αυτής της τεχνολογίας. Τα αυξημένα κίνητρα των μαθητών, η συμμετοχή και η βελτίωση της μαθησιακής τους επίδοσης φαίνεται να είναι σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από την ενσωμάτωση της επαυξημένης πραγματικότητας στη διδασκαλία (Chen et al., 2017). Οι μαθητές, αλληλεπιδρώντας με τα αντικείμενα επαυξημένης πραγματικότητας, εμφανίζουν περισσότερο ενδιαφέρον και ενθουσιασμό για το μάθημα (Di Serio et al., 2013).

Η εξέλιξη της Επαυξημένης Πραγματικότητας και των κινητών συσκευών οδήγησε στην ενσωμάτωσή τους στον τομέα της εκπαίδευσης, λαμβάνοντας υπόψη τις παιδαγωγικές προσεγγίσεις (Nincarean et al., 2013). Με την αξιοποίηση των χαρακτηριστικών της Επαυξημένης Πραγματικότητας, η διδασκαλία περίπλοκων φαινομένων, όπως αυτά που αφορούν το Ηλιακό Σύστημα (Sahin, & Yilmaz, 2020; Baba, Zorlu, & Zorlu, 2022), εμπλουτίζεται, ενώ οι μαθητές βιώνουν ξεχωριστές εμπειρίες μάθησης.

Κοινωνικά ρομπότ σε εκπαιδευτικές παρεμβάσεις

Τα κοινωνικά ρομπότ αποσκοπούν στην αλληλεπίδραση με τους ανθρώπους με τρόπο κοινωνικά αποδεκτό (Li, Kizilcec, Bailenson, & Ju, 2016). Συγκεκριμένα, τα ρομπότ κοινωνικής αρωγής (Socially Assistive Robots - SAR) διακρίνονται για την κοινωνική τους φύση, καθώς βοηθούν τους ανθρώπους να φέρνουν εις πέρας ορισμένες διαδικασίες, αλληλεπιδρώντας μαζί τους (Rabbitt, Kazdin, & Scasselati, 2015). Η κατηγορία στην οποία ανήκουν αυτά τα ρομπότ εστιάζει στην κοινωνική και όχι στη φυσική αλληλεπίδραση μεταξύ ρομπότ και ανθρώπων (Matarić & Scasselati, 2016).

Τα ρομπότ κοινωνικής αρωγής σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα λειτουργούν συμπληρωματικά στο έργο του εκπαιδευτικού επιτυγχάνοντας την εμπλοκή των μαθητών σε εξατομικευμένες μαθησιακές δραστηριότητες (Clabaugh, Ragusa, Sha & Matarić, 2015). Τα ρομπότ κοινωνικής αρωγής μπορούν να αξιοποιηθούν για να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στην εκπαιδευτική διαδικασία, προωθώντας την κοινωνική αλληλεπίδραση και βελτιώνοντας την ποιότητα της διδασκαλίας (Fridin, 2014). Σύμφωνα με τους Fachantidis, Syriopoulou-Delli and Zygopoulou (2018), τα κοινωνικά υποστηρικτικά ρομπότ στη μαθησιακή διαδικασία παιδιών με Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) φαίνεται να είναι αποτελεσματικά στην ενίσχυση συγκεκριμένων κοινωνικών και επικοινωνιακών συμπεριφορών, εμπλέκοντας τους μαθητές περισσότερο στην εκπαιδευτική διαδικασία.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι η ένταξη της κοινωνικής υποστηρικτικής ρομποτικής στη διδασκαλία μπορεί να φανεί προσοδοφόρα για τους μαθητές και την εκπαιδευτική διαδικασία. Για τον λόγο αυτό, ο συνδυασμός της με πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες για την εκπαίδευση, όπως αυτή της Επαυξημένης Πραγματικότητας, παρουσιάζει ενδιαφέρον για περαιτέρω μελέτη.

