ePublishing

ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Themes in Science and Technology Education

Vol 12, No 1 (2019)

Η συμβολή των πολυμεσικών στοιχείων σε εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Ιωακειμίνα Νικολαΐδου, Ιωάννα Μπέλλου, Αναστάσιος Μικρόπουλος

doi: 10.12681/thete.39995

To cite this article:

Νικολαΐδου Ι., Μπέλλου Ι., & Μικρόπουλος Α. (2019). Η συμβολή των πολυμεσικών στοιχείων σε εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. *Themes in Science and Technology Education*, *12*(1), 15–25. https://doi.org/10.12681/thete.39995

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 29/01/2026 04:21:26

Η συμβολή των πολυμεσικών στοιχείων σε εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση

Ιωακειμίνα Νικολαΐδου[1], Ιωάννα Μπέλλου[2], Αναστάσιος Μικρόπουλος[2]
ioaknikol@hotmail.gr, ibellou@uoi.gr, amikrop@uoi.gr

[1] Τμήμα Επιστημών Προσχολικής Αγωγής και Εκπαίδευσης, ΑΠΘ
[2] Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Περίληψη. Οι εκπαιδευτικές εφαρμογές της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) αυξάνουν συνεχώς και αφορούν όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα. Στη βιβλιογραφία παρουσιάζεται έλλειψη θεωρητικού υποβάθρου για τη σχεδίαση των εφαρμογών καθώς και έλλειψη εμπειρικών δεδομένων, ιδιαίτερα στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Στην παρούσα εργασία διερευνήθηκε η ένταξη των πολυμεσικών στοιχείων, ως αντικειμένων για την επαύξηση του πραγματικού κόσμου, σε μια εφαρμογή ΕΠ που αφορά τη Μελέτη Περιβάλλοντος, της πρώτης τάξης Δημοτικού και η συμβολή της στη μάθηση. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε σε πέντε διαφορετικές εκδόσεις. Κάθε μία περιλάμβανε έναν συνδυασμό από δισδιάστατες εικόνες, τρισδιάστατα μοντέλα, ήχο και κείμενο. Η εφαρμογή ΕΠ που αναπτύχθηκε βασίστηκε σε κάρτες με κώδικα γρήγορης απόκρισης (QR-Code). Ακολούθησε εμπειρική μελέτη με 30 μαθητές. Η ευχρηστία της εφαρμογής αναφέρθηκε υψηλή και για τις πέντε εκδόσεις της. Τα μαθησιακά αποτελέσματα καταγράφηκαν θετικά μετά την παρέμβαση με όλες τις εκδόσεις της εφαρμογής. Οι μαθητές στην πλειονότητα τους προτίμησαν τους συνδυασμούς πολυμεσικών στοιχείων που περιείχαν εικόνες δύο διαστάσεων και ήχο, καθώς και εικόνες τριών διαστάσεων και κείμενο. Τα ευρήματα αναδεικνύουν τη δυνατότητα αξιοποίησης της γνωστικής θεωρίας των πολυμέσων σε εφαρμογές ΕΠ.

Λέξεις κλειδιά: επαυξημένη πραγματικότητα, πολυμεσικά στοιχεία, μελέτη περιβάλλοντος

Εισαγωγή

Η τεχνολογία της Επαυξημένης Πραγματικότητας (ΕΠ) αποτελεί σήμερα μέρος των Τεχνολογιών Πληροφορίας και Επικοινωνιών (ΤΠΕ), που εισάγονται στο χώρο της εκπαίδευσης με θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και προσφέρει κάτι διαφορετικό από άλλες υλοποιήσεις· επαυξάνει το φυσικό περιβάλλον με ψηφιακά αντικείμενα άμεσα συνδεδεμένα με αυτό. Η έρευνα στο πεδίο αναδεικνύει ως σημαντικό ζήτημα τη διερεύνηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην παιδαγωγική αξιοποίηση της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η μελέτη των Bressler & Bodzin (2013) με ένα παιχνίδι ΕΠ που δημιούργησαν για να διερευνήσουν τη συμβολή της εμπλοκής μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην ενίσχυση της κατάστασης της ροής. Πρόκειται για ένα παιχνίδι μυστηρίου και εγκληματολογικής έρευνας βασισμένο σε κώδικες γρήγορης απόκρισης (QR-Codes) και σε κινητές συσκευές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το παιχνίδι αύξησε το ενδιαφέρον των μαθητών στο υπό μελέτη θέμα και τους βοήθησε στη μεταξύ τους συνεργασία. Οι Di Serio, Ibáñez & Kloos (2013) ανάπτυξαν μια εφαρμογή ΕΠ χωρίς δείκτες (markerless) για ένα μάθημα εικαστικών που διδάχτηκε σε μαθητές Γυμνασίου. Το επαυξημένο υλικό αποτελούνταν από κείμενο, βίντεο, ήχο και τρισδιάστατα μοντέλα, ενώ χρησιμοποιήθηκαν υπολογιστές και κάμερες. Οι συγγραφείς έδειξαν ότι η ΕΠ είχε θετικό αντίκτυπο στην ανάπτυξη κινήτρων των μαθητών και σε παράγοντες που αφορούσαν την προσοχή, την ικανοποίηση και την ενίσχυση της αυτοεκτίμησης τους.