Σχεδιασμός συστήματος (σενάριο)

Αντικείμενο διδασκαλίας

Το αντικείμενο διδασκαλίας του σεναρίου αποτελούν οι βασικές κινήσεις του συστήματος Ήλιος – Γη – Σελήνη. Η εισαγωγή σε αυτές πραγματοποιείται στη Στ΄ Δημοτικού, στο μάθημα της Γεωγραφίας και ειδικότερα στο κεφάλαιο «Το ηλιακό μας σύστημα». Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο αντικείμενο, καθώς έχουν παρατηρηθεί ποικίλες παρανοήσεις και εναλλακτικές ιδέες των μαθητών αναφορικά με θέματα αστρονομίας και φαινομένων που σχετίζονται με το ηλιακό σύστημα (Slater, Morris, & McKinnon, 2018; Baybars, 2018).

Σκοπός και επιμέρους στόχοι

Σκοπός του σεναρίου αποτελεί η μελέτη των κινήσεων της Γης και της Σελήνης στο Ηλιακό σύστημα και η ισορροπία η οποία έχει επέλθει μέσα από τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

Μετά το πέρας του σεναρίου οι μαθητές/τριες θα πρέπει να είναι σε θέση:

Ως προς τα γνωστικά αντικείμενα

- Να γνωρίζουν τις κινήσεις που εκτελεί η Γη και η Σελήνη.
- Να μάθουν ότι η Γη και η Σελήνη κινούνται σε ελλειπτικές τροχιές.
- Να αναγνωρίζουν τη θέση των ουράνιων σωμάτων (Ήλιος – Γη – Σελήνη) στο Ηλιακό Σύστημα με βάση τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.
- Να ενημερωθούν για τον λόγο που από τη Γη αντικρίζουμε πάντοτε την ίδια πλευρά της Σελήνης.

Ως προς τη χρήση των νέων τεχνολογιών

- Να χειρίζονται με επιτυχία την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας στις κινητές συσκευές (τάμπλετ).
- Να ακολουθούν τις οδηγίες του ρομπότ κοινωνικής αρωγής ΝΑΟ.
- Να αλληλεπιδρούν τόσο με τα τρισδιάστατα εικονικά στοιχεία ΕΠ, όσο και με το ρομπότ ΝΑΟ.

Ως προς τη μαθησιακή διαδικασία

- Να συνεργάζονται στο πλαίσιο της ομάδας.
- Να αναπτύσσουν τις διερευνητικές τους ικανότητες και σύνθετες δεξιότητες μέσα από την ανακάλυψη της γνώσης για τις αλληλεπιδράσεις στο ηλιακό σύστημα.
- Να αναθεωρούν ιδέες που πιθανόν είχαν, μέσα από την οικοδόμηση της νέας γνώσης (με την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών).

Προαπαιτούμενες γνώσεις

Οι μαθητές χρειάζεται να είναι σε θέση να αναγνωρίζουν τα εμπλεκόμενα ουράνια σώματα (Ήλιος, Γη, Σελήνη) και ότι αυτά σχετίζονται μεταξύ τους. Επίσης, η εξοικείωση με τις κινητές συσκευές (τάμπλετ) θα φανεί ωφέλιμη κατά τις δραστηριότητες με την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Πρόβλεψη δυσκολιών

Δυσκολία που ενδέχεται να προκύψουν είναι οι μαθητές, έχοντας τις δικές τους εναλλακτικές ιδέες για το σύμπαν και τους πλανήτες και να μην μπορούν να δεχτούν απευθείας την επιστημονική γνώση αναφορικά με τις αλληλεπιδράσεις στο σύστημα Ήλιος – Γη – Σελήνη. Επιπροσθέτως, τεχνικά ζητήματα, π.χ. κατά τον εντοπισμό των marker από την κάμερα της κινητής συσκευής είναι πιθανό να υπάρξουν σε περίπτωση χαμηλού φωτισμού του χώρου.

Διδακτικό συμβόλαιο

Κατά την υλοποίηση του διδακτικού σεναρίου ο εκπαιδευτικός αναμένει από τους μαθητές να χρησιμοποιούν ορθά τις νέες τεχνολογίες και να συνεργάζονται ομαλά. Οι μαθητές, αντίστοιχα, αναμένουν από τον εκπαιδευτικό να έχει καθοδηγητικό ρόλο, βοηθώντας τους όποτε το χρειάζονται. Εφόσον τηρούνται τα παραπάνω, το σενάριο θα υλοποιηθεί επιτυχώς.

Διδακτικός θόρυβος

Γεγονότα τα οποία δύναται να επισκιάσουν τη διδακτική διαδικασία αποτελούν τα θέματα τεχνικής φύσεως, όπως η μη ορθή εμφάνιση των εικονικών στοιχείων μέσω της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας και των κινητών συσκευών ή η δυσκολία στην αλληλεπίδραση με το ρομπότ κοινωνικής αρωγής. Επίσης, είναι πιθανό οι μαθητές να ενθουσιαστούν με τη νέα αυτή μορφή διδασκαλίας περισσότερο από το επιθυμητό, με αποτέλεσμα να μην δώσουν προσοχή στο αντικείμενο της διδασκαλίας και στις γνώσεις που θα ανακαλύψουν μέσα από τις δραστηριότητες, αλλά στην παρουσία του ρομπότ, των κινητών συσκευών και των στοιχείων της Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Παιδαγωγική προσέγγιση

Βασική διδακτική προσέγγιση αποτελεί η διερευνητική μέθοδος, η οποία έχει ως στόχο την ενεργό συμμετοχή των μαθητών στη μαθησιακή διαδικασία. Το σενάριο βασίζεται στις

παιδαγωγικές θεωρίες της εγκαθιδρυμένης μάθησης (situated learning) και του εποικοδομητισμού. Σύμφωνα με την πρώτη, η μάθηση πραγματοποιείται μέσα από την ενσωμάτωση των εκπαιδευτικών εμπειριών στον πραγματικό κόσμο και φέρνοντας τον πραγματικό κόσμο στη διδακτική διαδικασία (Dede et al., 2017; Chen & Tsai, 2012). Παράλληλα, η ανάπτυξη της λογικής και επιστημονικής σκέψης του μαθητή γίνεται σε στάδια, σε ένα περιβάλλον με ποικίλα ερεθίσματα και μέσα που δίνουν στον εκπαιδευόμενο τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά, να διαχειρίζεται, να αναστοχάζεται και τελικά να οικοδομεί τη νέα γνώση πάνω στις ήδη υπάρχουσες (Μικρόπουλος & Μπέλλου, 2010).

Εκπαιδευτικό υλικό - Υλικοτεχνική υποδομή

Το εκπαιδευτικό υλικό παρέχεται μέσα από την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας και από τα εποικοδομητικά σχόλια και τις επεξηγήσεις του ρομπότ κοινωνικής αρωγής NAO. Πηγή άντλησης του εκπαιδευτικού υλικού αποτέλεσε το σχολικό εγχειρίδιο της Γεωγραφίας Στ΄ Δημοτικού, η ιστοσελίδα της Nasa Science (https://solarsystem.nasa.gov/) για την εξερεύνηση του Ηλιακού Συστήματος, εστιάζοντας στο υλικό για τον Ήλιο, τη Γη και τη Σελήνη και το άρθρο του Σιμόπουλου (2021) στην ιστοσελίδα του ιδρύματος Ευγενίδη (https://www.eef.edu.gr/el/arthra/o-doryforos-tis-gis/).

Η απαιτούμενη υλικοτεχνική υποδομή για την υλοποίηση του σεναρίου είναι οι κινητές συσκευές (τάμπλετ) (μία συσκευή ανά δύο ή τρεις μαθητές) με εγκατεστημένη την εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας και το ρομπότ κοινωνικής αρωγής NAO. Επίσης, αναγκαία είναι η παρουσία των markers (ειδικών εικόνων εντοπισμού για την εμφάνιση του περιεχομένου επαυξημένης πραγματικότητας) και των σχεδιασμένων τροχιών με χρήση κολλητικής ταινίας.