Αρκετές μελέτες έχουν διεξαχθεί σε ποικίλα γνωστικά αντικείμενα σχετικά με τη συμβολή της ΕΠ στη διδακτική πράξη. Ελλείψεις όμως εμφανίζονται, όπως αναδεικνύονται από βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις, σε θέματα όπως οι δεξιότητες, οι ηλικίες των εκπαιδευομένων, τα κίνητρά τους, τα ενδιαφέροντά τους, οι μορφές της πληροφορίας που τους παρέχονται μέσω των εφαρμογών (Akçayır & Akçayır, 2017· Bacca, Baldiris, Fabregat & Graf, 2014· Bower, Howe, McCredie, Robinson & Grover, 2014· Wu, Lee, Chang & Liang, 2013).

Πολλοί ερευνητές έχουν επισημάνει την ανάγκη για κατάλληλο σχεδιασμό εφαρμογών ΕΠ βασισμένων σε συγκεκριμένες θεωρίες μάθησης και διδακτικά μοντέλα. Επειδή η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιεί σε μεγάλο βαθμό τα γραφικά, το βίντεο, τον ήχο και το κείμενο, τα πολυμεσικά στοιχεία αναδεικνύονται ως κύρια στοιχεία των εφαρμογών ΕΠ (Chiu, DeJaegher & Chao, 2015· Santos, Lübke, Chen, Taketomi,Yamamoto, Miyazaki & Kato, 2013· Santos, Taketomi, Yamamoto, Rodrigo, Sandor & Kato, 2016· Sommerauer & Müller, 2014).

Μελέτες έχουν αναδείξει τα θετικά αποτελέσματα των πολυμέσων στο πλαίσιο της ΕΠ σε διάφορες πτυχές της διδακτικής πράξης και της μαθησιακής διαδικασίας, όπως η ενεργός συμμετοχή των μαθητών, η παιδαγωγική αλληλεπίδραση, τα κίνητρα για μάθηση (Chowdhury, 2013· Molina, Navarro, Ortega & Lacruz, 2018· Santos et al., 2013). Ωστόσο, δεν βρέθηκαν αρκετές μελέτες που να αναφέρονται σε μαθητές πρώτης σχολικής ηλικίας. Ακόμα λιγότερες είναι οι εμπειρικές μελέτες στο πεδίο της Μελέτης Περιβάλλοντος. Επιπλέον, δεν φαίνεται να έχουν διερευνηθεί αρκετά οι μορφές και οι συνδυασμοί πολυμεσικών στοιχείων των εφαρμογών ΕΠ με στόχο την ευχρηστία τους και τα θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, ιδίως στο δημοτικό σχολείο (Radu, 2014· Akçayır& Akçayır, 2017).

Η αξιοποίηση των πολυμεσικών στοιχείων και συγκεκριμένα συνδυασμού αυτών για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών εφαρμογών ΕΠ παραπέμπει στην εφαρμογή της γνωστικής θεωρίας των πολυμέσων του Mayer (2009). Σύμφωνα με τον Mayer η μάθηση με πολυμέσα «συμβαίνει όταν ο μαθητής δημιουργεί νοητικές αναπαραστάσεις από λέξεις και εικόνες που του παρουσιάζονται» (2002). Τα πολυμεσικά στοιχεία περιλαμβάνουν εικόνες και σχήματα σε έντυπη μορφή, καθώς και ψηφιακά περιβάλλοντα που περιλαμβάνουν κινούμενα σχέδια και αλληλεπιδραστικά πολυμέσα. Όσον αφορά τις εφαρμογές ΕΠ που αξιοποιούν τη γνωστική θεωρία των πολυμέσων, αυτές είναι ελάχιστες και δεν αφορούν στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Οι Sommerauer & Müller διεξήγαγαν συγκριτική εμπειρική μελέτη με εφαρμογή ΕΠ που ανέπτυξαν για κινητές συσκευές για τα Μαθηματικά με θέμα τα στερεά (2014). Η μελέτη έγινε στο πλαίσιο άτυπης μάθησης σε ένα μουσείο Μαθηματικών με ένα ετερογενές δείγμα από 101 συμμετέχοντες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μέσω της εφαρμογής ΕΠ οι συμμετέχοντες διατήρησαν τη γνώση τους και έδειξαν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα. Οι Santos et al. (2016) ανέπτυξαν μία εφαρμογή ΕΠ με κάρτες σε φορητές συσκευές για εκμάθηση λεξιλογίου. Πιλοτική εμπειρική μελέτη σε μεταπτυχιακούς φοιτητές έδειξε ότι η γνωστική θεωρία πολυμέσων μπορεί να εφαρμοσθεί στο πλαίσιο της ΕΠ, παρέχοντας ένα εύχρηστο περιβάλλον που συντελεί στην διατήρηση της μνήμης, της προσοχής και στην ικανοποίηση των χρηστών.