Αξιοποίηση νέων τεχνολογιών

Το σύστημα μάθησης που σχεδιάστηκε περιλαμβάνει το Ρομπότ Κοινωνικής Αρωγής (PKA) NAO της εταιρίας Softbank Robotics και μία εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας για κινητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android. Το ανθρωποειδές ρομπότ NAO έχει τον ρόλο του διευκολυντή (facilitator) και καθοδηγεί τους μαθητές, ώστε να φέρουν εις πέρας τις δραστηριότητες. Η εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας, που αναπτύχθηκε αξιοποιώντας τα λογισμικά Unity 3D και Vuforia, χρησιμοποιεί markers, δηλαδή συγκεκριμένες εικόνες, για την εμφάνιση του εικονικού περιεχομένου. Ειδικότερα, εμφανίζει τρισδιάστατα μοντέλα του Ήλιου, της Γης και της Σελήνης, στα οποία φαίνεται η περιστροφική κίνηση της Γης και της Σελήνης, όπως εμφανίζεται στην Εικόνα 1.

Εικόνα 1. Το σύστημα μάθησης που περιλαμβάνει το ρομπότ κοινωνικής αρωγής NAO και την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας στο τάμπλετ

Περιγραφή μαθησιακών δραστηριοτήτων

Φάση 1η

Για την αφόρμηση και με στόχο την ψυχολογική και γνωστική προετοιμασία των μαθητών, το κοινωνικό ρομπότ NAO πραγματοποιεί ορισμένες κινήσεις ισορροπίας (π.χ. στέκεται στο ένα του πόδι, ανοίγει τα χέρια του, στρέφει το κεφάλι του κ.λπ.), μέχρι που βρίσκει την τελική θέση ισορροπίας του. Στη συνέχεια, το ρομπότ NAO παροτρύνει τους μαθητές να χρησιμοποιήσουν τα τάμπλετ που βρίσκονται μπροστά τους και τους καθοδηγεί στο άνοιγμα της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας και στον τρόπο λειτουργίας της. Οι μαθητές, σκανάρουν, σε πρώτο στάδιο, ένα – ένα τα marker και αντικρίζουν εικονικά αντικείμενα που σχετίζονται με το Ηλιακό Σύστημα, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Ο εκπαιδευτικός είναι παρόν για να επέμβει αν χρειαστεί. Οι μαθητές ενεργούν αυτόνομα, με τον δικό τους ρυθμό μάθησης.

Εικόνα 2. Σε μικρές ομάδες εργασίας, οι εκπαιδευόμενοι εξοικειώνονται με την τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας, ακολουθώντας τις οδηγίες του ρομπότ

Φάση 2η

Εφόσον οι χρήστες έχουν εξοικειωθεί με τον χειρισμό των κινητών συσκευών, το σκανάρισμα των ειδικών marker και την διαχείριση των επιπρόσθετων εικονικών στοιχείων που εμφανίζονται μέσω της οθόνης του τάμπλετ, το ρομπότ δίνει προφορικά πληροφορίες αναφορικά με τα ουράνια σώματα που «κρύβονται» στα marker. Παράλληλα, με τη βοήθεια των κινούμενων τρισδιάστατων μοντέλων επαυξημένης πραγματικότητας, οπτικοποιούνται οι κινήσεις της Γης και της Σελήνης, με στόχο την βαθύτερη κατανόησή τους από τους μαθητές. Οι μαθητές συνεργάζονται και συζητούν αναφορικά με όσα ακούν από το ρομπότ NAO και όσα αντικρίζουν μέσα από την εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας.

Ο εκπαιδευτικός καθ' όλη τη διάρκεια παρατηρεί τους μαθητές και παρεμβαίνει όπου κρίνει αναγκαίο, υποστηρίζοντας τους μαθητές (με σχόλια σχετικά με το γνωστικό αντικείμενο, σε θέματα τεχνικής φύσεως, στην επίλυση προβλημάτων/ συγκρούσεων κ.λπ.) για την ομαλή πορεία της μαθησιακής διαδικασίας.

Φάση 3η

Καθώς οι μαθητές επεξεργάζονται τα εικονικά στοιχεία μέσω της τεχνολογίας της Επαυξημένης Πραγματικότητας, το ρομπότ τους παρακινεί να συμμετέχουν στην επόμενη

δραστηριότητα για να εφαρμόσουν τις γνώσεις που έλαβαν. Σε αυτή, οι μαθητές καλούνται να μετακινήσουν κατάλληλα στο χώρο τα ουράνια σώματα, ώστε να έρθουν σε μία ισορροπία μεταξύ τους, με βάση τις αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα. Έπειτα, τους ζητείται να αναπαραστήσουν τις κινήσεις της Σελήνης και της Γης στις οποίες οφείλεται το φαινόμενο της θέασης της ίδιας πάντοτε πλευράς της Σελήνης από τον πλανήτη μας. Το ρομπότ προβαίνει στην επιστημονική τεκμηρίωση και επεξήγηση του φαινομένου. Οι μαθητές κινούνται στον χώρο κρατώντας τα ταμπλετ, ώστε να παρατηρήσουν όσα ανέφερε το ρομπότ στο περιβάλλον επαυξημένης πραγματικότητας.

Σε περίπτωση που οι μαθητές δυσκολεύονται να κατανοήσουν τις δραστηριότητες ή να τις ολοκληρώσουν με επιτυχία, το ρομπότ ΝΑΟ, έχοντας υποστηρικτικό ρόλο, τους δίνει συμβουλές, εποικοδομητικά σχόλια και ανατροφοδότηση, ανάλογα με τις ενέργειές τους. Όταν οι μαθητές φέρουν εις πέρας κάθε δραστηριότητα, το ρομπότ τους επιβραβεύει, τόσο λεκτικά, όσο και με κινήσεις (πανηγυρισμού, παλαμάκια).

Φάση 4η

Για την αξιολόγηση των μαθητών ο εκπαιδευτικός προβαίνει σε ερωτήσεις (είτε προφορικά, είτε σε μορφή ψηφιακού quiz) σχετικές με το περιεχόμενο της διδασκαλίας, ώστε να διαπιστωθεί αν κατακτήθηκαν οι αρχικά τιθέμενοι στόχοι.

Φάση 5η

Τέλος, οι μαθητές αναφέρουν στο ρομπότ τι έμαθαν, τι τους έκανε εντύπωση και τι διαφορετικές ερμηνείες είχαν δώσει αρχικά στα φαινόμενα που, σύμφωνα με αυτά που διδάχθηκαν, δεν ισχύουν. Το ρομπότ ευχαριστεί τους μαθητές για τη συμμετοχή τους και αναμένει τις αντιδράσεις τους αναφορικά με την αξιολόγηση της εμπειρίας τους.

Αξιολόγηση

Για την αποτίμηση του σεναρίου οι μαθητές εκφράζουν ελεύθερα την άποψή τους, επισημαίνοντας στοιχεία που τους άρεσαν, τους κέντρισαν το ενδιαφέρον, τους βοήθησαν να μάθουν και να κατανοήσουν φαινόμενα που ίσως δεν γνώριζαν. Επίσης, καλούνται να αναφέρουν όσα δεν τους άρεσαν κατά τη διδασκαλία αυτής της μορφής και τροποποιήσεις που θα πρότειναν για να βελτιωθεί το μάθημα. Καθ' όλη τη διάρκεια της διδακτικής παρέμβασης ο εκπαιδευτικός κρατά σημειώσεις (συμμετοχική παρατήρηση), παρατηρώντας τις αντιδράσεις των μαθητών, τη συμπεριφορά τους, τη στάση τους απέναντι στο ρομπότ και στα στοιχεία Επαυξημένης Πραγματικότητας, τη μεταξύ τους συνεργασία και τον βαθμό κατανόησης της θεματικής. Τέλος, προβαίνει ο ίδιος σε κριτική αποτίμηση του σεναρίου, αξιολογώντας την αποτελεσματικότητά του, τα οφέλη και τους περιορισμούς.

Συζήτηση και συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη σχεδιάστηκε ένα περιβάλλον μάθησης το οποίο περιλαμβάνει το ρομπότ κοινωνικής αρωγής ΝΑΟ και μία εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας για κινητές συσκευές. Στόχος αποτέλεσε η δημιουργία ενός καινοτόμου περιβάλλοντος, ευχάριστου στους μαθητές που δύναται να αποδειχθεί προσοδοφόρο στην εκπαιδευτική διαδικασία. Καθώς οι συνθήκες μεταβάλλονται συνεχώς, η μετάβαση στην «Έξυπνη Εκπαίδευση» (Smart Education) είναι άμεσο επακόλουθο, εφόσον αποτελεί την μορφή μάθησης στην ψηφιακή εποχή (Zhu et al., 2016).