Από τα παραπάνω αναδεικνύεται αφενός έλλειψη σε εφαρμογές ΕΠ στο αντικείμενο της Μελέτης Περιβάλλοντος, ιδιαίτερα για παιδιά μικρής ηλικίας και αφετέρου έλλειψη εφαρμογών και εμπειρικών μελετών για την αξιοποίηση πολυμεσικών στοιχείων στις εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ στη βάση της γνωστικής θεωρίας των πολυμέσων. Έτσι, δημιουργήθηκε μια εφαρμογή ΕΠ για παιδιά της πρώτης τάξης Δημοτικού με θέμα τα μέρη των φυτών, σχεδιασμένη με τη συνδυαστική αξιοποίηση των πολυμεσικών στοιχείων του ήχου, της εικόνας, του κειμένου και των τρισδιάστατων μοντέλων και ακολούθησε πιλοτική εμπειρική μελέτη με στόχο την ανάδειξη του βέλτιστου συνδυασμού των πολυμεσικών στοιχείων για τη σχεδίαση τέτοιου τύπου εφαρμογών ΕΠ.

Ο σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η διερεύνηση της συμβολής του συνδυασμού των πολυμεσικών στοιχείων σε εκπαιδευτικές εφαρμογές ΕΠ για μαθητές πρώτης σχολικής ηλικίας. Οι ερευνητικοί άξονες της εμπειρικής μελέτης ήταν η διερεύνηση:

- των μαθησιακών αποτελεσμάτων παρέμβασης με εφαρμογή ΕΠ, σε συνάρτηση του συνδυασμού πολυμεσικών στοιχείων που περιλαμβάνει
- της ευχρηστίας εφαρμογής ΕΠ σε σχέση με τους συνδυασμούς των πολυμεσικών στοιχείων που εμπεριέχει.

Μεθοδολογία

Η εφαρμογή «φυτομανία»

Η εφαρμογή «φυτομανία» καλύπτει τους στόχους της ενότητας του βιβλίου της Μελέτης Περιβάλλοντος «Γνωρίζω τα φυτά του τόπου μου» και συγκεκριμένα της υποενότητας «Ποια είναι τα μέρη των φυτών». Στόχος της ενότητας είναι ο μαθητής να γνωρίσει τα μέρη του φυτού και να κατανοήσει τη λειτουργία τους. Στα φυτά περιλαμβάνονται δένδρα, λουλούδια και λαχανικά. Τα μέρη τους, που μπορεί να διαφέρουν ανά κατηγορία φυτών είναι η ρίζα, ο κορμός, τα φύλλα, ο βλαστός, τα άνθη και οι καρποί.

Οι κατηγορίες και τα μέρη των φυτών αποτέλεσαν το περιεχόμενο των πολυμεσικών στοιχείων με τα οποία εμπλουτίστηκε η εφαρμογή ΕΠ. Το εκπαιδευτικό υλικό αποτελούνταν από κατηγορίες καρτών οι οποίες αντιστοιχούσαν σε δένδρα, λαχανικά και λουλούδια. Όταν οι μαθητές παρατηρούσαν την κάρτα μέσω του κινητού που είχε ενεργοποιημένη την εφαρμογή της ΕΠ, το περιεχόμενο κάθε κάρτας «επαυξάνονταν» με τα μέρη του φυτού. Για κάθε κατηγορία φυτού υπήρχαν πέντε κάρτες. Μία παρουσίαζε τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του. Οι υπόλοιπες τέσσερις παρουσίαζαν τα μέρη του φυτού.

Οι μαθητές έχοντας στην κατοχή τους τις φορητές συσκευές (ταμπλέτες) προσπαθούσαν να αναγνωρίσουν τα φυτά, να διερευνήσουν τα μέρη που αντιστοιχούσαν στην κάθε κατηγορία και να τα ταιριάξουν στη σωστή θέση στην εικόνα της κάθε κάρτας (Σχήμα 1). Είχαν τη δυνατότητα να επεξεργαστούν το επαυξημένο υλικό, δηλαδή να μεγεθύνουν ή να μικρύνουν τις εικόνες, τα τρισδιάστατα μοντέλα και το κείμενο. Μπορούσαν επίσης να το μετακινήσουν ώστε να βάλουν το κάθε μέρος του φυτού στη σωστή του θέση. Είχαν επίσης τη δυνατότητα και να φωτογραφίσουν το αποτέλεσμα της ενέργειας τους, την αρχική εικόνα του φυτού, μαζί με το επαυξημένο περιεχόμενο.

Σχήμα 1. Μαθητής προσπαθεί να βάλει τη ρίζα (επαυξημένο περιεχόμενο) στη σωστή θέση

Πίνακας 1. Οι πέντε εκδόσεις της εφαρμογής ΕΠ «φυτομανία»

Συνδυασμός πολυμεσικών στοιχείων (έκδοση εφαρμογής)	QR Code
Εικόνες δύο διαστάσεων και κείμενο	Κόκκινος κύκλος
Εικόνες δύο διαστάσεων και ήχος	Πράσινο τετράγωνο
Τρισδιάστατα μοντέλα και κείμενο	Μπλε κύκλος
Τρισδιάστατα μοντέλα και ήχος	Πορτοκαλί τετράγωνο
Εικόνες δύο διαστάσεων, τρισδιάστατα μοντέλα, κείμενο και ήχος	Μοβ τετράγωνο

Για τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και της ευχρηστίας εφαρμογής ΕΠ από τη ένταξη πολυμεσικών στοιχείων δημιουργήθηκαν πέντε διαφορετικές εκδόσεις της εφαρμογής «φυτομανία». Κάθε έκδοση περιλάμβανε ένα συνδυασμό από πολυμεσικά στοιχεία και συγκεκριμένα εικόνες δύο διαστάσεων, τρισδιάστατα μοντέλα, κείμενο και ήχο (Πίνακας 1).

Η επιλογή του λογισμικού ανάπτυξης της εφαρμογής βασίστηκε κυρίως στη δυνατότητα ενσωμάτωσης πολυμεσικών στοιχείων, καθώς και στη δυνατότητα λειτουργίας της εφαρμογής σε φορητές συσκευές. Διερευνήθηκαν οι δυνατότητες των εργαλείων Vuforia, Aurasma, Blippar, Augment, Vidinoti και Zapworks. Ο Πίνακας 2 παρουσιάζει ορισμένα χαρακτηριστικά των εργαλείων, επιθυμητά για την ανάπτυξη της εφαρμογής «φυτομανία». Από τα έξι συγγραφικά πακέτα επιλέχθηκε το Zapworks. Η επιλογή βασίστηκε αφενός στην εύκολη εισαγωγή κάθε τύπου από τα πολυμεσικά στοιχεία και αφετέρου στην αξιοποίηση κώδικα γρήγορης απόκρισης (QR-Code) για την επαύξηση του περιεχομένου. Η επαύξηση μέσω κώδικα γρήγορης απόκρισης είναι σημαντικό χαρακτηριστικό για μια εφαρμογή ΕΠ της οποίας το περιεχόμενο αποτελείται κυρίως από οπτικό υλικό. Στο κάτω δεξί άκρο κάθε κάρτας υπάρχει ο κώδικας γρήγορης απόκρισης (Zapcode QR Code), ο οποίος έχει διαφορετικό χρώμα και σχήμα για κάθε έκδοση της εφαρμογής (Σχήμα 2).

Πίνακας 2. Εργαλεία ανάπτυξης εφαρμογών ΕΠ για φορητές συσκευές

Εργαλείο ανάπτυξης	Χαρακτηριστικά				
	Ελεύθερη χρήση	Δείκτης (marker)	Εικόνα, ήχος	Κείμενο	Τρισδιάστατα μοντέλα
Vuforia	✓	Εικόνα	✓	✓	✓
Aurasma	✓	Εικόνα	✓	Προβληματική	✓
Blippar	✓	Εικόνα	✓	✓	Προβληματική
Augment	Για εκπαίδευση	Εικόνα	Προβληματική	Προβληματική	✓
Vidinoti	Περιορισμένη	Εικόνα	✓	v	Προβληματική
Zapworks	Πέντε δωρεάν κώδικες	QR Code	✓	v	✓

Σχήμα 2. Υπόδειγμα καρτών με τους τέσσερεις συνδυασμούς πολυμεσικών στοιχείων

Δείγμα

Το δείγμα ήταν μαθητές της πρώτης τάξης του 2ου Δημοτικού Σχολείου Κιλκίς. Κάθε τμήμα από τα δύο της πρώτης τάξης αποτελούνταν από είκοσι μαθητές. Ύστερα από γραπτή ενημέρωση των γονέων και τη σύμφωνη γνώμη τους, μέσω κατάλληλου εντύπου συγκατάθεσής τους, έλαβαν μέρος 30 μαθητές (18 από το ένα τμήμα και 12 από το άλλο). Δεκαεννέα από τους μαθητές ήταν κορίτσια και 11 αγόρια.