Το σενάριο σχεδιάστηκε και εφαρμόστηκε πιλοτικά στο πλαίσιο μη τυπικής εκπαίδευσης. Μέσω της τεχνολογίας της επαυξημένης πραγματικότητας, επιπρόσθετα ψηφιακά στοιχεία

αποτελούν μέρος του πραγματικού κόσμου του χρήστη (Schmalstieg, & Hollerer, 2016). Στο παρόν διδακτικό σενάριο με τη χρήση της επαυξημένης πραγματικότητας ενισχύθηκε η χωροταξική φύση του γνωστικού αντικειμένου, το οποίο αποτελεί βασικό στοιχείο στην κατανόηση των κινήσεων στο σύστημα Ήλιος – Γη – Σελήνη. Ειδικότερα, οι εκπαιδευόμενοι είχαν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης με τα εικονικά στοιχεία – τρισδιάστατα μοντέλα των ουράνιων σωμάτων και μπορούσαν να τα μετακινούν τόσο στην οθόνη του τάμπλετ ως εικονικές οντότητες, όσο και στον φυσικό κόσμο, μετατοπίζοντας τα ειδικά marker (εικόνες εντοπισμού ΕΠ). Οι (γκρι) τροχιές στο τραπέζι, όπως φαίνονται στις εικόνες 1 και 2, αποτέλεσαν υποστηρικτικό στοιχείο, ώστε οι μαθητές να τοποθετούν τα ουράνια σώματα στη σωστή θέση και να αντιλαμβάνονται τις διαδρομές των κινήσεων που συζητήθηκαν για την επεξήγηση της έννοιας της δυναμικής ισορροπίας στην οποία έχουν έρθει τα ουράνια σώματα με την πάροδο του χρόνου.

Αναφορικά με τη συμμετοχή του ρομπότ κοινωνικής αρωγής ως μία ευφυής οντότητα σε φυσική διάσταση (σώμα) στη μαθησιακή διαδικασία, παρατηρήθηκε αύξηση του κινήτρου συμμετοχής από τους εκπαιδευόμενους. Είναι εμφανές ότι οι μαθητές διατηρούν θετική στάση απέναντι στην αξιοποίηση κοινωνικών ρομπότ στην εκπαίδευση (Serholt, & Barendregt, 2014). Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι δεν παρουσιάστηκε το ζήτημα της προσκόλλησης στο ρομπότ, με αποτέλεσμα η παρουσία του να μην δημιουργεί πρόβλημα στη μαθησιακή διαδικασία, ούτε να αποσπά στην προσοχή των εκπαιδευόμενων από τις δραστηριότητες.

Οι συμμετέχοντες δεν έδειξαν να δυσκολεύονται κατά την αλληλεπίδραση στο προτεινόμενο σύστημα μάθησης. Εξάλλου, τα επαυξημένα στοιχεία και ο χειρισμός τους δεν απαιτεί εξειδικευμένες ικανότητες από τους μαθητές (Kesim & Ozarslan, 2012). Παρατηρήθηκε, μάλιστα, ότι είχαν τη δυνατότητα διερεύνησης, αξιοποιώντας τις κινητές συσκευές για την μετακίνηση στο πραγματικό περιβάλλον, την αλληλεπίδραση και τη θέαση των ουράνιων σωμάτων από διαφορετικές οπτικές, διαπιστώνοντας παραδείγματος χάρη την ύπαρξη της αθέατης από τη Γη πλευράς της Σελήνης.