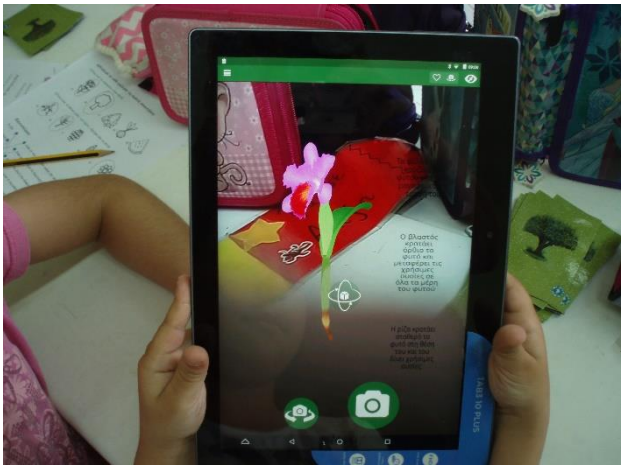
Διαδικασία

Η μελέτη διήρκησε τέσσερεις διδακτικές ώρες. Τα παιδιά μοιράστηκαν τυχαία σε πέντε ομάδες. Κάθε ομάδα αλληλεπίδρασε με μία έκδοση της εφαρμογής ΕΠ που ενσωμάτωνε έναν από τους συνδυασμούς πολυμεσικών στοιχείων. Κάθε ομάδα αποτελούνταν από έξι παιδιά, τα οποία σχημάτισαν δυάδες για τη συνεργασία με τις φορητές συσκευές και την υλοποίηση του διδακτικού σχεδιασμού. Την παρέμβαση πραγματοποίησε η ερευνήτρια, ενώ οι δασκάλες των τμημάτων παρευρίσκονταν κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας μέσα στην αίθουσα.

Η πρώτη διδακτική ώρα αφιερώθηκε στη γνωριμία με τους μαθητές και την εξοικείωση με την τεχνολογία της ΕΠ. Για τους περισσότερους μαθητές ήταν η πρώτη φορά που ήρθαν σε επαφή με αυτή την τεχνολογία και γι' αυτό χρειάστηκε να παρουσιαστεί αρχικά ένα παράδειγμα και να ακολουθήσει η εξοικείωση με την εφαρμογή.

Οι επόμενες δύο διδακτικές ώρες αφορούσαν το κυρίως μέρος της έρευνας. Αρχικά, και πριν την παρέμβαση, τους δόθηκε ένα φύλλο αξιολόγησης για τη διερεύνηση των γνώσεων τους σχετικά με τα φυτά. Το φύλλο απαρτίζονταν από τέσσερεις κατηγορίες δραστηριοτήτων που αφορούσαν στα είδη των φυτών, στα βασικά μέρη τους, στα χαρακτηριστικά και στις λειτουργίες του κάθε μέρους. Λόγω της μικρής ηλικίας των μαθητών οι δραστηριότητες ήταν αντιστοίχισης λέξεων με τμήματα κειμένου, αντιστοίχισης λέξεων με τμήματα εικόνων, σωστού – λάθους και επιλογής μεταξύ εικόνων.

Έπειτα, με έναυσμα την εικόνα του σχολικού βιβλίου τους (σ. 126), όπου παρουσιάζονται διάφορες κατηγορίες φυτών, έγινε δραστηριότητα για την σύγκρισή τους. Στη συνέχεια, μοιράστηκαν οι κάρτες της εφαρμογής και οι φορητές συσκευές σε κάθε ζευγάρι μαθητών. Αρχίζοντας από την μπλε κάρτα, η οποία εξηγεί το ρόλο των ριζών, του κορμού και των φύλλων στα φυτά, οι μαθητές συνέχισαν με όποια σειρά ήθελαν με τις υπόλοιπες κάρτες, ώστε να λάβουν παραπάνω πληροφορίες και να συγκρίνουν τις ομοιότητες και τις διαφορές, που υπάρχουν μεταξύ των φυτών και των μερών τους (Σχήμα 3). Επίσης, τους ζητήθηκε να φωτογραφίσουν κάποια μέρη από τα φυτά, πάνω στις κάρτες που είχαν στα χέρια τους, με την εφαρμογή Zappar. Στη συνέχεια, αφού συζήτησαν μεταξύ τους τα ζευγάρια μαθητών για τη χρησιμότητα των μερών των φυτών αλλά και τον αλληλένδετο κύκλο τους, σχεδίασαν σε μια κόλλα χαρτιού Α4 αυτό στο οποίο κατέληξαν ότι έμαθαν.



Σχήμα 3. Γνωρίζοντας τα μέρη των φυτών με την ΕΠ

Μετά την παρέμβαση δόθηκε στους μαθητές ένα φύλλο αξιολόγησης να συμπληρώσουν και να ζωγραφίσουν έναν κήπο με φυτά, που γνώρισαν στο μάθημα τονίζοντας τα βασικά μέρη τους, παρουσιάζοντας παράλληλα τις προτάσεις τους για τη φροντίδα τους.

Αφού ολοκληρώθηκε το τμήμα της παρέμβασης με την εφαρμογή «φυτομανία», πραγματοποιήθηκε η αξιολόγηση των γνώσεων των μαθητών και της ευχρηστίας της εφαρμογής. Στο τέλος ακολούθησε συζήτηση για τη συνολική εμπειρία των μαθητών.

Ανάλυση δεδομένων

Για τη διερεύνηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε φύλλο αξιολόγησης ίδιου περιεχομένου με αυτό που χρησιμοποιήθηκε πριν την παρέμβαση, αλλά διαφορετικής μορφής. Το μέγιστο της βαθμολογίας ήταν το 10.

Η ευχρηστία αξιολογήθηκε με το εργαλείο System Usability Scale (SUS) (Brooke, 1996), προσαρμοσμένο στις ανάγκες της έρευνας (Παράρτημα). Η προσαρμογή βασίστηκε στη μεταφορά του στην ελληνική από την Ορφανού (2014).

Οι στατιστικοί έλεγχοι μεταξύ των πέντε διαφορετικών εκδόσεων της εφαρμογής «φυτομανία» έγιναν με μη παραμετρικό τεστ, γιατί το δείγμα ήταν μικρό και η κατανομή των πληθυσμών δεν ήταν κανονική σε καμία από τις πέντε ομάδες. Χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο Kruskal-Wallis (H).

Αποτελέσματα

Σχεδόν κανένας από τους μαθητές (96,67%), δε γνώριζε ούτε είχε ακούσει για την τεχνολογία της ΕΠ. Για όλους ήταν η πρώτη φορά που ασχολήθηκαν με αυτή.

Μαθησιακά αποτελέσματα και έκδοση εφαρμογής

Η μέση τιμή της βαθμολογίας των μαθητών πριν την παρέμβαση ήταν (3.6 ± 1.4), ενώ μετά την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον ΕΠ (9.0 ± 0.6). Είναι εμφανές ότι η βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων ήταν ιδιαίτερα μεγάλη, ενώ αντίστοιχα η τυπική απόκλιση περιορίστηκε σε μεγάλο βαθμό. Τα μαθησιακά αποτελέσματα μετά την παρέμβαση και για όλες τις εκδόσεις της εφαρμογής ήταν θετικά, με τη διαφορά να είναι στατιστικά σημαντική από τα μαθησιακά αποτελέσματα πριν την παρέμβαση ($H(4) = 9.54$, $p<0.05$).

Πίνακας 3. Περιγραφικά αποτελέσματα για το περιεχόμενο της εφαρμογής (N=30, max=5)

Απαντήσεις σχετικά με το περιεχόμενο της εφαρμογής	Μ.Ο.	Τ.Α.
Παρέχει αρκετές πληροφορίες	4.9	0.3
Παρουσιάζει αρκετά παραδείγματα	4.9	0.3
Παρουσιάζει πληροφορίες με ενδιαφέροντα τρόπο	4.9	0.4
Είναι χρήσιμη	4.9	0.3

Ο Πίνακας 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των απαντήσεων των μαθητών σε τέσσερεις ερωτήσεις σχετικές με το περιεχόμενο της εφαρμογής ΕΠ, οι οποίες φαίνεται να συμβάλουν στη απόκτηση της γνώσης. Ο μέσος όρος και στις τέσσερεις ερωτήσεις πλησιάζει τη μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση είναι μικρή. Οι μαθητές ανέφεραν ότι έλαβαν τις απαραίτητες πληροφορίες για την απόκτηση γνώσης στο υπό μελέτη θέμα κατά την αλληλεπίδραση τους με την εφαρμογή «φυτομανία».

Για την αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων σε σχέση με την κάθε έκδοση της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε η διόρθωση λάθους κατά Bonferroni. Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντική διαφορά για δύο εκδόσεις, της έκδοσης με το συνδυασμό εικόνων δύο διαστάσεων και ήχου και εκείνης με το συνδυασμό τρισδιάστατων μοντέλων και κειμένου. Στατιστική διαφορά μεταξύ των άλλων συνδυασμών (εικόνες δύο διαστάσεων και κείμενο, τρισδιάστατα μοντέλα και ήχος, εικόνες δύο διαστάσεων, τρισδιάστατα μοντέλα, κείμενο και ήχος) ως προς τα μαθησιακά αποτελέσματα δεν καταγράφηκε.
Η πλειονότητα των μαθητών ανέφερε ότι σε περίπτωση εμπλουτισμού της εφαρμογής ΕΠ με επιπρόσθετο ψηφιακό υλικό, θα προτιμούσαν συνδυασμούς εικόνων δύο διαστάσεων ή τρισδιάστατων μοντέλων με ήχο. Η προτίμηση στο οπτικό υλικό μάλλον προέκυψε από την ηλικία των μαθητών, οι οποίοι ήταν στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης δεξιοτήτων ανάγνωσης κειμένου. Τα θετικά αποτελέσματα συμπληρώνονται από τις ζωγραφιές των μαθητών, αλλά και τις φωτογραφίες που έβγαζαν όταν ολοκλήρωναν μια δραστηριότητα (Σχήμα 3).