Τα αποτελέσματα μέσα από την παρατήρηση των συμμετεχόντων και τα σχόλιά τους μετά την παρέμβαση ήταν ενθαρρυντικά, καθώς έδειχναν ενδιαφέρον για τις δραστηριότητες και αλληλεπιδρούσαν με το κοινωνικό ρομπότ, τα στοιχεία επαυξημένης πραγματικότητας, αλλά και μεταξύ τους. Συστήματα που αξιοποιούν τεχνολογίες, όπως αυτή της Επαυξημένης ή της Μικτής Πραγματικότητας μαζί με ρομπότ δύνανται να παρουσιάσουν θετικά αποτελέσματα στην κινητοποίηση των μαθητών και στη μαθησιακή τους επίδοση (Chang et al., 2010).

Η πιλοτική εφαρμογή του σεναρίου έδωσε μία πρώτη εικόνα αναφορικά με την ταυτόχρονη αξιοποίηση της κινητής επαυξημένης πραγματικότητας και της κοινωνικής υποστηρικτικής ρομποτικής σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο. Σε μελλοντική έρευνα το προτεινόμενο σύστημα μάθησης θα εφαρμοστεί σε μεγαλύτερη κλίμακα μαθητών, ώστε να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τη χρηστικότητα και την αποτελεσματικότητα του συστήματος.

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

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, *6*(4), 355-385.

Baba, A., Zorlu, Y. & Zorlu, F. (2022). Investigation of the effectiveness of augmented reality and modeling-based teaching in "Solar System and Eclipses" unit. International Journal of Contemporary Educational Research, 9(2), 283-298.

Baybars, G. (2018). Middle School Students' Misconceptions about the Concepts of Astronomy. *International Education Studies*, *11*(11), 34-45.

Belpaeme, T., Kennedy, J., Ramachandran, A., Scassellati, B., & Tanaka, F. (2018). Social robots for education: A review. *Science robotics*, *3*(21), eaat5954.

Chang, G., Morreale, P., & Medicherla, P. (2010). Applications of augmented reality systems in education. In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, 1380-1385. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Chen, C. M., & Tsai, Y. N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, *59*(2), 638-652.

Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *Innovations in Smart Learning,* 13-18. Springer.

Clabaugh, C., Ragusa, G., Sha, F., & Matarić, M. (2015). Designing a socially assistive robot for personalized number concepts learning in preschool children. In *2015 Joint IEEE International Conference on Development and Learning and Epigenetic Robotics (ICDL-EpiRob)* (pp. 314-319). IEEE.

Dede, C. J., Jacobson J., & Richards J. (2017). Introduction: Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. In: Liu D., Dede C., Huang R., Richards J. (Eds), Virtual, Augmented, and Mixed Realities in Education. Smart Computing and Intelligence. Singapore: Springer.

Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, *68*, 586-596.

Fachantidis, N., Syriopoulou-Delli, C. K., & Zygopoulou, M. (2018). The effectiveness of socially assistive robotics in children with autism spectrum disorder. *International Journal of Developmental Disabilities*, *66*(2), 113-121.

Freeman, A., Adams Becker, S. & Cummins, M. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. Retrieved June 25, 2022 from https://www.learntechlib.org/p/182003/

Fridin, M. (2014). Storytelling by a kindergarten social assistive robot: A tool for constructive learning in preschool education. *Computers & education*, *70*, 53-64.

Hantono, B. S., Nugroho, L. E., & Santosa, P. I. (2018). Meta-Review of Augmented Reality in Education. In *2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE)*, 312-315. IEEE.

Hoenig, W., Milanes, C., Scaria, L., Phan, T., Bolas, M., & Ayanian, N. (2015). Mixed reality for robotics. In *2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* (pp. 5382-5387). IEEE.

Kesim, M., & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *47*, 297-302.

Li, J., Kizilcec, R., Bailenson, J., & Ju, W. (2016). Social robots and virtual agents as lecturers for video instruction. *Computers in Human Behavior*, *55*, 1222-1230.

Matarić, M. J., & Scassellati, B. (2016). Socially assistive robotics. In *Springer Handbook of Robotics*, 1973-1994. Springer, Cham.

Nincarean, D., Alia, M. B., Halim, N. D. A., & Rahman, M. H. A. (2013). Mobile Augmented Reality: The potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *103*, 657-664.

Rabbitt, S. M., Kazdin, A. E., & Scassellati, B. (2015). Integrating socially assistive robotics into mental healthcare interventions: Applications and recommendations for expanded use. *Clinical psychology review*, *35*, 35-46.

Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, *144*, 103710.

Scanlon, E., O'Shea, T. M., & McAndrew, P. (2015). Technology-enhanced learning: evidence-based improvement. In *Proceedings of the Second (2015) ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 229-232).

Schmalstieg, D., & Hollerer, T. (2016). *Augmented reality: principles and practice*. Addison-Wesley Professional.

Serholt, S., & Barendregt, W. (2014). Students' attitudes towards the possible future of social robots in education. In *Workshop proceedings of RO-MAN*.

Slater, E. V., Morris, J. E., & McKinnon, D. (2018). Astronomy alternative conceptions in pre-adolescent students in Western Australia. *International Journal of Science Education*, *40*(17), 2158-2180.

Zhu, Z. T., Yu, M. H. & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments,* 3(1), 1-17.

Αναστασιάδης, Π., Βαρθαλίτης, Λ., & Κοτρώνης, Δ. (2019) Ο Οδυσσέας στην παλιά πόλη του Ρεθύμνου: Ένα χωρο-ευαίσθητο παιχνίδι επαυξημένης πραγματικότητας. Στο Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6 ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 604-615. ISBN 978-618-83186-4-9

Αρβανιτάκη, Μ. (2019) Διδασκαλία της Πυκνότητας στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση μέσω των ΤΠΕ. Στο Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 815-820. ISBN 978-618-83186-4-9

Ζαράνης, Ν. & Αλεξανδράκη, Φ. (2019) Η διδασκαλία του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης με την βοήθεια των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών στο Νηπιαγωγείο. Στο Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6 ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 319-328. ISBN 978-618-83186-4-9

Κασκαντάμη, Μ. (2019) «Διαδρομές» στην Ιστορία της Ευρώπης με «οδηγό» τα μνημεία πολιτιστικής κληρονομιάς της UNESCO και «όχημα» την Τεχνολογία Επαυξημένης Πραγματικότητας. Στο Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 34-43. ISBN 978-618-83186-4-9

Κορασίδη, Α., & Μαργαρίτη, Ε. (2021) «Ξαναδιαβάζοντας» τα μνημεία στο φως της Ελληνικής Επανάστασης: Αξιοποίηση της εφαρμογής Επαυξημένης Πραγματικότητας Metaverse για τον σχεδιασμό ξενάγησης τύπου "κυνηγιού θησαυρού" στο κέντρο της Αθήνας σε δύο ιστορικά επίπεδα. Στο Θ. Μπράτιτσης (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 12 ου Πανελλήνιου και Διεθνούς Συνεδρίου «Οι ΤΠΕ στην Εκπαίδευση», σ. 241-248. ISBN: 978-618-83186-5-6

Κουτσόπουλος, Κ., Σωτηράκου, Μ., & Ταστσόγλου, Μ. (2021) *Γεωγραφία Στ' Δημοτικού. Μαθαίνω για τη Γη*. Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «Διόφαντος».

Μικρόπουλος, Τ. Α. & Μπέλλου Ι. (2010). *Σενάρια διδασκαλίας με υπολογιστή*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Παπαλαζάρου, Ν., Λεύκος, Ι., & Φαχαντίδης, Ν. (2019) Ανάπτυξη και εφαρμογή μιας διδακτικής σειράς ψηφιακών σεναρίων με εικονικά πειράματα – σύγκριση με την συμβατική προσέγγιση. Στο Γ. Κουτρομάνος, Λ. Γαλάνη (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 6ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Ένταξη και Χρήση των ΤΠΕ στην Εκπαιδευτική Διαδικασία», σ. 347-358. ISBN 978-618-83186-4-9

Σιμόπουλος, Δ. (2021) Ο Δορυφόρος της Γης. Ανακτήθηκε από: https://www.eef.edu.gr/el/arthra/o-doryforos-tis-gis/ (7/8/2022).

Φωκίδης, Ε., & Φωνιαδάκη, Ι. (2017). Tablets, επαυξημένη πραγματικότητα και Γεωγραφία στο Δημοτικό σχολείο. *e-Journal of Science & Technology*, *12*(3).