Ευχρηστία

Η ευχρηστία της εφαρμογής «φυτομανία» καταγράφηκε ιδιαίτερα υψηλή και για τις πέντε εκδόσεις της. Η διαφορά της ευχρηστίας μεταξύ των πέντε διαφορετικών εκδόσεων δεν καταγράφηκε σημαντική ($H(4) = 6,430$, $p= 0,169$).
Η συσχέτιση, μέσω του ελέγχου Spearman's rho μεταξύ των διαφορετικών εκδόσεων της εφαρμογής και της χρησιμότητάς της κατά την άποψη των μαθητών, έδειξε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική εξάρτηση ($r(28)= -0,073$, $p= 0,702$). Επίσης, όπως ήταν αναμενόμενο, η ευκολία χρήσης όλων των εκδόσεων της εφαρμογής έκανε τους μαθητές να θέλουν να τη χρησιμοποιούν συχνά ($r(28) = 0,828$, $\rho =0,00$).

Συμπεράσματα

Στην εργασία διερευνήθηκε η συμβολή συνδυασμών πολυμεσικών στοιχείων για τον εμπλουτισμό μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας για τη Μελέτη Περιβάλλοντος της πρώτης Δημοτικού. Η εφαρμογή αναπτύχθηκε σε πέντε διαφορετικές εκδόσεις, πέντε συνδυασμούς πολυμεσικών στοιχείων. Διερευνήθηκαν τα μαθησιακά αποτελέσματα μετά από παρέμβαση με την εφαρμογή, καθώς και η ευχρηστία της.

Τα μαθησιακά αποτελέσματα καταγράφηκαν θετικά μετά την παρέμβαση και με τις πέντε εκδόσεις της εφαρμογής: εικόνες δύο διαστάσεων και κείμενο, εικόνες δύο διαστάσεων και ήχο, τρισδιάστατα μοντέλα και κείμενο, τρισδιάστατα μοντέλα και ήχο, καθώς και

συνδυασμός όλων των πολυμεσικών στοιχείων. Τα αποτελέσματα συμβαδίζουν με σχετική μελέτη σε θέματα Βιολογίας και παρέμβαση σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Pérez-López & Contero, 2013). Στατιστική διαφορά μεταξύ των διαφορετικών συνδυασμών πολυμεσικών στοιχείων, καταγράφηκε υπέρ των εκδόσεων με εικόνες δύο διαστάσεων και ήχο, και εικόνες τριών διαστάσεων και κείμενο. Τα ευρήματα αυτά αναδεικνύουν τη δυνατότητα αξιοποίησης της γνωστικής θεωρίας των πολυμέσων σε εφαρμογές ΕΠ. Ο συνδυασμός εικόνων δύο διαστάσεων με ήχο αντί του κειμένου, ίσως οφείλεται στο ότι τα παιδιά αυτής της ηλικίας βρίσκονται στο στάδιο ανάπτυξης δεξιοτήτων ανάγνωσης κειμένου και προτιμούν πληροφορία σε μορφή αφήγησης. Η προτίμηση εικόνας και αφήγησης στις πρώτες τάξεις της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης συναντάται και στη μελέτη της Molina και των συνεργατών της, που μελετούν τη συνεισφορά πολυμεσικών στοιχείων με αναφορά στη γνωστική θεωρία των πολυμέσων (2018). Ο εμπλουτισμός εφαρμογών ΕΠ με πολυμεσικό περιεχόμενο έχει δείξει επίσης θετικά μαθησιακά αποτελέσματα και συγκεκριμένα τη βελτίωση της κριτικής σκέψης σε θέματα Φυσικών Επιστημών στο Δημοτικό Σχολείο (Syawaludin, Gunarhadi & Rintayati, 2019).

Η ευχρηστία της εφαρμογής αναφέρθηκε πολύ υψηλή και για τις πέντε εκδόσεις της. Παρόμοια είναι τα ευρήματα των Ewais & De Troyer (2019) σε εφαρμογή ΕΠ με θέμα τη δομή της ύλης σε μαθητές πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, όπως και των Awang et al. (2019) για παιδιά των πρώτων τάξεων Δημοτικού Σχολείου.

Σχετικά με τους περιορισμούς της έρευνας, το βασικότερο ζήτημα που έπρεπε άμεσα να αντιμετωπιστεί ήταν η ασύρματη σύνδεση (Wi-fi) με το διαδίκτυο στο χώρο του σχολείου, και ιδιαίτερα η ταυτόχρονη σύνδεση με πολλές συσκευές. Η κατάσταση βελτιώθηκε με την αξιοποίηση των δεδομένων για ορισμένες συνδέσεις.

Το μικρό δείγμα της εμπειρικής μελέτης δεν επιτρέπει γενικεύσεις. Η εργασία όμως παρέχει εμπειρικά δεδομένα που αξιοποιούνται προς την κατεύθυνση της σχεδίασης εκπαιδευτικών εφαρμογών επαυξημένης πραγματικότητας, και βασίζονται στη γνωστική θεωρία των πολυμέσων ή σε κατάλληλους συνδυασμούς πολυμεσικών στοιχείων για βέλτιστα μαθησιακά αποτελέσματα και ευχρηστία.

Αναφορές

Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review,* 20, 1-11.

Awang. K., Shamsuddin, S.N.W., Ismail, I., Rawi, A.A., & Amin, M.M. (2019). The usability analysis of using augmented reality for linus students. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 13(1), 58-64.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology& Society*, 17(4), 133-149.

Bower, M., Howe, C., Mc Credie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education - cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1– 15.

Bressler, D. M., & Bodzin, A.M. (2013). A mixed methods assessment of students' flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505–517.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, 41 189(194), 4-7.

Chiu, J.L., DeJaegher, C.J., & Chao, J. (2015).The effects of augmented virtual science laboratories on middle school students' understanding of gas properties. *Computers & Education*, 85, 59-73.

Chowdhury, S. (2013). A mobile augmented reality and multimedia application for mobile learning. *International Journal of Digital Content Technology and Applications,* 7(13), 25-32.

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.

Ewais, A. & De Troyer. O. (2019). A usability and acceptance evaluation of the use of augmented reality for learning atoms and molecules reaction by primary school female students in Palestine. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1643–1670.

Mayer, R.E. (2002). Multimedia learning. *Psychology of Learning and Motivation*, 41, 85-139.

Mayer, R.E. (2009). *Multimedia learning (2nd ed.)*. New York: Cambridge University Press.
Molina, A.I., Navarro, O., Ortega, M., & Lacruz, M. (2018). Evaluating multimedia learning materials in primary education using eye tracking. *Computer Standards & Interfaces,* 59, 45-60.
Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: a case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28.
Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2013). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies,* 7(1), 38-56.
Santos, M. E. C., Lübke, A. W., Taketomi, T., Yamamoto, G., Mercedes, M., Sandor, C., & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4).
Sommerauer, P., & Muller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: Afield experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education*, 79, 59-68.
Syawaludin, A., Gunarhadi, G., & Rintayati, P. (2019). Development of augmented reality-based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331-344.
Wu, H.K., Lee, S.W.Y., Chang, H.Y., & Liang, J.C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education,* 62, 41–49.
Ορφανού, Κ. (2014). *Εγκυροποίηση και διερεύνηση του ερωτηματολογίου System Usability Scale στο πλαίσιο των συστημάτων διαχείρισης της μάθησης*. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.

Παράρτημα

Προσαρμοσμένο ερωτηματολόγιο SUS

1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ την εφαρμογή συχνά.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

2. Μου φάνηκε η εφαρμογή μπερδεμένη χωρίς λόγο.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

3. Μου φάνηκε ότι η εφαρμογή ήταν εύκολη να τη χρησιμοποιώ.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

4. Νομίζω ότι χρειάζεται η βοήθεια του δασκάλου για να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

5. Πιστεύω πως η εφαρμογή λειτουργεί καλά.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

6. Σκέφτηκα ότι μερικές φορές ήταν δύσκολη η εφαρμογή για να την καταλάβω.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

7. Μου φάνηκε πως τα περισσότερα παιδιά θα μάθουν να χρησιμοποιούν γρήγορα την εφαρμογή αυτή.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

8. Βρήκα την εφαρμογή δύσκολη όταν τη χρησιμοποιούσα.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

9. Όταν χρησιμοποιούσα την εφαρμογή ήμουν σίγουρος/η.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

10.Έπρεπε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή.

Διαφωνώ απόλυτα *Διαφωνώ* *Ούτε διαφωνώ ούτε συμφωνώ* *Συμφωνώ* *Συμφωνώ απόλυτα*

Αναφορά στο άρθρο ως: Νικολαΐδου, Ι., Μπέλλου, Ι., & Μικρόπουλος, Α. (2019). Η συνεισφορά των πολυμεσικών στοιχείων στην επαυξημένη πραγματικότητα: Μια εφαρμογή στη Μελέτη Περιβάλλοντος. *Θέματα Επιστημών και Τεχνολογίας στην Εκπαίδευση*, 12(1), 15-25.

http://earthlab.uoi.gr/thete/index.php/thete